



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Evaluación de la carretera La Victoria - Monsefú utilizando el método índice de condición de pavimento, Lambayeque 2019”

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE BACHILLER EN INGENIERIA CIVIL**

AUTOR:

Berrú Tarrillo Artur Miguel (0000-0003-0870-9674)

ASESOR:

Mg. Ing. Javier Ramírez Muñoz (0000-0002-9322-688X)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Chiclayo - Perú

2019

Dedicatoria

Esta investigación se logró gracias al todopoderoso que me da la vida para esforzarme día a día en conseguir mis objetivos, a todos mis familiares, amigos y conocidos por sus grandes apoyos anímicos, siendo pieza fundamental en este corto período llamado vida universitaria.

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a la pareja José Miguel Berrú C. y Elizabeth Tarrillo M., mis padres, así como al pequeño José (gigi) y a mi abuela Tempora (mama), que gracias a su apoyo y cariño diario estoy cumpliendo poco a poco cada una de mis metas trazadas. Asimismo, a todos mis familiares y amigos por aportar con su tiempo y carisma.

Página del Jurado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Jurado encargado de evaluar el trabajo de investigación presentado por: BERRÚ TARRILLO ARTUR MIGUEL cuyo título es: "EVALUACIÓN DE LA CARRETERA LA VICTORIA – MONSEFÚ UTILIZANDO EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO, LAMBAYEQUE 2019",

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por los estudiantes, otorgándoles el calificativo de: **16, DIECISÍS.**

Chiclayo, 22 de agosto de 2019

Mg. Efraín Ordinola Luna
PRESIDENTE

Mgtr. Victoria de los Ángeles Agustín Díaz
SECRETARIO

Mgtr. Carlos Javier Ramírez Muñoz
VOCAL

Declaratoria de autenticidad

Yo, Artur Miguel Berrú Tarrillo, identificado con DNI 71448503, con código universitario 7000930540, estudiante del X ciclo de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, hago constar por este medio, que soy el legítimo autor del presente proyecto de investigación titulado “Evaluación de la carretera La Victoria - Monsefú utilizando el método índice de condición de pavimento, Lambayeque 2019”, desarrollado durante el ciclo académico 2019 - I, como uno de los actuales requisitos para obtener el grado de bachiller de ingeniero civil. De esta manera, manifiesto la originalidad del proyecto en cada uno de sus componentes: recopilación de información, análisis de datos, interpretación de resultados y elaboración de conclusiones y recomendaciones. De igual manera se consta que aquellos aportes intelectuales de otros investigadores han sido citados adecuadamente acorde a las normativas de redacción académicas vigentes.

Chiclayo, 23 de agosto de 2019.



Artur Miguel Berrú Tarrillo

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Indice.....	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. Introducción.....	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Trabajos previos.....	13
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	15
1.4. Formulación del problema.....	24
1.5. Justificación del estudio.....	24
1.6. Hipótesis	24
1.7. Objetivos	25
II. Método.....	25
2.1. Diseño de investigación	25
2.2. Variables, operacionalización	26
2.3. Población y muestra.....	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	31
2.5. Métodos de análisis de datos.....	32
2.6. Aspectos éticos.....	32
III. Resultados	32
IV. Discusión	38
V. Conclusiones	39
VI. Recomendaciones	40
VII. Bibliografía	41

Anexos.....	46
Acta de Aprobación de Originalidad	104
Autorización de Publicación de Trabajo de Investigación en Repositorio Institucional UCV.....	105
Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación	106

Resumen

El presente proyecto de investigación, titulado “Evaluación de la carretera La Victoria - Monsefú utilizando el método índice de condición de pavimento, Lambayeque 2019” tuvo como principal objetivo “Evaluar la carretera La Victoria - Monsefú utilizando el método índice de condición de pavimento, Lambayeque, 2019” con el único propósito de determinar el estado de la carretera aportando a la comunidad información de utilidad para conocimiento y puedan determinar medidas de acción correspondientes.

Para tal motivo se siguieron todos los procedimientos establecidos en el manual y se determinó que las fallas más representativas fueron desnivel entre carril/berma y el pulimiento de agregados, ambos con un 61.27% y un 24.21% respectivamente, quienes determinaron el estado del pavimento de la carretera La Victoria – Monsefú, catalogándola como “Muy bueno”, lo que significa que será necesario un Mantenimiento periódico para asegurar el prolongamiento de su vida útil y garantizar una cómoda y segura carretera para los pobladores y usuarios.

Palabras Clave: Pavimento, PCI, La Victoria, Monsefú, Mantenimiento

Abstract

This research project, entitled “Evaluation of the La Victoria - Monsefú highway using the pavement condition index method, Lambayeque 2019” had as its main objective “Evaluate the La Victoria - Monsefú highway using the pavement condition index method, Lambayeque , 2019 ”with the sole purpose of determining the state of the road by providing useful information to the community for knowledge and may determine corresponding action measures.

For this reason, all the procedures established in the manual were followed and it was determined that the most representative faults were unevenness between rail / berm and aggregate polishing, both with 61.27% and 24.21% respectively, who determined the state of the pavement of the La Victoria - Monsefú highway, categorizing it as “Very good”, which means that periodic maintenance will be necessary to ensure the prolongation of its useful life and ensure a comfortable and safe road for residents and users.

Keywords: Pavement, PCI, La Victoria, Monsefú, Maintenance

I. Introducción

1.1. Realidad problemática

En nuestro Perú, que es un país en vías de desarrollo, aún hay diversas problemáticas que mantiene inquieta a la población. Por motivos de esta investigación, se ha creído conveniente enfocarse en una de las problemáticas actuales, la pavimentación, específicamente el estado actual de la misma.

Hoy en día no hay ciudadano que al atravesar por el centro de su ciudad para realizar sus labores cotidianas no se queje del atosigante tráfico y del mal estado de la pavimentación, tanto así que es casi imposible tener aunque sea un minuto de recorrido sin que el vehículo retumbe inesperada y constantemente.

A nivel internacional

Citando como ejemplo al continente europeo, específicamente España, que a pesar de ser un país desarrollado también tiene problemas con respecto al estado de sus carreteras, así lo expresa SERVIMEDIA (2018) en Madrid donde menciona que 1 de cada 13 km en promedio de la red de carreteras españolas presentan deterioros considerables que superan el 50% de su superficie, siendo las fallas más comunes: los baches, roderas y grietas longitudinales y transversales. (párr. 2).

Trasladándonos al continente americano, parte norte, México. Ana Valle (2017) manifiesta que en la Ciudad de México se han presentado 24,000 baches en el transcurso del año, esto expresado por el 82% de la población, y la cantidad de baches representan el 90% de los casos de fallas en el pavimento. (párr. 5).

Asimismo, en el mismo continente, parte centro, Cuba. Cancio (2009) se expresa de manera tan desagradable con respecto a las calles de La Habana, dice que se encuentran casi sin asfalto, con presencia de baches tan grandes como cráteres de volcán. Tal estado de deterioro le recuerda a las calles bombardeadas de Kosovo. (párr. 3).

Por último, en Ecuador, Jácome (2017) revela que en dicho país el 80% de las calles de Quito ya cumplió su vida útil, por lo cual es necesario una repavimentación total. Esto se ve expresado en la presencia de baches, fisuras, desniveles, y cráteres a lo largo de las 11,639 vías. El problema surge por diversos factores, uno de ellos es el clima, que en verano el pavimento absorbe el calor pudiendo llegar hasta los 60°C de día y hasta 2°C de noche, haciendo que el pavimento se expanda y se contraiga constantemente, desgastándose aún más. Otro de los factores es el crecimiento del parque automotor y la congestión que esto genera, pues mientras más tiempo está un vehículo detenido, mayor es el impacto que genera sobre el pavimento. (párr. 10).

A nivel nacional

En el Perú, la situación del estado de la pavimentación es similar o peor en varios tramos de diferentes localidades. Diversas razones existen para explicar el rápido y progresivo deterioro de las pavimentaciones en general. Lima, nuestra capital, no escapa a esta realidad, puesto que es la región más poblada del Perú y por lo tanto la demanda vehicular aumenta progresivamente. El diseño inadecuado de los pavimentos, un mal proceso constructivo del mismo, las redes de desagüe antiguas colapsadas, el escaso mantenimiento y el mismo intenso uso de las vías por parte de los vehículos son algunas de las causas de la aparición de fallas estructurales en el pavimento, siendo la más común los baches. Estudios revelados por la Asociación de Víctimas de Accidentes de Tránsito nos dicen que por cada kilómetro de pavimento se encuentran alrededor de 8 baches. (LA PRENSA, 2016, párr. 3).

De igual manera sucede en Piura, la ciudad del eterno sol, dónde Santiago (2017) manifiesta la incomodidad de todos los residentes afirmando que con frecuencia los vehículos que transitan por las calles de la ciudad se malogran (sistema de dirección y llantas) debido al pésimo estado de las vías. Este problema no es tan simple como parece, pues enlaza a muchos más, desde el punto de vista económico, debido al gasto adicional que se realiza mensualmente para darle mantenimiento adecuado al vehículo, así como también la afectación directa de la salud de los conductores y pasajeros. (párr. 5).

Así lo afirma Exitosa (2019) citando a la Cámara de Comercio de Lima donde afirma de manera general que las carreteras del Perú están muy dañadas. Esto debido al pasado Fenómeno El Niño Costero en el 2017, que causó severos daños sobre todo en la infraestructura vial de toda la región norte del país que aún no han sido reparadas.

A esto se le añade una peor situación, Sánchez (2014) en una entrevista realizada al representante de Provías, menciona que mientras la red nacional está pavimentada en un 60%, la red departamental lo está en menos del 10%, peor aún la red local o zonal que no asciende del 5%. En conclusión, todo el país está atrasado y se ve afectado en cuanto a crecimiento. (párr. 12).

A nivel local

En la ciudad de la amistad, Chiclayo, ocurren los mismos problemas de infraestructura vial. Las pistas de la ciudad presentan daños estructurales de tal manera que causan incomodidad tanto es los conductores como peatones. Así pues, los pobladores tildan a la gestión de turno como ineficiente y corrupta. (RPP, 2013, párr. 2).

La gestión del exalcalde Roberto Torres prometía ser un gobierno constructor, pero el tiempo demostró lo contrario. La pavimentación de distintas zonas de Chiclayo presenta desmoronamiento y es evidente el hundimiento de este. Por otro lado, se afirma la corrupción de los funcionarios ya que en el Ministerio de Economía y Finanzas figura que la municipalidad gastó S/ 624,421.00 mientras que en una investigación fiscal se detectó un gasto de S/ 1'000,000.00. (Aguilar, 2014, párr. 3).

El estado actual de la pavimentación existente en Chiclayo, hace que en horas punta el tráfico sea más lento, puesto que los conductores deben conducir de manera lenta y precavida para no dañar su vehículo de los baches y huecos presentes. Se estima que más del 70% de las vías de Chiclayo presentan este problema. (Gallardo, 2018, párr. 4).

Como ciudadano he podido evidenciar todas estas falencias anteriormente mencionadas. Todos necesitamos del transporte para ir a nuestros centros de estudios, de trabajos o para fines de viajes largos y hemos podido experimentar la incomodidad del tráfico y el retumbar

del vehículo. Para esto he creído conveniente evaluar superficialmente la pavimentación La Victoria – Monsefú.

1.2. Trabajos previos

Esta investigación ha utilizado de referencia, trabajos de autores que sirven de soporte a la misma, siendo estos tanto extranjeros como nacionales. A continuación, los autores extranjeros:

A nivel internacional

Para Sierra y Rivas (2016) en su trabajo de grado titulado “Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+000 – PR 01+020 de la vía al llano (DG 78 bis sur – calle 84 sur) en la UPZ Yomasa” ambos egresados de la Universidad Católica de Colombia donde tuvieron como objetivo principal analizar, evaluar y comparar la aplicación de las metodologías VIZIR y PCI en el pavimento flexible en las progresivas anteriormente mencionadas. Se concluyó que entre ambas metodologías el PCI es el más completo y por ende más complejo.

González, Ruiz y Guerrero (2018) en su artículo titulado “Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición del pavimento (PCI)” realizado en el Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba donde el principal objetivo fue el de aplicar la metodología mencionada en el tramo Seminario Bautista – Loma La Cruz, teniendo como resultado que el estado de la pavimentación es regular, según las escalas que presenta el método.

Por último, el ingeniero Coy (2017) en su curso para obtener la especialización en ingeniería de pavimentos realizó el trabajo de investigación titulado “Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52ª a 53c comparando los métodos VIZIR y PCI” donde su principal objetivo fue el de evaluar un tramo de pavimento mediante las metodologías VIZIR y PCI y comparar los resultados obtenidos.

Todas estas investigaciones han sido útiles debido a que han servido de soporte para este trabajo ampliando generalmente el uso del método para la evaluación de pavimentos.

A nivel nacional

Tenemos a Cuba (2017) en su tesis titulada “Evaluación Superficial del Pavimento Flexible Aplicando el Método del PCI en un tramo de la Av. República de Polonia – Distrito de San Juan de Lurigancho” procedente de la Universidad César Vallejo donde tuvo como finalidad realizar la evaluación superficial de un tramo de la Av. República de Polonia aplicando el método del PCI, con el propósito de conocer el estado de la pavimentación flexible existente y aportar a la comunidad investigadora y a la población sobre nuestra realidad.

Asimismo, Alarcón (2018) en su tesis titulada “Evaluación del estado superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) y su influencia en el confort de servicio del circuito de la explanada de Sacsayhuaman – Cusco” egresado de la Universidad Andina del Cusco donde tuvo como principal objetivo aplicar el método para determinar el estado de la pavimentación, teniendo como resultado que la vía se encuentra en un estado malo o fallado.

Por otro lado, Sánchez (2017) en su trabajo de investigación denominado “Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI” egresada de la Universidad de Piura, donde se propuso determinar el estado del pavimento rígido de la Av. Ramón Castilla según el método PCI teniendo como resultado final que tres de los cinco tramos analizados se encuentran en mal estado, debiendo ser reparadas para la mejora del servicio.

A nivel local

Dávila, Huangal y Salazar (2017) en su tesis de maestría titulada “Aplicación del método del PCI en la evaluación superficial del pavimento rígido de la Vía canal de la Avenida Chiclayo, distrito José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, periodo 2016” egresados de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, buscan aplicar la metodología Pavement Condition Index en la Av. Chiclayo para determinar el estado de la estructura del pavimento y catalogar las fallas existentes.

Además, Campos (2019) aporta con su trabajo de investigación titulado “Evaluación del pavimento flexible por el método del PCI, Calle Dorado cuadra 1- 10 del distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo.” egresada de la Universidad César Vallejo, se planteó como principal objetivo evaluar el estado actual de la pavimentación de la calle El Dorado mediante el método PCI buscando de esta manera aportar en la mejoría de dicha estructura. Obtuvo como resultado general que la calle, entre los tramos analizados se encuentra en mal estado, siendo necesario una rehabilitación o reconstrucción del pavimento.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Como introducción al proyecto de investigación realizado, se definirán brevemente algunos conceptos.

1.3.1. Evaluación de la Carretera La Victoria – Monsefú

Se evaluará toda la pavimentación flexible de la carretera tramo La Victoria – Monsefú.

1.3.1.1. Diagnóstico

El diagnóstico consistirá en especificar la ubicación del proyecto de tal manera que resulte entendible para el lector. Además, consiste en brindar algunas características del proyecto mediante el uso de algunas herramientas manuales y la simple observación.

1.3.1.1.1. Observación

Mediante la observación nace toda investigación científica, el uso de esta herramienta acompañada de algunas herramientas nos proporcionarán datos importantes para el desarrollo del proyecto, datos de vía, clasificación de esta, vehículos que transitan concurrentemente y por supuesto, el estado del pavimento.

1.3.1.2. Fallas Estructurales

Todo tipo de estructura, a través de los años durante su vida útil llega a deteriorarse de alguna u otra manera, esto puede ser debido a diferentes motivos: la culminación del periodo de diseño, aumento imprevisto del tránsito (por encima del diseño), mal proceso constructivo, mala calidad de materiales empleados durante la construcción, falta de sistema de drenaje superficial o mantenimiento.

1.3.1.2.1. Piel de Cocodrilo

Este tipo de falla se produce debido a la fatiga del pavimento debido a la acción repetitiva de las cargas de tránsito. Inicialmente se presenta como grietas longitudinales paralelas y con el paso del tiempo se conectan formando polígonos agudos de no más de 0.60 m de largo. Forman un patrón similar al de la piel de un cocodrilo y normalmente este tipo de falla es muy importante estructuralmente y va acompañada por ahuellamiento. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 10).

1.3.1.2.2. Exudación

Es una fina capa de material asfáltico presente en la carpeta de rodadura, tiene forma brillante, cristalina y de contextura pegajosa. Se origina posiblemente por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de uso de sellante asfáltico o bajo contenido de vacíos de aire. Es importante tener en cuenta que, si se considera la falla por exudación, ya no se tomará el pulimiento de agregados. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 12).

1.3.1.2.3. Agrietamiento en Bloque

Las grietas en bloque, a diferencia del de piel de cocodrilo, no se deben al efecto de cargas, puesto que aparecen en áreas sin tránsito. Las grietas se originan por el cambio de temperatura, por la contracción del concreto asfáltico. Las medidas de los bloques formados oscilan entre 0.30 m x 0.30 m hasta 3.00 m x 3.00 m. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 14).

1.3.1.2.4. Abultamiento y Hundimiento

Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba producidos bien por el levantamiento de losas de concreto que tienen como sobrecarpeta concreto asfáltico, expansión por congelación o infiltración de material. Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, todo lo contrario al abultamiento. Si estas fallas se presentan en sentido perpendicular al del tránsito, se le llama corrugación.

Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro lineal (m). (Vásquez, 2002, p. 16).

1.3.1.2.5. Corrugación

Es un conjunto de abultamientos y hundimientos bastante cercanos y constantes, menores a 3.00 m que aparecen de manera perpendicular al sentido del tránsito. Este tipo de falla se origina por acción del tránsito, combinada con una carpeta de rodadura o base inestables. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 18).

1.3.1.2.6. Depresión

Es la presencia de desniveles en el pavimento, ligeramente pequeños y sin mucha variación con respecto a su alrededor. En su fase inicial es difícil de apreciar sin el acumulamiento de agua debido a las lluvias. Estas depresiones se producen por asentamiento de la subrasante o mal proceso constructivo. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 20).

1.3.1.2.7. Grieta de Borde

Son grietas longitudinales ubicadas cerca del borde del pavimento, oscilan entre 0.30 hasta 0.60 m del filo de este. Es causado por el debilitamiento de las capas del pavimento debido a las condiciones climáticas y también a la acción de las cargas del tránsito. En casos extremos los pedazos producidos hasta se pueden remover. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro lineal (m). (Vásquez, 2002, p. 22).

1.3.1.2.8. Grieta de Reflexión de Junta

Este tipo de falla solo se produce en pavimentos con superficie asfáltica que yacen encima de una losa de concreto de cemento Portland. Esta falla es originadas básicamente por el movimiento de la losa de concreto, no está relacionado con cargas del tránsito. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro lineal (m). (Vásquez, 2002, p. 24).

1.3.1.2.9. Desnivel Carril/Berma

La diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Se produce gracias a la erosión en la berma o el asentamiento de esta, así como también la colocación de sobrecarpetas sin ajustar el nivel de la berma. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro lineal (m). (Vásquez, 2002, p. 26).

1.3.1.2.10. Grieta Longitudinales/Transversales

Las grietas longitudinales son fallas que se producen a lo largo del eje del pavimento y probablemente causadas por una junta de carril pobremente construida, por contracción del asfalto debido a cambios de temperatura o endurecimiento del asfalto. Por el contrario las grietas transversales se producen de manera perpendicular al eje del pavimento y no se genera por efecto de cargas. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro lineal (m). (Vásquez, 2002, p. 28).

1.3.1.2.11. Parcheo

Los parches son utilizados para reparar una sección del pavimento que ha sido dañada con anterioridad, usualmente no se comporta tan bien como el pavimento original, pues suele presentar rugosidad. No se puede encontrar otro tipo de falla dentro es esta. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 30).

1.3.1.2.12. Pulimiento de Agregados

Esta falla se produce por la acción repetitiva del tránsito, se identifica cuando el agregado de la superficie del pavimento se vuelve suave al tacto y la adherencia con las llantas de los vehículos se ve disminuida. No existen niveles de severidad y su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 32).

1.3.1.2.13. Huecos

Los huecos son depresiones de poca magnitud presentes en la superficie del pavimento, pueden ser causadas inicialmente por acción del tránsito cuando desprenden pequeños fragmentos de superficie del pavimento y va creciendo con

la acumulación del agua en dichos desprendimientos. Asimismo, este desprendimiento es producido por mezclas pobres y/o puntos en la base o subrasante mal compactadas. También puede ser originado por la piel de cocodrilo severa. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 33).

1.3.1.2.14. Cruce de Área Férrea

Las fallas existentes en los cruces de vía férrea son abultamientos o depresiones en el pavimento que se encuentra cerca a la vía férrea. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 35).

1.3.1.2.15. Ahuellamiento

El ahuellamiento es una deformación permanente del pavimento o la subrasante por efecto del tránsito, más específicamente por las huellas de las ruedas. Cabe resaltar que un ahuellamiento severo ocasionará fallas estructurales graves en el pavimento. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 37).

1.3.1.2.16. Desplazamiento

Es un corrimiento longitudinal y permanente de la superficie del pavimento, producir por efectos del tránsito. Se identifica como una onda corta y abrupta en la carpeta. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 39).

1.3.1.2.17. Grietas Parabólicas

Son grietas con forma de media luna creciente, son producidas por el frenado de los vehículos deformando así al pavimento. Normalmente este daño se debe a que la mezcla asfáltica ha sido de baja resistencia o de un ligado pobre. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 41).

1.3.1.2.18. Hinchamiento

Es un levantamiento de la superficie del pavimento, representado como una onda larga de aproximadamente 3.00 m y gradual. Usualmente esta falla está acompañada de un agrietamiento. Su presencia se debe por congelamiento de la subrasante o por suelos muy expansivos. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y se determinan según el criterio de calidad de tránsito, por último, su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 43).

1.3.1.2.19. Desprendimiento de Agregados

Esta falla se produce debido a que la superficie del pavimento ha perdido su ligante asfáltico y algunas partículas de agregado. La pérdida de la superficie del pavimento indica que o bien el ligante asfáltico se ha endurecido bastante o la mezcla ha sido de mala calidad. Tiene tres niveles de severidad: bajo (L), medio (M) y alto (H) y su unidad de medida es metro cuadrado (m²). (Vásquez, 2002, p. 44).

1.3.2. Método del PCI

Se evaluará toda la pavimentación flexible de la carretera tramo La Victoria – Monsefú, siendo un total de 7.9 kilómetros.

1.3.2.1. PCI

El Pavement Condition Index comúnmente conocido por sus siglas en inglés PCI, es una de las metodologías más completas para evaluar y clasificar el estado del pavimento tanto flexible como rígido. (Vásquez, 2002, p. 2).

1.3.2.1.1. Longitudes de Muestreo

Como primer paso del método se divide el pavimento por secciones más trabajables. El área deberá estar entre el rango de 230.0±93.0 m², a continuación, las longitudes establecidas por el ASTM:

Cuadro 1. Longitud de unidades de muestreo

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: ASTM

1.3.2.1.2. Fichas de Evaluación

El formato para realizar la recopilación de datos de campo es el siguiente:

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
INSPECCIONADA POR		FECHA				
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	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Figura 1. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

1.3.2.1.3. Unidades de Muestreo

Vásquez (2002) especifica que evaluar una red vial puede demandar demasiado tiempo y recursos, por lo que se recomienda establecer la cantidad mínima de unidades de muestreo mediante la ecuación siguiente:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo

N: Total de unidades de muestreo

e: Error admisible (e=5%)

σ : Desviación estándar

Inicialmente se asume “ σ ” un valor de “10” para pavimentos asfálticos y de “15” para pavimentos rígidos.

1.3.2.1.4. Valores Deducidos

Para hallar los valores deducidos se debe sacar la densidad primero, este último consiste en determinar el porcentaje de afectación de cada falla por cada unidad de muestreo, según corresponda. Con los valores obtenidos nos ayudamos de unas curvas de valor deducido de daño expresadas en tablas. (Campos, 2019, p. 26) Ver Anexos.

1.3.2.1.5. Cálculo del PCI

Para poder hallar el PCI del pavimento, debemos hallar los máximos valores deducidos corregidos (CDV), con este dato ya podemos hallar el PCI restando de 100 el máximo CDV. (Hilliquin, 2016, p. 59).

1.3.2.2. Condición del Pavimento

La condición de un pavimento está regido a unos intervalos numéricos estimados y establecidos por el ASTM. Estos intervalos están catalogados en una escala centesimal, es decir desde 0 que significa fallado, hasta 100 que significa excelente.

Cuadro 2. Estado de Pavimento

RANGO	CLASIFICACIÓN
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

Fuente: Manual PCI (Vásquez, 2002)

1.3.2.3. Medidas de Acción

Las medidas que se tomarán variarán acorde al estado del pavimento según su PCI.

Cuadro 3. Medidas de Acción

RANGO DE PCI	CATEGORÍA DE ACCIÓN
100 a 85	Mantenimiento Preventivo o Mínimo
85 a 60	Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico
60 a 40	Mantenimiento Correctivo
40 a 25	Rehabilitación - Refuerzo Estructural
Menor a 25	Rehabilitación - Reconstrucción

Fuente: Campos (2019)

Existen dos tipos de mantenimiento, el preventivo y el correctivo. El mantenimiento preventivo tiene la finalidad de mitigar y prolongar el tiempo de vida útil del pavimento antes de que se agraven las fallas mientras son poco severas, mientras que el correctivo se da cuando las fallas han alcanzado mayor severidad corrigiendo así estos deterioros. El mantenimiento se puede hacer de dos maneras, rutinario y/o periódico. Rutinario quiere decir que se realizan constantemente, pudiendo estos ser más de uno durante el año, mientras que el periódico se realiza anualmente. (Campos, 2019, p. 31).

1.4. Formulación del problema

Ante la actual problemática que se vive en todo el país, en especial los pobladores de la ciudad de Chiclayo, el investigador ha planteado la siguiente problemática: ¿Cuál es el resultado obtenido de la evaluación de la carretera La Victoria – Monsefú utilizando el método del PCI?

1.5. Justificación del estudio

Técnica

El presente proyecto se desarrolló con la finalidad de realizar un aporte a la sociedad investigadora y poblacional, reflejando nuestra realidad con resultados verídicos y trabajados según los estándares de la normativa American Society for Testing and Materials (ASTM D 6433) para así poder determinar qué tipo de mantenimiento o rehabilitación será necesaria para dicha pavimentación.

Económico

Dicha contribución permitirá a las autoridades identificar con mayor facilidad los tramos críticos de la carretera La Victoria – Monsefú para su inmediata intervención, puesto que las vías de comunicación terrestres son muy importantes dentro de la economía local y nacional, abarcando desde el traslado de personas, comercio, hasta la disminución de costos de mantenimiento de vehículos y menores tiempos de tráfico vehicular.

Social

Por último, el proyecto plantea alternativas para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal según el estado del pavimento, garantizando así una rápida movilización además de brindar confort y seguridad durante la circulación por la vía.

1.6. Hipótesis

Si evaluamos la carretera La Victoria – Monsefú por el método del PCI, entonces determinaremos el estado actual de la vía y qué medidas se pueden tomar.

1.7. Objetivos

General

- Evaluar la carretera La Victoria - Monsefú utilizando el método índice de condición de pavimento, Lambayeque, 2019.

Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la carretera La Victoria – Monsefú.
- Diferenciar las fallas existentes en la carretera La Victoria – Monsefú.
- Determinar mediante el método PCI el estado actual de la carretera La Victoria – Monsefú.
- Señalar la medida de acción correspondiente al estado de la carretera La Victoria – Monsefú.

II. Método

2.1. Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación es un proyecto catalogado como mixto, tanto cuantitativo como cualitativo según (Monje, 2011, p. 100) debido a que el método PCI consiste en recopilar y trabajar datos numéricos que oscilan desde 0 hasta 100 y expresado en estado del pavimento desde fallado hasta excelente, respectivamente. Dentro del mismo, pertenece a la categoría de investigación del tipo no experimental o descriptiva según (Arias, 2006, p. 35) debido a que se describe lo observado según métodos ya establecidos y validados internacionalmente. Además, es de carácter longitudinal pues se recolectan datos en más de 2 ocasiones según (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.179).

Diseño:



Dónde:

M= Muestra

O= Información a recoger mediante la observación.

2.2. Variables, operacionalización

La matriz de operacionalización de variables permitió al investigador analizar las variables de estudio, determinándose lo siguiente:

Dependiente:

MÉTODO DEL PCI. Método establecido por el ASTM, normativa norteamericana que es aceptada internacionalmente. De fácil implementación y no requiere uso de herramientas especiales.

Independiente:

EVALUACIÓN DE LA CARRETERA LA VICTORIA – MONSEFÚ. Observación de fallas visibles y perjudiciales estructuralmente para la carretera.

Operacionalización de Variables

Se medirá acorde a la tabla siguiente:

Cuadro 4. Operacionalización de Variable

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
EVALUACION DE LA CARRETERA LA VICTORIA - MONSEFU	Es un estudio, en el cual se evalúa el estado actual de la estructura y la superficie del pavimento, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de conservación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil del pavimento, en este sentido es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y de acorde al medio en que se encuentre. (Leguía y Pacheco, 2016, p. 35)	La evaluación de la pavimentación flexible de la carretera La Victoria - Monsefú se realizó en todos su 7.9 km de extensión, empezando por la observación de toda la carretera, identificando así todas las fallas existentes a lo largo de su longitud en sus diferentes dimensiones	DIAGNÓSTICO	OBSERVACION	RAZÓN
			FALLAS ESTRUCTURALES	PIEL DE COCODRILO	
				EXUDACION	
				AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	
				ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	
				CORRUGACIÓN	
				DEPRESIÓN	
				GRIETA DE BORDE	
				GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	
				DESNIVEL CARRIL/BERMA	
				GRIETAS LONGITUDINALES/TRANSVERSALES	
				PARCHEO	
				PULIMIENTO DE AGREGADOS	
				HUECOS	
				CRUCE DE VÍA FÉRREA	
AHUELLAMIENTO					
DESPLAZAMIENTO					
GRIETAS PARABÓLICAS					
HINCHAMIENTO					
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS					

Fuente: Elaborado por el investigador

Cuadro 5. Continuación Operacionalización de Variable

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
METODO DEL PCI	El Metodo del PCI da como resultado la condición de un pavimento gracias a un inventariado visual, en el cual se establece la severidad y medidas de la falla existente. (Vásquez, 2002, p. 02)	Una vez recopilado los datos de campo, se ordenaron y analizaron siguiendo los procedimientos propios del PCI, determinando de esta manera el estado del pavimento de la carretera La Victoria - Monsefú y proponiendo medidas de acción acorde a la condición del pavimento.	PCI	LONGITUDES DE MUESTREO	RAZÓN
				FICHA DE EVALUACION	
				UNIDADES DE MUESTREO	
				VALORES DEDUCIDOS	
				CACULO PCI	
			CONDICION DEL PAVIMENTO	EXCELENTE	
				MUY BUENO	
				BUENO	
				REGULAR	
				MALO	
				MUY MALO	
			MEDIDAS DE ACCION	FALLADO	
				MANTENIMIENTO PREVENTIVO O MÍNIMO	
				MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO Y/O PERIÓDICO	
				MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
REHABILITACIÓN - REFUERZO ESTRUCTURAL					
REHABILITACIÓN - RECONSTRUCCIÓN					

Fuente: Elaborado por el investigador

2.3. Población y muestra

La población de estudio en este caso está determinada por toda la longitud de la carretera La Victoria – Monsefú, es decir, sus 7.9 km de extensión, tramo La Victoria – Monsefú.



Figura 2. Vista satelital carretera La Victoria - Monsefú. Google Earth

La muestra está determinada de la siguiente manera:

Según el Cuadro N° 1, se procederá al cálculo de la longitud de las unidades de muestreo interpolando valores:

Cuadro 6. Determinación de longitud de muestreo

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
6.5	35.4
6.6	X
7.3	31.5

Fuente: Elaboración Propia

Interpolando:

$$\frac{7.3 - 6.6}{7.3 - 6.5} = \frac{31.5 - X}{31.5 - 35.4}$$

$$x = 34.91$$

Como resultado se obtuvo que la longitud de las unidades de muestreo es de 34.91 m. Como las unidades de muestreo se expresan en área (m²), se procederá a determinar el área multiplicando el ancho de la calzada por la longitud de la unidad, resultando 230.41 m² aproximadamente.

Posteriormente, determinamos el número de unidades de muestreo mínimas necesarias para la investigación:

Cuadro 7. Datos para determinar cantidad de unidad de muestreo mínima

n=	x
N=	227
e=	5
sigma=	10

Fuente: Elaboración Propia

Resolviendo la ecuación mostrada en el subtítulo 1.2.3.1.3, se tiene:

$$n = \frac{227 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (227 - 1) + 10^2}$$

$$n = 16$$

Por último, se establece el intervalo de selección de unidades de muestreo, según la cantidad mínima de unidades de muestreo. Para esto se hace uso de la siguiente fórmula:

$$i = \frac{N}{n}$$

$$i = 227/15$$

$$i = 15.13$$

Redondeando al término inferior obtenemos un $i = 15$, lo que significa que, a partir de la elección aleatoria de la primera unidad de muestreo, habrá un intervalo de 16 unidades de muestreo hasta llegar a completar toda la carretera. Las unidades de muestreo seleccionadas son las siguientes: 2, 17, 32, 47, 62, 77, 92, 107, 122, 137, 152, 167, 182, 197, 212 y 227.

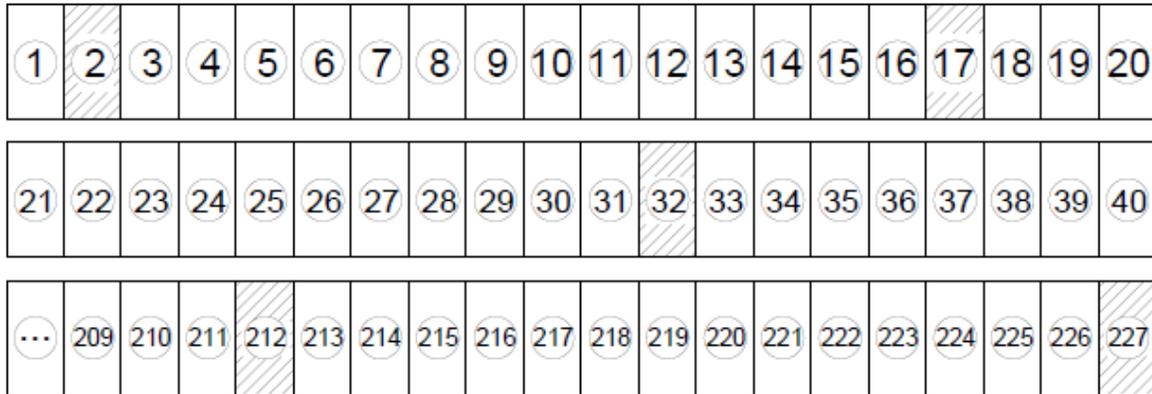


Figura 3. Distribución de Unidades de Muestreo

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Como técnicas e instrumentos de recolección de datos tenemos lo siguiente:

Técnica de Observación: La técnica de observación nos permite identificar los principales problemas yacentes en el entorno. Análisis observacional breve.

Técnica de Campo: Conocer las características de la zona a ser evaluada, recopilación de datos importantes para la realización del proyecto (fallas, medidas, panel fotográfico, entre otros).

Técnica de Gabinete: Se utilizará esta técnica que consiste en emplear: lectura de bibliografía, textual, de resumen, las que permitirán enriquecer el marco teórico de la investigación. Posteriormente procesar los datos recopilados de campo.

Instrumentos:

Se utilizaron las siguientes herramientas

- Wincha métrica 50 m
- Wincha metálica 5 m
- Plumón para papel
- Papel bond A4
- Cámara Fotográfica
- Regla metálica grande

2.5. Métodos de análisis de datos

El tipo de análisis de datos es descriptivo, así lo expresa (Arias, 2006, p.35), diciendo que la información ha sido recolectada y analizada haciendo uso de herramientas sencillas para el posterior análisis de datos manual en los formatos de exploración del pavimento. El procedimiento que se realizó es el siguiente:

- ✓ Diagnóstico visual del estado del pavimento de la carretera La Victoria – Monsefú.
- ✓ Recopilación de datos mediante la toma de medidas e identificación de fallas existentes para pavimento flexible, según manual PCI.
- ✓ Procesamiento de datos según los formatos establecidos por el ASTM y obtención del PCI de la carretera.
- ✓ Responder a los objetivos específicos, general y al problema de investigación para generar conclusiones, discusión y recomendaciones.

2.6. Aspectos éticos

La presente investigación ha sido realizada en su totalidad por el autor, redactada y estructurada respetando las normativas vigentes de redacción y citado ISO 690 y las pautas establecidas por la Universidad César Vallejo.

III. Resultados

3.1. Evaluación de la Carretera La Victoria - Monsefú

Se evaluará toda la pavimentación flexible de la carretera tramo La Victoria – Monsefú, siendo un total de 7.9 kilómetros.

3.1.1. Diagnóstico

UBICACIÓN

Distrito : La Victoria - Monsefú

Provincia : Chiclayo

Departamento : Lambayeque

Ubicación Geográfica:

Cuadro 8. Sistema de Coordenadas Geográficas

	LATITUD	LONGITUD
INICIO	6°52'14.67"	79°52'1.04"
FIN	6°48'5.09"	79°51'0.49"
ALTITUD	24 m	14 m

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 9. Sistema de Coordenadas UTM

	NORTE	ESTE
INICIO	9248053	627065
FIN	9240392	625188

Fuente: Elaboración Propia

WGS 84 (Sistema Geodésico Mundial 1984), Huso 17 y Zona M

3.1.1.1. Observación

DATOS DE LA VIA

Durante el recorrido realizado se pudo recopilar los siguientes datos:

Clasificación de acuerdo a la demanda:

De acuerdo a la demanda, la carretera se clasifica como carretera de segunda clase.

Clasificación de acuerdo a su condición orográfica:

Por la condición orográfica acorde a la normativa DG-2018 se clasifica como Tipo I, es decir Terreno Plano.

Cuadro 10. Características de la Vía

CARACTERISTICAS DE LA VIA	
N° de calzada	2
Ancho de calzada	6.60 m
Ancho de berma	2.00 m
Long. Total	7.90 km

Fuente: Elaboración Propia

CARACTERISTICAS DEL TRANSITO

Se encontraron vehículos ligeros y pesados, tales como:

- Motos lineales
- Mototaxis
- Combis
- Camiones
- Camionetas
- Trailers

3.1.2. Fallas Estructurales

Las fallas encontradas en la carretera La Victoria – Monsefú se mostrarán de manera resumida en el siguiente cuadro:

Cuadro 11. Fallas encontradas en el pavimento

FALLA	TOTAL	%
1. Piel de cocodrilo	96.12	5.84
2. Exudación	3.58	0.22
7. Grieta de borde	3.90	0.24
9. Desnivel carril/berma	1009.01	61.27
10. Grietas longitudinales/transversales	18.20	1.11
11. Parcheo	2.56	0.16
12. Pulimiento de agregados	398.66	24.21
13. Huecos	1.00	0.06
15. Ahuellamiento	95.50	5.80
16. Desplazamiento	4.15	0.25
19. Desprendimiento de agregados	14.08	0.86
TOTAL	1646.76	100.00

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación Cuadro 11. De manera resumida se presentan las fallas encontradas y su representación en comparación a las demás según su unidad de medida, obteniéndose así, el desnivel de carril/berma como la falla más frecuente con un 61.27%, por otro lado, la falla con menor pronunciamiento fueron los huecos, con un porcentaje de 0.06% debido a que solo se identificó un hueco.

3.1.3.PCI

Se ha tenido que añadir más unidades de muestreo a las establecidas anteriormente puesto que las seleccionadas al azar no eran muestras representativas y durante la inspección visual contenían poco contenido evaluable que afecta directamente el resultado de la evaluación.

Cuadro 12. Resultados PCI de la carretera La Victoria - Monsefú

RESUMEN DE RESULTADOS			
MUESTRA	PCI	MUESTRA	PCI
UM-2	91	UM-161*	66
UM-17	91	UM-167	93
UM-32	91	UM-172*	76
UM-47	93	UM-182	92
UM-62	91	UM-184*	62
UM-77	91	UM-190*	32
UM-86*	65	UM-191*	15
UM-92	91	UM-192*	8
UM-107	91	UM-197	91
UM-122	92	UM-201*	33
UM-137	91	UM-202*	66
UM-141*	74	UM-203*	39
UM-144*	86	UM-212	69
UM-152	89	UM-224*	55
UM-158*	90	UM-227	54
UM-159*	91	TOTAL	2259

(*) Los datos marcados con “*” son las unidades de muestreo añadidas a las establecidas inicialmente.

Fuente: Elaboración Propia

$$PCI_{carretera} = \frac{2259}{31} = 72.87$$

El resultado obtenido del pavimento corresponde a un estado “Muy Bueno” según la escala proporcionada por el ASTM (oscilando entre los valores de 85-70 para dicho estado).

A continuación, se mostrará un cuadro resumen que contiene las fallas contenidas en cada unidad de muestreo. Para más detalle ver las fichas de evaluación en Anexos.

Cuadro 13. Resumen PCI

UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FIN	AREA	N° DAÑOS	DESCRIPCIÓN FALLAS	PCI OBTENIDO	ESTADO
UM-2	KM 0+034.91	KM 0+069.82	230.41	5	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	91	EXCELENTE
UM-17	KM 0+558.56	KM 0+593.47	230.41	3	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	91	EXCELENTE
UM-32	KM 1+082.21	KM 1+117.12	230.41	3	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	91	EXCELENTE
UM-47	KM 1+605.86	KM 1+640.77	230.41	4	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	93	EXCELENTE
UM-62	KM 2+129.51	KM 2+164.42	230.41	8	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma, Grietas Longitudinales/Transversales	91	EXCELENTE
UM-77	KM 2+653.16	KM 2+688.07	230.41	4	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	91	EXCELENTE
UM-86	KM 2+967.35	KM 3+002.26	230.41	2	Grieta de Borde, Desnivel Carril/Berma	65	BUENO
UM-92	KM 3+176.81	KM 3+211.72	230.41	4	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	91	EXCELENTE
UM-107	KM 3+700.46	KM 3+735.37	230.41	5	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	91	EXCELENTE
UM-122	KM 4+224.11	KM 4+259.02	230.41	4	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	92	EXCELENTE
UM-137	KM 4+747.76	KM 4+782.67	230.41	4	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	91	EXCELENTE
UM-141	KM 4+887.40	KM 4+922.31	230.41	3	Desprendimiento de Agregados, Grieta de Borde, Desnivel Carril/Berma	74	MUY BUENO
UM-144	KM 4+992.13	KM 5+027.04	230.41	5	Grietas Longitudinales/Transversales, Exudación, Desnivel Carril/Berma	86	EXCELENTE
UM-152	KM 5+271.41	KM 5+306.32	230.41	6	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma, Grietas Longitudinales/Transversales	89	EXCELENTE
UM-158	KM 5+480.87	KM 5+515.78	230.41	2	Exudación, Desnivel Carril/Berma	90	EXCELENTE
UM-159	KM 5+515.78	KM 5+550.69	230.41	4	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	91	EXCELENTE
UM-161	KM 5+585.60	KM 5+620.51	230.41	4	Ahuellamiento, Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	66	BUENO
UM-167	KM 5+795.06	KM 5+829.97	230.41	4	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	93	EXCELENTE
UM-172	KM 5+969.61	KM 6+004.52	230.41	5	Ahuellamiento, Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	76	BUENO
UM-182	KM 6+318.71	KM 6+353.62	230.41	4	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	92	EXCELENTE
UM-184	KM 6+388.53	KM 6+423.44	230.41	6	Piel de Cocodrilo, Ahuellamiento, Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	62	BUENO

UM-190	KM 6+597.99	KM 6+632.90	230.41	10	Piel de Cocodrilo, Ahuellamiento, Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	32	MALO
UM-191	KM 6+632.90	KM 6+667.81	230.41	6	Piel de Cocodrilo, Ahuellamiento, Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	15	MUY MALO
UM-192	KM 6+667.81	KM 6+702.72	230.41	9	Piel de Cocodrilo, Ahuellamiento, Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	8	FALLADO
UM-197	KM 6+842.36	KM 6+877.27	230.41	3	Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	91	EXCELENTE
UM-201	KM 6+982.00	KM 7+016.91	230.41	8	Piel de Cocodrilo, Ahuellamiento, Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	33	MALO
UM-202	KM 7+016.91	KM 7+051.82	230.41	10	Piel de Cocodrilo, Ahuellamiento, Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	66	BUENO
UM-203	KM 7+051.82	KM 7+086.73	230.41	11	Piel de Cocodrilo, Ahuellamiento, Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	39	MALO
UM-212	KM 7+366.01	KM 7+400.92	230.41	8	Piel de Cocodrilo, Ahuellamiento, Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	69	BUENO
UM-224	KM 7+784.93	KM 7+819.84	230.41	7	Piel de Cocodrilo, Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma, Grietas Longitudinales/Transversales, Parcheo	55	REGULAR
UM-227	KM 7+889.66	KM 7+900.00	230.41	4	Piel de Cocodrilo, Ahuellamiento, Pulimiento de Agregados, Desnivel Carril/Berma	54	REGULAR

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4. Medidas de Acción

Según la clasificación que se ha obtenido para el pavimento en general (72.87) correspondiente a un estado muy bueno, se procede a señalar la medida de acción adecuada, en este caso un Mantenimiento Preventivo Periódico. Esto con la finalidad de prolongar la vida útil del pavimento, conservando la economía a largo plazo y brindando un mejor servicio y seguridad para los usuarios.

IV. Discusión

Los autores anteriormente mencionados en el presente trabajo de investigación han sido de mucha utilidad en cuanto a sus aportes brindados en el tema, ahora compararemos y debatiremos los resultados obtenidos.

Diagnosticar la situación actual de la carretera La Victoria – Monsefú. Los autores Dávila, Huangal y Salazar establecen que como primer paso para la evaluación de un pavimento mediante el método PCI es definir las características de la carretera y su situación, ante esto concuerdo con ellos debido a que el diagnóstico de la zona es de vital importancia para el inicio de todo proyecto de ingeniería.

Diferenciar las fallas existentes en la carretera La Victoria – Monsefú. Vásquez nos dice que este objetivo es pieza fundamental de todo el trabajo, sobre esto se desarrollan todos los otros puntos y así lo especifica en su manual de procedimientos del método PCI. Totalmente de acuerdo con este autor, debido que, si no identificáramos las fallas del pavimento, no se podría desarrollar el método, el cual es la razón de la investigación.

Determinar mediante el método PCI el estado actual de la carretera La Victoria – Monsefú. Campos, en su tesis aplica el mismo método para evaluar un tramo de la calle El Dorado – JLO, haciendo uso de los procedimientos establecidos en la normativa ASTM llegó a obtener un resultado satisfactorio. Además, Vásquez especifica que este método es uno de los más completos y detallados que no necesitan de equipo especializado para poder desarrollarlo, a lo que me sumo añadiendo que, para el desarrollo de este tipo de proyectos, lo que más tiempo demanda, es el procesamiento de datos.

Señalar la medida de acción correspondiente al estado de la carretera La Victoria – Monsefú. Asimismo, Campos en su investigación señala que es necesario establecer la medida de acción que recomienda el método PCI según el estado del pavimento. Así lo ratifico con el resultado obtenido de mi pavimento (muy bueno), lo que conlleva a un Mantenimiento Preventivo Periódico.

V. Conclusiones

- Ciertos tramos de la carretera La Victoria – Monsefú presentan fallas en su estructura, generando incomodidad durante el viaje e inseguridad para los usuarios frecuentes. Esto motivó la evaluación del pavimento mediante el método PCI.
- Las fallas que se presentaron durante toda la carretera fueron las siguientes: Piel de cocodrilo, exudación, grieta de borde, desnivel carril/berma, grietas longitudinales/transversales, parcheo, pulimiento de agregados, huecos, ahuellamiento, desplazamiento, y desprendimiento de agregados. Siendo las más frecuentes las fallas de desnivel entre carril y berma (61.27%) y el pulimiento de agregados (24.21%).
- El estado de la carretera lo determinan cada una de las unidades de muestreo, que, en esta investigación, el promedio resultó ser de 72.87, estableciéndose como un pavimento “muy bueno”.
- La medida de acción responde al estado del pavimento evaluado por el método PCI, como obtuvimos un pavimento “muy bueno” gracias a un PCI de 72.87, corresponde un Mantenimiento Preventivo Periódico, es decir, un mantenimiento anual.

VI. Recomendaciones

- Los proyectos ingenieriles surgen debido a la ausencia o falencia de alguna estructura, por lo tanto, se sugiere indagar con la fuente de información más cercana, pueden ser los pobladores o los usuarios de la zona.
- Estudiar a detalle cada una de las fallas para el tipo de pavimento en estudio, para no tener inconvenientes al momento de identificarlas. Contar con cada uno de los elementos de medición en buen estado para una mejor recopilación de información.
- Realizar evaluaciones posteriores con el mismo método para darle un seguimiento al estado del pavimento, con el fin de detectar fallas temprana para darles solución y así evitar problemas posteriores.
- Realizar la rehabilitación de pavimento en ciertos tramos dónde se identificó como fallado, malo o muy malo, para mejorar la calidad y seguridad de la carretera. Es importante que el mantenimiento se haga de manera periódica para asegurar el prolongamiento de la vida útil de la estructura, caso contrario el deterioro será más rápido.

VII. Bibliografía

1. Uno de cada 13 kilómetros de carreteras está en mal estado en España [en línea] España: EcoDiario.es. Julio de 2018. [Fecha de consulta: 09 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://ecodiario.economista.es/sociedad/noticias/9268714/07/18/Uno-de-cada-13-kilometros-de-carreteras-esta-en-mal-estado-en-espana.html>
2. VALLE, Ana. ¿Hay solución a los baches de la Ciudad de México? [en línea] México: Expansión. Septiembre de 2017. [Fecha de consulta: 09 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://expansion.mx/empresas/2017/09/13/hay-solucion-a-los-baches-de-la-ciudad-de-mexico>
3. CANCIO, Wilfredo. Deplorable el estado de las calles en Cuba [en línea] Cuba: El Nuevo Herald. Diciembre de 2009. [Fecha de consulta: 09 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://www.elnuevoherald.com/ultimas-noticias/article2001773.html>
4. JÁCOME, Evelyn. El 80% de las calles de Quito ya cumplió su vida útil. [en línea] Ecuador: El Comercio. Marzo de 2017. [Fecha de consulta: 09 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/calles-quito-vidautil-obras-lluvias.html>
5. El 80% de carreteras del país están en mal estado. [en línea] Lima: Exitosa. Marzo de 2019. [Fecha de consulta: 09 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://exitosanoticias.pe/v1/el-80-de-carreteras-del-pais-estan-en-mal-estado/>
6. SANTIAGO, Agustín. El mal estado de las calles de Piura daña el sistema de dirección de los vehículos. [en línea] Piura: El Tiempo. Octubre de 2017. [Fecha de consulta: 09 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://eltiempo.pe/mal-estado-las-calles-piura-dana-sistema-direccion-los-vehiculos-vp/>
7. SÁNCHEZ, Fabiana. El 40% de la red vial nacional aún no está pavimentada. [en línea] Lima: Perú 21. Enero de 2014. [Fecha de consulta: 09 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://peru21.pe/economia/40-red-vial-nacional-pavimentada-139539#>
8. Hay 8 baches por cada kilómetro recorrido en Lima. [en línea] Lima: La Prensa. Agosto de 2016. [Fecha de consulta: 09 de agosto del 2019]. Disponible en:

<https://laprensa.peru.com/actualidad/noticia-hay-8-baches-cada-kilometro-recorrido-lima-63376>

9. GALLARDO, Juan. Pistas en Chiclayo lucen en mal estado y afectan a transportistas. [en línea] Lambayeque: Correo. Octubre de 2018. [Fecha de consulta: 09 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/edicion/lambayeque/pistas-en-mal-estado-en-la-ciudad-de-chiclayo-849709/>

10. AGUILAR, Roger. Obras del alcalde de Chiclayo se desmoronan. [en línea] Lambayeque: Comercio. Febrero de 2014. [Fecha de consulta: 09 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/peru/lambayeque/obras-alcalde-chiclayo-desmoronan-292082>

11. Mal estado de pista dificulta tránsito en Chiclayo. [en línea] Lambayeque: RPP. Agosto de 2013. [Fecha de consulta: 09 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://rpp.pe/peru/actualidad/mal-estado-de-pista-dificulta-transito-en-chiclayo-noticia-623895>

12. SIERRA, Camilo y RIVAS, Felipe. Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+000 – PR 01+020 de la vía al llano (DG 78 bis sur – Calle 84 sur) en la UPZ Yomasa. Trabajo de grado (Título Profesional de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, [2016]. 106 pp.

Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13987/4/TRABAJO%20DE%20GRADO%20VIZIR%20Y%20PCI%202016%20.pdf>

13. GONZALES, Hilda; RUIZ, Pilar y GUERRERO, Denisse. Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición del pavimento (PCI). Artículo de investigación. Santiago de Cuba: Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba, [2018]. 21 pp.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1813/181358738015/html/index.html>

14. COY, Mauricio. Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52ª a 53c comparando los métodos VIZIR y PCI. Trabajo de Especialización (Para obtener la Especialización en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, [2017]. 43 pp.

Disponible en:

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16508/CoyPinedaOscarMauricio2017.pdf.pdf?sequence=1>

15. ALARCÓN, Francis. Evaluación del estado superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) y su influencia en el confort de servicio del circuito de la explanada de Sacsayhuaman – Cusco. Tesis (Para obtener el Título Profesional en Ingeniería Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, [2018]. 106 pp.

Disponible en:

http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/1851/1/Keith_Tesis_bachiller_2018_Part.1.pdf

16. CUBA, Iván. Evaluación Superficial del Pavimento Flexible Aplicando el Método del PCI en un tramo de la Av. República de Polonia – Distrito de San Juan de Lurigancho. Tesis (Para obtener el Título Profesional en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, [2017]. 160 pp.

Disponible en:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/22384/Cuba_AWI.pdf?sequence=1&isAllowed=y

17. SÁNCHEZ, Jenny. Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI. Tesis (Para obtener el Título Profesional en Ingeniería Civil). Piura: Universidad de Piura, [2017]. 147 pp.

Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2919/ICI_234.pdf?sequence=1&isAllowed=y

18. VIDARTE, Luis; HUANGAL, Enrique y SALAZAR, Wesley. Aplicación del método del PCI en la evaluación superficial del pavimento rígido de la vía canal de la Avenida Chiclayo distrito José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo periodo 2016. Tesis (Para obtener el Grado de Maestro en Gerencia de Obras y Construcción). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, [2017]. 206 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1406/BC-TES-TMP-240.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

19. CAMPOS, Magaly. Evaluación del pavimento flexible por el método del PCI, Calle Dorado cuadra 1- 10 del distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo. Tesis (Para obtener el Título Profesional en Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, [2019]. 159 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/35372>

20. ARIAS, Fidas. El Proyecto de Investigación [en línea]. 6ta ed. Caracas: Editorial Episteme, 2006 [fecha de consulta 5 de octubre de 2018].

Disponible en: <https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>

ISBN: 9800785299

21. HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación [en línea]. 5ta ed. México: The Mc Graw Hill Companies, Inc., [2010?] [fecha de consulta: 4 de octubre de 2018].

Disponible en:
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

ISBN: 9786071502919

22. MONJE, Arias. Metodología de la investigación cualitativa y cuantitativa [en línea]. Neiva: [s.n], 2011 [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2018].

Disponible en: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

23. CAMPOS, Magaly. Evaluación del pavimento flexible por el método del PCI, calle dorado cuadra 1- 10 del distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo. Tesis (Para obtener el Título Profesional en Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, [2019]. 159 pp.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/35372>

24. SHAHIN, Y. Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots [en línea]. 5da ed. Estados Unidos: Springer, 2002 [fecha de consulta: 13 de agosto de 2019].

Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/291441507_Pavement_management_for_airports_roads_and_parking_lots_Second_edition

ISBN: 0387234640

25. VÁSQUEZ, Luis. Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras [en línea]. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2002 [fecha de consulta: 13 de agosto de 2019].

Disponible en: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

Anexos

Cuadro 14. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 2

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO														Croquis:			
Lugar	La Victoria - Monsefú			Tramo	KM 0+034.91 - KM 0+069.82									34.91 m			
Inspección	Artur Berrú Tarrillo			Unidad de Muestra	2									6.6 m			
Fecha	13/08/2019			Área de Muestra	230.41 m ²												
1. Piel de Cocodrilo				6. Depresión				11. Parcheo				16. Desplazamiento					
2. Exudación				7. Grieta de Borde				12. Pulimiento de Agregados				17. Grietas Parabólicas					
3. Agrietamiento en Bloque				8. Grieta de Reflexión de Junta				13. Huecos				18. Hinchamiento					
4. Abultamiento y Hundimiento				9. Desnivel Carril/Berma				14. Cruce de Vía Férrea				19. Desprendimiento de Agregados					
5. Corrugación				10. Grietas Longitudinales/Transversales				15. Ahuellamiento									
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD													TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
12	2.2	1.8	1.5	1	1	0.8	1	4							10.26	4.45	1
9L	34.9														34.9	15.15	7
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos m = 9.5408																	
#	VALOR DEDUCIDO													TOTAL	q	CDV	
	7	1															
1	7	1													8	2	0
2	7	2													9	1	9
PCI= 91														CDV's= 9			
CONDICIÓN														EXCELENTE			

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 15. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 17

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO												Croquis: 34.91 m				
Lugar	La Victoria - Monsefú				Tramo	KM 0+558.56 - KM 0+593.47						6.6 m 				
Inspección	Artur Berrú Tarrillo				Unidad de Muestra	17										
Fecha	13/08/2019				Area de Muestra	230.41 m ²										
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento							
2. Exudación			7. Grieta de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grietas Parabólicas							
3. Agrietamiento en Bloque			8. Grieta de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento							
4. Abultamiento y Hundimiento			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados							
5. Corrugación			10. Grietas Longitudinales/Transversales			15. Ahuellamiento										
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD												TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
12	2	4	2	3.1										14.2	6.16	2
9L	34.9													34.9	15.15	7
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos m = 9.5408																
#	VALOR DEDUCIDO												TOTAL	q	CDV	
	7	2														
1	7	2												9	2	0
2	7	2												9	1	9
PCI= 91												CDV's= 9				
CONDICIÓN												EXCELENTE				

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 16. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 32

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO													Croquis:		
Lugar	La Victoria - Monsefú				Tramo	KM 1+082.21 - KM 1+117.12							6.6 m 		
Inspección	Artur Berrú Tarrillo				Unidad de Muestra	32									
Fecha	13/08/2019				Area de Muestra	230.41 m ²									
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento						
2. Exudación			7. Grieta de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grietas Parabólicas						
3. Agrietamiento en Bloque			8. Grieta de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento						
4. Abultamiento y Hundimiento			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados						
5. Corrugación			10. Grietas Longitudinales/Transversales			15. Ahuellamiento									
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD											TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
12	1.2	2.9	1.95	3.55									10.4025	4.51	1
9L	34.9												34.9	15.15	7
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos m = 9.5408															
#	VALOR DEDUCIDO											TOTAL	q	CDV	
	7	1													
1	7	1											8	2	0
2	7	2											9	1	9
PCI= 91											CDV's= 9				
CONDICIÓN											EXCELENTE				

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 17. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 47

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO													Croquis:			
Lugar	La Victoria - Monsefú						Tramo	KM 1+605.86 - KM 1+640.77						6.6 m 		
Inspección	Artur Berrú Tarrillo						Unidad de Muestra	47								
Fecha	13/08/2019						Area de Muestra	230.41 m2								
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento							
2. Exudación			7. Grieta de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grietas Parabólicas							
3. Agrietamiento en Bloque			8. Grieta de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento							
4. Abultamiento y Hundimiento			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados							
5. Corrugación			10. Grietas Longitudinales/Transversales			15. Ahuellamiento										
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD												TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	12	2.2	3	1.5	2.5	1	2.2									
9L	25													25	10.85	5
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos m = 9.7245																
#	VALOR DEDUCIDO												TOTAL	q	CDV	
	5	2														
1	5	2												7	2	0
2	5	2												7	1	7
PCI= 93												CDV's= 7				
CONDICIÓN												EXCELENTE				

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 18. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 62

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO														Croquis: 34.91 m 6.6 m		
Lugar	La Victoria - Monsefú					Tramo	KM 2+129.51 - KM 2+164.42									
Inspección	Artur Berrú Tarrillo					Unidad de Muestra	62									
Fecha	13/08/2019					Area de Muestra	230.41 m ²									
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión				11. Parcheo				16. Desplazamiento						
2. Exudación		7. Grieta de Borde				12. Pulimiento de Agregados				17. Grietas Parabólicas						
3. Agrietamiento en Bloque		8. Grieta de Reflexión de Junta				13. Huecos				18. Hinchamiento						
4. Abultamiento y Hundimiento		9. Desnivel Carril/Berma				14. Cruce de Vía Férrea				19. Desprendimiento de Agregados						
5. Corrugación		10. Grietas Longitudinales/Transversales				15. Ahuellamiento										
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD													TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10L	2	0.9	0.4	1.1										4.4	1.91	1
12	2.2	3	1.5	2.5	1	2.2								12.55	5.45	2
9L	30													30	13.02	5
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos m = 9.7245																
#	VALOR DEDUCIDO													TOTAL	q	CDV
	5	2	1													
1	5	2	1											8	3	0
2	5	2	2											9	2	0
3	5	2	2											9	1	9
PCI= 91										CDV's= 9						
CONDICIÓN										EXCELENTE						

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 21. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 92

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO													Croquis:				
Lugar	La Victoria - Monsefú						Tramo	KM 3+176.81 - KM 3+211.72						6.6 m			
Inspección	Artur Berrú Tarrillo						Unidad de Muestra	92									
Fecha	13/08/2019						Area de Muestra	230.41 m2									
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento								
2. Exudación			7. Grieta de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grietas Parabólicas								
3. Agrietamiento en Bloque			8. Grieta de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento								
4. Abultamiento y Hundimiento			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados								
5. Corrugación			10. Grietas Longitudinales/Transversales			15. Ahuellamiento											
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD												TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	12	1.2	1	1.95	3.2	1	2.5										9.94
9L	34.9													34.9	15.15	7	
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos m = 9.5408																	
#	VALOR DEDUCIDO												TOTAL	q	CDV		
	7	3															
1	7	3												10	2	0	
2	7	2												9	1	9	
PCI= 91												CDV's= 9					
CONDICIÓN												EXCELENTE					

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 22. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 107

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO														Croquis:			
Lugar	La Victoria - Monsefú			Tramo	KM 3+700.46 - KM 3+735.37												
Inspección	Artur Berrú Tarrillo			Unidad de Muestra	107												
Fecha	13/08/2019			Area de Muestra	230.41 m2												
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión			11. Parcheo				16. Desplazamiento									
2. Exudación	7. Grieta de Borde			12. Pulimiento de Agregados				17. Grietas Parabólicas									
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta			13. Huecos				18. Hinchamiento									
4. Abultamiento y Hundimiento	9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea				19. Desprendimiento de Agregados									
5. Corrugación	10. Grietas Longitudinales/Transversales			15. Ahuellamiento													
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD													TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
12	2.2	2.8	1	1.3	1	0.8	1	3							11.26	4.89	4
9L	34.9														34.9	15.15	7
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos m = 9.5408																	
#	VALOR DEDUCIDO													TOTAL	q	CDV	
	7	4															
1	7	4													11	2	0
2	7	2													9	1	9
PCI= 91														CDV's= 9			
CONDICIÓN														EXCELENTE			

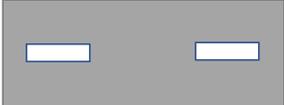
Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 23. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 122

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO													Croquis:				
Lugar	La Victoria - Monsefú						Tramo	KM 4+224.11 - KM 4+259.02						6.6 m	34.91 m		
Inspección	Artur Berrú Tarrillo						Unidad de Muestra	122									
Fecha	13/08/2019						Area de Muestra	230.41 m2									
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión						11. Parcheo						16. Desplazamiento				
2. Exudación	7. Grieta de Borde						12. Pulimiento de Agregados						17. Grietas Parabólicas				
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta						13. Huecos						18. Hinchamiento				
4. Abultamiento y Hundimiento	9. Desnivel Carril/Berma						14. Cruce de Vía Férrea						19. Desprendimiento de Agregados				
5. Corrugación	10. Grietas Longitudinales/Transversales						15. Ahuellamiento										
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD												TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
12	2.2	3	1.5	2.5	1	2.2								12.55	5.45	2	
9L	28													28	12.15	6	
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos m = 9.6327																	
#	VALOR DEDUCIDO												TOTAL	q	CDV		
	6	2															
1	6	2												8	2	0	
2	6	2												8	1	8	
PCI= 92												CDV's= 8					
CONDICIÓN												EXCELENTE					

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 28. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 158

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO												Croquis:			
Lugar	La Victoria - Monsefú			Tramo	KM 5+480.87 - KM 5+515.78							6.6 m 			
Inspección	Artur Berrú Tarrillo			Unidad de Muestra	158										
Fecha	13/08/2019			Area de Muestra	230.41 m2										
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión			11. Parcheo				16. Desplazamiento						
2. Exudación		7. Grieta de Borde			12. Pulimiento de Agregados				17. Grietas Parabólicas						
3. Agrietamiento en Bloque		8. Grieta de Reflexión de Junta			13. Huecos				18. Hinchamiento						
4. Abultamiento y Hundimiento		9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea				19. Desprendimiento de Agregados						
5. Corrugación		10. Grietas Longitudinales/Transversales			15. Ahuellamiento										
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD											TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
2M	10.1	0.2											2.02	0.88	5
9L	34.91												34.91	15.15	7
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos m = 9.5408															
#	VALOR DEDUCIDO											TOTAL	q	CDV	
	7	5													
1	7	5											12	2	9
2	7	2											9	1	10
PCI= 90												CDV's= 10			
CONDICIÓN												EXCELENTE			

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 29. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 159

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO													Croquis:			
Lugar	La Victoria - Monsefú					Tramo	KM 5+515.78 - KM 5+550.69						6.6 m			
Inspección	Artur Berrú Tarrillo					Unidad de Muestra	159									
Fecha	13/08/2019					Area de Muestra	230.41 m2									
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento							
2. Exudación			7. Grieta de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grietas Parabólicas							
3. Agrietamiento en Bloque			8. Grieta de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento							
4. Abultamiento y Hundimiento			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados							
5. Corrugación			10. Grietas Longitudinales/Transversales			15. Ahuellamiento										
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD												TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
12	2.5	2	1.2	1	0.8	2								7.8	3.39	0
9L	34.91													34.91	15.15	7
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos m = 9.5408																
#	VALOR DEDUCIDO												TOTAL	q	CDV	
	7	0														
1	7	0												7	2	0
2	7	2												9	1	9
PCI= 91													CDV's= 9			
CONDICIÓN													EXCELENTE			

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 31. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 167

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO												Croquis:							
Lugar	La Victoria - Monsefú					Tramo	KM 5+795.06 - KM 5+829.97					6.6 m							
Inspección	Artur Berrú Tarrillo					Unidad de Muestra	167												
Fecha	13/08/2019					Area de Muestra	230.41 m2												
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión				11. Parcheo				16. Desplazamiento									
2. Exudación		7. Grieta de Borde				12. Pulimiento de Agregados				17. Grietas Parabólicas									
3. Agrietamiento en Bloque		8. Grieta de Reflexión de Junta				13. Huecos				18. Hinchamiento									
4. Abultamiento y Hundimiento		9. Desnivel Carril/Berma				14. Cruce de Vía Férrea				19. Desprendimiento de Agregados									
5. Corrugación		10. Grietas Longitudinales/Transversales				15. Ahuellamiento													
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD												TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO				
12	1	2.2	2.4	1.6	2.1	3								12.34	5.36	2			
9L	25													25	10.85	5			
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos												m = 9.7245							
#	VALOR DEDUCIDO												TOTAL	q	CDV				
	5	2																	
1	5	2												7	2	0			
2	5	2												7	1	7			
PCI= 93												CDV's= 7							
CONDICIÓN												EXCELENTE							

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 32. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 172

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO												Croquis:			
Lugar	La Victoria - Monsefú				Tramo	KM 5+969.61 - KM 6+004.52						6.6 m 			
Inspección	Artur Berrú Tarrillo				Unidad de Muestra	172									
Fecha	13/08/2019				Area de Muestra	230.41 m2									
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento						
2. Exudación			7. Grieta de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grietas Parabólicas						
3. Agrietamiento en Bloque			8. Grieta de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento						
4. Abultamiento y Hundimiento			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados						
5. Corrugación			10. Grietas Longitudinales/Transversales			15. Ahuellamiento									
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD											TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
15M	3	0.8											2.4	1.04	20
12	1.3	3	2	2	1	2.5							10.4	4.51	0.2
9L	34.91												34.91	15.15	7
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos m = 8.3469															
#	VALOR DEDUCIDO											TOTAL	q	CDV	
	20	7	0.2												
1	20	7	0.2										27.2	3	15
2	20	7	2										29	2	22
3	20	2	2										24	1	24
PCI= 76											CDV's= 24				
CONDICIÓN											BUENO				

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 37. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 192

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO													Croquis:			
Lugar	La Victoria - Monsefú					Tramo	KM 6+667.81 - KM 6+702.72						6.6 m			
Inspección	Artur Berrú Tarrillo					Unidad de Muestra	192									
Fecha	13/08/2019					Area de Muestra	230.41 m2									
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento							
2. Exudación			7. Grieta de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grietas Parabólicas							
3. Agrietamiento en Bloque			8. Grieta de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento							
4. Abultamiento y Hundimiento			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados							
5. Corrugación			10. Grietas Longitudinales/Transversales			15. Ahuellamiento										
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD												TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1H	1	3	1.2	6.5									10.8	4.69	67	
15H	1.1	3.1	1.3	6.6	1.2	2.2	4						22.55	9.79	66	
12	1.2	2.5	1.5	2	2	3							12	5.21	2	
9L	34.91												34.91	15.15	7	
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos m = 4.0306																
#	VALOR DEDUCIDO												TOTAL	q	CDV	
	67	66	7	2												
1	67	66	7	2									142	4	85	
2	67	66	7	2									142	3	92	
3	67	66	2	2									137	2	89	
4	67	2	2	2									73	1	73	
PCI= 8													CDV's= 92			
CONDICIÓN													FALLADO			

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 43. ANALISIS DE PCI PARA LA UNIDAD DE MUESTRA 224

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO													Croquis:			
Lugar	La Victoria - Monsefú						Tramo	KM 7+784.93 - KM 7+819.84					6.6 m			
Inspección	Artur Berrú Tarrillo						Unidad de Muestra	224								
Fecha	13/08/2019						Area de Muestra	230.41 m2								
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento							
2. Exudación			7. Grieta de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grietas Parabólicas							
3. Agrietamiento en Bloque			8. Grieta de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento							
4. Abultamiento y Hundimiento			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados							
5. Corrugación			10. Grietas Longitudinales/Transversales			15. Ahuellamiento										
ANOMALÍA / SEVERIDAD	CANTIDAD												TOTAL	% DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1M	4	2											8	3.47	35	
10L	6.6												6.6	2.86	1	
11L	1.6	1.6											2.56	1.11	3	
13L	1												1	0.43	10	
12	6	3.2	6	4.4									45.6	19.79	7	
9L	24.91												24.91	10.81	5	
Número máximo de Admisible de Valores Deducidos m = 6.9694																
#	VALOR DEDUCIDO												TOTAL	q	CDV	
	35	10	7	5	3	1										
1	35	10	7	5	3	1							61	6	27	
2	35	10	7	5	3	2							62	5	31	
3	35	10	7	5	2	2							61	4	34	
4	35	10	7	2	2	2							58	3	38	
5	35	10	2	2	2	2							53	2	40	
6	35	2	2	2	2	2							45	1	45	
PCI= 55												CDV's= 45				
CONDICIÓN												REGULAR				

Fuente: Elaboración Propia



Figura 4. Progresiva inicial km 0+000



Figura 5. Medición del ancho de la carretera



Figura 6. Progresiva km 2+000



Figura 7. Progresiva km 2+000



Figura 8. Grieta de borde



Figura 9. Progresiva km 4+900



Figura 10. Medición de falla desprendimiento de agregados



Figura 11. Medición de falla grieta de borde



Figura 12. Progresiva 4+900



Figura 13. Medición de falla grieta longitudinal



Figura 14. Progresiva km 5+500



Figura 15. Progresiva km 5+550



Figura 16. Falla pulimiento de agregados



Figura 17. Progresiva km 5+595



Figura 18. Progresiva km 5+600



Figura 19. Medición de falla por ahuellamiento



Figura 20. Falla por pulimiento de agregados



Figura 21. Progresiva km 6+000



Figura 22. Medición de falla por ahuellamiento



Figura 23. Progresiva km 6+400



Figura 24. Medición de falla piel de cocodrilo



Figura 25. Múltiples fallas piel de cocodrilo



Figura 26. Progresiva km 6+600



Figura 27. Medición de falla piel de cocodrilo



Figura 28. Progresiva km 6+610



Figura 29. Medición de falla piel de cocodrilo



Figura 30. Progresiva km 6+620



Figura 31. Medición de falla piel de cocodrilo



Figura 32. Progresiva km 6+630



Figura 33. Medición de falla piel de cocodrilo



Figura 34. Progresiva km 6+690



Figura 35. Progresiva km 7+000



Figura 36. Medición de falla piel de cocodrilo



Figura 37. Falla piel de cocodrilo



Figura 38. Falla piel de cocodrilo



Figura 39. Falla de desplazamiento y ahuellamiento



Figura 40. Progresiva km 7+080



Figura 41. Progresiva km 7+800



Figura 42. Medición de parche



Figura 43. Falla grieta transversal total



Figura 44. Falla hueco

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **Mgtr. Carlos Javier Ramírez Muñoz**, docente de la Facultad de Ingenierías y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, Filial Chiclayo, revisor del trabajo de investigación a nivel de TESINA titulado: **“EVALUACIÓN DE LA CARRETERA LA VICTORIA - MONSEFÚ UTILIZANDO EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO, LAMBAYEQUE 2019”** del estudiante: **BERRÚ TARRILLO ARTUR MIGUEL**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 22 de Agosto de 2019.



FIRMA

Mgtr. Carlos Javier Ramírez Muñoz

DNI: 40546515

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo Artur Berru Tarrillo....., identificado con DNI N° 71448503
 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil..... de la
 Universidad César Vallejo, autorizo () , No autorizo () la divulgación y
 comunicación, pública de mi trabajo de investigación titulado
 "Evaluación de la carretera La Victoria - Monsefú
utilizando el método Índice de Condición de Pavimento,
Lambayeque 2019.....

"; en el Repositorio
 Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el
 Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....



FIRMA

DNI: 71448503.

FECHA: 23 de agosto del 2019.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Berru Tarrillo Artur Miguel

INFORME TITULADO:

Evaluación de la carretera La Victoria - Monsefú
utilizando el método índice de condición de pavimento,
Lambayeque 2019

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Bachiller en Ingeniería Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 22 de agosto de 2019

NOTA O MENCIÓN: 16, Dieciséis



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN