

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZAN”

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“APLICACIÓN DEL METODO DEL PCI EN LA EVALUACIÓN DE LA
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUÁNUCO-
AEROPUERTO 2022”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERIA Y TECNOLOGÍA
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TESISTA:

TRUJILLO ALVAREZ, RUSBEL

ASESOR:

Mg. NARRO JARA, LUIS FERNANDO

HUÁNUCO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios por todo lo que me da, a mis padres quienes con su esfuerzo hicieron posible que pueda terminar mi carrera, a mis hermanos por su apoyo incondicional y a mi amada esposa quien está conmigo en los días buenos y malos de mi vida.

RUSBEL TRUJILLO ALVAREZ

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme por darme la vida y todas sus bendiciones, a mi cuñado Larry Acencio Malpartida quien fue parte importante de este proyecto, a mis padres, mis hermanos en especial a Orlando y Efraín y a mi esposa quienes han estado presente en cada paso de esta tesis.

RESUMEN

El presente estudio es del tipo cuantitativo, de nivel básico que se orientó bajo el objetivo de analizar el índice de la condición del pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022, aplicando el método del PCI, la población fue la vía aeropuerto a Huánuco, con una extensión de 6,9 kilómetros de longitud, asimismo para la muestra se ha obtenido por procedimientos aleatorios, para el recojo de información se ha trabajado en base a la información de los instrumentos como son cintas de medición, observaciones y registro de campo, que se han podido procesar en la sabana de datos en programa Excel, los resultados se han orientado desde los objetivos específicos en los que en primer orden se han identificado las fallas que presenta la vía, de acuerdo a la distribución del instrumento y medida del PCI, en conclusión se ha podido ver que la condición del pavimento flexible, obteniendo un valor reducido de 28.64 que indica una categoría de pobre, pero además a nivel de severidad el 43.94 tiene un nivel de deterioro medio, asimismo como en la extensión de el 38.8% se encuentra en una condición de deterioro extenso, a nivel de conclusión se puede afirmar que la condición del pavimento flexible de la vía aeropuerto Huánuco se encuentra en la calidad de pobre.

Palabras clave: Pavimento flexible Huánuco, Método PCI, Severidad, Extensión.

ABSTRACT

The present study is of the quantitative type, of a basic level that was oriented under the objective of analyzing the index of the condition of the flexible pavement of the Huánuco-Aeropuerto 2022 highway, applying the PCI method, the population was the road from the airport to Huánuco, with an extension of 6.9 kilometers in length, also for the sample it has been obtained by random procedures, for the collection of information it has worked based on the information of the instruments such as measuring tapes, observations and field records, that have been able to be processed in the data sheet in the Excel program, the results have been oriented from the specific objectives in which in the first order the faults that the road presents have been identified, according to the distribution of the instrument and measurement of the PCI , in conclusion it has been possible to see that the condition of the flexible pavement, obtaining a reduced value of 28.64 that indicates a poor category, but also at the level of severity the 43.94 has a medium level of deterioration, likewise as in the extension of 38.8% is in a condition of extensive deterioration, at the conclusion level it can be affirmed that the condition of the flexible pavement of Huánuco airport life is found in the quality of poor.

Keywords: Huánuco flexible pavement, PCI Method, Severity, Extension.

INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCION.....	8
1.1 Fundamentación del problema de investigación	9
1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos... 10	
1.2.1 Problema de investigación General.....	10
1.3 Formulación de objetivos generales y específicos.....	10
1.4 Justificación e importancia.....	11
1.5 Limitaciones y alcance	12
1.6 Formulación de Hipótesis generales y específicos	12
1.6.1 Hipótesis General	12
1.7. Variables	12
1.7.1 Variable	12
1.8 Definición teórica y operacional de las variables	13
CAPITULO II. MARCO TEORICO	14
2.1 Antecedentes	14
2.1.1 A nivel internacional.....	14
2.2 Bases teóricas.....	25
2.3 Bases conceptuales	48
CAPITULO III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	52
3.1. Ámbito o enfoque de la investigación	52
3.2 Población.....	53
3.3 Muestra.....	53
3.4. Tipo y Nivel de Investigación.....	53

3.5	Diseño de la Investigación	53
3.6	Metodología de la investigación	54
3.7.	Validez y confiabilidad	55
3.8	Procesamiento y presentación de datos.....	55
3.9.	Tabulación y análisis de datos.....	56
3.10	Consideraciones éticas.	56
CAPITULO IV. RESULTADOS.....		57
4.1.	Información preliminar.....	57
4.2.	Aplicación del método PCI.....	59
4.3.	Presentación de resultados por hipótesis.....	62
4.4.	Resultados de la Constatación de hipótesis	86
V. DISCUSION.		93
VI. CONCLUSIONES		94
RECOMENDACIONES:.....		95
REFERENCIAS.....		96
ANEXOS		97

INTRODUCCION.

El objetivo principal de la presente tesis es el método PCI para determinar el índice de condición del pavimento en la carretera Huánuco – Aeropuerto con lo cual se van a hacer un análisis de los 6km de longitud que tiene la vía.

El primer capítulo presenta un acercamiento de la realidad de la ingeniería respecto a los mecanismos que se tienen desarrollando el procedimiento del PCI, además se hace de conocimiento los problemas y objetivos vectores del presente estudio que van a facilitar establecer el camino hasta la culminación de los propósitos.

El segundo capítulo se muestra una descripción más amplia de la realidad de estudios similares tanto a nivel local, nacional e internacional, pero sustentado todo ello con los procesos de apoyo en los que se cimienta la ingeniería y la práctica de la misma, que nos llevan a aun acercamiento de las acciones que orientan la medición de los puntos longitudinales de la vía

En el tercer capítulo se describe de manera abierta como es que se establecen los caminos de la investigación, desde el tipo, el nivel y diseño que se ha establecido para las acciones, se presenta la muestra y población que han sido parte del universo de la investigación y aproximan hacia la vía del aprendizaje y logro de datos numéricos.

En el cuarto capítulo se ha presentación de los datos obtenidos en el trabajo de campo, pero además se despliega un análisis sobre los procesos que han sido necesarios para conocer la medición adecuada de la vía, estos datos son solventados a través de mecanismos precisos cuantificables que permiten responder las preguntas de investigación.

El ultimo capitulo presenta la información sobre los resultados obtenidos en el estudio, pero acompañados de precisiones y observaciones para mejorar las respuestas en el futuro a problemas similares, la investigación ha cumplido con aportar los elementos necesarios para poder probar que el método del PCI cumple con los estándares que facilitan un medición adecuada y precisa.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1 Fundamentación del problema de investigación

De acuerdo a la cartera del ministerio de transportes y carreteras, las vías son la manera más adecuada de generar inversión de dinero, debido a que este impulsa el crecimiento y desarrollo de las áreas en que discurren. En el caribe y en parte de América Latina, la forma de transporte por tierra a carretera llega a constituir el 80% del total del transporte de pasajeros y respecto al de carga la cifra alcanza el 60%. A esto es necesario adicional que la inversión del aparato del estado equivale entre el 10 y 5% de toda la capacidad presupuestal y en oportunidades puede llegar alcanzar hasta el 20% de toda la capacidad de gasto del gobierno, pero esto está relacionado directamente con el desarrollo en cantidad y calidad de la red vial.

Respecto a toda la infraestructura de vías que tiene el Perú, tiene por característica deficiencias en la calidad y en la extensión de esta misma, y es que es uno de los síntomas principales que diferencia respecto a la brecha de desarrollo en todo el territorio nacional, en cambio si se diera la oportunidad de poder mejorar todo el tejido de redes de vías se potenciaría la comunicación con los pueblos más recónditos y esto además favorecería la generación de empleo en la construcción y el mantenimiento de estas mismas.

El problema además de la infraestructura se torna aún más preocupante porque como consecuencia de este el declive de las oportunidad que se dan a nivel de oportunidad de crecimiento se tornen remotas, estas responsabilidades se encuentran claramente etiquetadas en el nombre de las autoridades que se encuentran en el turno en los diferentes estamentos del gobierno, no perciben la importancia necesario que amerita el poder trabajar de manera articulada en la consecuencia de estas metas, y la forma en como traería réditos y recompensas de prestigio si le pusieran atención..

La región de Huánuco, no es ajena a la problemática expuesta, es así que en la región Huánuco solo el 12% de las carreteras están pavimentadas, y de este poco porcentaje una gran parte está en malas condiciones, entonces la problemática se agudiza no solo por la poca cantidad si no con el estado de estas vías. Considerando los exiguos presupuestos para el mantenimiento de estas vías, es que muchas de ellas no reciben un adecuado mantenimiento

ya sea periódico como rutinario. La carretera de la ciudad de Huánuco al Aeropuerto estuvo muchos años sin pavimentarse, hasta que el año 2013 el Gobierno Regional de Huánuco desarrollo el proyecto de su pavimentación a nivel de asfaltado, y desde su culminación, la vía no ha tenido mayores trabajos de mantenimiento, presentando a la fecha deterioros de diverso tipo y magnitud en su superficie, lo cual perjudica la transitabilidad de la vía y potencia el costo de su futuro mantenimiento y rehabilitación, que va a estar en función a las condiciones en que se encuentre actualmente el pavimento, siendo ésta la problemática que recoge el presente estudio, la que se formula en el siguiente numeral.

1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos

1.2.1 Problema de investigación General

¿Cuál es el índice de condición del pavimento flexible de la carretera Huánuco- ¿Aeropuerto 2022, aplicando el método del PCI?

1.2.2 Problemas de investigación específicos

Problema específico N° 1

¿Cuáles son las clases de fallas en el pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022, halladas aplicando el método del PCI?

Problema específico N° 2

¿Cuál es la severidad de las fallas en el pavimento flexible de la carretera Huánuco- ¿Aeropuerto 2022, Halladas aplicando el método del PCI?

Problema específico N° 3

¿Cuál es la extensión de las fallas del pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022, Halladas aplicando el método del PCI?

1.3 Formulación de objetivos generales y específicos

1.3.1 Objetivo general

Analizar el índice de la condición del pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022, aplicando el método del PCI.

1.3.2 Objetivos Específicos

Objetivo específico N.º 1

Determinar las clases de fallas en el pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022, aplicando el método del PCI.

Objetivo específico N.º 2

Determinar la severidad de las fallas en el pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022, aplicando el método del PCI.

Objetivo específico N.º 3

Determinar la extensión de las fallas del pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022, aplicando el método del PCI.

1.4 Justificación e importancia

Importancia práctica.

La importancia práctica radica en la disponibilidad ejecutiva del método, hay que este tipo de mediciones permiten conocer de manera dinámica las condiciones a evaluar.

Importancia metodológica.

La metodología propuesta recoge algunas experiencias expuestas en trabajos similares y propone otras que están ajustadas a las características particulares de la zona del estudio, lo cual le permite alcanzar una mayor validez externa de manera tal que sirva para plantear estudios con propósitos similares en zonas de características homogéneas.

De los usuarios, clientes y beneficiarios.

Los usuarios de este estudio serán los alumnos de los cursos de pavimentos y los tesisistas de la zona que realicen estudios similares, los clientes serán las instituciones encargadas de la gestión de la infraestructura vial de la zona, sea el MTC a través de Provias Nacional, el Gobierno Regional de Huánuco, a través de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones y la Municipalidad Provincial, los beneficiarios será los usuarios de la vía, los pasajeros que utilizan el aeropuerto y los conductores de los vehículos que utilizan la vía.

1.5 Limitaciones y alcance

No se tiene previstas mayores limitaciones en el desarrollo del presente estudio, solo que será necesario obtener la autorización de las autoridades competentes para realizar los estudios de campo, que al no ser invasivos no generan destrozos en la vía, sin embargo, algunas instituciones tienen recelos de que se puedan exponer algunas fallencias, lo cual si puede constituir una limitación.

La obtención de los instrumentos de medición va requerir que la intervención en el campo permita una planificación de actividades que consoliden los esfuerzos para el desarrollo del trabajo de campo.

1.6 Formulación de Hipótesis generales y específicos

1.6.1 Hipótesis General

El pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022 se encuentran en inadecuadas condiciones.

1.6.2 Hipótesis específicas

Hipótesis específica N.º 1

El método del PCI detecta diversos tipos de fallas en el pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022

Hipótesis específica N.º 2

El método del PCI indica grandes extensiones de deterioro en el pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022.

Hipótesis específica N.º 3

El método del PCI indica alta severidad en las fallas del pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022.

1.7. Variables

1.7.1 Variable

Condición del pavimento flexible según el método del PCI

Evaluación de la Condición del pavimento

1.8 Definición teórica y operacional de las variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	INSTRUMENTO
Condición del pavimento flexible según el método del PCI	Tipos de fallas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Piel de cocodrillo ✓ Depresión ✓ Parches y parches de cortes utilitarios ✓ Fisura parabólica o por deslizamiento ✓ Exudación ✓ Fisura de borde ✓ Agregado pulido ✓ Hinchamiento ✓ Fisuras en bloque ✓ Fisura de reflexión de junta ✓ Baches ✓ Peladura por intemperismo y ✓ Abultamientos y hundimientos ✓ Desnivel carril-berma ✓ Ahuellamiento desprendimiento de agregados ✓ Corrugación ✓ Fisuras longitudinales y transversales ✓ Desplazamiento 	Nominal	Odometro Manual Wincha Hoja de registro de datos.
	Extension de las fallas	de Valor Deducido de la falla	Numeral	
	Severidad de las fallas	de Cantidad de fallas	Numeral	

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

El propósito de los precedentes y antecedentes des de genera un reporte de los acontecimientos que se han propiciado de manera teórica respecto al tema de investigación, en los diferentes estamentos de intervención, tanto a nivel local en la región Huánuco, en el territorio nacional y la forma en como se viene interviniendo en los países cercanos a la zona de influencia de la nuestra, que se establezca como el marco teórico en el que sostendrá el estudio, y también, a partir de las conclusiones a que se lleguen, éstos se pondrán en discusión con las conclusiones a las que llegaron los autores considerados en los antecedentes.

2.1.1 A nivel internacional

A nivel internacional se han encontrado algunos estudios relativos al tema, como a continuación se exponen;

En su estudio Cerón (2016) se ha propuesto la “*Evaluación y comparación de metodologías VIZIR y PCI sobre el tramo de vía en pavimento flexible y rígido de la vía: museo Quimbaya – CRQ Armenia Quindío (Pr. 00+000 – Pr. 02+600)*” presentada a la Universidad Nacional de Colombia para optar el título de ingeniera civil, llega las siguientes conclusiones;

En las inmediaciones del ingreso de Armenia, que está a la salida de la ciudad de Pereira, que es la zona donde se ha realiza el estudio tomando los puntos de referencia como el Museo Quimbaya – CRQ (PR 02+600 – PR 00+000) los datos obtenidos de la recolección de la información realiza en el campo y la forma en la evaluación de los datos recogidos a través de 2 formas debido a las propuestas de medición (PCI y VIZIR) de esto se ha llegado a obtener unas respuestas de calificación promedio a los tramos que corresponden al tramo 1 y tramo 2 de esta forma: Con respecto al Tramo 1: Con un promedio de 3 REGULAR (por VIZIR) y 53.55 REGULAR (por PCI), respectivamente, el pavimento flexible recibe calificaciones similares en términos de cómo se valora. Para Tramo 2: Debido al hecho de que el daño no ha sido lo suficientemente severo como para afectar la calificación del concreto, el pavimento rígido recibió una calificación excelente de 86/9, lo cual es una apreciación amable para esta sección.

Con respecto al tramo 1, se ha hecho la aplicación de 2 formas de evaluación con metodológicas, y en la primera presentación de datos se

ha podido ver similar calificación, al momento de desarrollar un análisis más detallados se ha podido conocer calificaciones obtenidas por unidades de muestreo que llegan a diferir debido al grado de castigo que se presentan en cada uno, esto es porque en la metodológica de VIZIR desarrollada en el inventario se ha evidenciado daños con mayores facilidades que se pueden permitir establecer una clara diferencias en las fallas de estructura como son el ahuellamiento, las grietas longitudinales, por fatiga, la piel de cocodrilo, bacheos y parcheos; y las funcionales que son las grietas longitudinales de la junta de construcción, grieta de contracción termina, grietas parabólicas, grietas de bode, los ojos de pescado y abultamientos, afloramientos, descascaramiento , el pulimento de agregados, erosión de las bermas. En la evaluación por el método del PCI se ha podido encontrar todos los datos de daño que se han presentado en la capa de rodadura, pero no excluye ninguno de ellos lo que hace mas completa, a diferencia de la metodología seguida por VIZIR, En cuanto al rango de calificaciones de la metodológica, PCI posee 7 rangos para clasificar que van desde 0, la calificación para superficies con falla, hasta 100, superficie en adecuadas condiciones; haciendo una comparación con el método VIZIR que solo tiene 3 rangos para poder comparar: 1-2 superficie en buenas condiciones, 3-4 superficie en regular estado y 5-6y7 superficie en deficiente condición, lo que hace de PCI una forma de poder evaluar de manera más adecuada y precisa y a la hora de clasificar y categorizar los daños.

En respuesta a la metodología PCI cubre mayor número de tipos de faño a comparación de la metodología VIZIR, en este caso, los pulimentos del agredo influyen en la forma de clasificar PCI y para VIZIR no, y esto se considera al momento de tener en cuenta que es uno de los daños de la mayor área afectada, se presentan diferencias de manera marcada cuando se hace comparación con estas metodologías con respecto al tramo 1, que es la capa de rodadura flexible.

Con respecto al Tramo 2, solo se le aplico una metodología que es PCI, ya que VIZIR no tiene aplicación a capas de rodadura rígido, por este El motivo es que no se han realizado comparaciones al respecto, aunque sí hubo daños importantes en algunas de las losas, como la presencia de

piezas de gran tamaño (superiores a 45m²) en espacios y losas separadas en mal estado, la presencia de lo cual ya reflejó la clasificación final por ser un caso específico y no es constante para toda el área de muestreo. Así de esta forma se dio una clasificación promedio en un tramo se ha categorizado de manera excelente, y la mayoría de losas se encuentran en un adecuado estado.

Debido a que no existe claridad en la forma de metodologías en la forma de los pasos que se deben dar para poder hacer un adecuado levantamiento y evaluación de los daños percatados, es clave el criterio y experiencia de la persona que va realizar el estudio debido a muchas circunstancias, algunos llegan a clasificar como mas graves de los otros que parecen y la forma en cómo pueden llegar a mostrarse en respecto a los daños y apreciaciones.

En el acumulados respecto al tramo 1, en lo que, respecto a los daños por ambas metodologías, no se llegan a presentar una comparación similar en cuanto a cómo se homogenizan de tramos, la gráfica que representa a los del PCI muestran mayor extensión y diversidad de sectores de tramos que son homogéneos, a comparación que los que han sido observados por la metodología VIZIR, los tramos homogéneos se captan con mayor facilidad, ya que no se puede percibir diversidad en los sectores evaluados.

Las diferencias que se acumularon para el tramo2, por la metodología PCI, presentan diferencias claves en los sectores de tramos homogéneos, aunque la clasificación de las unidades de muestra es iguales o semejantes, hecho que no se ha presentado en el tramo 1, donde la calificación de las unidades de muestreo se ha dado de manera diversa.

En el mismo país del precedente, Sierra & Rivas (2016) en su tesis titulada *“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”*, presentada a la Universidad Católica de Colombia para optar el título de ingenieros civiles, llegaron a las siguientes conclusiones:

En el segmento del tramo de la vía que ha sido motivo de evaluación PR 00+000 – PR 01+020 conocido como el sector de Yomasa, de acuerdo a las mediciones que se realizan, los datos obtenidos y la forma de evaluación de cómo mejorar las condiciones del pavimento, de acuerdo a la metodología PCI y VIZIR se obtuvo como resultado en el sector de Yomasa de acuerdo con las mediciones realizadas, se ha llegado a obtener como resultados las calificaciones de BUENO para la metodología VIZIR el cual se ha obtenido como resultado el índice de deterioro superficial de 2 en la categoría de ESCELENTE, para la metodología PCI, que dio como resultado un valor número referencial de 89, lo que nos permite indicar que esto favorece la evaluación de la vía, que va desde PR 00+000 hasta PR 01+020 se encuentra en muy buenas condiciones y que por el momento nos requiere mejorar las intervenciones alguna ya que se determinan los resultados del estado de la condición del pavimento VIZIR ty según también el PCI.

Los métodos que han sido desarrollados como son el PCI y el VIZIR para poder llevar a cabo la evaluación de la condición del pavimento, difieren en los parámetros de evaluación, VIZIR responde a una metodología sencilla, de fácil entendimiento y de mayor facilidades a la hora de poder aplicarse encontrando que arroja datos más prácticos sobre el grado en cómo ha sido castigado la vía, establece una clara diferencia entre los daños del TIPO A Y B y los fallos que son estructurales y los tipos B los cuales responde más a daños funcionales, la clasificación obtenida de las unidades que se ponen a evaluar difieren en ambas metodológicas por lo que ha sido explicado con anterioridad.

La metodología PCI responde a un tipo de inspección 1 que busca tender su análisis a todo tipo de daños y fallas que el pavimento pueda estar expuesto, mientras que la metodología del VIZIR evalúa con rigurosidad los daños de estructura que son catalogados por esta como los del tipo A (Ahuellamiento parches, grietas longitudinales y piel de cocodrilo) y no se orienta hacia los daños que son del tipo B los más orientados a los propios de la función.

En el análisis comparativo entre ambas metodologías se puede llegar a observar que el del PCI se da de maneras completa, por esa razón tiene mayor grado de complejidad, debido a los rangos de clasificación los cuales pueden rondar entre el 0 para los aspectos más superficiales del

pavimento 0 100 para las situación en la que se encuentra un excelente condición del pavimento, como se detalló anteriormente, Sus cálculos para determinar la clasificación de los daños son más complejos y detallados lo que hace que sea más demorada su análisis y evaluación.

La metodología del VIZIR suele ser más sencilla, los cálculos y la forma de obtención son más prácticos y rápidos, a la hora de llegar a realizar un análisis de evaluación de la condición del pavimento, además se puede llegar graficar entre los rangos de 1-2 para los pavimentos en un buen estado, 3-4 para los pavimentos en estado regular y 5-6-7 para los pavimentos que se encuentren en situaciones deficientes y desfavorables. Los daños que son más representativos para ambas metodologías es la del pulimiento y los agregados con un 40.28% debido a la metodología VIZIR no tiene en cuenta el tipo de daño, se pueden llegar a conocer las diferenciar a la hora de la comparación entre ambos métodos de análisis del daño

Blascos & Pérez (2012) en el artículo titulado Índice de condición del pavimento de la vía Los Hongos - San Francisco - Glorieta, Tunja. Usando las metodologías Vizir y PCI, publicado en la Revista Ustantuja resumen lo siguiente;

Se evaluó el estado del pavimento flexible de la vía desde la zona denominada "Los Hongos" por el barrio San Francisco hasta la rotonda Intersección Variante Tunja para determinar el deterioro en base a los daños en la estructura del pavimento existente. Para ello se realizó trabajo de campo, se identificaron unidades de muestreo, se inventariaron los daños según su grado, severidad y extensión, y se eliminaron mediante métodos Vizir y PCI. Se comparó cada resultado obtenido y se definieron las posibles reparaciones para obtener un pavimento que garantice comodidad y seguridad al transitar por esta vía.

2.1.2 A nivel nacional

En la region La Libertad, Cantuarias & Watanabe (2017) en su tesis titulada *“Aplicación del método PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida Camino Real de la urbanización La Rinconada del distrito de Trujillo”* presentada a la Universidad Privada Antenor Orrego

para optar el título de ingenieros civiles, llegaron a las siguientes conclusiones;

Llegamos a la conclusión que el estado de conservación del pavimento flexible es Excelente, con un valor de PCI de 87.52 a lo largo de sus 3,044.70 metros, cuando se aplica la Metodología PCI a una evaluación superficial del material. Las fallas más prevalentes en la sección No. Pulido de áridos, con un área total de 377,82 m², tiene un porcentaje de 24,79 por ciento con severidad baja, y depresión, con un área total de 368,72 m², tiene un porcentaje de 24,19 por ciento con severidad media. El error más frecuente en el tramo No. Con una superficie total de 186 m² y una representatividad del 12 punto 23 por ciento, la categoría 2 es el pulido de áridos. Parágrafo No. Uno de los dos tramos de la 1 (Carril Derecho) comienza en la Av. Federico Villarreal fue progresista, pasando de La Av. a las intersecciones de Los Rubes, Los Diamantes, Los Topacios y Los Zafiros. Progresiva de Pesqueda 0 957.50 (U. M. 26), en este apartado se enumeran las diferentes fallas que pueden resultar del aumento de carga del vehículo. El segundo comienza en la Av. Pesqueda, con una progresiva de 0 957.50, comprende las calles Las Crisoprasas, Las Turmalinas, Las Nimas y San Martín, hasta Chachani, con una progresiva de 1 524. Subsección No. La progresiva 0 000 que comprende las calles Turmalinas , Las Crisoprasas y Av. 2 (carril izquierdo) comienza en la calle Chachani. La Esmeralda, Pesqueda, Las Amatistas, Los Zafiros, Los Topazos, Los Diamantes y Los Rubes hasta Av. El puntaje progresivo de Federico Villareal es de 1 520 punto 70. Para lograr nuestro primer objetivo, se realizó una evaluación preliminar del área de estudio, durante la cual se aplicaron los parámetros de la metodología PCI, y se encontró que: La avenida Camino Real se ubica entre la avenida Federico Villarreal y la calle Chachani en el distrito de Trujillo , y cuenta con dos calzadas de pavimento flexible bidireccional de 6.00 mts. 2 carriles por calzada, más un separador de 7,00 metros, conforman el ancho de la calzada. Ancho. Tiene 1.524 coma 00 metros de largo en el carril derecho (circulando en dirección Villarreal y Chachani). Tiene una longitud de 1.520,70 metros en el carril izquierdo (dirección Chachani - Villarreal). Se puede observar que, a pesar de su breve servicio, presenta defectos de diversos grados, tales como piel de cocodrilo, grietas longitudinales, filtraciones, reparaciones de utilidad, depresiones, huecos,

protuberancias y asentamientos, pulido de áridos, que son de una severidad comparable a la del método PCI relacionado.

En el tercer objetivo, determinamos la severidad de la falla 1, la cual se encuentra en nivel BAJA y tiene una extensión total de 550.53 m², con: caimán, exudado, golpe y hundimiento, depresión, fisuras longitudinales y transversales, reparación, pulido de agregados, ahuellamiento, Agrietamiento Parabólico, Hinchamiento, Separación de Áridos y Severidad Media, contamos con un área total de 374.23 m² y son: Levantamiento y Asentamiento, Depresión, Parcheo, Ahuellamiento, Agrietamiento Parabólico y Hueco. En el tramo 2 a nivel BAJO con un área total de 350.05 m² tenemos: Caimán, Infiltración, Asentamiento, Abolladuras, Fisuras Longitudinales y Transversales, Parcheo, Pulido de Áridos, Ahuellamiento y Severidad Media Contamos con un área total de 161.72 m² es el tipo de daño por asentamiento, abolladura, parche y ahuellamiento.

A través del cuarto objetivo, después de obtener los datos indicadores de acuerdo al enfoque del PCI, es necesario precisar que se resultó con la condición de categoría EXCELENTE, le correspondería una acción mínima de manera correctiva.

Para cumplir con el quinto objetivo, los estudios relacionados con el tránsito arrojaron un resultado de uEAL igual a 17.4 E+06, el cual es muy superior al EAL de diseño, de lo cual se puede concluir que el número de sus vehículos circulaba por la vía. camino en ese momento, el deterioro se produjo muy temprano en el camino antes mencionado.

Medina y De la Cruz (2015) en su tesis titulada *“Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI”* presentada a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas para optar el título de ingenieros civiles, llegaron a las siguientes conclusiones;

La condición del pavimento flexible de la zona del Jr. José Gálvez, se encuentra en la categoría regular para las sesiones que han sido evaluadas, el pavimento de la zona de Jr José Gálvez actualmente se puede considerar como apto de acuerdo a la percepción de los usuarios de la zona de influencia.

Las condiciones del pavimento que esta categorizado como regular, bueno y malo, son las que predominan en el Jr. José Gálvez. Siendo que la que mayor proporción presenta es la de condición mala con un 39%, acompañada de la de condición regular con un 26% y finalmente el 22% se encuentra en la condición de bueno. Lo demás de las condiciones que se presentan en proporciones menores o igual a 5, además que no se han encontrado porciones o fragmentos del pavimento que se encuentran en las condiciones de excelente.

Las principales fallas que han sido encontradas en las vías de la zona evaluada son las consideradas a continuación: Piel de cocodrilo, fisura en bloque, fisuras longitudinales y transversal, parches y corte utilitario agregado pulido, huecos y baches, ahuellamiento y por último peladura por inperitismo y desprendimiento de los componentes del agregado.

La inversión para el mantenimiento y rehabilitación de las zonas del Jr José Gálvez evaluado es de 135534.27 soles, para que pueda llegar a pasar las condiciones del pavimento de la categoría de regular a excelente.

Si podemos operacionalizar el costo de esta inversión se puede saber que el precio por m² para poder mejorar la categoría del pavimento de regular a excelente es de 19.56 soles.

Ramos y Ramos (2018) en su tesis titulada "*Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en la vía: Palca – Laimina -Huancavelica*" presentada a la Universidad Nacional de Huancavelica para optar el título de ingenieros civiles, llegaron a las siguientes conclusiones;

El tramo de Investigación consta de un tramo de 4000 metros, equivalente a 4 kilómetros de la vía Palca – Lamina – Huancavelica, en ambos carriles, el tramo consta de 40 secciones iguales de 100 metros, los cuales han sido inspeccionado detalladamente y obteniendo resultados como se muestra en la tabla (ver tabla 13.0).

El tramo evaluado presenta como resultado un PCI (Índice de Condición del Pavimento) de 34.65, el cual de acuerdo con la tabla de rangos de clasificación presenta un Pavimento Pobre.

Los factores causantes de la falla en la vía Palca – Laimina – Huancavelica con mayor presencia son: Tiempo de vida útil del pavimento, Tráfico pesado, Calidad de material de base y sub base, Suelos expansivos, ubicación geográfica, fallas geológicas, y inadecuado diseño de pavimentos.

El 30 % de las vías evaluadas en unidades de muestra presentan un estado de pavimento regular con un PCI entre los 40 y 55; después de esto le sigue con un 23% de unidades en estado muy pobre con un PCI entre 10 y 25; un 20%, en estado fallado con un PCI entre 0 y 10, un 13% como pobre con índice de condición del pavimento (PCI) entre 25 y 40 y un 7% como bueno con una condición de PCI entre 55 y 70, Finalmente, un 7% corresponde a las unidades con un indicador de condición de la categoría excelente, con la clasificación con la escala del PCI entre 85 y 100.

Las fallas que se presentan con mayor indicador de frecuencia en la capa asfáltica se refiere a los siguientes tipos; Piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, grietas de borde, grietas longitudinales y transversales, exudación, parcheo, huecos, ahuellamiento y en última categoría está el desprendimientos de los agregados del componente del concreto.

Concluimos que las fallas que existen son de varias variedades las cuales ayudaran a los ingenieros viales como guía para las inspecciones viales y su respectivo mantenimiento.

Muñoz (2018) en su estudio denominado Evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 3 de la carretera interoceánica norte Perú – Brasil aplicando el método PCI presentado por la Universidad Privada del Norte para poder obtener el título de ingeniero civil, a podido arribar en las siguientes conclusiones:

Después de la evaluación, se han podido identificar 10 principales falas del pavimento de la vía que ha sido motivo de estudio, de los cales el 98.1% son las que se consideran como fallas del tipo de grietas longitudinales y transversales, parches y acometidas de servicios, desnivel/berma, grietas de borde y piel de cocodrilo.

Un porcentaje del 60,1 por ciento de las fallas se encuentran en la pavimentación de Rodadura; sin embargo, las fallas de gravedad media (M), que cubren el 28,5 por ciento, pueden estar causando el deterioro de la estructura del pavimento, lo que requiere acciones de mantenimiento

para evitar que la gravedad empeore; y finalmente, fallas de alta severidad (H), con 11.4 por ciento siendo 8.8 por ciento del tipo parches y servicios urgentes, están presentes en este nivel de severidad.

Se examinaron 22 secciones de pavimento y se encontró que el 77 por ciento de ellas tenía pavimento en buenas a excelentes condiciones. También puede explicarse por el hecho de que las fallas de baja severidad se descubren con mayor frecuencia desde la carretera.

El 77% de las 22 situaciones del pavimento que ha sido evaluado se encuentran en una categoría de la vía entre bueno y excelente, esto se puede atribuir de manera fácil entre la baja severidad y mayor cantidad por la vía.

El indicador de PCI de a vía, fue de 64 con un nivel de desviación estándar de 13 entre más y menos, el cual se puede determinar obteniendo el promedio del PCI de todas las sesiones que han sido analizadas del pavimento, con lo que se ha podido llegar a la aproximación que el pavimento se encuentra en una situación de conservación entre bueno y regular

A diferencia que el método VIZIR, el método del PCI es más conservados, debido a que posee 7 rangos que permite calificar el estado del pavimento, que escala desde el 0 hasta un máximo de 100 con un nivel de estado excelente. Además de ello cuenta con 19 tipos de fallas que facilitan la evaluación de la superficie del pavimento asfáltico, incluyendo los daños que ha obtenido ola estructura y las superficiales. Por otra parte, el método VIZIR, solo tiene 3 rangos que calificación, las cuales son 1-2 superficies en deficiente condición, asimismo el método VIZIR solo considera daños del tipo A que son daños de estructura y que desprecia de los del tipo B. Sin embargo, una consideración de este método es la facilidad y sencillez que permite la evaluación de manera rápida para poder ponderar los cálculos, a diferencia del método PCI que es más compleja.

2.1.3 A nivel local

A nivel local se ha encontrado el siguiente estudio, que si bien es cierto no es exactamente de la región Huánuco, es de la región Pasco, que puede considerarse como local;

Granda (2019) en su tesis titulada Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca—Yanacancha—Pasco—2018 presentada a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión para optar el título de ingeniera civil, llega a las siguientes conclusiones; A través de la metodología del índice de condición del pavimento PCI se ha obtenido el estado en la que se encuentran las muestras del pavimento estudiada, el cual se ha podido obtener al calcular el índice de la condición del pavimento, este se determina a partir de un análisis de los parámetros que proporciona la norma ASTM D 6433 estableciendo, al hacer uso de la metodología PCI el anillo vial del tramo de la ruta Chaupimarca – Yanacancha se ha obtenido en un estado de conservación MALO ya que posee un PCI en la categoría y puntaje de 32.

El índice del anillo vial del tramo Chaupimarca- Yanacancha, es el resultado de la toma de los valores del promedio del PCI que se obtuvieron en las zonas evaluadas, la zona Z1 – Chaupimarca tiene un índice relacionado a 46.26 que lo clasifica en estado REGULAR, la zona Z2 – Yanacancha antigua tiene un índice de 22-23 que lo pone en la clasificación como MUY MALO y el último lugar la zona Z3 – San Juan Pampa tiene un índice de 20.98 que lo clasifica como muy malo.

Asimismo, a lo largo de los 2,508km se ha podido conocer un total de 18 tipos de fallas de los 19 tipos que son establecidos de acuerdo a la categoría de la norma ASTM D 6433, teniendo en cuenta que de los 18 tipos de falla presente, las que tienden a predominar son El pulimento de agregados, losas divididas, los popouts y los descascamientos de junta, que se han llegado a comprobar en la table V27 y el gráfico V29

Finalmente se ha podido identificar que, con un mayor nivel de severidad alta, es la del tipo de Pulimento de agregados del presente en 627 losas, continuado de la falla del tipo 23, del total de losas divididas de 370

Se encuentra a notoriedad que el estado de malo se encuentra principalmente en el primer tramo de Chaupimarca – Yanacancha, es debido a que poco o nulo mantenimiento de las vías que pueden componerla, además que se ha segmentado por zonas los pavimentos, de diferentes antigüedades, que llegar a considerar como un mayor deterioro

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Condición del Pavimento flexible

Definición de pavimentos.

PROVIAS (2008), Los pavimentos se describen como una estructura construida sobre la subrasante de la carretera destinada a resistir y dispersar las fuerzas de los vehículos al tiempo que mejora la seguridad y la comodidad del tráfico. Por lo general, consta de las siguientes capas: subbase, base y capa superficial.

Según AASHTO (1993) existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del Usuario.

Según la ingeniería, el subgrado, la base de la base, respalda toda la superficie del pavimento como un elemento estructural. Esta capa debe estar lista para soportar un sistema de capas con espesores variables, conocido como el paquete estructural, que está destinado a resistir las cargas externas durante una cantidad de tiempo predeterminada.

Desde la perspectiva del usuario, el pavimento es una superficie que debe ofrecer comodidad y seguridad a la hora de transitar, es decir, debe entregar el mejor servicio posible.

Clasificación de pavimentos.

La distribución de cargas desde la superficie de la carretera hasta la subrasante se ha tenido en cuenta al clasificar los pavimentos. Además, el reemplazo de una o más capas puede ser necesario debido a una variedad de factores, incluido el soporte de la subrasante, el tipo de material que se usará y el volumen de tráfico, entre otros.

Pueden Identificarse 3 tipos de pavimentos, que se diferencian principalmente por el paquete estructural que presenta;

Pavimento flexible.

También conocido como pavimento asfáltico, esta estructura se compone de tres capas: la base, la subbase y la capa de asfalto sobre la superficie de rodadura. La subrasante sirve como base para las tres capas.

Aunque el pavimento flexible tiene una vida útil de 10 a 15 años y es inicialmente menos costoso, tiene el inconveniente de ser más costoso.

mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil o de servicio.

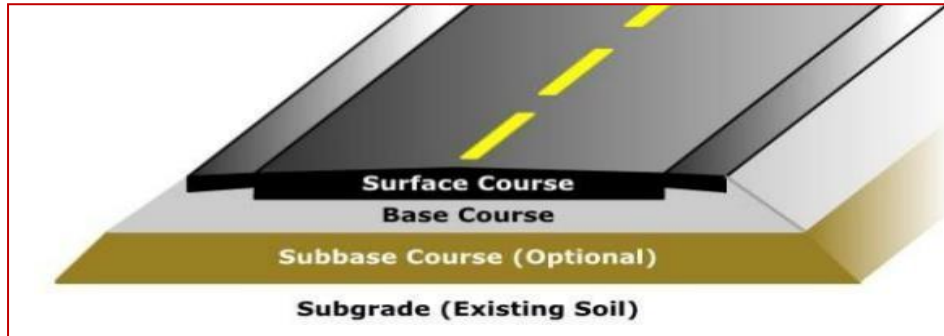


Figura 1: Esquema típico del paquete estructural de un pavimento flexible

Fuente: GP Maintenance Solutions “Asphalt Repair & Maintenance”

Pavimento rígido.

Es también conocido como pavimento hidráulico, está compuesto por losas de concreto que en algunas oportunidades presentan acero de refuerzo, la losa se pone sobre una base subrasante y una base granular, esta característica del pavimento impide la formación de deformaciones y de capas inferiores

Es pavimento con característica rígida tiene una costo inicial más caro que el pavimento flexible, y su tiempo o línea de vida es variable entre los 20 y 40 años, a nivel de mantenimiento principalmente se requiere a nivel del tratamiento de juntas de las losas.

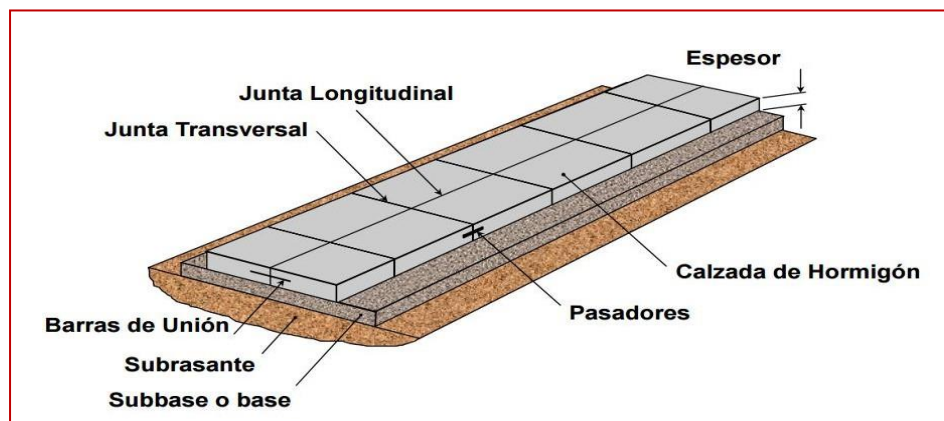


Figura 2: Esquema tipo del paquete estructural de un pavimento rígido

Fuente: American Concrete Pavement Association (ACPA)

Pavimentos Mixtos.

Son también conocidos como los pavimentos híbridos, se refiere a una combinación de lo flexible con lo rígido, porque se colocan bloques de concretos que han sido fabricados previamente, en lugar de la colocación de una carpeta de asfalto, el propósito de este tipo de pavimentos es de reducir la velocidad límite con la que circulan los vehículos, debido a que los bloques generan una vibración en los autos que tienden a andar por la vida, este tipo de concreto es adecuado para zonas con alto tránsito como son alas urbanas, además que se da garantías de mejor seguridad y comodidad en las personas que llegan a hacerle uso

Otro tipo de estos concretos o pavimentos mixtos son los que tienen una superficie de asfalto construido con un pavimento rígido, pero como característica se puede saber que tienen una falla de particular, lo que se conocen como las fisuras de reflexión en la junta.

Los pavimentos de superficie asfáltica construidos sobre pavimento rígido son una categoría adicional de pavimentos mixtos. El agrietamiento por reflexión de juntas es un tipo específico de falla a la que es propenso este pavimento.

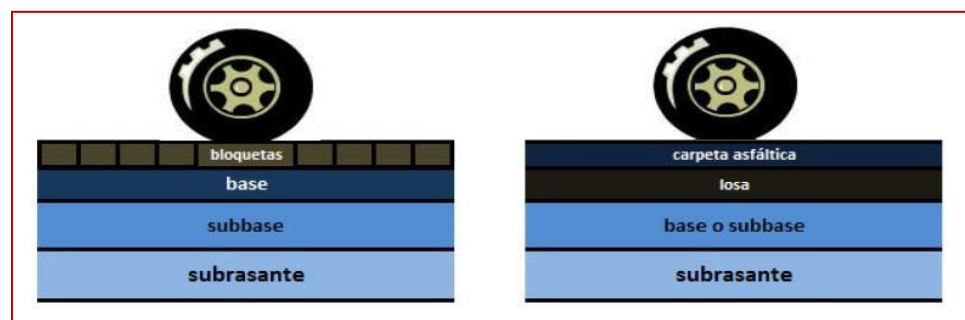


Figura 3: Esquema típico de paquete estructural de pavimentos mixtos.

Fuente: Rodríguez Velásquez, E. (2009).

Comportamiento estructural de los pavimentos.

Al momento de enfocarse en los diseños, los pavimentos que están formados con un conjunto de serie de capas de distribución con tienen carga, están determinados por una serie de caracteres que forman parte del propio sistema, los pavimentos con rigidez presentan un gran módulo de elasticidad

y que se distribuyen las cargas sobre un área o superficie más grande, la principal consideración de este tipo se refiere a la resistencia que le da como propiedad a la estructura del concreto.

La forma en cómo se comporta una estructura de un pavimento ante diferentes situaciones de carga extrema, es variable de acuerdo a la formación de capas que llegan a constituirlo, la principal diferencia de cómo se comporta es de acuerdo a la rigidez y flexibilidad en la distribución de las cargas.

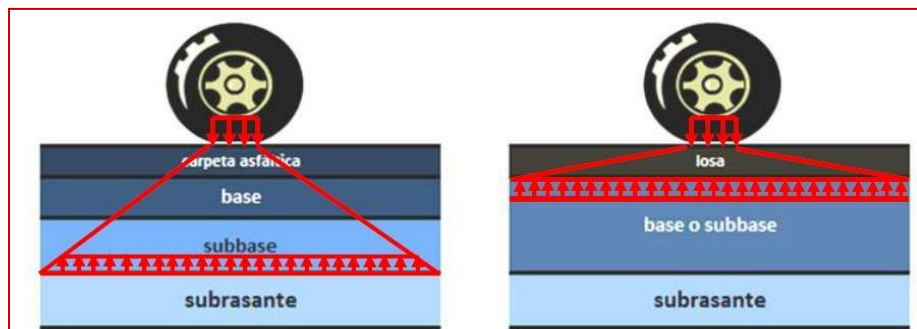


Figura 4: Comportamiento estructural de los pavimentos

Fuente: Rodríguez Velásquez, E (2009).

Al tratarse de un pavimento con características flexibles las capas que tienen mejor calidad están más cerca de la zona superficial, en donde la presencia de tensiones es mayor, además que estas cargas tienden a distribuirse de mayor a menor medida cuando se va profundizando los niveles inferiores, los pavimentos con esta característica flexible tienen menor rigidez, por esa razón es que se deforma más que el rígido y se presentan tensiones mayores en la subrasante.

Cuando se da el caso de los pavimentos rígidos, la capa de la losa que asume la carga es esta misma, las capas subyacentes de la losa, en términos de resistencia, son despreciables, las cargas tienden a distribuirse de mayor a menor medida del concreto, generando como resultado que las tensiones en la subrasante son más bajas.

En el comportamiento de los pavimentos un factor que tiende a influir en los pavimentos es el tipo de carga que tiende a aplicarse y la velocidad en cómo se dosifica este, los pavimentos se encuentran sujetos a cargas que son móviles, y a diferencia de las cargas actuantes se repiten y afectan la resistencia de las capas de pavimentos es relativa en la rigidez, por lo que en

el caso de los que son flexibles, tienen un efecto que se presente sobre todo de las carpetas de bases estabilizantes.

Fallas en los pavimentos

En general cuando se consideran todos los métodos de diseño de pavimentos se suelen aceptar que durante la vida que tienen estas estructuras se pueden producir la generación de fallas, a nivel funcional y estructural.

En el caso de fallas funcionales estas se pueden dejar ver cuando el pavimento no se brinda a nivel de un paso seguro sobre él, los vehículos suelen viajar de manera incomoda y la falla del tipo estructural este asociado con la pérdida a nivel de una cohesión de algunas o en general de todas las capas que tienen este pavimento, esta de forma que estas no tienen a importar las cargas a las cuales suelen ser sometidas.

Las fallas que se dan del tipo estructural implican que se dan una degradación en las estructura de estos pavimentos, se tienen a presentar cuando se dan los materiales que están conformados en estructuras, al ser estas sometidas en repeticiones que se dan en la carga producto de la acción que tiene sobre el tránsito además del agrietamiento relacionado con la deformación o la tensión horizontal por la tracción en la base de cada capa, esto también se da en la generación de fallas por la fatiga que tiene la estructura.

Asimismo, en el caso de los pavimentos que son flexibles las falas se pueden conocer por las que se dan de acuerdo a su origen:

Por Insuficiencia estructural: se refiere a los pavimientos que están contruidos con materiales que son inapropiados debido a la resistencia o con materiales de una calidad mala, o en todo caso de buena calidad con un espesor insuficiente.

Por defectos constructivos: Se refiere a los pavimientos que han tenidos o estuvieron formados por materiales que son insuficientes debido a la resistencia, pero en la construcción se han producido errores, o defectos que afectan al comportamiento estructural en conjunto.

Por fatiga: Se refiere a los pavimientos que han sido originalmente en condiciones que no son apropiadas, pero que en la continua repetición de las cargas de tránsito se exponen a fatiga.

Pero, además, las fallas en el pavimento a nivel de los que son flexibles como los que tienen rigidez pueden ser divididos en 2 grandes categorías como son las fallas superficiales y las estructurales.

Fallas superficiales. -Se refieren a las fallas que se dan en la superficie de rodamiento, debido a los deterioros que se dan en la capa de la rodadura y que no llegan a tener relación con la estructura y la calzada. Se suelen dar correcciones que se tienen a regularizar su superficie y conferirle en la necesidad de impermeabilizar la rigurosidad.

Fallas estructurales. – Se refiere a los defectos que se dan en la superficie de rodamiento y que el origen es una falla que tiene la estructura del pavimento, es decir de una o más capas que constituyen y que deben resistir las sollicitaciones que se dan en el tránsito en el conjunto de los factores climáticos.

Falla Tipo 1: Piel de cocodrilo

Para poder regularizar esta falla es necesario que se dé un refuerzo sobre el pavimento existente para que se del paquete estructural y que pueda responder a las exigencias del tránsito en el presente su estimado en el futuro. Las causas de las fallas en los pavimentos flexibles se deben:

Trafico de diseño. – Se refiere a las cargas que son mayores la de un diseño y su incremento que no es contemplado en el tráfico.

En la mayoría de las situaciones se refiere a un tráfico del pavimento que no es correcto y que se debe a cargas mayores a las previstas, además se debe evitar errores en la aproximación que tienen las cargas o también en el incremento del tráfico que se va dar en los siguientes años

Proceso constructivo. – Existen deficiencias que se dan en un proceso de construcción empleados de la calidad que es mala y en una inadecuada osificación de materiales

Se tienen a dar en pavimentos que tiene como característica la debilidad, originados por espesores que se dan de manera incorrecta en las capas, diseños de mezcla que tienen a ser inadecuados en muchas veces por distribución en la compactación de capas.

Distribución del proyecto. – Se refiere a la distribución de los proyectos mal elaborados, que tiene un estudio incompleto y que es subrasante entre otros, la elaboración de proyectos inadecuados donde no se hacen estudios y componentes básicos par aun buen diseño, además que existe una falta de

consideración y de prospección para inconvenientes futuros respecto a los procesos constructivos.

Factores ambientales. – Elevación de la capa freática, inundaciones, lluvias y congelamientos entre otros.

Conservación deficiente. – Técnicas inadecuadas del mantenimiento y muchas veces ante la ausencia del mismo.

Se pueden observar en muchas vías de diferentes tipos de importancia que no llegan a recibir un mantenimiento que se da de manera periódica o a nivel rutinario.

Servicialidad.

Cuando nos referimos a la servicialidad se orienta hacia la relación y al propósito que tiene un pavimento construido esto es proveer de condiciones para un viaje confortable, suave seguridad para los usuarios, durante el desarrollo de este ciclo se inicia su vida con una condición idónea, pero con el tiempo llega a alcanzar una condición mala, la disminución de su condición por servicialidad a lo largo del tiempo se llega a conocer como desempeño.

Cuando se refiere a una evaluación de la funcionalidad se tiene que introducir la representación en la identificación de procesos que lo llegan a caracterizar en diversos aspectos relacionados a las condiciones de rodadura, incluyendo cuestionarios relacionados al confort y la seguridad del tráfico, en las condiciones operacionales de la vida en un momento determinado en la su vida de servicio (AASHO, 1962).

Se llegan a considerar 3 indicadores que permiten medir la servicialidad de un pavimento:

a) El rango de servicialidad presente (PSR)

Esta se determina a partir de un promedio de las evaluaciones de los usuarios, siendo que el promedio da origen al PSR, en general tiene un carácter subjetivo.

b) El índice de servicialidad presente (PSI)

Se refiere a las características físicas del pavimento que pueden medirse de manera objetiva y que puedan relacionarse en las evaluaciones que

son subjetivas, el cual están establecidas en condiciones que son funcionales debido a la capacidad de servicio actual del pavimento.

c) La condición superficial del pavimento

Los ensayos realizados de acuerdo a la AASHO Roas Test (1942), han llegado a mostrar que en la mayoría de la información de servicialidad del pavimento tiene atribución de irregularidad y que lo existía al largo de un tramo de la vía, y de acuerdo a ello las medidas de irregularidad estimaban la servicialidad del pavimento existente.

Además de ello se ha llegado a considerar los valores del PSR Y PSI, siendo que estos no son suficientes para llegar a decidir si es necesario la intervención, razón por la cual se han orientado hacia el uso de técnicas de evaluación de pavimentos para conocer el estado de la superficie y así elaborar un índice de valoración.

La escala de serialidad, que va de 0 a 5, se muestra en la siguiente tabla. (AASHO, 1962).

CALIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
NUMÉRICA	VERBAL	
5.0 – 4.0	Muy buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en sus categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0 – 3.0	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los "Muy Buenos", entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como desconches y fisuras menores.
3.0 – 2.0	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamientos, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
2.0 – 1.0	Mala	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde puedan afectar la velocidad del tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamientos; y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0 – 0.0	Muy mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.

Tabla 1: Escala de calificación de la servicialidad según AASHO

Fuente: AASHO (1962)

Evaluación de pavimentos.

Para alargar la vida útil de la estructura, es importante resaltar la importancia de seleccionar y realizar una evaluación objetiva y acorde con el entorno en el que se construye la vida. El estudio en cuestión busca conocer el estado en el que se encuentran la estructura y la superficie del pavimento para poder adoptar medidas que faciliten la conservación y mantenimiento de los vaciados.

a) Importancia de la evaluación

Se torna importante evaluar los pavimentos, ya que esto va permitir conocer a través del paso del tiempo sobre los deterioros que llega a tener la superficie, y de esta manera se dé la mejor forma de realizar las medidas correctivas de manera oportuna, llegando a ella con cumplir el objetivo de un nivel de servicialidad óptima hacia el usuario

Llegando a realizar una evaluación continua y periódica del pavimento se podrá predecir la rehabilitación, pues si se trata de un deterioro de forma temprana se prolonga su vida al servicio, previniendo de esta forma la mejor forma de llegar a realizar la inversión en su mejora.

b) Objetividad

Es necesario que se llegue a dar una evaluación de pavimentos que se de con objetividad, ya que es un papel primordial pues de ello se necesita que estén encargadas personas realmente capacitadas, para que lleguen a realizar las evaluaciones y de no ser así, se den dichas pruebas y así se puede llegar a perder credibilidad con el tiempo ya que no son comparadas, asimismo es necesario que se elija un adecuado modelo de evaluación que responda los estándares mundiales y que permitan llegar a tener indicadores realmente objetivos y verdaderos

En general no siempre se pueden llegar a tener mediciones o índices que cumplan con la condición para llegar a comparar proyectos, desviado al sesgo intrínseco en la toma de las decisiones, llegando a producir desviaciones entre lo que dicen las evaluaciones y lo que se da en la realidad, la desviación generalmente se da a estas principales causas:

- Variabilidad de las unidades, esto debido a que las unidades se dan en base para el análisis que llegan a realizar
- - Diversidad en la respuesta, dentro de la unidad, esto generalmente se da debido a que se relaciona con la fiabilidad de la eventual rehabilitación.

Se llegan a conocer que existen variedad en los tipos y métodos para la evaluación de los pavimentos, en la mayoría de ellos casos son varios ensayos que pueden llegar a compararse entre ellos, con el objetivo de confirmar las razones en el deterioro de la falla, y así mismo en la manera de enteren de mejor manera el comportamiento.

Evaluación de la adherencia. – Se refiere a la forma en como se llega a cohesionar en rodamiento la calzada con el neumático, siendo que es una característica superficial del pavimento que tienen influencia en los aspectos de seguridad que tiene el pavimento, siendo el conductor, y que este permite,

reducir la distancia entre el cifrado y para mantener en todo momento una adecuada trayectoria del vehículo operado, en el caso de algunos parámetros de la seguridad referidas al pavimento, existen micro texturas que pueden llegar a ser consideradas a través de la determinación de un coeficiente que mide la fricción e en un péndulo de fricción, del “transport reserach laboratory” (TRL) o péndulo en inglés, en tanto que mientras en la macro textura, se puede llegar a determinar la forma en como se ensaya el parche dela arena y que consiste en esparcir un volumen conocido como el proceso de granulometría normalizada, referida al camino circular con un accesorio del caucho, para poder llegar a valorar en la altura dela arena, (HS) que se llegó a entrar, en un círculo definido

Evaluación estructural.

En términos de pruebas destructivas y pruebas no destructivas, existen dos categorías de métodos de evaluación estructural. Las pruebas destructivas y las pruebas no destructivas son dos categorías para las técnicas de evaluación estructural. En relación con lo primero, se sabe que existen calicatas, que permiten visualizar las capas de las estructuras a través de los muros y así lograr una prueba de densidad “in situ”. Estas determinaciones nos permiten obtener el estado actual del perfil que presenta a través de las propiedades geológicas reales de los elementos que lo componen.

Para esto las calicatas permiten además tomar muestras en una cantidad, para una adecuada calificación en el laboratorio, dentro de cuales los resultados llegan a establecerse en un adecuado uso efectivo, así mismo se puede tener tareas en la rehabilitación y lograr un mejoramiento, de esta forma los trabajos permiten mejorar el suministro adicional, así como también aportar a los espesores de las capas, y a nivel de densidad del soporte que tiene el material subrasante

Asimismo, se llega a realizar perforación que con la ayuda de diferentes equipos se llega a generar calados para la obtención de muestras, siendo esta una alternativa distinta que permite lograr una comparación con las calicatas que son más sencillas, además de menos costosas, más rápidas y menos provocadas menores en el tránsito. En contraposición se puede indicar que estas no se pueden realizar “in situ” por cuestiones de espacio

Respecto a los ensayos que no son destructivos se llevan a cabo a través de diferentes medidas deflexiones que son como pate de una herramienta importante para lograr el análisis de los pavimentos, en si la magnitud de la deflexión es producida por la carga, llegando a ser útiles para investigarlas propiedad en el mismo lugar de la ubicación, puede decirse se oriente a en aplicar una sollicitación para llegar a medir la forma de respuesta de una estructura

De esto se puede conocer que el sistemas más difundir es la medición referido a la deflexión que mediante el uso de la viga de Benkelman, este dispositivo favorece la utilización para llegar a realizar mediciones en los diferentes sectores en las que pueden llegar a observarse dallas visibles, y en los que se obtienen fallas visibles, llegado se esta forma a posible acortar las propiedades actuales del pavimento "in situ" e integrar los resultados para una interpretan más completa del pavimento

Además, con otro equipo que se puede llegar a realizar estas mediciones son os difractómetros de impacto, este es una metodología que no es destructiva, y que además favorece una evaluación estructural del pavimento y conocimiento adecuado del estado- Esta técnica es de alto rendimiento, sin tener mayores interferencias en el tránsito de las vías y además que llegar a obtener de manera rápida y con mejor precisión.

Así mismo este se ha llegado a utilizar con un perfilómetro laser, llegado a esta etapa en la proporción de información sobre el pavimento y su rugosidad, que en estimados favorecen la servicialidad en la actualidad del pavimento.

Evaluación Superficial.

Se puede entender por una evaluación superficial y funcional a toda la evaluación que se realiza en una vía con el objeto de determinar los deterioros que llegan a afectar al pavimento y a los usuarios, para poder llegar a comprender el estado en él se mantiene

Existen una diversidad de los métodos que se dan para lograr una evaluación de la superficie que tienen los pavimentos, estos diferentes métodos tienden a ser sencillos para poder aplicar y en algunas oportunidades no no se requieren equipos que se den de manera experimenta, la evaluación visual que se llega a realizar son herramientas que se aplican con métodos, y en todo les

investigación, esta evaluación se realiza en etapas como son inicial y otra detallada

Las evaluación que se da de inicio se lograr al realizar con el objetivo de realizar una inspección general de un proyecto, en esta área se llega a tener que realizar un recorrido para poder tender el camino y se da de manera en un desplazamiento personal o a través de los vehículos que tiene que lograr a determinarse la servicialidad de los pavimentos, llegando a ser abarcado en todos los aspectos de los tramos de la vía que va ser evaluada

Al realizar una evaluación en detalla se tiene que llegar a inspeccionar una via de manera caminando sobre ellos, y además tomando datos que es menesteres para poder lograr una descripción de loa tipos de tallas que se requieren en adicionar de una severidad, frecuencia y ubicación, asi como la otra información que se llegue a considerar como necesaria para el estudio

La evaluación que se da de manera superficial debe ser definida para poder obtener de manera periódico con el propósito de llegar tener la forma en cómo se da sus naturales y la extensión que tiene los deterioros encontrados en el pavimento, debido a que todos los datos son extremadamente importantes, debido al impacto que es necesario y que tiene sobre el comportamiento que tiene el pavimento, y sobre ello las capas de refuerzo que va requerir la vía

Estas evaluaciones son también importantes porque va permitir que se llegue a determinar cómo va ser el adecuado tratamiento para que requiere la superficie en el pavimento, antes de llegar a tomar la decisión de colocar un refuerzo en la vía

La evaluación superficial además va necesitar que se den los siguientes paso: en un primer momento conocer e identificar las fallas y las posibles razones que lo tienen, después es el de encontrar las fallas en una hoja de ruta de evaluación de acuerdo al método estándar que se encuentra evaluando, posteriormente se determina la severidad que tiene una extensión de la vía, y finalmente a nivel cuantitativo se realiza un tab en gabinete que se toma toda la información tomada del campo, con ello se puede llegar a culminar la determinación de los pasó y mecanismos para adecuados para su reparación.

2.2.2 Método de evaluación superficial Pavement Condición Index (PCI)

Antecedentes.

Este modelo ha sido elaborado en la década de los años 70s, entre 1974 y 1976, a cargo del centro de ingeniería de la FFAA de EUA, por el investigador M.Y. Shahin y S.D. Khon y para finalmente llegar a ser difundido en 1978 con una publicación, se tuvo el propósito de obtener un sistema de administración de mantenimiento de pavimentos flexibles y rígidos.

Llegando a constituir el método más completo que se tiene la momento para poder lograr una evaluación y calificación de forma objetiva de los pavimentos, además que ha sido ampliamente aceptado Y NORMADO como uno de los mejores procedimientos estandarizados, por agencias de reconocimiento tales como: El departamento de defensa de los EUA (APWA – American Public Work Association), y además a llegar a ser publicado por la ASTM como el método de análisis aplicación, siendo conocida por el procedimiento estándar para el desarrollo de inspección de índices de condición de los pavimentos en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03)

De ninguna manera la intención de este método es de llegar a solucionar aspectos vinculados a la seguridad, aunque estén relacionadas con la práctica, inicialmente se ha desarrollado para conseguir un índice general que mida la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie, un valor que logre cuantificar el estado con que se encuentra el pavimento para obtener las acciones en su respectivo mantenimiento y tratamiento

El cálculo se basa en los resultados que se tienen producto de una inspección visual del inventario del estado general actual del pavimento sobre el cual se establecen clase como severidad, y cantidad de fallas presente

Por la practicidad del método este mecanismo no requiere ningún equipo especial o de tecnología que permita una evaluación, para poder abastecer de información confiable sobre las fallas que se presentan en el pavimento, la severidad y la condición final es la que esté presente, a raíz de su empleo resulta complejo ya que suele presentarse de manera detallada en la evaluación de los pavimentos y en base a ellos se conocen las necesidades que puede llegar a tener un pavimento.

Índice de condición del pavimento (PCI).

Llega a ser un índice numérico, que ha desarrollado la obtención de un valor de irregularidad que tiene la superficie del pavimento y la condición operación en la que se encuentra.

Este método llega a calificar la condición de manera integral el pavimento en una escala de 0 a 100, que linda entre un estado de fallas a uno que este en excelentes condiciones, de ello se puede ver un cuadro con los rangos del PCI que tiene una correspondencia de manera cualitativa en el indicar que se llegue a obtener.

Tabla 2: Escala de Clasificación PCI

Rango	PCI
Excelente	85-100
Muy bueno	70-85
Bueno	55-70
Regular	40-55
Malo	25-40
Muy malo	10-25
Fallado	0-10

Fuente: Procedimiento estándar PCI según ASTM D 6433-03

Se ingresa un número que pondera el valor obtenido “Valor deducido” para poder indicar en que grado de afectación se encuentra la condición del pavimento a cada combinación de deterioro, nivel de severidad y densidad de lo revisado.

En general este método permite ser un procedimiento que permite encontrar la determinación de la condición de un pavimento a través de las inspecciones visuales, identificando que clase, de severidad y cantidad de dificultades y fallas ha sido encontrada, siguiendo una metodología de fácil implementación y que al final no requiere herramientas que sean complejas ya que mide una condición de manera fáctica (ASTM, 2004).

Objetivos del método PCI.

- a). Determinar el estado del que se encuentra el pavimento en relación a la integridad de su estructura y además del nivel de servicio que se puede ofrecer al usuario, este método llegar a permitir cuantificar la integridad de la estructura de manera indirecta y a través de la condición del pavimento ya que se permiten relación e indicaciones de manera directa en forma física.

La integridad estructural se refiere a que capacidad puede tener un paquete estructural y este además la forma en como pueda soportar las exigencias externas, como son las cargas que tiene el propio tránsito y las diversas condiciones, además el nivel de servicio que tiene a la capacidad del pavimento para poder llegar a brindar confortabilidad y seguridad al conductor y usuario

- b). Obtener un indicar que facilite la comparación, con un criterio que se dé a manera uniforme, a la condición y la forma en cómo se comporta el pavimento y de esta forma justifica la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación, además selecciona la técnica para un adecuado planteamiento de reparación adecuado en el pavimento en estudio (U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2001).

Muestreo y unidades de muestra.

La obtención de la muestra se va llegar a obtener desarrollando los siguientes procedimientos detallados:

Se llega a identificar los diferentes niveles y estado de la vía que se va evaluar al pavimento, además de los planos de distribución que se va tener en la red, posteriormente se divide en cada tramo en diferentes secciones basándose en criterios del cómo se diseña el pavimento, historia de la construcción el tráfico y la condición en la que encuentra al mismo, finalmente se divide las sesiones establecidas del pavimento en unidades de la muestra.

Después de haber sido divididas se identifican las unidades de la muestra, individuales que logran a ser inspeccionadas de esta manera permite a los inspectores localizarlas de manera facilitar en el pavimento además es necesario que todas las unidades se ubiquen de manera fácil, a fin que sea la posible versión de la información de las fallas que existen, la evaluación de las variación de toda la unidad de la muestra con el tiempo y en posteriores inspecciones de la misma unidad en el caso sea necesario realizar.

A continuación se llega a seleccionar las unidades que van a ser motivo de evaluación en la inspección, el número de las muestras pueden darse en un número variable de la siguiente manera, llegando a considerar diferentes unidades o en toda la sección, además se considera que un número de unidades de la muestra llega a garantizar que se un nivel de confiabilidad al 95% o en consideración de un número mayor en las unidades de la muestra.

En general las unidades en su totalidad la sección puede llegar a ser inspeccionadas en determinarle valor del PCI, promedio en toda la sección, Este tipo de análisis llega a ser idóneo para mejorar la estimación en el mantenimiento y reparaciones necesarias.

Es menester que todas las unidades que son adicionales deben ser evaluadas, solo cuando llegan a tener fallas no representativas, estas unidades de la muestra llegan a ser escogidas por los usuarios (U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2001).

Procedimiento de evaluación.

Los pasos para llevar a cabo la evaluación de un pavimento se desarrolla en diferentes etapas que empiezan por un trabajo de campo y otra relacionada al desarrollo de cálculos en el gabinete, aplicando para ello una metodología específica, en primer lugar se lleva a cabo una inspección personal que todas las muestras que son escogidas, para posteriormente ir registrando esta información de acuerdo al tramo y las sesiones de esta forma de va asociando la muestra con el número y el tipo, a veces es necesario que se tome el tamaño de la muestra con un odómetro manual, cuando se realiza la inspección de las fallas es necesario que se pueda llegar a cuantificar todos los niveles de severidad y registrar la información que es obtenida.

Demás es necesario que se pueda llegar a mencionar el medido y en ella llegar a incluir toda la descripción de cada falla que se viene analizando, posteriormente se debe replicar este procedimiento por todas las unidades que son evaluadas.

Los daños y dallas que se conocen se van teniendo en cuenta en base a la extensión y la severidad que vienen teniendo ellas mismas:

- a). La clase, se asociada al tipo de la degradación que se llega a presentar en la superficie de todo el pavimento entre los tipos se tiene la piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, abultamiento entre otros, todos estos pasan a ser descritos de manera precisa y manual en la evaluación de la condición de los pavimentos estudiados.
- b). La severidad, llega a representar la situación crítica de deterioro que se encuentra a nivel de profesional, entre más severo este más es el daño, además es importante ver qué medidas se debe aplicar para la corrección, así mismo se debe poder valorar la calidad de todo el viaje, es decir que la percepción que llegan a tener los usuarios al hacer uso de la vía en un vehículo de una velocidad normal, es así además que se describe de una manera general la guía que se ayuda a establecer en nivel de severidad en la calidad del tránsito que esta:
- Bajo (L: Low): se llegan a captar vibraciones en el vehículo (corrugaciones), pero no se llega a la necesidad de poder disminuir la velocidad en beneficio de la comodidad y seguridad.
 - Medio (M: Medium): todas las vibraciones que tiene un vehículo llegar a ser significativas y se puede necesitar reducir la velocidad en beneficio de la comodidad seguridad.
 - Alto (H: High): En general las vibraciones que se dan en el vehículo llegar a ser excesivas y se requiere la reducción de la velocidad de manera perceptible que beneficie la comodidad y la seguridad de los viajeros.
- c. El otro factor que es determinando y que se debe considerar para poder tener una calificación del pavimento es la extensión, que llega a ser la longitud o el área que llega a tener afectación por todos los tipos de deterioros, en el proceso de la evaluación de los pavimentos por hormigón, la calificación y la extensión viene por el número de veces que se repiten o aparecen la fallas en diferentes losas.

Para el desarrollo de procesos de campo, después de quedar ya definidas las unidades del muestreo, es necesario empezar por un seccionamiento de toda la vida, en el que se lleguen a considerar todo el espacio de la calzada además de poder inspeccionar las unidades que se dan en la muestra, la severidad y la cantidad en cómo se presentan los daños, en

todo el patrón de estudio, y finalmente esto tienen que ser registrado en los formatos de medición que son correspondientes (hoja de información que permite la exploración de las condiciones) para toda la unidad de la muestra..

En la hoja en mención se debe tener todo el registro que se da de la información en todos los renglones de la extensión y también el nivel de severidad que se encuentra, es necesario poder conocer y continuar las recomendaciones estrictas para el procedimiento de los daños detallados, en todos los ítems del catálogo de los pavimentos flexibles que tiene la escala de medición (U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2001)

Cálculo del PCI.

Después de llegar a terminar el proceso de la inspección del capo, se puede llegar a tomar la información obtenida que se ha recogido del cálculo del PCI, además estos datos están en función de los valores que son deducidas de cada uno de los daños, y de la cantidad de la severidad que se reporta

El cálculo de este indicador se llega a realizar de manera manual o computarizada para obtener una base más completa de datos y que faciliten una adecuada estructuración

Para el objetivo de este estudio se está requiriendo de toda una metodología de cálculo que es considerada por el U.S. Army Corps of Engineer, que es aplicada a todos los pavimentos con una rodadura asfáltica

Etapas del cálculo del PCI:

a). Etapa 1, cálculo de los valores deducidos (VD):

- Se llega a totalizar todos los tipos y niveles que hay de severidad y daño y que son registrado en las columnas que tiene el formato, el daño se llega a medir de acuerdo a la longitud de las áreas medidas o según el número que llegan a contabilizarse.
- Se llega a dividir entre las cantidades de todas las clases del daño, y todos los niveles de severidad, haciendo de esta forma un total de las

unidades que la muestra ha obtenido llega do a mejorar los porcentajes, haciendo de esto toda la densidad que tiene cada daño, el estudio llega a especificar las unidades que hay en el estudio.

- Se llega a determinar los valores que tener cada uno de acuerdo con los niveles e respuesta a las curvas estadísticas y las denominaciones de todas las tablas, estas mismas son descritas en los anexos.

b). Etapa 2 Denominación de los números que se pueden admitir en los valores deducidos (m):

Se utiliza el "valor inferido total" (VDT) en lugar del "valor inferido corregido" (VDC), obtenido en el Paso 4, si ninguno o solo uno de los "valores inferidos" es mayor que 2, de lo contrario se seguirán los pasos a continuación. tomado.

Se listan los valores deducidos individuales en orden descendente.

La siguiente ecuación se utiliza para determinar el "Número máximo de valores deducidos" (m):.

9

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

La cantidad de los valores individuales deducidos se llega a reducir a "m", incluyendo partes fraccionadas, si se repone a menos los valores reducidos se llegan a trabajar con los que se cuentan.

c). Etapa 3 Calculo del valor máximo deducido corregido (CDV):

Este acción se llega a ejecutar mediante un proceso interactivo que es descrito a continuación:

Se llega a definir el número de valores reducidos (q) mayores que 2.

Se procede a determinar del "valor deducido total" sumando todos los valores individuales.

Se logra calcular el CDV con el "q" y el "valor deducido total" en la curva de la corrección que es pertinente al tipo de los pavimentos, las mismas que se llegan a encontrados en los formatos de anexo: Valores Deducidos.

Se disminuye a 2.0 el menor de los “valores deducidos” datos individuales que son mayores que a 2.0 y que repita las etapas iniciales de todas las personas hasta que se den de manera igual.

El “máximo CDV” es el mayor valor de los CDV obtenidos en este proceso.

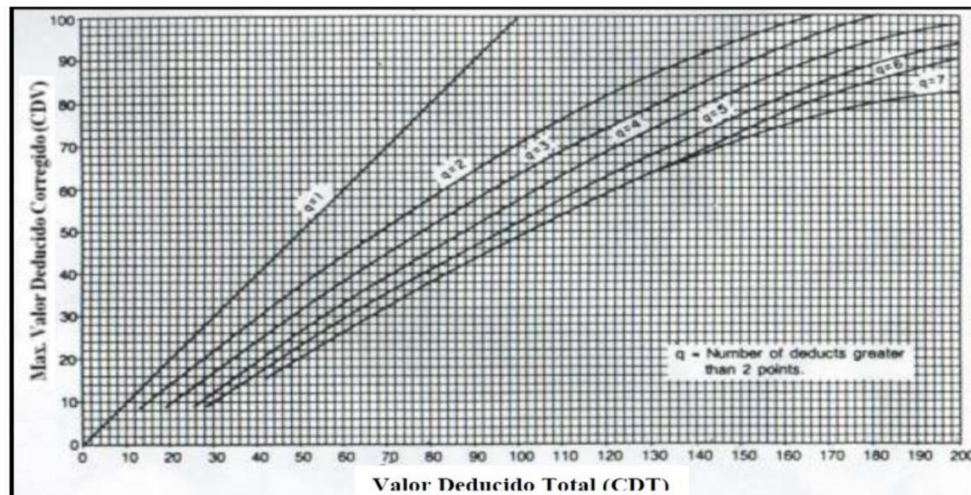


Figura 5: Curvas de corrección del valor deducido (CDV) para pavimentos flexibles

Fuente: Procedimiento estándar PCI según ASTM D 6433-03

d). Etapa 4: Determinar el PCI de la unidad restando el “máximo CDV” de 100, obtenido en la ETAPA 3.

$$PCI = 100 - MAX. CDV$$

Donde:

Índice de condición del pavimento - PCI.

Máximo valor corregido deducido - CDV

El PCI promedio, resulta del promedio de todos los PCI de todas las unidades de la muestra. (U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2001).

Materiales e instrumentos de evaluación.

a). Hoja de registro: Es un documento que permite registrar la información que se obtiene en el proceso de evaluación, fecha, ubicación, tramo y sección, tipo de falla, tamaño de la muestra, severidad y cantidad de las fallas, los datos del responsable del proceso de evaluación.

Figura 6: Hoja de registro del método del PCI

METODO PCI				ESQUEMA							
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO											
Nombre de la vía: _____		Ejecutor: _____		Sección: _____		Fecha: _____		Unidad de muestra: _____		Área: _____	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica o por deslizamiento	2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento	3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento		5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		

Fuente: Procedimiento estándar que permite obtener la información de la inspección de los caminos y estacionamientos ASTM D6433-03

- b). Odómetro Manual: instrumento que es utilizado par apode medir las distancias de las calles, caminos y carreteras, etc.
- c). Regla o cordel: Son instrumentos necesario para poder obtener información de la longitud y datos transversales del pavimento que es evaluado.
- d). Conos de seguridad vial: que permite poder alejar la zona de trabajo, y manejar el tráfico que puede generar peligros a los inspectores durante la toma de los datos.
- e). Plano de distribución: Plano donde se llega a esquematizar la red d ellos pavimentos que son evaluados.

A continuación una tabla resumen de las 19 fallas consideradas por el método PCI, con su respectivo orden, unidad de medida y nomenclatura, hay que tener en cuenta que este método también analiza los pavimentos rígidos, para los cuales tiene otra clasificación de los tipos de fallas, que obviamente no van a ser iguales que los de los pavimentos flexibles, es por ello que la tipificación que se muestra en el cuadro siguiente solo es válido para los pavimentos flexibles, como lo es de nuestra muestra.

Cuadro de tipificación de fallas para pavimentos flexibles (método PCI)

N	Tipo de	Co	Unid
---	---------	----	------

o	Falla	d.	ad
1	Piel de cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	BL O	m2
4	Abultamientos y hundimientos	AB H	m2
5	Corrugación	CO R	m2
6	Depresión	DE P	m2
7	Grieta de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión	GR	m
9	Desnivel carril/berma	DN	m
10	Grietas longitudinales y transversales	GL T	m
11	Parcheo	PA	m2
12	Pulimentos de agregados	PU	m2
13	Huecos	HU E	und
14	Cruce de vía férrea	CV F	m2
15	Ahuellamiento	AH U	m2
15	Desplazamiento	DE S	m2
17	Grieta parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HN	m2
19	Desprendimiento de agregados	DA G	m2

Tabla 4: Fallas del pavimento flexible

Fuente: Pacheco (2016)

2.2.5 Marco Situacional

La gestión de la carretera Huánuco – Aeropuerto, pese a estar en el ámbito de la municipalidad Provincial de Huánuco, su pavimentación fue gestionada por el Gobierno Regional de Huánuco el año 2019, el GRH tiene como misión gestionar y promover el desarrollo humano y sostenible en los pobladores de la Región Huánuco con respeto a la biodiversidad e interculturalidad en una visión de un Huánuco como un territorio andino amazónico integrado, que ha

impulsado el desarrollo humano y la sostenibilidad de su economía, en base a la grandeza de su biodiversidad y el respeto por la interculturalidad, en ese marco el GRH atiende las necesidades de los pueblos de la región, entre una de ellas las de las vías de comunicación.

La carretera Huánuco – Aeropuerto de 6.9 kilómetros es más antigua que la creación del aeropuerto "Alferez FAP. David Figueroa Fernandini" que data del año 1962, y es recién en el año 2013 que el GRH decide la pavimentación de la vía, en atención a las necesidades de los usuarios del aeropuerto y de las poblaciones adyacentes a la misma como Huayopampa, Chuapampa, Colpa Baja y Huacho, ubicadas en la margen izquierda del río Huallaga al norte de la ciudad de Huánuco.

Figura 7. Carretera Huánuco – Aeropuerto



2.3 Bases conceptuales

Condición del pavimento: viene a conocerse como el nivel de degradación que tiene e proceso de deterioro, el cómo se determina a condición del

pavimento va depender d ellos efectos de la superficie, las diferentes deformaciones de manera permanente, la irregularidad longitudinal, deflexión recuperable, capacidad de la estructura del pavimento, las necesidades que exige el tráfico y tener la adherencia de toda la nueva, todas las evaluaciones se llegan a sintetizar de la siguiente semana, superficial, estructural, funcional, adherencia y solicitudes de tráfico y global en las informaciones.

Tratamiento superficial: llega a ser una técnica de la pavimentación que busca entregar carreteras en las diferentes superficiales (textura e impermeabilidad limitando la influenciencia el aumento directo y que se busca hacer apreciable de acuerdo a la capacidad de la resistencia, además de manera básica explica que se encuentran permeables a la superficie, existiendo de la visión tipo de resistencia al tráfico de manera abrasiva, estos mismos buscan las siguientes oportunidades:

- Dar provisión a una superficie de manera económica y duradera para las vías con bases granulares que se caracterizan por un tránsito ligero y de volumen mediano.
- Hacer la prevención de la penetración de agua en los cimientos granulares y pavimento que han iniciado a desintegrarse con el paso del tiempo.
- Proporcionar y adicional una capa de rodadura de espesor pequeño, con alta resistencia al desgaste, evitando que se emitan más polvo.
- Proporcionar un revestimiento que genera la característica de antideslizante, de esta forma evitar la pérdida de material grueso y la formación futura e inmediata de baches.

Clasificación de las vías: De acuerdo a un manual de diseño geométrico, las vías se han clasificado de acuerdo al tráfico, características geográficas, y la velocidad en el diseño, pero además se conocen en tipos superiores, primera, segunda y tercera clase.

Clasificación de vías urbanas: Las vías de acuerdo al criterio de funcionamiento en las redes viales se llegan a clasificar de acuerdo al tráfico, de acuerdo al uso del suelo y el espacio, así como también de acuerdo al nivel del servicio y el desempeño que se da en la operación, y a nivel físico y

sus características, para este tipo de estudio la clasificación se da en cuatro categorías como son las vías expresas, arteriales, colectoras y locales..

Vías arteriales: Permiten desarrollar un tránsito vehicular, con mediana y elevado fluidez, con accesos fáciles, y mediana integridad con áreas cercanas y colindantes, estas vías requieren ser integradas dentro de un sistemas de vías expresas, y permiten una distribución y de participación con el tráfico, en las vías colectoras y locales, en su tránsito acolita una rápida descarga de materiales, son usados todos los tipos de tránsito vehicular, no es conveniente que se encuentren conectadas a las vías locales residenciales, en algunas oportunidades el transporte colectivo de pasajeros es a través mediante algunas vías exclusivas, o carriles segregados con estaciones de paradas e intercambios.

Niveles de servicio: Los indicadores que ponen la calificación y llegan a cuantificar la situación de las infraestructuras viales, y que en normalidad se utilizan para poner límites inadmisibles hasta donde se puede llegar a evolucionar la condición superficial, de los factores que intervienen en la seguridad.

Estos indicadores responden a cada vía particular, y varían de acuerdo a los componentes técnicos, y económicas dentro de un esquema que busca la satisfacción general del usuario como es la búsqueda del confort, oportunidad, seguridad, etc., además de buscar la ganancia de los recursos disponibles.

Infraestructura vial: Se refiere a todos los conjuntos que componen una vía, superficie de rodadura, bermas y franjas laterales, puente, túneles y obras de arte y drenaje, mejor señalización, elementos de seguridad vial, entorno, medio ambiente y otros.

Obras de conservación vial: Se ejecutan acciones que buscan preservar la condición de las estructuras viales, con el propósito de que se mejora y pueda prestar un servicio que este diseñada para construir, además estas forman parte de una categoría de construcción de mantenimiento periódico, y atención de emergencias, en obras de habilitación, la puesta en acciones de punto incluidas en las actividades existente.

Conservación: Es una serie de acciones que están destinadas a poder preservar en un horizonte largo de tiempo y a un bajo costo las estructurales

viajes con el servicio que se presta, buscando que se mantengan en funcionamiento adecuado, a costos que sean razonales, de operación y que además busque la operación de vehículos en beneficio de las personas usuarias y que tengan bajos niveles de servicio que son fijados en diferentes estrategias y medias de conservación a nivel de política nacional.

Reparación: Son trabajos que son selectivos en zonas específicas y puntuales a nivel de la calzada, y que además tienen elementos de infraestructura vial, estos objetivo restablece las condiciones de la supervisión y mejoran a nivel funcional, estructural y de seguridad, la necesidad de llegar a ejecutar una reparación puede mejorar los productos y que en algunas veces son insuficientes, en la elaboración de ellos proyectos, en una mala ejecución de la obra, se evidencia la presencia de “puntos críticos” y que simplemente tienen consecuencias de fenómenos naturales.

Esta reparación puede implicar la búsqueda de demoliciones que se den de manera parcial o total, de acuerdo a la naturaleza requiere incorporar mejoras en zonas específicas para el manejo y su tratamiento.

Mejoramiento: Se refieren a la ejecución de obras para poder elevar de manera sustancial el estándar de la vía, con el objetivo de atender de mejor manera la oportunidad y adecuadas exigencias para proporcionar condiciones a las vías, en aspectos de la seguridad y las condiciones de seguridad y otros aspectos el mejoramiento además incorpora redimensionamiento de una capacidad funcional, una estructura de seguridad y de calzada y los demás elementos de una infraestructura de la vía.

Reconstrucción: Implica obras de cambios completos de la infraestructura que se encuentran incluyendo la conformación de una nueva estructura de los pavimentos, con esto se busca remediar las consecuencias en la generación de un deficiente de un proyecto, y de las consecuencias de una construcción y de efectos de los desastres naturales, de un descuido que es más prolongado, favoreciendo la conservación, Son obras y que se llegaron a manifestar en la existencia generalizada en las dificultades de los problemas de tipo superficial, a nivel de estructura función y seguridad.

Gestión de la conservación vial: son las acciones que persiguen el propósito de definir los objetivos y determinar que se requiere para poder realizar respecto a las acciones de mantenimiento y provisionamiento de las

vías y buscar condicionar de manera predeterminada, que incluye planificar, diseñar y ejecutar y controlar las acciones, trabajos y obras necesarias para poder concretar los objetivos, la gestión de la conservación de las viene también es conocida en la gestión de las infraestructura vial.

Gestión de carreteras a nivel proyecto: Es una responsabilidad de revisión, análisis en el procesamiento de la información, es necesaria para llegar tomar decisiones a nivel técnico y económica sobre el desarrollo de acciones en el trajo de conservación y, desarrollado en los tramos específicos de la red nacional de vías, a nivel micro: el mantenimiento es rutinario y mantenimiento periódico, a nivel preventivo y atención de las emergencias y reparación e obras de ajuste de las estructuras, en los plazos que están determinado de manera oportuna, que además son necesarios para poder preservar los niveles de servicios fijados, en las diferentes estrategias para las políticas de conservación de la red nacional y que al final llegan a traducirse en planteamiento y resoluciones que son rentables.

Gestión de carreteras a nivel red: Es el desarrollo de las actividades que son dirigidas en búsqueda de realizar un diagnóstico de la situación y estado de los diferentes tramos que conforman la red nacional, a nivel macro con el propósito de generar una extensa base de información que permita efectuar el planteamiento de mantenimiento a corto, mediano y largo plazo, con el fin de asegurar los niveles de servicios que son fijados en las diferentes estrategias y políticas de conservación de las redes, y que se lleguen a obtener los tipos de tratamiento que van a necesitar efectuarse en la oportunidades de las diferentes intervención, además del costo y la rentabilidad, trabajando a nivel técnico y económica en la asignación de los recursos que están disponibles a nivel financiero

CAPITULO III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Ámbito o enfoque de la investigación

La investigación se ha realizado en la provincia y distrito de Huánuco, en la vía de acceso al aeropuerto, que una los distritos de Huánuco con Santamaria

del Valle y Churubamba, los misma que suele ser ruta secundaria por tramo a la vía Tingo María.

3.2 Población

Como se vio en la descripción de la problemática, este es un asunto que afecta o puede afectar a todos los proyectos de infraestructura vial, constituyéndose éstos en el universo del presente estudio. En este sentido, y por efectos de la delimitación hecha, en la población serán considerados todos los proyectos de infraestructura vial de carreteras con capa asfáltica de la región peruana.

3.3 Muestra

La selección de la muestra será realizada por la técnica no probabilística, esto se decidió por las características del estudio, entonces la elección de la muestra será hecha a discreción, por conveniencia y oportunidad, siendo esta la carretera Huánuco – Aeropuerto de una longitud de 6.9 kilómetros, en concordancia con Hernández, Fernández y Baptista (2014) *“En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, si no de causas relacionadas con las características de la investigación, o los propósitos del investigador”*.(p.221)

3.4. Tipo y Nivel de Investigación

3.4.1 Nivel de Investigación

Por los objetivos trazados en el presente estudio, se plantea alcanzar el nivel descriptivo. Se buscará tener un acercamiento con las características reales de la problemática específica de la muestra escogida, se tomará la información recabada en el nivel anterior para describir las características y la condición del pavimento a efectos de analizarlas e interpretarlas.

3.5 Diseño de la Investigación

El diseño de esta investigación es no experimental, por qué; *“Ninguna de las variables será manipulada y el investigador deberá determinar cómo estas variaciones afectan a la variable dependiente, directamente, sin manipulación”* además será de naturaleza transversal porque los datos serán tomados en una sola oportunidad.

M: O

ESQUEMA

Donde;

M = Pavimento flexible

O = Observación a través del método del PCI.

3.6 Metodología de la investigación

La metodología propuesta, de acuerdo al diseño de la investigación se separa en tres etapas, siendo estas las siguientes;

I. Recolección de la información Es la acción de poder recopilar la información del pavimento rígido de una zona de estudio, empleando fichas que han sido denominados en los formatos de evaluación de la condición para los pavimentos rígidos de diferentes unidades de muestreo (FORMATO – PCI-02), que se muestra en el anexo II.

II. Código de fallas: en este cuadro se llega a codificar las diferentes fallas y se le otorga el número que corresponde de acuerdo a la evaluación de las normas, que llegan a basarse en la table establecida en la parte final del numeral 3.2.2 de este documento.

III. Evaluación de la condición en esta parte de la metodología se llegan a poner las diferentes unidades de muestreo que han sido estudiadas, además en este casillero se coloca los números de la unidad de muestreo que están llegando a ser evaluados:

- Unidad de muestreo: para poder desarrollar las inspecciones se orienta en las unidades de muestreo, en esta posición se llega a colocar las diferentes unidades que se encuentran evaluando.
- Numero de losas: se llega a colocar los diferentes recuadros que se tienen en los números de las losas que lo componen de acuerdo a la unidad de muestre que está siendo motivo de la inspección, llegando a ser máximo un total de 20 losas que confirman una unidad de muestreo.
- Código de la falla: poner de acuerdo a la tabla V.3 el código que le corresponde y que en su momento llega a ser analizada.
- Severidad: todas las fallas que son reconocidas en las diferentes losas que tiene 3 diferente severidad, “L” Bajo, Medio “M” y Alto “H”, los que llegan a as repuestos en los recuadros en la inspección que se llega a realizar.

- Cantidad de falla: se llega a colorar en este recuadro las diferentes cantidades que se ponen y se repiten con la misma severidad en todas las unidades de muestreo.
- Esquema: aquí se realiza un dibujo de los esquemas de las losas que lo componen en la unidad de la muestra, detallando así las losas que presentan diferentes fallas localizadas.

3.7. Validez y confiabilidad

Las fuentes a usarse serán las primarias y secundarias, en cuanto a las técnicas se usará la observación en el nivel exploratorio (indicado en el numeral 5.1.2).

En el caso de la variable dependiente que se va a llegar a hacer el uso de los formatos de evaluación como el PCI-02 con los instrumentos de toma de datos, el cual a la vez es diseñado en base a la norma ASTM D 6433-03, donde se tienen algunas modificaciones de acuerdo a la realidad de la evaluación.

En el caso de la evaluación se recolectará a llegar a hacer uso de los formatos con las interrogantes y se va a recolectar datos en diferentes formatos en la metodología del PCI para todas las unidades de muestra.

3.8 Procesamiento y presentación de datos.

Al ser éste un estudio básicamente descriptivo, se hará uso de la estadística descriptiva con la ayuda del programa Excel. Se ha hecho uso de las hojas de cálculo que ha sido elaborado en las diferentes lineamientos que se establece con la metodología del PCI en las normas ASTM D 6433-03, además el análisis de los procedimientos que se han llegado a emplear en diferentes tablas y de otros datos que lleguen a reflejar resultados en las actividades del trabajo de campo, El tratamiento estadístico para esta evaluación se realizará mediante herramientas de la Estadística descriptiva.

3.8.1. Procesamiento y presentación de datos.

Los datos responden a una necesidad gráfica a través de tablas y figuras que van a permitir su comprensión idónea asimismo se van a trabajar en los formatos del Excel que contienen el cálculo de los

procedimientos del PCI en general de acuerdo a la escala de medición y sus aproximados calculados a nivele estadístico.

3.9. Tabulación y análisis de datos.

La programación y presentación de los datos responde al esquema de la tesis en las que se analizan de manera inmediata el cuadro de condición del pavimento flexible a nivel general en la vía Aeropuerto Huánuco, con los datos y cálculos aproximados en el procesador de textos del Excel, que responden a los objetivos e hipótesis planteados.

3.10 Consideraciones éticas.

Los procedimientos realizados se han basado desde la propia medición y no han requerido experimentación o vulneración de datos o identidad de ninguna persona por lo que se ha enmarcado en acciones éticas

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Información preliminar

Primeramente, vamos a conocer el lugar donde vamos a realizar el estudio, es decir conocer in situ como está la vía de lo que corresponde a Huánuco Aeropuerto, viendo como son las características del terreno donde se va a hacer el estudio y el tránsito a analizar.

4.1.1. Ubicación

La zona en estudio se ubica en la carretera de Huánuco a aeropuerto que es un tramo bastante grande los cuales, se tuvieron que analizar en varios tramos, la longitud total de la carretera asciende a 6 km.

Se tuvieron que analizar varios puntos de toda la vía, como se tiene puntos donde las fallas contabilizadas eran mayor y otros que no tenían fallas, por lo que se tuvo que realizar un análisis del 100% de todas las fallas para poder conocer en qué condiciones se encontraba cada tramo de acuerdo a lo que nos manda el PCI.

Figura 8

Longitud de todo el tramo

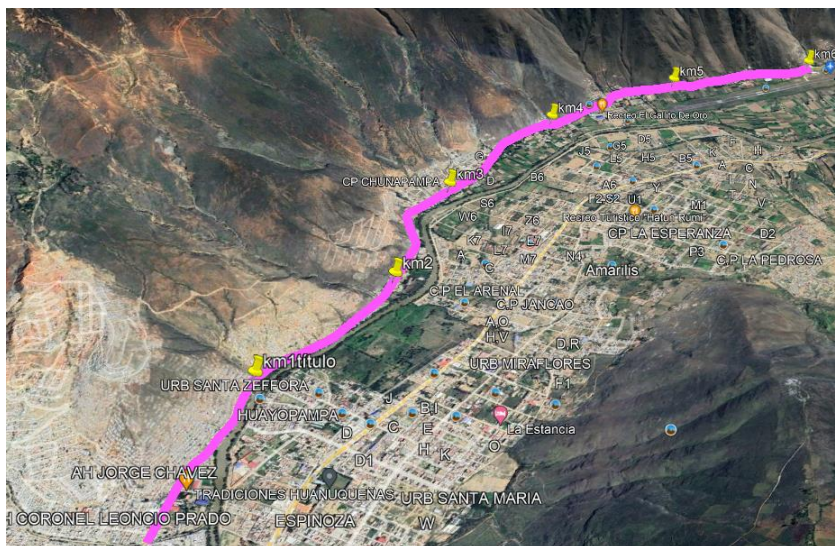


Figura 9

Inicio del tramo



Figura 10

Fin del tramo



4.1.2. Antecedentes

Al fondo se hace referencia a las reparaciones realizadas con anterioridad a la auscultación vial, indicando que este tramo de vía no ha sido reparado y que no ha tenido mantenimiento previo.

4.1.3. Carga de tránsito

Las cargas de tráfico son las tensiones provocadas por las sollicitaciones del exterior que resultan del flujo o circulación continua de vehículos en una calle o avenida. Dado que la pista soportaría cargas mucho más altas de lo previsto, todo el pavimento debe construirse para soportar una cierta cantidad de tráfico. De lo contrario, la pista sufriría daños permanentes. Por este motivo, es crucial conocer los tipos de vehículos que utilizarán una carretera en particular. En nuestro caso, en la ruta del aeropuerto de Huánuco se utilizan los siguientes tipos de vehículos: camiones pesados, autos y camiones combi (volquetes), motos lineales y mototaxis. Este último tendrá el mayor impacto en la rapidez con que se deteriora el pavimento. No existen diferencias apreciables en el tráfico entre los dos tramos existentes, lo que significa que el flujo vehicular que transita por la red de pavimentos es constante. Dado que la carretera conecta con localidades adicionales cercanas al tema de esta tesis, el aeropuerto de Huánuco, se puede decir que este tránsito recorre sus seis kilómetros..

4.2. Aplicación del método PCI

Se detallará la metodología aplicada para el caso particular de la vía que une la ciudad de Huánuco con el aeropuerto, como se establece en la norma ASTM D6433-03, Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos.

4.2.1. Muestreo y unidades de muestra

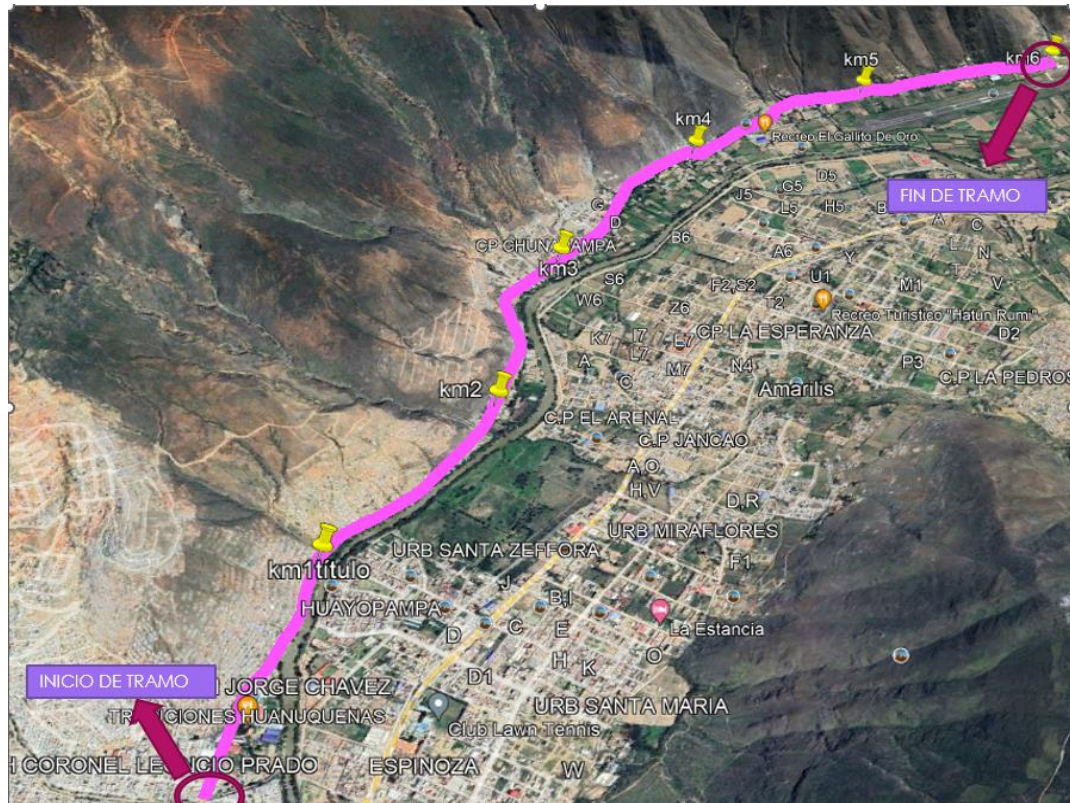
El muestreo se realizará siguiendo el procedimiento que se detalla a continuación:

En el plan de distribución de la red, tenga en cuenta las secciones o regiones del pavimento que se utilizan para diferentes fines, como estacionamientos y carreteras. Esto requiere que la red de pavimento, o el sistema de pavimento que se estudie, esté completamente definido.

Se ha definido como red de pavimento, a 6km medidos en su totalidad desde el puente moras hasta el mismo aeropuerto. Dentro de ese sistema, se encuentran un solo tramo bien definido con diferentes fallas a lo largo de los mismos, las fallas que se van a encontrar van a ser diversas.

Figura 11.

Todo el tramo en estudio



Se hace un recorrido por todo el tramo en estudio viéndose los diferentes puntos de falla que se van a encontrar en el pavimento, por la visualización del tesista, observándose que se encontraron diversos tipos de fallas que se van a estudiar una en la tesis planteada.

A la hora de dividir los tramos se tiene en cuenta el estado en que se encuentra el pavimento. Se recorre cada tramo, anotando los cambios en el estado de la pista y el estado de la carretera. Como resultado, se encontraron ocho tramos claramente señalizados que sufrirán el cambio necesario.

4.2.2. Procedimiento de inspección

- a Inspeccionar cada unidad de muestra seleccionada.
- b. Registrar el tramo y número de sección, así como el número de unidad de muestra.
- c. Registrar el tamaño de unidad de muestra medido con una winc
- d. Realizar la inspección de las fallas, cuantificando cada nivel de severidad y llenando la información obtenida en las hojas de registro.

Los tipos de fallas y el grado de severidad se encuentran descritos en el Capítulo 3 de la tesis.

e. Repetir este procedimiento para cada unidad de muestra a ser inspeccionada.

4.3. Presentación de resultados por hipótesis

Determinación del índice de estado del pavimento

A continuación, se explican los datos de campo recolectados durante la inspección visual de fallas en la carretera del aeropuerto de Huánuco, así como el cálculo del índice de condición del pavimento para cada unidad de muestra analizada. En el anexo B se describen las imágenes de las fallas primarias de las unidades de muestra del apartado 1.

4.3.1. Resultado por tramo

Tramo 1

La unidad muestral U1 de 336 m² está ubicada en el Tramo 1 de la Carretera al Aeropuerto de Huánuco. Esta región de pavimento se ha denominado sección 1 porque no contiene ningún cambio de sección dentro de sus límites.

Las fallas de baja severidad incluyeron, entre otras: abultamiento y hundimiento, grietas en los bordes, depresión, grietas en los bordes, ahuellamiento, desplazamiento, hinchazón y descamación, piel y cocodrilo. También se observaron parches con severidad media y alta. Ver tabla 5.1.

La falla de piel de cocodrilo tiene el impacto más significativo en el deterioro del pavimento porque, además de ser estructural y afectar significativamente el paquete estructural, se presenta en toda la superficie en estudio. El abultamiento y la caída con una falla que está en alto con las condiciones del PCI es la falla que viene después de esta. 1.56 y 3.15 , también se tiene la condición del pavimento en el tramo en lo que corresponde a la falla 7 que se denomina la grieta de

borde, esta esta en la cantidad de 2 con una con un nivel de alta , también se tiene la falla 10 que corresponde a las grietas longitudinales y transversales en esta parte se encuentran diferentes tipos de fallas como son de la severidad baja, con una condición de 5.7, también se muestra una severidad media con una severidad de 1.1 y 12.9 y lo que se encuentra también es una severidad alta con un valor de 40. Lo que también se encuentra son la severidad en baches ya que la vía se encuentra en un estado condición entre media con un monto que se determina de 3 y alta con un punto que se radica en 6. Así se muestra los resultados de la condición del pavimento en la vía Huánuco aeropuerto, en la primera sección que se tomó para el análisis con un área de 336m².

Figura 12.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI												
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL												
LUGAR: HUANUCO - AEROPUERTO					SECCIÓN: 00+000 - 00+200							
FECHA: 2022					UNIDAD DE MUESTREO : UM01							
REALIZADO POR:TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL					AREA DE LA UNIDAD: 336 M2							
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA				
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2							
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2							
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	16. Desplazamiento	m2							
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2							
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2							
6. Depresión	m2	13. Baches	Nº	19. Desprendimiento de agregados	m2							
7. Grieta de borde	m											
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTERV. DE UNID. M.		NUMERO MAXIMO DE VD						
Low	Baja	L	$n = \frac{N x \sigma^2}{s^2 x (N-1) + \sigma^2} = 7$		$i = \frac{N}{n} = 1$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M										
high	Alta	H										
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
86 - 100	EXCELENTE		1		4		7		10		13	
71 - 85	MUY BUENO		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
56 - 70	BUENO		0.87	M	1.56	H	2	H	5.7	L	3	M
41 - 55	REGULAR				3.15	H			1.1	M	6	H
26 - 40	POBRE								12.9	M		
11 - 25	MUY POBRE								40	H		
0 - 10	FALLADO											
TOTAL	BAJA (L)		0.87						5.7			
	MEDIA(M)								14		3	
	ALTA(H)				4.71		2		40		6	

Análisis del tramo 1.

CALCULO DEL PCI										
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q)					
1	M	0.87	0.3%	20	Valor deducido más alto = 96 Número máximo de VD (m) = 1.37					
10	L	5.7	1.7%	8						
10	M	14	4.2%	28						
10	H	40	11.9%	96						
4	H	4.71	1.4%	40						
7	H	2	0.6%	9						
13	M	3	0.9%	6						
13	H	6	1.8%	10						
NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	96	56					152	2	95	
2	96	2					98	1	0	
								Max.VDC	95	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)								PCI = 100 - Máx. VDC		
								PCI=	30	
CONDICION DEL PAVIMENTO								POBRE		

De los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente que el valor máximo deducido obtenido de la vía es de 96, con lo que el pci que se va a tener es de 30 y viendo según el cuadro que nos muestra el PCI la condición del pavimento que se estudió de manera general en todo el ámbito del área va a ser de pobre.

Tramo 2

La unidad de muestra U2, de 320 m², pertenece al tramo 2 de la vía Huánuco aeropuerto y no presenta cambios de sección. Esta área sigue formando parte de la sección 2 junto con la unidad de muestra anterior (U2). Las fallas de nivel de severidad bajo fueron: piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales, parches, baches, hinchamiento.

La piel de cocodrilo, abundante en la calzada y presente en toda la superficie, es la falla que más incide en el deterioro del pavimento. A esta falla le siguen los parches de severidad media que cubren un área de aproximadamente 5 coma 60 m², así como las grietas longitudinales y transversales que también penetran en toda la región. También se encontraron con mayor frecuencia baches menos severos; estos contribuyen al daño de la pista. Un oleaje menor en severidad es la falla menos significativa. La Tabla 5.2 muestra que se obtuvieron seis valores inferidos: 12, 0, 7, 61, 15, 13, 0. El procedimiento arroja un valor inferido máximo corregido de 68, lo que se traduce en un índice de 25, o un pavimento muy pobre. Se sugiere que se use riego con asfalto o riego con liga para mejorar la condición de la unidad de muestra bajo análisis.

Figura 13.

Análisis del tramo 2

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI											
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL											
LUGAR: HUANUCO - AEROPUERTO						SECCIÓN: 00+200 - 00+600					
FECHA: 2022						UNIDAD DE MUESTREO : UM02					
REALIZADO POR: TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL						AREA DE LA UNIDAD: 320 M2					
TIPOS DE FALLAS									DIAGRAMA		
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2						
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2						
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	16. Desplazamiento	m2						
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2						
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2						
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2						
7. Grieta de borde	m										
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNIDEM.	NUMERO MAXIMO DE VD						
Low	Baja	L	$n = \frac{N \cdot x \cdot \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \cdot x \cdot (N-1) + \sigma^2} = 7$	$i = \frac{N}{n} = 1$	$m_1 = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
Medium	Media	M									
high	Alta	H									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
86 - 100 EXCELENTE		1		10		11		13		18	
71 - 85 MUY BUENO		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
56 - 70 BUENO		0.81	M	5.54	L	5.51	M	2	L	1.1	M
41 - 55 REGULAR				10.5	M	1.17	M				
26 - 40 POBRE				40	H						
11 - 25 MUY POBRE											
0 - 10 FALLADO											
CALCULO DEL PCI											
TOTAL	MEDIA (M)	0.81		10.5		Densidad		valor			
Tipo de dato	ALTA (H)	Severidad		Total		(%)		deducido		Número de valores deducidos > 2(q)	
1	M	0.81		40		0.3%		12		Valor deducido más alto = 61 Número máximo de VD (m) = 4.58	
10	L	5.54				1.7%		0			
10	M	10.5				3.3%		7			
10	H	40				12.5%		61			
11	M	6.68				2.1%		15			
13	L	2				0.6%		13			
18	H	1.1				0.3%		0			
NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC	
1	61	15	13	12	7.00	13	121	5	68		
2	61	15	13	12	0.00	2	103	4	55		
3	61	15	13	2	2	2	95	3	55		
4	61	15	2	2	2	2	84	2	68		
5	61	2	2	2	2	2	71	1	75		
									Max.VDC	68	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)								$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$ PCI = 25			
CONDICION DEL PAVIMENTO								MUY POBRE			

Con lo que se llega a que el máximo valor deducido es 25 con lo que aplicando el pci se tendrá un pavimento muy pobre cosa que ya requiere su intervención.

Tramo 3

La unidad de muestra U3 tiene 304.00 m² y pertenece al tramo 1 y a la sección 1 de la vía Huánuco aeropuerto.

No presenta cambios de sección. Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: piel de cocodrilo, parches, baches y abultamiento y hundimiento. Además, se registraron parches y fisuras longitudinales y transversales de mediana severidad. Ver tabla 5.5.

Los dos baches, la falla de piel de cocodrilo, que es una falla estructural y afecta a toda la superficie analizada, así como el descascarillado que cubre casi todo el pavimento, son las fallas que más inciden en la degeneración del pavimento.

Los parches de severidad media y la exudación tienen el menor impacto en el pavimento debido a que sus áreas son pequeñas en comparación con toda el área inspeccionada. Dado que el tamaño de las grietas y baches de desplazamiento no es indicativo de la condición de toda la unidad de muestra, no tienen impacto en la condición del pavimento. El gráfico de la siguiente tabla ilustra el valor mínimo deducido en todas partes como resultado.

Las fallas presentadas son la piel de cocodrilo con una severidad de media haciendo a una severidad de 3.22, también se muestra una severidad de parches con una severidad media a un total de 9.92 según lo que nos da el cuadro de los cálculos dados, también se encontró una falla en lo que viene a ser los baches con una severidad alta, haciendo a una severidad de alta con un medida de 7, también en el tramo se presenta una falla de abultamiento y hundimiento con una severidad media haciendo un total de 13.6 y por ultimo lo que se muestra es una falla de desnivel de carril berma con una severidad alta teniendo como marcador el 0.5.

Figura 14.

Análisis del tramo 3.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI												
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL												
LUGAR: HUANUCO - AEROPUERTO					SECCIÓN: 0+600 A 1+000							
FECHA: 2022					UNIDAD DE MUESTREO : UM03							
REALIZADO POR: TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL					AREA DE LA UNIDAD: 304 M2							
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA				
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2							
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2							
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales		16. Desplazamiento	m2							
4. Abultamientos y hundimientos		11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2							
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2							
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2							
7. Grieta de borde	m											
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNID. DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD							
Low	Baja	L	$n = \frac{N \cdot x \cdot \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \cdot x \cdot (N-1) + \sigma^2} = 7$	$i = \frac{N}{n} = 1$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$							
Medium	Media	M										
high	Alta	H										
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
86 - 100	EXCELENTE		1		11		13		4		9	
71 - 85	MUY BUENO		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
56 - 70	BUENO		2.72	M	4.06	M	7	H	13.6	M	0.5	H
41 - 55	REGULAR		0.5	M	0.54	M						
26 - 40	POBRE				5.32	M						
11 - 25	MUY POBRE											
0 - 10	FALLADO											
TOTAL		BAJA (L)	3.22		9.92				13.6			
		MEDIA (M)										
CALCULO DEL PCI												
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q)							
1	M	3.22	1.1%	22	Valor deducido más alto = 70 Número máximo de VD (m) = 3.75							
11	M	9.92	3.3%	18								
13	H	7	2.3%	70								
4	M	13.6	4.5%	27								
5	H	0.5	0.2%	0								
NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC				
1	70	27	22	13.5		132.5	4	80				
2	70	27	22	2		121	3	84				
3	70	27	2	2		101	2	72				
4	70	2	2	2		76	1	76				
								Max. VDC	84			
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)							$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$					
							PCI = 16					
CONDICION DEL PAVIMENTO							MUY POBRE					

Haciendo un análisis de las fallas que se dan en el pavimento y realizando un procesamiento de los datos se obtuvo que el pavimento evaluado presenta los valores deducidos de 22, 18, 70, 27, 0, con lo que después de evaluación se presenta un valor deducido corregido de 80, 84, 72 y 76 con lo que el valor deducido final máximo es de 84, con lo que se va a llegar al pci de 16, con lo que se concluye que el pavimento evaluado es muy pobre, por lo que se va a requerir a la unidad encargada de la región Huánuco.

Tramo 4

En la unidad de muestra U4 se puede ver que la sección se mantiene uniforme como en toda la vía, por lo que el análisis no va a variar.

La unidad de muestra U4 de un área de 246.00m² la muestra está dada por una sección que no varía ya que viene a ser de la misma dimensión de la carretera de Huánuco aeropuerto.

Las fallas de nivel de severidad bajo fueron: piel de cocodrilo, abultamiento y hundimiento, grieta de borde, grietas longitudinales y transversales, parches, son las fallas más principales que nos va a dar en la presente sección.

Los defectos de la piel de cocodrilo que más se notan en lo que acaba siendo la carretera son los que más inciden en la rapidez con la que se deteriora el pavimento. Después de estas fallas, se descubrieron dos surcos y depresiones menores que también contribuyeron al daño de la pista.

Las fallas que se encontraron haciendo un análisis de la hoja Excel dado es de piel de cocodrilo con un nivel de severidad entre media con 0.7 y alta con 3.3, la otra falla que se pudo analizar es la abultamiento y hundimiento con un nivel de severidad que es alta llegando ambos a 15.7, seguidamente se encontró la falla de grieta de borde que se encontraron en algunos tramos de la sección analizada alcanzando un nivel de severidad de media con lo que en total se tuvo a 6.1, la otra falla que se encontró fue la de grietas longitudinales y transversales cuyo nivel de severidad fue de baja alcanzado a tomar el valor de 5.1 y por último la falla encontrada dentro de la muestra analizada es la parches que se encontraron en algunos puntos del tramo cuyo

nivel de severidad fue que se tubo de media con lo que se llegó a un punto de 6.97 en su totalidad.

Figura 15.

Análisis del tramo 4.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI														
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL														
LUGAR:					SECCIÓN: 1+000 a 2+000Km									
HUANUCO - AEROPUERTO					UNIDAD DE MUESTREO : UM04									
REALIZADO POR:TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL					AREA DE LA UNIDAD: 246 M2									
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA						
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2									
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2									
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	16. Desplazamiento	m2									
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2									
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2									
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2									
7. Grieta de borde	m													
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTERV. DE UNIDEM.	NUMERO MAXIMO DE VD									
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 7$		$i = \frac{N}{n} = 1$					$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				
Medium	Media	M												
high	Alta	H												
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES														
86-100	EXCELENTE													
71-85	MUY BUENO													
56-70	BUENO													
41-55	REGULAR													
26-40	POBRE													
11-25	MUY POBRE													
0-10	FALLADO													
TOTAL		BAJA (L)				5.1								
		MEDIA (M)		0.7		6.1		0						
		ALTA (H)		3.3		15.7		0						

CALCULO DEL PCI									
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q)				
1	M	0.7	0.3%	12	Valor deducido más alto = 33 Número máximo de VD (m) = 7.15				
1	H	3.3	1.4%	32					
4	M	15.7	6.5%	33					
7	M	6.1	2.5%	5.5					
10	L	5.1	2.1%	2.5					
11	M	6.97	2.9%	17					
NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	33	32	17	12	5.50	0.375	99.875	6	48
2	33	32	17	12	5.50	2	101.5	5	52
3	33	32	17	12	2	2	98	4	58
4	33	32	17	2	2	2	88	3	58
5	33	32	2	2	2	2	73	2	54
6	33	2	2	2	2	2	43	1	45
								Max.VDC	58
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)							$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$ PCI = 42		
CONDICION DEL PAVIMENTO							REGULAR		

Como se muestra en la tabla Excel evaluada se obtuvo un valor de los valores deducidos preliminares de 12, 32, 33, 5.5, 2.5, 17 obtenidos de los respectivos ábacos que se van a mostrar en los anexos del presente trabajo de investigación, con estos valores se procedió a encontrar los valores deducidos corregidos haciendo todo un análisis que se muestra en la figura del Excel con estos valores deducidos se obtiene un valor deducido máximo que vendría a ser 58, con lo que se obtiene un PCI de 42, llegando a una condición de pavimento regular, con lo que se va a tener que intervenir con la mejora con la unidad encargada de la región Huánuco.

Tramo 5

La unidad de muestra U5 tiene 400.00 m² y pertenece al tramo 1 de la vía Huánuco Aeropuerto. No presenta cambios de sección.

Las grietas longitudinales y transversales, los parches, los baches, los desniveles de los carriles/bermas y los surcos se encontraban entre las fallas con un grado de severidad alto y medio. Ver tabla 5.5.

Los parches, los baches, los desniveles de los carriles o bermas y las grietas longitudinales y transversales son las fallas más significativas en el deterioro del pavimento. También se tiene en cuenta la descamación porque afecta a casi toda la unidad de muestra, incluyendo el parche de severidad media y las fisuras longitudinales y transversales.

Las fallas encontradas en el presente tramo fueron primeramente las grietas longitudinales y transversales teniendo un grado de severidad de alta con lo que en resumen se llega a un número que es de 50.6, la otra falla encontrada viene a ser los parches que se encontraron con un nivel de severidad alta haciendo un total entre ambos de 36.48, la otra falla encontrada es la de baches que se presentaron en un nivel de severidad media teniéndose un total de 3, la otra falla que se encontró fue la de desnivel carril/berma teniendo un nivel de severidad media haciendo un total de 4 y por último la falla que se encontró en el tramo y la sección dada fue la de ahuellamiento con un nivel de severidad de media con lo que se va a encontrar un nivel de 2.5.

Figura 16.

Análisis del tramo 5.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI												
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL												
LUGAR: HUANUCO - AEROPUERTO					SECCIÓN: 2+000 a 2+500 Km							
FECHA 2022					UNIDAD DE MUESTREO : UM05							
REALIZADO POR: TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL					AREA DE LA UNIDAD: 400.00 M2							
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA				
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2							
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2							
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	16. Desplazamiento	m2							
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2							
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2							
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2							
7. Grieta de borde	m											
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD							
Low	Baja	L	$n = \frac{N \cdot x \cdot \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \cdot x \cdot (N-1) + \sigma^2} = 7$	$i = \frac{N}{n} = 1$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$							
Medium	Media	M										
high	Alta	H										
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
86 - 100	EXCELENTE		10		11		13		9		15	
71 - 85	MUY BUENO		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
56 - 70	BUENO		40	H	33.38	H	3	M	4	M	2.5	M
41 - 55	REGULAR		10.6	H	3.1	H						
26 - 40	POBRE											
11 - 25	MUY POBRE											
0 - 10	FALLADO											
TOTAL	BAJA (L)						3		4		2.5	
	MEDIA (M)											
	ALTA (H)		50.6		36.48							
CALCULO DEL PCI												
Tipo de daño	Severidad		Total		Densidad (%)		valor deducido		Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 348 Número máximo de VD (m) = 5.8			
10	H		50.6		12.7%		38					
11	H		36.48		9.1%		48					
13	M		3		0.8%		29					
9	M		4		1.0%		32					
15	M		2.5		0.6%		13					
NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC			
1	48	38	29	32	13.00	2	162	6	76			
2	48	38	29	32	13.00	2	162	5	88			
3	48	38	29	32	2	2	151	4	51			
4	48	38	29	2	2	2	121	3	65			
5	48	38	2	2	2	2	94	2	54			
6	48	2	2	2	2	2	58	1	58			
								Max.VDC	88			
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)							$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$					
							PCI = 12					
CONDICION DEL PAVIMENTO							MUY POBRE					

Lo que la hoja Excel nos permitió analizar fue los valores deducidos encontrados en la presente muestra fueron 38, 48, 29, 32 y 13 todos estos obtenidos de los ábacos que se van a mostrar en los anexos, con estos valores se procedió a hallar los valores deducidos corregidos que se muestra en un abaco final la cual también va a estar en los anexos, con estos se obtuvo un valor máximo del valor deducido corregido que se encontró en 88, con estos se procedió a hallar el PCI y con ello se obtuvo un valor de 12 donde de acuerdo a la tabla dada se obtiene que pertenece a una condición de pavimento muy pobre. Por lo que se va a requerir la intervención de un órgano de la región Huánuco para mejorar ello.

Tramo 6

Entre las unidades de muestra U6 se mantiene la misma sección de la vía, ya que es una carretera por lo que no hay variación en las secciones dadas.

Para la muestra u6 se tiene un área de 352 m², esto es para el análisis general de toda la vía con lo que se tuvo que hacer un análisis de toda la sección como se estaba haciendo anteriormente, las fallas encontradas en el presente tramo fueron grietas longitudinales y transversales, los baches, desnivel carril/berma, ahuellamiento y parches.

La falla que se encontró en la sección tomada como muestra fueron primeramente la 10 que corresponde a grietas longitudinales y transversales de una severidad baja de una cantidad de 7 y una severidad media de 30, también se encontró un nivel de severidad baja de lo que corresponde a la falla de los baches que se dieron en algunos puntos del tramo analizado, lo otro que se analizó fue la falla 9 que corresponde a desnivel carril berma cuya nivel de severidad es alta con un valor de 4.5, seguidamente lo que se encontró fue la falla de ahuellamiento con un nivel de severidad baja teniendo a un 2.1, por último lo que se tuvo fue la falla de los parches cuyo nivel de severidad fue de media, con lo que se obtuvo un total de 4.5 según lo que se midió en el campo para el análisis respectivo de las distintas fallas dadas en la sección que se tomó como muestra.

Figura 17.

Análisis del tramo 6.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI									
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL									
LUGAR: HUANUCO - AEROPUERTO					SECCIÓN: 2+500 a 3+000 Km				
FECHA: 2022					UNIDAD DE MUESTREO : UM06				
REALIZADO POR: TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL					AREA DE LA UNIDAD: 352 M2				
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA	
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2				
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2				
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	16. Desplazamiento	m2				
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2				
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2				
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2				
7. Grieta de borde	m								
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA		INTERV. DE UNIDEM.	NUMERO MAXIMO DE VD			
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 7$		$i = \frac{N}{n} = 1$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
Medium	Media	M							
high	Alta	H							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
86 - 100	EXCELENTE		10	13	9	15	11		
71 - 85	MUY BUENO		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.
56 - 70	BUENO		7 L	2 L	4.5 H	2.1 L	4.5 M		
41 - 55	REGULAR		30 M						
26 - 40	POBRE								
11 - 25	MUY POBRE								
0 - 10	FALLADO								
TOTAL	BAJA (L)		7	2			2.1		
	MEDIA (M)		30					4.5	
	ALTA (H)					4.5			

CALCULO DEL PCI										
Tipo de daño	Severidad		Total		Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q)			
10	L		5.04		1.4%	0	Valor deducido más alto = 8 Número máximo de VD (m) = 9.45			
10	M		3.2		0.9%	3				
13	L		8.4		2.4%	9				
9	H		4.5		1.3%	2				
15	L		2.1		0.6%	5				
11	M		4.5		1.3%	8				
					0.0%					
NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	9	8	5	3	2.00	0	27	6	12	
2	9	8	5	3	2.00	2	29	5	12	
3	9	8	5	3	2	2	29	4	12	
4	9	8	5	2	2	2	28	3	15	
5	9	8	2	2	2	2	25	2	18	
6	9	2	2	2	2	2	19	1	22	
								Max.VDC	22	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)							$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$			
							PCI = 78			
CONDICION DEL PAVIMENTO							MUY BUENO			

En la tabla analizada se encontró que los valores deducidos son de 0, 3,9,2,5,8 lo cual se obtuvieron de los ábacos que se nos da lo cual se va adjuntar en los anexos, con lo cual se tuvo que hacer un recalcu lo que se va a obtener los valores deducidos corregidos los cuales en este caso fueron de 12, 12, 12, 15, 18, 22 con lo cual el valor deducido corregido máximo fue de 22 con lo que el pci hallado será de 78 con lo cual se llega a la conclusión que la condición del pavimento será de muy bueno con lo que no va a requerir ninguna intervención.

Tramo 7

Entre las unidades de muestra U7 se mantiene la misma sección de la vía, ya que es una carretera por lo que no hay variación en las secciones dadas.

Para la muestra u6 se tiene un área de 313.16 m², esto es para el análisis general de toda la vía con lo que se tuvo que hacer un análisis de toda la sección como se estaba haciendo anteriormente, las fallas encontradas en el presente tramo fueron la piel de cocodrilo, grieta de borde, grietas longitudinales y transversales, baches y ahuellamiento.

Según lo que se encontró en la sección analizada como muestra se tiene diversas fallas entre lo que se encuentran la falla 1 conocido como piel de cocodrilo con un nivel de severidad media haciendo un número de 19.84, seguidamente se tiene la siguiente falla que viene a ser lo que es la grieta de borde con un nivel de severidad alta que equivale a 11.8, la decima falla que se presenta es la grieta longitudinal y transversal con un nivel de severidad de baja equivaliendo aun número de 30, también se presenta la falla de baches que se presentan en varios puntos de la sección dada, con un nivel de severidad de media equivalente a 5 y el nivel de severidad alta con un número establecido de 8, con lo que finalmente se tiene una falla denominada ahuellamiento con un nivel de severidad de media obteniéndose un número de 5, con lo cual se concluiría el análisis de la presente muestra.

Figura 18.

Análisis del tramo 7.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI												
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL												
LUGAR: HUANUCO - AEROPUERTO					SECCIÓN: 3+000 a 3+500Km							
FECHA: 2022					UNIDAD DE MUESTREO : UM07							
REALIZADO POR:TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL					AREA DE LA UNIDAD: 313.16 M2							
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA				
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2							
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2							
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	16. Desplazamiento	m2							
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2							
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2							
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2							
7. Grieta de borde	m											
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNIDEM.	NUMERO MAXIMO DE VD							
Low	Baja	L	$n = \frac{N x \sigma^2}{\frac{e^2}{4} x (N-1) + \sigma^2} = 7$	$i = \frac{N}{n} = 1$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$							
Medium	Media	M										
high	Alta	H										
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
86 - 100	EXCELENTE		1		7		10		13		15	
71 - 85	MUY BUENO		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
56 - 70	BUENO		19.84	M	11.8	H	30	L	5	M	5	M
41 - 55	REGULAR								8	H		
26 - 40	POBRE											
11 - 25	MUY POBRE											
0 - 10	FALLADO											
TOTAL	BAJA (L)						30					
	MEDIA (M)		19.84						5		5	
	ALTA (H)				11.8						8	

CALCULO DEL PCI										
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 58 Número máximo de VD (m) = 4.86					
1	M	19.84	6.3%	42						
7	H	11.8	3.8%	12						
10	L	30	9.6%	4						
13	M	5	1.6%	30						
13	H	8	2.6%	90						
15	M	5	1.6%	45						
NRO	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	90	42	30	45	4.00	10.32	8.2	229.52	6	58
2	90	42	30	45	4.00	2	2	215	5	56
3	90	42	30	45	2.00	2	2	213	4	54
4	90	42	30	2	2	2	2	170	3	52
5	90	42	2	2	2	2	2	142	2	48
6	90	2	2	2	2	2	2	102	1	44
									Max.VDC	58
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)								$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$ PCI = 42		
CONDICION DEL PAVIMENTO								REGULAR		

Haciendo un análisis a la hoja Excel presentada se obtuvo un a sumatoria de acuerdo a la cantidad mencionada con lo que finalmente se procedió a hacer un análisis de los resultados obtenidos, con lo que inicialmente se empezó a hallar los valores deducidos para cada tipo de falla, los valores deducidos obtenidos fueron de 42, 12, 4, 30, 90, y 45 de acuerdo a los ábacos que se van a adjuntar en los anexos, con estos valores obtenidos se procedió a hallar los valores deducidos corregidos , de acuerdo al ábaco que también se va a adjuntar en la parte final en lo que corresponde a los anexos. Con este ábaco se encontró los valores de 58, 56, 54, 52, 48 y 44 por lo que se va a obtener un valor deducido máximo que corresponde a 58 con lo que la condición del pavimento va a ser de regular.

Tramo 8

Entre las unidades de muestra U8 se mantiene la misma sección de la vía, ya que es una carretera por lo que no hay variación en las secciones dadas.

Para la muestra u6 se tiene un área de 480 m², esto es para el análisis general de toda la vía con lo que se tuvo que hacer un análisis de toda la sección como se estaba haciendo anteriormente, las fallas encontradas en el presente tramo fueron la piel de cocodrilo, grieta de borde, grietas longitudinales y transversales, baches y parches.

En el presente cuadro se va a presentar distintos tipos de falla que fueron primeramente la falla piel de cocodrilo con un nivel de severidad media ascendiendo a 13, luego se tuvo que tener una falla 7 que corresponde a grieta de borde con un nivel de severidad alta teniendo como el valor a 12, luego se tiene la falla número 10 que correspondiente a un nivel de severidad de baja con un número establecido de 25, luego se presentan las fallas en lo que corresponde a la falla 13 que se denomina como baches, en los que se reconozca que el nivel de severidad es de media teniendo como numero al 6 y también se tiene un nivel de severidad alta con lo que se va a tener un numero de 10, con esto se tiene que hacer un resumen de toda el área mostrada.

Figura 19.

Análisis del tramo 8.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI											
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL											
LUGAR: HUANUCO - AEROPUERTO					SECCIÓN: 3+500 a 4+000Km						
FECHA: 2022					UNIDAD DE MUESTREO : UM08						
REALIZADO POR:TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL					AREA DE LA UNIDAD: 480 M2						
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA			
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2						
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2						
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	16. Desplazamiento	m2						
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2						
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2						
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2						
7. Grieta de borde	m										
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA		INTERV. DE UNIDEM.		NUMERO MAXIMO DE VD				
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2} = 7$		$i = \frac{N}{n} = 1$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				
Medium	Media	M									
high	Alta	H									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
86 - 100	EXCELENTE										
71 - 85	MUY BUENO										
56 - 70	BUENO										
41 - 55	REGULAR										
26 - 40	POBRE										
11 - 25	MUY POBRE										
0 - 10	FALLADO										
		1		7		10		13		11	
		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
		13	M	12	H	25	L	3	M	6	M
								4	H	10	H
TOTAL		BAJA (L)				25					
		MEDIA(M)		13				3		6	
		ALTA(H)				12		4		10	
CALCULO DEL PCI											
Tipo de daño	Severidad		Total		Densidad (%)		valor deducido		Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 70 Número máximo de VD (m) = 3.75		
1	M		13		2.7%		30				
7	H		12		2.5%		12				
10	L		25		5.2%		5				
13	M		8		1.7%		38				
13	H		12		2.5%		70				
11	M		10		2.1%		12				
11	H		14		2.9%		28				
NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDT		q	VDC		
1	70	38	30	21			159	4	en el presente		
2	70	38	30	2			140	3	92		
3	70	38	2	2			112	2	80		
4	70	2	2	2			76	1	76		
								Max.VDC	92		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)								$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$ PCI = 8			
CONDICION DEL PAVIMENTO								FALLADO			

Según la hoja Excel que se analizó primeramente a analizar los niveles de severidad que van a variar desde 30, 12, 5, 38, 70, 12, 12 y 28, con estos valores se tuvo que hacer un análisis de los distintos datos con los que se va a obtener los valores deducidos corregidos con el ábaco final la cual se va a adjuntar en los anexos finales del presente trabajo, con estos valores se tuvo que hallar el valor de severidad máximo que viene a ser de 92 con lo que se va a encontrar la condición del pavimento a fallado, por lo que se va requerir la intervención por parte de ente encargado en la región Huánuco.

Tramo 9

Entre las unidades de muestra U9 se mantiene la misma sección de la vía, ya que es una carretera por lo que no hay variación en las secciones dadas.

Para la muestra u9 se tiene un área de 416 m², esto es para el análisis general de toda la vía con lo que se tuvo que hacer un análisis de toda la sección como se estaba haciendo anteriormente, las fallas encontradas en el presente tramo fueron la piel de cocodrilo, parches, ahuellamiento y baches.

Se va a hacer un análisis de las fallas presentadas en el presente tramo, con lo que se van a iniciar con la falla número 1 que corresponde a la piel de cocodrilo con un nivel de severidad de media teniendo un numero de 4, seguidamente se realizó con el análisis del tramo elegido con lo que se va a encontrar la falla 11 correspondiente a los parches, en esta falla el nivel de severidad es de 8 con una intensidad de alta, continuado se tubo la falla numero 15 correspondiente a ahuellamiento con una severidad baja con lo que se va a encontrar un nivel de 5 y finalmente la falla encontrada fue la numero 13 lo que corresponde a los baches en donde se tuvo dos niveles de severidad que vienen a ser la media con una de 3 y la alta con una severidad de 4.

Figura 20.

Análisis el tramo 9.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI										
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL										
LUGAR: HUANUCO - AEROPUERTO					SECCIÓN: 4+000 a 4+500Km					
FECHA: 2022					UNIDAD DE MUESTREO : UM09					
REALIZADO POR:TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL					AREA DE LA UNIDAD: 416 M2					
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA		
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2					
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2					
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	16. Desplazamiento	m2					
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2					
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2					
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2					
7. Grieta de borde	m									
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNIDEM.	NUMERO MAXIMO DE VD					
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 7$	$i = \frac{N}{n} = 1$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
high	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
86 - 100	EXCELENTE		1	11	15	13				
71 - 85	MUY BUENO		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.		
56 - 70	BUENO		4	M	8	H	5	L	3	M
41 - 55	REGULAR								4	H
26 - 40	POBRE									
11 - 25	MUY POBRE									
0 - 10	FALLADO									
BAJA (L)						5				
CALCULO DEL PCI										
Tipo de daño	ALTA(H) Severidad	Total	8	Densidad (%)	valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 52 Número máximo de VD (m) = 5.41				
1	M	4		1.0%	22					
11	H	8		1.9%	23					
15	L	5		1.2%	10					
13	M	3		0.7%	25					
13	H	4		1.0%	52					
NRO	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	52	25	23	22	10			132	5	70
2	52	25	23	22	2			124	4	78
3	52	25	23	2	2			104	3	68
4	52	25	2	2	2			83	2	63
5	52	2	2	2	2			60	1	62
								Max.VDC	78	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)								$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$		
								PCI=	22	
CONDICION DEL PAVIMENTO								MUY POBRE		

Con el procesamiento de los datos mostrados en la figura se muestra los distintos valores deducidos obtenidos de los ábacos que se van a adjuntar en la parte de los anexos del presente tesis, los valores deducidos obtenidos fueron, 22, 23, 10, 25 y 52, con estos valores se procedió a hacer un cálculo para hallar el valor deducido corregido para lo cual se tuvo que hacer un cálculo obteniendo los valores deducidos corregidos que fueron 70, 78, 68, 63 y 62 con esto se tuvo que hallar el máximo valor deducido obteniéndose un numero de 78 con lo cual se halló el PCI que equivale a 22 dándonos así la condición del pavimento a muy pobre estos se obtuvo del cuadro establecido. Como el pavimento se encuentra en un estado muy pobre va a requerir la intervención de las autoridades competentes en la región Huánuco.

Tramo 10

Entre las unidades de muestra U10 se mantiene la misma sección de la vía, ya que es una carretera por lo que no hay variación en las secciones dadas.

Para la muestra u10 se tiene un área de 416 m², esto es para el análisis general de toda la vía con lo que se tuvo que hacer un análisis de toda la sección como se estaba haciendo anteriormente, las fallas encontradas en el presente tramo fueron la piel de cocodrilo, abultamiento y hundimiento, baches y ahuellamiento.

Para iniciar el presente grupo a evaluar se inició por identificar los las fallas más representativas que se encontraron en el presente servicio vamos a iniciar por la falla número 1 que corresponde a la falla piel de cocodrilo que tiene tres tipos de acuerdo a su orden de severidad como vienen a ser primeramente se va a iniciar con la severidad baja con un numero correspondiente a 4, luego con la severidad media con un numero de 8 y por ultimo con la severidad alta con un numero de 15, todos estos encontrados en la sección del pavimento analizado, seguidamente se procedió al análisis del pavimento encontrándose la falla 4 que corresponde a abultamiento y hundimiento esto tiene una severidad baja con un numero de 4, seguidamente se va a tener una falla 13 que corresponde a una falla de baches en esta se analiza un solo punto con una severidad baja obteniéndose 5 y por ultimo lo que se encontró en el pavimento estudiado fue la falla número 15 que

corresponde a ahuellamiento con una severidad media con un numero de 3, el otro fue la de nivel alto con un total de 8, haciéndose así el total de las fallas dadas en los pavimentos, estudiados en la presente muestra.

Figura 21.

Análisis del tramo 10.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI										
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL										
LUGAR: HUANUCO - AEROPUERTO					SECCIÓN: 4+500 a 5+000Km					
FECHA: 2022					UNIDAD DE MUESTREO : UM09					
REALIZADO POR:TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL					AREA DE LA UNIDAD: 416 M2					
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA		
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2					
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2					
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	16. Desplazamiento	m2					
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2					
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2					
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2					
7. Grieta de borde	m									
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNIDEM.	NUMERO MAXIMO DE VD					
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 7$	$i = \frac{N}{n} = 1$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
high	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
86 - 100	EXCELENTE		1		4		13		15	
71 - 85	MUY BUENO		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
56 - 70	BUENO		4	L	4	L	5	L	3	M
41 - 55	REGULAR		8	M					8	H
26 - 40	POBRE		15	H						
11 - 25	MUY POBRE									
0 - 10	FALLADO									
TOTAL	BAJA (L)		4		4		5			
	MEDIA(M)		8					3		
	ALTA(H)		15					8		

CALCULO DEL PCI										
Tipo de daño	Severidad		Total		Densidad (%)		valor deducido		Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 48 Número máximo de VD (m) = 5.77	
1	L		4		1.0%		10			
1	M		8		1.9%		28			
1	H		15		3.6%		48			
4	L		4		1.0%		3			
5	L		5		1.2%		18			
15	M		3		0.7%		15			
15	H		8		1.9%		35			
NRO	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	48	35	28	18	15	7.7		151.7	6	74
2	48	35	28	18	15	2		146	5	82
3	48	35	28	18	2	2		133	4	76
4	48	35	28	2	2	2		117	3	72
5	48	35	2	2	2	2		91	2	66
6	48	2	2	2	2	2		58	1	58
									Max.VDC	82
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)								$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$ PCI = 18		
CONDICION DEL PAVIMENTO								MUY POBRE		

Con el análisis de estos datos se obtuvo un total 4 fallas las cuales se analizaron, y con ello se obtuvo los valores deducidos que son 10,28, 48, 3, 18, 15 y 35 los cuales se obtienen de los ábacos que se van a adjuntar en los anexos de la tesis, con el procesamiento de estos valores obtenidos se va a calcular el valor deducido corregido alcanzándose los siguientes valores 74, 82, 76, 72, 66, y 58 de lo cual se obtiene que el máximo valor deducido es de 82 con lo cual se va a calcular la condición del pavimento que va a ser de muy pobre, por lo que se va a requerir que un organismo encargado de la región Huánuco haga su intervención.

Tramo 11

Entre las unidades de muestra U11 se mantiene la misma sección de la vía, ya que es una carretera por lo que no hay variación en las secciones dadas.

Para la muestra u10 se tiene un área de 512 m², esto es para el análisis general de toda la vía con lo que se tuvo que hacer un análisis de toda la

sección como se estaba haciendo anteriormente, las fallas encontradas en el presente tramo fueron la piel de cocodrilo, abultamiento y hundimiento, baches y ahuellamiento.

Las fallas encontradas en el presente tramo fueron de variadas niveles de severidad como son la primera que se encontró fue la de piel de cocodrilo, con una severidad baja y un numero de 6, el siguiente que se encontró fue la falla 4 que corresponde a abultamiento y hundimiento con un nivel de severidad baja tomándose un numero de 5, luego se tuvo la falla 13 que corresponde a la falla de los baches con un nivel de severidad baja con un numero de 5 y por último la falla que se da en la sección analizada es la de ahuellamiento con una severidad media teniendo como numero el 12, con estas 4 fallas se analizó el tramo de muestra.

Figura 22.

Análisis del tramo 11.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI										
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL										
LUGAR: HUANUCO - AEROPUERTO					SECCIÓN: 5+000 a 6+000Km					
FECHA: 2022					UNIDAD DE MUESTREO : UM09					
REALIZADO POR:TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL					AREA DE LA UNIDAD: 512 M2					
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA		
1. Piel de cocodrilo	m2	8. Grieta de reflexión de junta	m	14. Cruce de Vía férrea	m2					
2. Exudación	m2	9. Desnivel Carril/Berma	m	15. Ahullamiento	m2					
3. Agrietamiento en bloque	m2	10. Grietas Longitudinales y Transversales	m2	16. Desplazamiento	m2					
4. Abultamientos y hundimientos	m2	11. Parches	m2	17. Grietas parabólicas	m2					
5. Corrugación	m2	12. Pulimiento de agregados	m2	18. Hinchamiento	m2					
6. Depresión	m2	13. Baches	N°	19. Desprendimiento de agregados	m2					
7. Grieta de borde	m									
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERV. DE UNIDEM.	NUMERO MAXIMO DE VD					
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times x(N-1) + \sigma^2} = 7$	$i = \frac{N}{n} = 1$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
high	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
86 - 100	EXCELENTE		1		4		13		15	
71 - 85	MUY BUENO		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
56 - 70	BUENO		6	L	5	L	5	L	12	M
41 - 55	REGULAR									
26 - 40	POBRE									
11 - 25	MUY POBRE									
0 - 10	FALLADO									
TOTAL	BAJA (L)		6		5		5			
	MEDIA(M)		0					12		
	ALTA(H)		0					0		

4.4. Resultados de la Constatación de hipótesis

Tabla 3

Condición del pavimento

UNIDAD DE MUESTRA	TRAMO	AREA M2	PCI	ESTADO
UM1	0+000 a 0+200Km	336	30	POBRE
UM2	0+200 a 0+600Km	320	25	MUY POBRE
UM3	0+600 a 1+000Km	304	16	MUY POBRE
UM4	1+000 a 2+000 Km	246	42	REGULAR
UM5	2+000 a 2+500 Km	400	12	MUY POBRE
UM6	2+500 a 3+000 Km	352	78	MUY BUENO
UM7	3+000 a 3+500Km	313.16	42	REGULAR
UM8	3+500 a 4+000Km	480	6	FALLADO
UM9	4+000 a 4+500Km	416	22	MUY POBRE
UM10	4+500 a 5+000Km	416	18	MUY POBRE
UM11	5+000 a 6+000Km	512	24	MUY POBRE
INDICADOR GLOBAL DEL PAVIMENTO		4095.16	28.64	POBRE

Nota. Elaboración propia

Análisis e interpretación.

Primeramente, se realizó la cuantificación del total de muestras dadas en el desarrollo del proyecto y con ello se llegó al resumen general cuyos datos se muestran en la imagen de la tabla 3, con ello se llegó a un puntaje global del

valor indicado para el pavimento, el área total del proyecto y con ello se realizó el cálculo del promedio del PCI y con los valores dados del estado se sacó una promedio llegando a la conclusión de que se tiene un pavimento en estado pobre por lo que se requiere su mantenimiento.

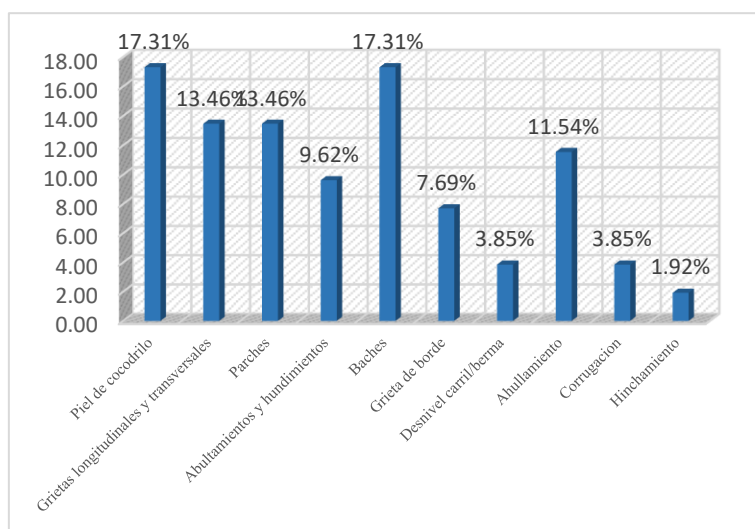
Tabla 4.

Tipos de fallas en la vía carretera al aeropuerto

TIPO DE FALLA	FRECUENCIA
Piel de cocodrilo	17.31
Grietas longitudinales y transversales	13.46
Parches	13.46
Abultamientos y hundimientos	9.62
Baches	17.31
Grieta de borde	7.69
Desnivel carril/berma	3.85
Ahullamiento	11.54
Corrugacion	3.85
Hinchamiento	1.92
	100.00

Nota. Elaboración propia

Figura 23.



Análisis e interpretación.

En respuesta al primer objetivo específico, esta pregunta se obtiene lo siguiente que las fallas más comunes son la piel de cocodrilo que en frecuencia se suma a 17.1%, la siguiente falla que se encontró son las grietas longitudinales y transversales cuya suma en valor es de 13.46%, lo mismo para los parches es de 13.46%, los baches tienen una frecuencia de 17.31%, los otros tipos de fallas responden a menores porcentajes de presentación, teniendo al Hinchamiento con el porcentaje mínimo el 1.92%

Tabla 5.

Severidad de fallas en los tramos de la vía Huánuco al aeropuerto

TRAMO	BAJO	MEDIO	ALTO
T1	1	3	4
T2	2	3	2
T3	0	3	2
T4	1	4	1
T5	0	3	2
T6	3	2	1
T7	1	3	2
T8	1	3	3
T9	1	2	2
T10	3	2	2
T11	3	1	0
TOTAL	16	29	21

Nota. Elaboración propia

Figura 24.

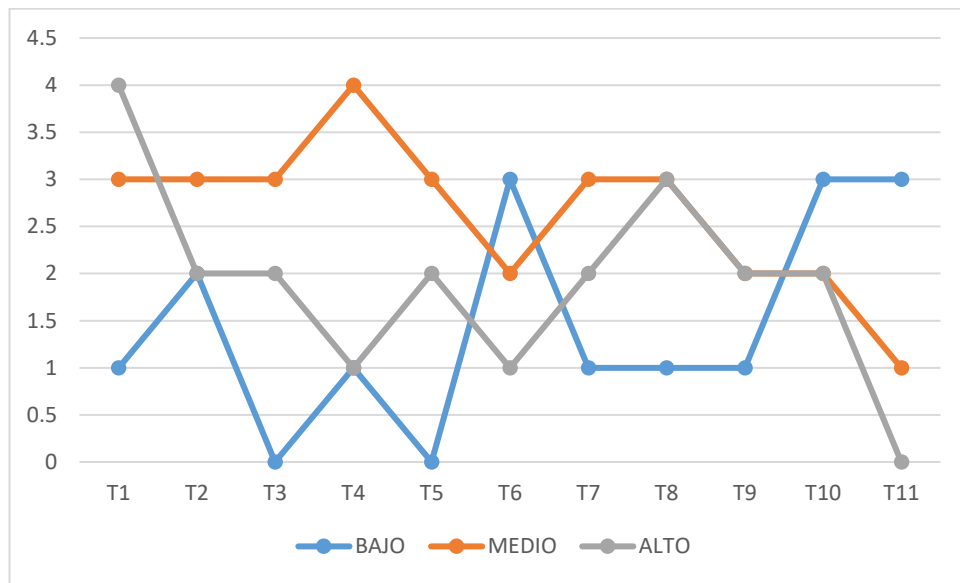


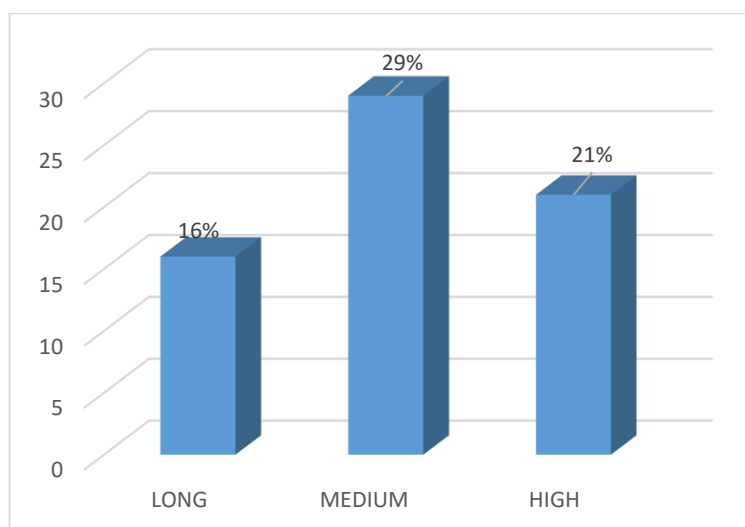
Tabla 6.

Severidad de las fallas de la vía aeropuerto Huánuco

SEVERIDAD	F	%
LONG	16	24.24
MEDIUM	29	43.94
HIGH	21	31.82
TOTAL	66	100

Nota. Elaboración propia

Figura 23.



Análisis e interpretación.

Para hallar la severidad promedio también se hizo un cálculo de todas las muestras tomadas y con ellos se sumó el valor de la severidad que según lo que nos muestra son baja 16 que representa el 24.24%, media de 29 del 43.9% y alta de 21 con un 31.82%, estos indicadores nos responden a que los hallazgos indican que la categoría de severidad media se da de manera más ponderada, siendo este el resultado equivalente al estado de las fallas del pavimento de la vía Huánuco aeropuerto.

Tabla 7.

Extensión de fallas en la carretera aeropuerto Huánuco.

TIPO DE FALLA	TRAMOS DE LA CARRETERA AEROPUERTO HUÁNUCO											TOTAL
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
Piel de cocodrilo	0.87	0.81	3.22	4			19.84	13	4	27	6	78.74
Grietas Longitudinales y Transversales	19.7				50.6	8.24						78.54
Grietas Longitudinales y Transversales	40	66.54		5.1			30	25				166.64
Abultamiento y Hundimiento	4.71		13.6	15.7						4	5	43.01
Grietas de Borde	2			6.1			11.8	12				31.9
Baches	9	2	7		3	8.4	13	20	7		5	74.4
Parches	6.68		9.92	6.97	36.48	4.5		34	8			106.55
Hinchamiento	1.1											1.1
Corrugación			0.5							5		5.5
Desnivel					4	4.5						8.5
Carril/Berma					2.5	2.1	5		5	11	12	37.6
Ahuellamiento												
TOTAL	84.06	69.35	34.24	37.87	96.58	27.74	79.64	104	24	47	28	

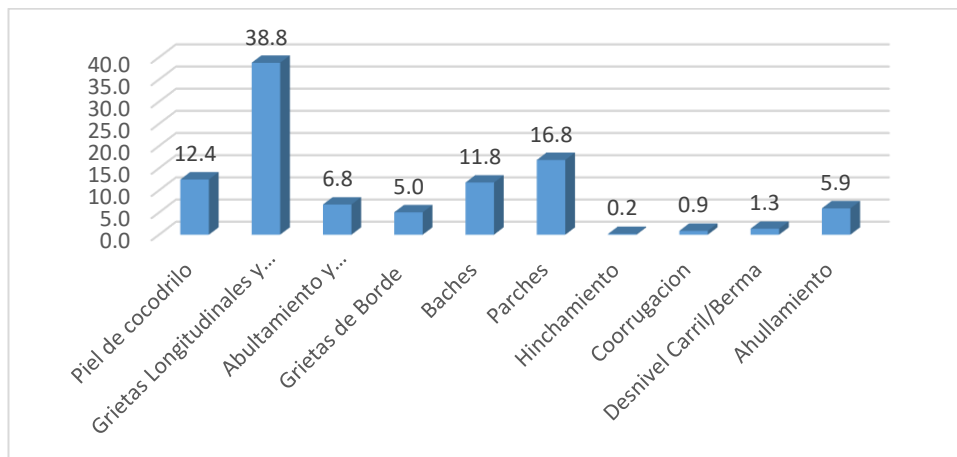
Nota. Elaboración propia

Tabla 8.*Extensión de las fallas del pavimento de la vía Aeropuerto Huánuco*

TIPO DE FALLA	F	%
Piel de cocodrilo	78.74	12.4
Grietas Longitudinales y Transversales	245.18	38.8
Abultamiento y Hundimiento	43.01	6.8
Grietas de Borde	31.9	5.0
Baches	74.4	11.8
Parches	106.55	16.8
Hinchamiento	1.1	0.2
Corrugación	5.5	0.9
Desnivel Carril/Berma	8.5	1.3
Ahullamiento	37.6	5.9
TOTAL	632.48	100

Nota. Elaboración propia

Figura 24.



Análisis e interpretación.

En lo que respecta a la extensión de las fallas se tomó todas las muestras dadas y con ello se halló cuál de ellas tenía la mayor cantidad, llegando a la conclusión de que las grietas longitudinales y transversales eran las que presentan mayor extensión con un 245.18 de metros de longitud lo que representa el 38.8%, seguidamente los parches con 16.8 %, después la piel de cocodrilo con un 12.4% de la extensión de las muestras estudiadas, las demás fallas también presentan extensión pero en menor porcentaje.

V. DISCUSION.

Los datos de estudio de medición de la ingeniería del pavimento de concreto de la ruta Huánuco Aeropuerto, pone de manifiesto la especificidad y la baja capacidad de comparación que se puede desarrollar a nivel de suelos con otros espacios de investigación similares pese a ello los datos arrojados han permitido rebatir la importancia de realizar mediciones constantes a las estructuras que se realizan, pero además estas toman importancia al tratarse de vías principales secundaria que conectan una región de manera directa.

Los datos de la investigación, se han cuantificado de manera a aporte en 11 tramos que tienen sus características propias y que han presentado diferentes debilidades de manera específica, los alcances de nuestra investigación permiten primeras mediciones como son la de Blascos & Pérez (2012), que habia descrito las denilidades del pavimento concreto, encontrando difcultade de deterioro que posteriormente ha planteado en vias de mejora, en ambos casos las acciones posyerioes a la investigacion vienen a concebirse como aporte que permiten la mejora a nivel estructural de las vias.

Cabe indicar que de acuerdo a los avances del tramo se han podido encontrar diferentes significativas en la via, ya que se correlacion de manera directa con algunos problemas geologicos que se han visualizado en las viviendas de la zona, quienes sufren de grietas, las mismas que se dan en el estudio superficial del pavimento, algunos estudios como son el de Ingenieros de Huancavelica, en la que tambien han encontrado un pavimento pobre, al poder estudiar 4km de su via, entendiendo que estos sufren deterioros producto de las condiciones en las que se ve expuesta y el transito al que es sometido.

VI. CONCLUSIONES

El estudio ha permitido estudiar las condiciones del pavimento de la vía Aeropuerto Huanuco en el 2022, de aquí se puede abstraer que se ha podido realizar la medición de 9.75% de la vía, del análisis completo se ha encontrado que se tiene un PCI o valor reducido de 28.64, lo que representa a la categoría de pobre, 5 de los 11 tramos analizados tienen la categoría de muy pobre, solo en 1 oportunidad se ha podido hallar una condición de regular, en las demás oportunidades estos resultados se han orientado por presentar la situación del pavimento, la primera pregunta de investigación y el objetivo queda respondida en la que se pretende conocer las condiciones del pavimento flexible, los datos analizados nos permiten referir que estos se encuentran en la condición de pobre.

En el primer objetivo específicos pretendíamos conocer las fallas que se presentan en la vía, se ha podido identificar 10 fallas de las 19 que se tienen en el listado del PCI, estos se han podido manejar de manera adversa, siendo por ejemplo que los baches y la piel de cocodrilo mantiene un porcentaje de preocupación, aunque estos datos permiten describir, refiere que la incidencia de la condición del pavimento de acuerdo a estos indicadores orienta y guía de que manera se puede insertarlos, además no se puede describir que el ahullamiento, baches y piel de cocodrilo tienen la mayor presencia de porcentaje siendo estos los característicos de la vía en estudio.

El segundo objetivo específicos de la investigación se ha motivado por conocer o describir el nivel de severidad que presenta la vía, esto en base a las principales fallas que se han descrito de manera precedente, el 43.94% se encuentra con un porcentaje de severidad medio, asimismo el 31.82% se encuentra con un deterioro alto, lo que eleva los indicadores para la necesidad de intervención y planes de cambio que permitan mantener la sostenibilidad de la vía.

El tercer objetivo específico ha buscado conocer la extensión de las fallas que caracterizan al pavimento de la vía Aeropuerto a Huanuco, en este apartado el estudio ha permitido que se pueda conocer que las fallas grietas longitudinales y transversales presentan un mayor indicador en la vía con un 38.8%, seguidos de los parches con un 16.8% que mantiene un nivel de participación alto en la extensión de las fallas manifiestas, estos datos revelan la necesidad de intervenir en actividades de mantenimiento e infraestructura de la DRTC Huanuco.

RECOMENDACIONES:

Realizar mediciones de manera frecuente desde las áreas de infraestructura que permitan predecir los daños y deterioros con los que cuenta la vía, esto va a permitir que la intervención en la mejora de las vías se vuelva más eficiente y contribuya con el bienestar de la institución.

Las autoridades generales de la región, y que tienen involucramiento en provías, deben incluir el componente análisis prospectivo de las vías que favorezcan la intervención de manera oportuna para evitar situaciones de inequidad y equilibrada en las vidas de la ruta Aeropuerto Huanuco.

A los futuros ingenieros civiles deben preocuparse por trabajar metodologías que puedan mejorar la intervención en los caminos principales, secundarios, vecinales de las zonas de involucramiento y que requiere gestionarse para poder enrumbar

Las acciones de infraestructura, deben centrarse en la solución del problema de la vía y la forma en como se encuentra interviniendo, los estudiantes de ingeniería requieren proponer medidas de intervención que se centre en la viabilidad de los caminos vecinales.

La asignación de recursos para el mantenimiento de vías es una tarea pendiente en las gestiones sub nacionales, ello requiere injerencia y presencia del colegio de ingenieros para que se de interés a la importancia de tener accesos en buenas condiciones que son claves para el desarrollo del país

REFERENCIAS

- Blascos, & Pérez. (Julio de 2012). Índice de condición del pavimento de la vía Los Hongos - San Francisco - Glorieta, Tunja. Usando las metodologías Vizir y PCI. *USTANTUJA*, 125.
- Cantuarias, L., & Watanabe, J. (2017). *Aplicación del método PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida Camino Real de la urbanización La Rinconada del distrito de Trujillo*. Trujillo, La Libertad, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Cerón, V. (2016). *Evaluación y comparación de metodologías VIZIR y PCI sobre el tramo de vía en pavimento flexible y rígido de la vía: museo Quimbaya – CRQ Armenia Quindío (Pr. 00+000 – Pr. 02+600)*. Manizales, Antioquia, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Granda, C. (2019). *Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca—Yanacancha—Pasco—2018*. Cerro de Pasco, Pasco, Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2013). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- 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*. Lima, Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- MTC. (2018). *Manual de Carrteras: Diseño Geométrico DG 2018*. Lima, Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Muñoz, L. (2018). *Evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 3 de la carretera Interoceánica norte Perú – Brasil aplicando el método PCI*. Trujillo, La Libertad, Perú: Universidad Privada del Norte.
- Ramos, C., & Ramos, R. (2018). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en la vía: Palca – Laimina – Huancavelica*. Huancavelica, Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Sierra, C., & Rivas, A. (2016). *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*. Bogotá, Bogotá, Colombia.

ANEXOS

ANEXO N° I

- Matriz de consistencia

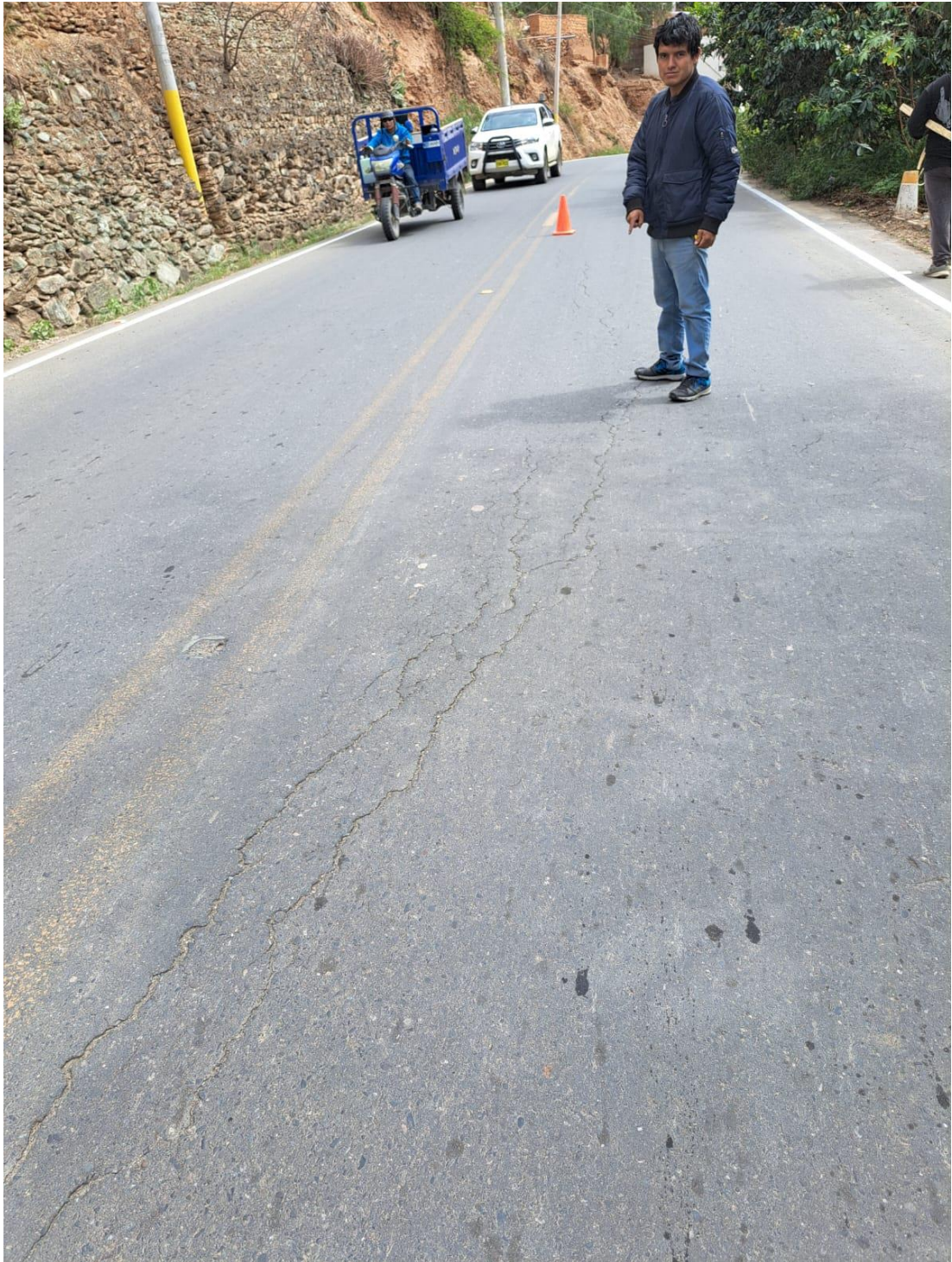
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p>Problema General ¿Cuál es el índice de condición del pavimento flexible de la carretera Huánuco- ¿Aeropuerto 2022, aplicando el método del PCI</p> <p>Problemas Específicos Problema específico N° 1 ¿Cuáles son las clases de fallas en el pavimento flexible de la carretera Huánuco- ¿Aeropuerto 2022, halladas aplicando el método del PCI?</p> <p>Problema específico N° 2 ¿Cuál es la severidad de las fallas en el pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022, Halladas aplicando el método del PCI?</p> <p>Problema específico N° 3 ¿Cuál es la extensión de las fallas del pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022, Halladas aplicando el método del PCI?</p>	<p>Objetivo general Analizar el índice de la condición del pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022, aplicando el método del PCI.</p> <p>Objetivos Específicos Objetivo específico N.º 1 Determinar las clases de fallas en el pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022, aplicando el método del PCI.</p> <p>Objetivo específico N° 2 Determinar la severidad de las fallas en el pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022, aplicando el método del PCI.</p> <p>Objetivo específico N° 3 Determinar la extensión de las fallas del pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022, aplicando el método del PCI.</p>	<p>4Hipótesis General El pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022 se encuentran en inadecuadas condiciones.</p> <p>Hipótesis específicas Hipótesis específica N.º 1 El método del PCI detecta diversos tipos de fallas en el pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022</p> <p>Hipótesis específica N.º 2 El método del PCI indica grandes extensiones de deterioro en el pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022.</p> <p>Hipótesis específica N.º 3 El método del PCI indica alta severidad en las fallas del pavimento flexible de la carretera Huánuco- Aeropuerto 2022.</p>	<p>Condición del pavimento flexible según el método del PCI</p> <p>Tipos de Falla</p> <p>Severidad de las fallas</p> <p>Extension de las fallas.</p>

ANEXO II

FORMATO PCI – 01

METODO PCI				ESQUEMA					
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: _____				Sección: _____		Unidad de muestra: _____			
Ejecutor: _____				Fecha: _____		Área: _____			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica o por deslizamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO

ANEXO 3
REGISTRO FOTOGRAFICO











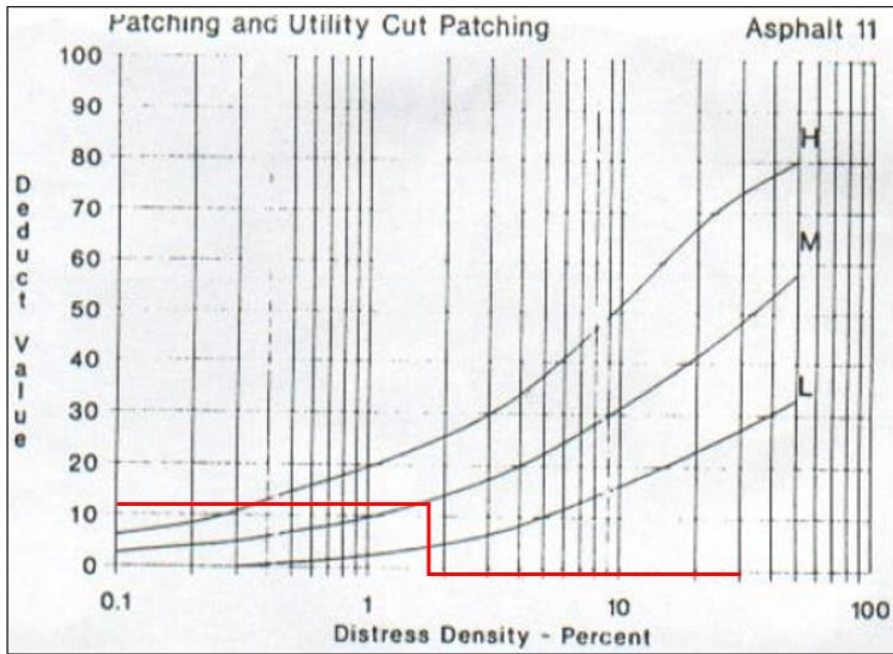




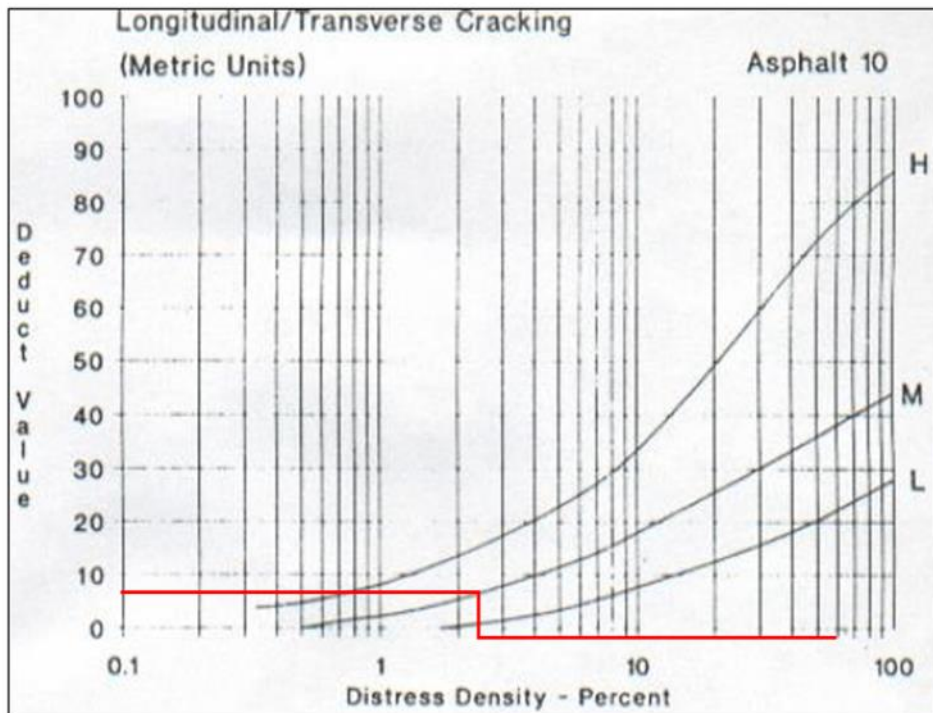


Ábacos

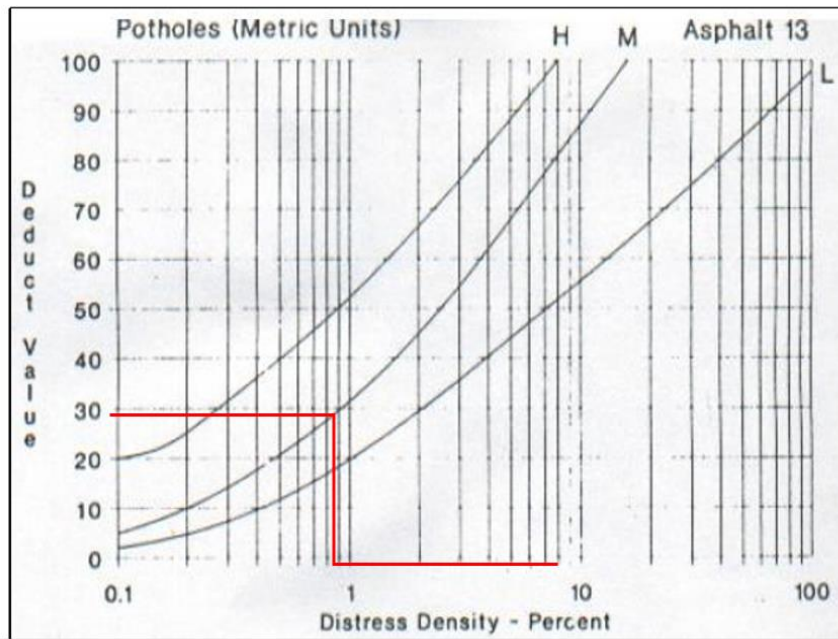
Parches



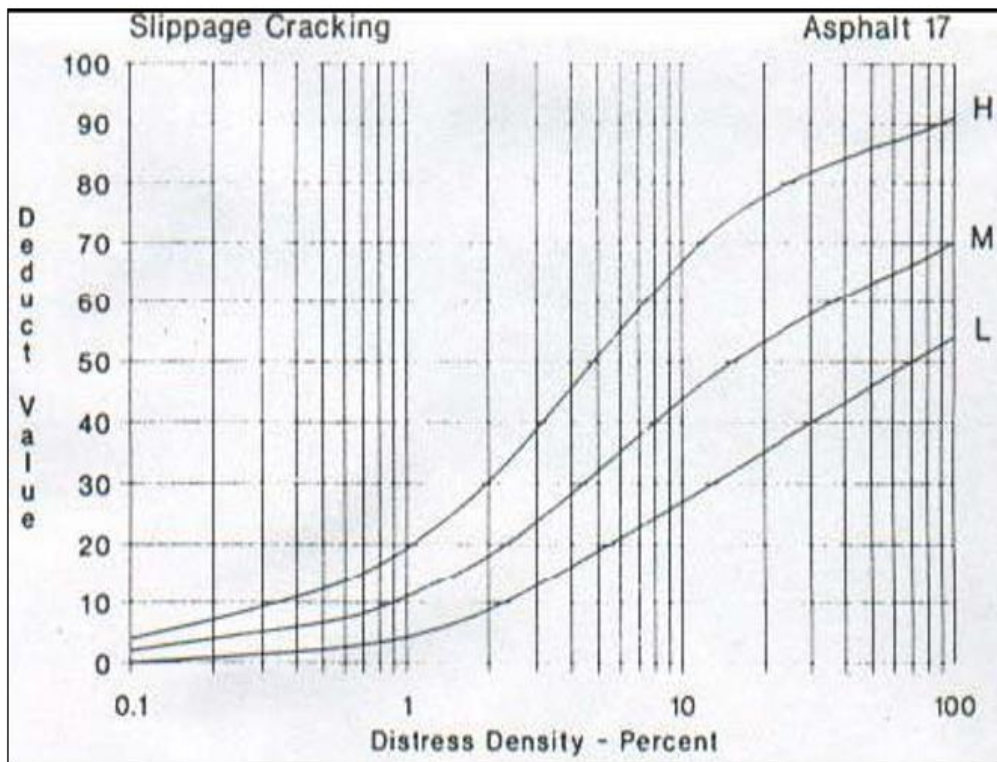
Grietas Longitudinales y Transversales



Baches



Grietas Parabólicas o por deslizamiento



Piel de cocodrilo

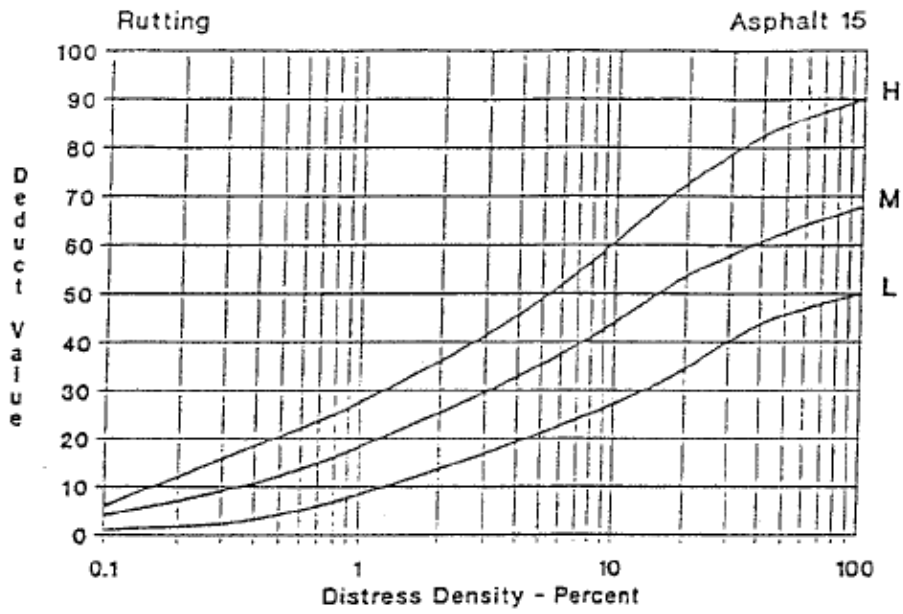
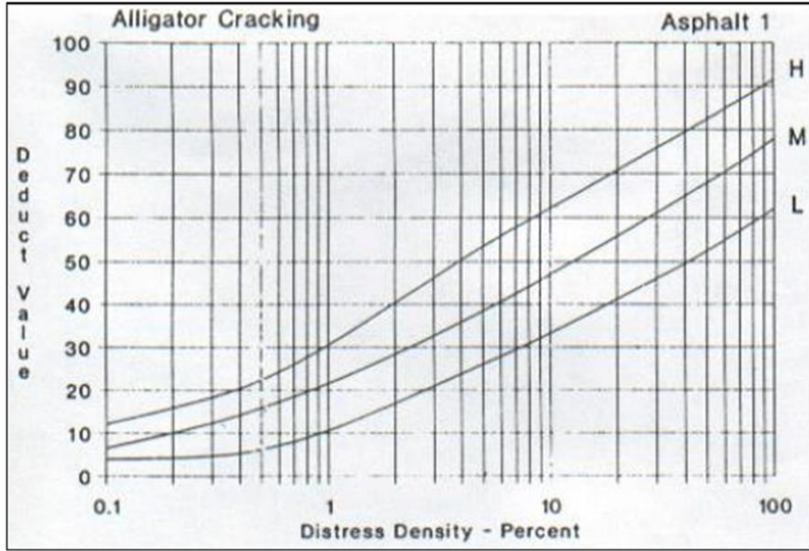
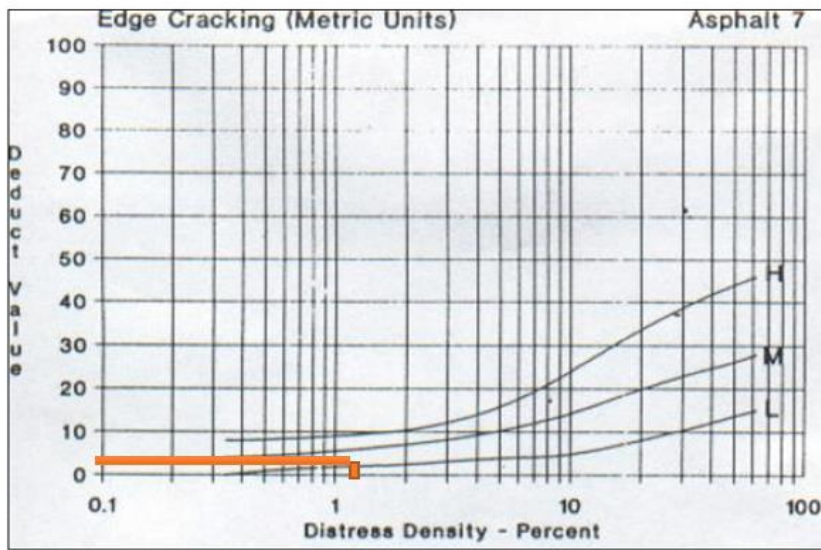
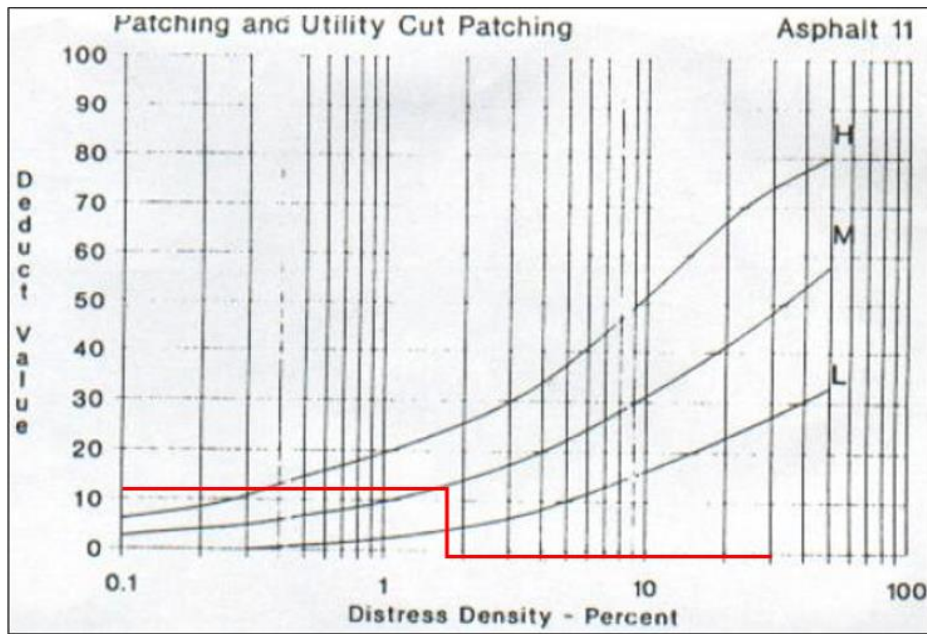


FIG. X3.21 Rutting

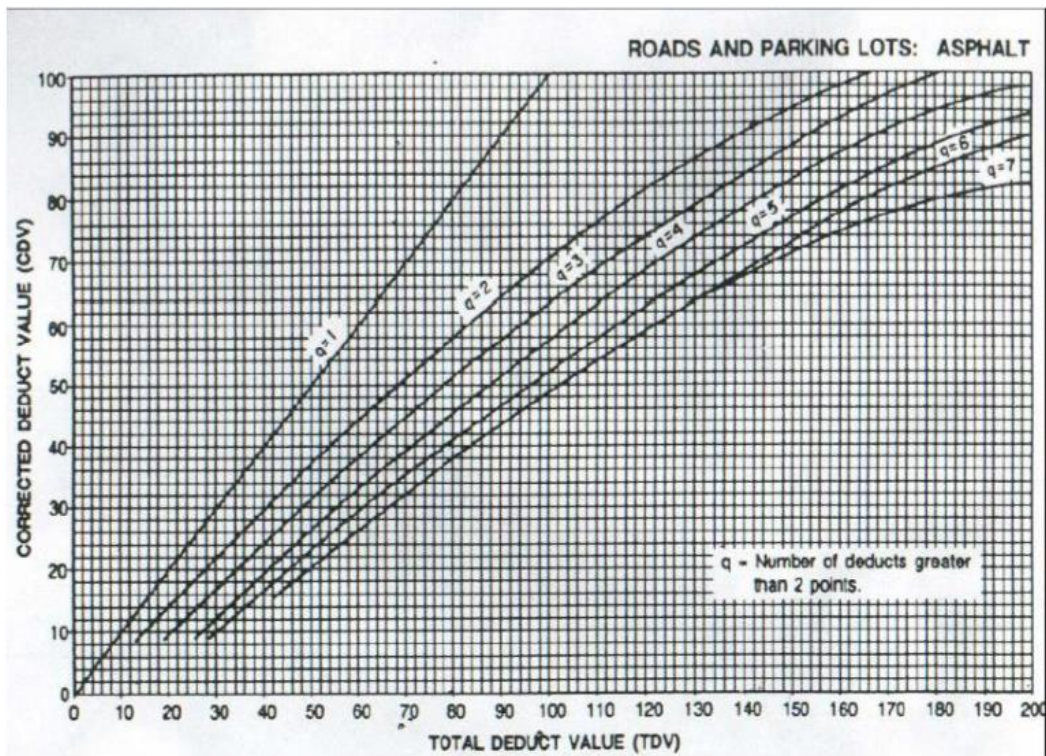
Grieta de borde



Parches



Anexo 4: Curvas de Valor Deducido corregido (CDV)



NOTA BIOGRAFICA



RUSBEL TRUJILLO ALVAREZ, NACIDO UN 14 DE FEBRERO DE 1990 EN EL BARRIO DE LLANCA MAGON, EN LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO DE CHAUPALLGA, EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PABLO DE PILLAO, DISTRITO DE CHINCHAO, PROVINCIA DE HUANUCO Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO, AHORA EL CENTRO POBLADO DE SAN PABLO DE PILLAO ES NUEVO DISTRITO DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO, REALICE MIS ESTUDIO PRIMARIOS EN LA I.E. 33105 SAN PEDRO DE CHAUPALLGA, MIS ESTUDIOS SECUNDARIOS EN LA I. E. JUANA MORENO, Y MIS ESTUDIOS SUPERIORES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN DE HUÁNUCO, ESTUDIANDO LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL, REALIZO TRABAJOS DE INGENIERIA EN TODO LO QUE SE REFIERE A LA INGENIERIA CIVIL, ACTUALMENTE ESTOY LABORANDO DE MANERA INDEPENDIENTE.

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

N°015-2023- DI/FICA

La directora de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

HACE CONSTAR que:

La Tesis titulada “**APLICACIÓN DEL METODO DEL PCIE EN LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUÁNUCO- AEROPUERTO 2022**” del (os) Bachiller (s) en Ingeniería civil, **RUSBEL TRUJILLO ÁLVAREZ**, cuenta con un índice de similitud del 33 % verificable en el Reporte de Originalidad del software antiplagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 25 de mayo del 2023



.....
Dra. Ana María Matos Ramírez
Directora de Investigación FICA



NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS RUSBEL TRUJILLO ALVAREZ.docx

AUTOR

Bach. Rusbel Trujillo Álvarez

RECUENTO DE PALABRAS

23343 Words

RECUENTO DE CARACTERES

115126 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

112 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

20.1MB

FECHA DE ENTREGA

May 4, 2023 5:46 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 4, 2023 5:48 AM GMT-5

● **33% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 31% Base de datos de Internet
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossr
- 28% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico



ACTA DE SUSTENTACION PRESENCIAL DE TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 30 días del mes de diciembre de 2022, siendo las 19:00 pm, se dará cumplimiento a la Resolución Virtual N°1333-2022-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N°1348-2022-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 26.DIC.2022 (Fijando fecha y hora de sustentación virtual de tesis), de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura y en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Título III - Aprobación del Trabajos de Investigación, Tesis, Tesis Proyectual..., en Acto Publico Presencial o Virtual art. 77) y Resolución Consejo Universitario N° 2939-2022-UNHEVAL (se programe la sustentación de tesis de Pregrado de Manera Presencial), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación de la Tesis Titulada: **APLICACIÓN DEL METODO DEL PCI EN LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUANUCO – AEROPUERTO - 2022**, para optar el Título de Ingeniero Civil el Bachiller **RUSBEL TRUJILLO ALVAREZ** de la carrera profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Finalizado el acto de sustentación Presencial de tesis, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:

APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL	APROBADO	14	BUENO

Dándose por finalizado dicho acto a las: 20:26 del mismo día 30/12/2022 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

OBSERVACIONES:


VICTOR MANUEL GOTOCHEA VARGAS
 PRESIDENTE


CHARLES JIAMMY ALCEDO DIAZ
 SECRETARIO


JIM ARTURO RIVERA VIDAL
 VOCAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
-----------------	---	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	INGENIERIA CIVÍL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVÍL
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVÍL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO CIVÍL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Apellidos y Nombres:	TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	980270613
Nro. de Documento:	46266086				Correo Electrónico:	Rusbel1990@hotmail.com		

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:			

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:			

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos** según **DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>		
Apellidos y Nombres:	NARRO JARA LUIS FERNANDO			ORCID ID:	0000-0003-4008-7633	
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	Nro. de documento:	18206328

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres** completos según **DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	GOICOCHEA VARGAS VICTOR MANUEL
Secretario:	ALCEDO DIAZ CHARLES JIAMMY
Vocal:	RIVERA VIDAL JIM ARTURO
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
APLICACIÓN DEL METODO PCI EN LA EVALUACION DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBE DE LA CARRETERA HUANUCO – AEROPUERTO - 2022
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)				2022
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	<input type="checkbox"/>
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique modalidad)	<input type="checkbox"/>

Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	PAVIMENTO FLEXIBLE	METODO PCI	SEVERIDAD
--	--------------------	------------	-----------

Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	<input type="checkbox"/>
	Con Periodo de Embargo (*)	<input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:	<input type="text"/>



¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
--	----	--------------------------	----	-------------------------------------

Información de la Agencia Patrocinadora:	
---	--

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	TRUJILLO ALVAREZ RUSBEL	Huella Digital
DNI:	46266086	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 25/05/2023		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.