



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Propuesta de Mejoramiento del pavimento flexible utilizando el método PCI en la carretera tramo Moyobamba- C.P Alto mayo, Moyobamba, 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero civil

AUTORES:

Mondragón Pintado, Jhon Lenin (Orcid.Org/0000-0003-2486-3815)

Pérez Fernández, Roberth Edson (Orcid.Org/0000-0003-4751-794X)

ASESOR:

Msc. Marin Cubas, Percy Lethelier (orcid.org/0000-0001-5232-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación tecnológica y desarrollo sostenible

HUARAZ – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado primordialmente a Dios por darme la fuerza, la vida para llegar a este nivel, a esta etapa tan importante de mi formación profesional.

Asimismo, lo dedico a mis padres, que día a día están conmigo apoyándome, dándome esa fortaleza para no caer y seguir con mi carrera, a mi esposa, mi hijo y mis hermanos que están siempre para mí y son la fuerza y el motivo para salir adelante.

Jhon Lenin Mondragón Pintado

Este proyecto va dedicado a mi familia, en especial a mi madre que me está apoyando incondicionalmente y dándome ánimos. Todo esto se dio gracias al fruto de su esfuerzo y trabajo incansable para que pueda superarme y ser un hombre de éxito, para que yo pueda lograr una de mis metas trazadas, a mi esposa y mi hijo que me dan la fortaleza para seguir día a día. A mi hermana por sus consejos y aliento para no escatimar esfuerzos y perseverar.

Roberth Edson Pérez Fernández

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por todo lo que nos da, por su inmenso amor, sus enseñanzas, y lo hermoso de la vida, de igual manera a mis padres, por confiar en mí, por guiarme y darme la fuerza para salir adelante y todo ese esfuerzo y arduo trabajo para yo poder cumplir mis metas trazadas.

Jhon Lenin Mondragón Pintado

Agradezco a Dios por darme la salud y la sabiduría e inteligencia necesaria para poder afrontar los obstáculos que se presentan en mi día a día a mi familia por enseñarme a luchar en esta vida llena de adversidades.

Roberth Edson Pérez Fernández

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2. Variable y Operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES.....	51
Referencias Bibliográficas.....	52
ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Rangos de calificación del método PCI	10
Tabla 2.	Fallas para cálculo de PCI, para pavimentos flexibles.....	13
Tabla 3.	Tipos de fallas encontradas, sumatoria total de las cantidades....	19
Tabla 4.	Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestra 1.....	22
Tabla 5.	Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 2...	24
Tabla 6.	Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 3...	26
Tabla 7.	Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 4...	27
Tabla 8.	Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 5...	29
Tabla 9.	Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 6...	31
Tabla 10.	Registros de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 7.	33
Tabla 11.	Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 8...	35
Tabla 12.	Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 9...	37
Tabla 13.	Registros de cálculos con el método PCI, unidad de muestra 10.	39
Tabla 14.	Condición del pavimento	42
Tabla 15.	Categoría de acción según la condición del pavimento.....	42
Tabla 16.	Alternativas de mejoramiento según el nivel de severidad de las fallas encontradas.	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Gráfico 1.	Sumatoria de cantidad de fallas.....	20
Gráfico 2.	Porcentaje de los tipos de fallas	21
Figura 1.	V. D de la falla parcheo.	23
Figura 2.	V. D de la falla grieta de borde.	23
Figura 3.	V. D de la falla hueco.....	23
Figura 4.	V. D de la falla desprendimiento de agregados.	24
Figura 5.	V. D de la falla hueco.....	25
Figura 6.	V. D de la falla ahuellamiento	25
Figura 7.	V. D de la falla desprendimiento de agregados.	26
Figura 8.	V. D de la falla parcheo.	28
Figura 9.	V. D de la falla hueco.....	28
Figura 10.	V. D de la falla ahuellamiento.	28
Figura 11.	V. D de la falla hueco.....	30
Figura 12.	V. D de la falla ahuellamiento.	30
Figura 13.	V. D de la falla desprendimiento de agregados.	30
Figura 14.	V. D de la falla grieta long. y transversal.	32
Figura 15.	V. D de la falla parcheo.	32
Figura 16.	V. D de la falla hueco.....	32
Figura 17.	V. D de la falla ahuellamiento.	33
Figura 18.	V. D de la falla parcheo.	34
Figura 19.	V. D de la falla desprendimiento de agregados.	34
Figura 20.	V. D de la falla piel de cocodrilo.....	36
Figura 21.	V. D de la falla grieta long. y transversal.	36
Figura 22.	V. D de la falla desprendimiento de agregado.....	36
Figura 23.	V. D de la falla piel de cocodrilo.....	38
Figura 24.	V. D de la falla hueco.....	38
Figura 25.	V. D de la falla desprendimiento de agregados.	38
Figura 26.	V. D de la falla piel de cocodrilo.....	40
Figura 27.	V. D de la falla parcheo.	40
Figura 28.	V. D de la falla hueco.....	40
Figura 29.	VALORES D. CORREGIDOS DE LAS FALLAS EVALUADAS	41
Figura 30.	VALORES D. CORREGIDOS DE LAS FALLAS EVALUADAS	41
Gráfico 3.	Valor del PCI.....	43

Gráfico 4.	Porcentaje del PCI.....	43
Gráfico 5.	Sumatoria de las severidades del tramo estudiado	45
Gráfico 6.	Porcentaje según la severidad.....	45

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo proponer un plan de mejoramiento utilizando el método PCI en la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.

La investigación es de tipo aplicada, debido a que se busca solucionar un problema, es de diseño no experimental, de tipo transversal descriptivo, ya que no se manipulo ninguna variable, tiene como población 4 kilómetros de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, su muestra está constituida por un kilómetro de la carretera, el muestreo se realizó de acuerdo al manual del método PCI, teniendo un ancho de la vía de 6.50 m, lo cual se realizó cada 35.40 m longitudinales, el resultado se determinó con el método PCI, teniendo 10 unidades hacer evaluadas, dando como resultado en una de las unidad de medida el índice de condición de pavimento =13, condición muy malo, lo cual requiere rehabilitación- reconstrucción, y en otra unidad una condición de 65, con condición bueno, y su categoría de acción sería un mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico.

Se concluye que mediante el uso del método del PCI se calculó el índice de la condición del pavimento según la tabla 3 obtenida de los resultados se obtiene lo siguiente: se encontró 4 fallas que tenían severidades altas y medias, según el cálculo del PCI que se realizó, la condición del pavimento era igual a 65, la cual está dentro del rango de 56-70, que esto según la clasificación del PCI el pavimento se encuentra en buen estado

PALABRAS CLAVE: Pavimento flexible, índice de condición de pavimentos, falla.

ABSTRACT

The objective of this research project is to propose an improvement plan using the PCI method on the flexible pavement road section Moyobamba-CP Alto Mayo, Moyobamba 2022.

The research is of an applied type, because it seeks to solve a problem, it is of a non-experimental design, of a descriptive cross-sectional type, since no variable was manipulated, its population is 4 kilometers of the highway section Moyobamba-CP Alto Mayo, Its sample is made up of one kilometer of the road, the sampling was carried out according to the PCI method manual, having a road width of 6.50 m, which was carried out every longitudinal 35.40 m, the result was determined with the PCI method , having 10 units to be evaluated, resulting in one of the measurement units the pavement condition index = 13, very bad condition, which requires rehabilitation-reconstruction, and in another unit a condition of 65, with a good condition, and its action category would be routine and/or periodic preventive maintenance.

It is concluded that by using the PCI method, the pavement condition index was calculated according to table 3 obtained from the results, the following is obtained: 4 faults were found that had high and medium severities, according to the calculation of the PCI that was performed, the condition of the pavement was equal to 65, which is within the range of 56-70, that according to the PCI classification the pavement is in good condition.

KEYWORDS: Flexible pavement, pavement condition index, fault.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional la realidad problemática, **(SALTOS, 2021)**, en Ecuador, se consideró que durante el tiempo de servicio de un pavimento flexible está sometido a daños constantes, como son las acciones físicas, químicas y ambientales; efectuándose así un deterioro del mismo; es por ello que es muy necesario los trabajos de rehabilitación y mantenimiento para aumentar su vida útil. Este proyecto de investigación tuvo como finalidad aplicar técnicas de mejora de pavimentos flexibles mediante estudios científicos, para que con ello reduzcan los costos y gastos mayores que se puede suscitar a consecuencia de un estudio tardío. Así como también a nivel nacional , **(ALEJO, y otros, 2021)**, en Ancash, dio a conocer el grado de confiabilidad de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación del pavimento flexible el tramo San Juan de Pueblo Libre; mediante una visita in situ utilizando la técnica de observación, pudo contrastar que la vía presentaba diversas de fallas en el pavimento flexible, con ello surgió la hipótesis de que no se le brindó el correcto mantenimiento a dicho pavimento, y por consecuencia el tiempo de serviciabilidad para el que fue proyectado la vía disminuyo significativamente, estos daños graves en el pavimento flexible se originaron por ser una zona de mucho tráfico. el propósito fue evaluar el estado estructural, ya que se vio deterioros graves, por lo cual al realizar dicha evaluación se propuso alternativas de mantenimiento para de esa manera extender la vida útil de la misma. **(GUEVARA, y otros, 2020)**, En Trujillo, existen diferentes factores que ocasionan el deterioro en los pavimentos, dentro de ella se encuentran los malos estudios y diseños, así como también las malas prácticas de construcción; como consecuencia de ello se ocasionan hundimientos en la superficie de rodadura en los que se ve acumulada las aguas pluviales y crean posteriormente graves problemas, pero lo más preocupante de todo esto es falta de interés de los gobernantes que no destinan un presupuesto para el mantenimiento periódico que requiere un pavimento, acarreado consigo un deterioro prematuro de la carpeta de rodadura además de gastos elevados que son innecesarios y pudieron haberse evitado así futuras reconstrucciones que serán de mayor complejidad y no pudieron ser necesarias. **(PAREDES, y otros, 2019)**, A nivel local, los trabajos de pavimentación que se están ejecutando en nuestra ciudad se vienen desarrollando con métodos que son propuestos en otros

lugares, éstas no cuentan con una metodología específica que se adapte perfectamente a las necesidades que se requiere acorde al lugar, todos esos factores influyen mucho en la vida útil de un pavimento, un ejemplo de ello es el factor climatológico. En la actualidad nos damos cuenta que nuestras pistas y carreteras son muy importantes ya que gracias a ello se permite el traslado de productos y de las personas de un lugar a otro reduciendo el tiempo de viaje y bajo condiciones seguras, por ello es muy importante el correcto mantenimiento de ellas, para así permitir la fluidez del tránsito. Lamentablemente nuestra ciudad no es ajena a las malas gestiones y falta de empatía de los gobiernos locales y centrales, que no priorizan las vías terrestres como algo importante para el desarrollo de ella, a causa de ello estas se encuentran en mal estado, y eso viene generando críticas, ya que no se le da la importancia necesaria para dicho diseño, construcción y debido mantenimiento, una de ellas es la carretera Moyobamba- centro poblado Alto Mayo, que fue inaugurada en el año 2011 en el periodo de gobierno de presidente de la región san martín de Cesar Villanueva Arévalo; cuenta con cuatro kilómetros de pavimento flexible, y fue diseñada para un periodo de 10 años, que beneficio a más de 50 mil habitantes, y debido a la falta de mantenimiento rutinario (cada año), y el mantenimiento periódico (cada 3 años), en la actualidad podemos ver a grandes rasgos la degradación del pavimento, como también encontrar diferentes tipos de fallas, se puede decir por el excesivo paso de vehículos de carga pesada, ya se pueden ver los ahuellamientos, piel de cocodrilo, las grietas transversales, longitudinales, lo que ocasiona que las aguas pluviales se infiltren y dañe más la carretera, este deterioro del pavimento también se refleja por la falta de cunetas, lo que hace que el agua se almacene en ella, ocasionando baches profundos y superficiales, todo este deterioro se debe por el incumplimiento de la vida útil de la inversión. Por lo mencionado anteriormente nos generamos los siguientes problemas: **Problema general:** ¿Cuál será la propuesta de mejoramiento del pavimento flexible utilizando el método PCI en la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022?, así también exponemos los siguientes problemas específicos: **Problema Especifico 1.** ¿Cuál será la evaluación de la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022? **Problema Especifico 2.** ¿Cuáles son los tipos de fallas presentes en la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo,

Moyobamba 2022?, **Problema Especifico 3.** ¿Cuál será el cálculo del Índice de condición del pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022?, **Problema Especifico 4.** ¿Cuál es la Condición del Pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022?, **Problema Especifico 5.** ¿Cómo serán las alternativas de Mejoramiento del Pavimento Flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022?, Por otro lado, la justificación del estudio tenemos los siguientes: **Justificación teórica**, el presente proyecto se hizo con la finalidad de ampliar conocimientos que servirán para complementar los diversos estudios e investigaciones ya realizadas referentes al tema. **Justificación práctica**, nos permitió evaluar el pavimento con el método propuesto, para así poder encontrar sus falencias y con ello mejorar la vida útil del pavimento. **Justificación social**, este proyecto buscó proponer alternativas para la mejora del pavimento flexible de dicho tramo, y con ello brindar mejores condiciones para la transitabilidad peatonal y vehicular. **Justificación metodológica**, El presente proyecto de investigación, se elaboró mediante métodos e instrumentos válidos de acuerdo a las normas vigentes, realizando los estudios con el método PCI al pavimento para tener alcances de su problemática, la cual sirvió como base para las propuestas de alternativas de mejora. Por lo que compete a los objetivos nos planteamos los siguientes, **Objetivo general: Elaborar** una propuesta de mejoramiento utilizando el método PCI en la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022; así también se presenta los **objetivos específicos** planteados, **Objetivo Especifico 1. Evaluar** la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022, **Objetivo Especifico 2. Identificar** los tipos de fallas en la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022, **Objetivo Especifico 3. Calcular** el índice de condición del pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022; **Objetivo Especifico 4. Determinar** la condición del pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022; **Objetivo Especifico 5. Proponer** alternativas de mejoramiento del pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito Internacional, (OBLITAS, y otros, 2021), en su artículo de revista “International evenness index and pavement condition index for defining pavement serviceability levels”, tuvo como objetivo determinar los grados de serviciabilidad en pavimentos flexibles durante los últimos 15 años empleando el método PCI (índice de condición del pavimento) y IRI (índice de rugosidad internacional); concluyó que es primordial realizar la evaluaciones periódicas al pavimento, para tener mejores alcances de su estado estructural para con ello realizar actividades de mejora teniendo criterios técnicos del área a intervenir; con ello evitar gastos innecesarios y aumentar la vida útil de la infraestructura. Dentro de los principales agentes que causan falencias a los pavimentos flexibles son: los excesos de cargas de tránsito, acciones ambientales, malas prácticas constructivas, deficiente o inexistente sistema de drenaje. Además, por diversos estudios comprobados se puede deducir que los problemas más comunes presentes en los pavimentos flexibles son las fisuras longitudinales, las grietas transversales, el parcheo, el desprendimiento de agregados, la piel de cocodrilo y los baches. **(KARIM, y otros, 2016)**, en su artículo de investigación, “The road pavement condition index (PCI), Evaluation and maintenance: a case study of Yemen, tuvo como objetivo evaluar un importante corredor vial de la carretera que conecta la ciudad de Adén (la capital comercial de Yemen) con la región norte del país, mediante la inspección visual, método PCI, en su estudio tomo como muestra una parte de la carretera, obteniendo como resultado una calificación muy buena, con PCI= 79.4, en ella se demostró que el pavimento resiste tránsito de vehículos pesados y que resistió muy bien durante ocho años que ya viene construido, y tuvieron como conclusiones que se debe hacer sus mantenimientos y rehabilitaciones oportunos para alargar la vida útil del pavimento. **(AL-NEAMI, y otros, 2017)**, en su artículo de investigación, Evaluation of Pavement Condition Index for Roads of Al-Kut City, su objetivo fue estimar la condición del pavimento flexible a través de encuestas visuales utilizando el índice de condición del pavimento (PCI), tuvo como muestra 10 carreteras y teniendo como resultado que 3 carreteras en mal estado mientras que otros en regular y buen estado, en ella se evidenció ahuellamiento, piel de cocodrilo, baches, y llego a la conclusión que se debe de realizar su mantenimiento anual, para alcanzar la

vida útil del pavimento. **(SALVIATTO, y otros, 2020)**, en su artículo de investigación “Index for assessing the condition of flexible urban pavements based on a constructivist multicriteria análisis”, Londrina State University, Brasil 2020, tuvo como objetivo aplicar el método PCI para determinar los factores que conllevan al deterioro del pavimento, ya que lo consideró como uno de los métodos más completos que se usa en cuanto a los niveles de rendimiento, utilizó 13 unidades de muestra, por tanto realizó un análisis de correlación basado en el método de matriz de valores fijos, dando como resultado que si se consideran todas las unidades nos da una correlación de 0.12, mientras que si se eliminan todas las unidades de volumen de tráfico nos da una correlación de 0.48, por lo que concluyó que el método PCI utilizado tiene una valoración más rigurosa, principalmente en cuanto al deterioro del pavimento. **(RIOS, y otros, 2020)**, En el artículo de revista “Review of methods for classifying surface faults in flexible pavements”, tuvieron como objetivo revisar y clasificar los diferentes aportes de clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles mediante métodos más prácticos, rápidos, y de mejor eficiencia, para lo cual después de llevar a un experimento tuvo como conclusiones que existen diferentes sistemas automatizados que nos ayudan a identificar fallas superficiales en el pavimento, dentro de las cuales están los sistemas láser, cámaras de captura de fallas, sensores multiespectrales, etc. Las cuáles son muy eficaces y de rápido procesamiento de información y a un costo mínimo; esta se puede complementar con datos y conocimientos previos para poder clasificar las diferentes anomalías del pavimento y con ello obtener resultados más acertados y satisfactorios. **(SOLIS, 2020)**, en su proyecto de investigación “Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II)”, Manta. Las muestras a evaluar fueron 26 unidades de muestra de las cuales concluyó que, el principal problema que a dicha carretera viene a ser el desprendimiento de agregados; ello se pudo comprobar por la premediación de los valores numéricos los cuales fueron superiores a lo admisible; en consecuencia, gran parte de las fallas son a causa de las cargas mayores a los de su capacidad de diseño, así como también los factores ambientales, ello posee un alto grado de influencia para que se generen grietas en dicho tramo de la carretera. **(JOYA, 2019)**, en su investigación titulada “Evaluación de la condición del pavimento flexible y la identificación de los tipos de fallas de la

Panamericana Antigua – Mala”, tuvo como objetivo identificar las patologías que se presentan en el pavimento flexible de dicha carretera, su metodología fue no experimental, su muestra fue obtenida de 400 metros del acceso principal al distrito, los principales resultados fueron: En la progresiva 0+000 – 0+100 obtuvo un PCI de 92.5%, por lo cual el pavimento requerirá de un mantenimiento; en la progresiva 0+100 – 0+200 obtuvo un PCI de 89.5%, para lo cual necesitará también mantenimiento, para la progresiva 0+200 – 0+300 obtuvo un PCI de 38%, lo que significa que presenta un grado severo, para lo que se necesitara su reconstrucción; la progresiva 0+300–0+400 tuvo un PCI de 20%, en ese tramo el pavimento requiere reconstrucción, con todo ello pudo concluir que en el 50% del pavimento flexible se encontraron diferentes fallas, grietas longitudinales, agregado pulido, grietas transversales, agrietamiento en bloque, bacheo y piel de cocodrilo lo cual requiere atención correctiva inmediata. **(AMADO, 2015)**, en su investigación titulada, “Análisis del sistema de reparación de pavimentos flexibles por inyección neumática de mezclas asfálticas en frío, tecnología VELOCITY PATCHING”, su objetivo general fue analizar y reconocer el sistema velocity patching en las reparaciones de los pavimentos flexibles, sus conclusiones fueron que la tecnología velocity patching es susceptible a la acción nociva del agua, por su alto contenido de vacíos, por ende no es recomendable utilizarlo ya que esto sumado a una falta de sistema de drenaje conllevaría a la rápida degradación del pavimento, además aseguró que este sistema no se puede utilizar en vías con connotación arterial. **(CASTAÑO, y otros, 2009)**, en su artículo de investigación, “Análisis cualitativo del flujo de agua de infiltración para el control del drenaje de una estructura de pavimento flexible en la ciudad de Bogotá D.C.”, su principal objetivo fue analizar cualitativamente el flujo del agua de infiltración, donde concluyó que es de gran importancia drenar eficiente y rápidamente las aguas pluviales de la superficie de la vía, ya que esta se infiltra en un 70% y afecta a su capacidad estructural y conlleva a las deformaciones y destrucción de la superficie de rodadura. **En el ámbito Nacional (VIDAURRE, 2018)**, en su tesis titulada, “Evaluación para la reconstrucción del pavimento Flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos - Lima 2018”, universidad cesar vallejo Lima, su objetivo fue determinar la influencia de evaluar dicho tramo para su futuro mantenimiento, su metodología fue experimental, su población fue conformada por 600 metros lineales de dicho

tramo, utilizó el método PCI para evaluar el pavimento; sus conclusiones fueron que dicho tramo se encontró en malas condiciones, la cual requirió su mantenimiento acorde al tipo de falla encontrado en los estudios, así como también encontró que el comportamiento de las capas estructurales del pavimento que fueron sometidas a un análisis deflectométrico es mala, evidenciándose una deflexión promedio de $(64.9 \times 10^{-2} \text{ mm})$ la cual es mayor a la deflexión mínima admisible por las normas que es $(51.80 \times 10^{-2} \text{ mm})$. **(BRAVO, 2020)**, en su proyecto de investigación “Evaluación y comparación las metodologías MTC PERU y PCI en la evaluación superficial de los pavimentos asfálticos”, su estudio fue de tipo básico con nivel descriptivo, cuantitativo y explicativo, su población de estudio fue la recopilación de datos científicos con respaldo académico. Sus conclusiones fueron que ambos métodos se basan en inspecciones visuales; pero poseen diferentes formas de evaluar los daños y clasificarlos. Nos detalla que el método PCI nos ofrece 7 rangos para calificar desde 0 a 100, condición fallada o buena respectivamente y considera 19 tipos de fallas; por otra parte la metodología MTC PERU solo posee 3 rangos para clasificar las fallas del pavimento, que van desde 0 a 1000; con condiciones malo, regular y bueno respectivamente, dentro de ella se considera 11 tipos de clasificar las fallas del pavimento y una de sus ventajas es su forma práctica, simple y su formato es más sencillo para determinar fallas. **(DIAZ, 2021)**, en su proyecto de investigación, “Evaluación del estado superficial y capacidad estructural de pavimentos flexibles mediante el índice de condición del pavimento y reflectometría en calles y avenidas del cercado del distrito de Pimentel 2020”, su objetivo principal fue evaluar la superficie del pavimento mediante el método PCI y análisis deflectométrico con ensayos no destructivos, de los cuales concluyó que las fallas de mayor incidencia en la vía son disgregación y desintegración, huecos, baches y piel de cocodrilo; además el 50% de los tramos que analizó no están estructuralmente bien, debido a que sus deflexiones superan el límite de tolerancia (108×10^{-2}) . **(CABELLO, 2019)**, en su tesis “Evaluación de los tipos de fallas por el método del PCI en el deterioro del pavimento flexible en la Av. Tomas Valle – Los Olivos, 2019”, su objetivo fue evaluar los tipos de fallas con el método del PCI, su metodología fue no experimental, su población y muestra estuvo conformada por 10 ingenieros civiles calificados y especializados en pavimentos y diseño estructural, dentro de las cuales realizó una encuesta a los profesionales

para saber el porcentaje de confiabilidad de los resultados que nos puede proporcionar el método PCI, obteniendo el siguiente resultado: el 70%, de ellos garantizaron la confiabilidad en el uso de dicho instrumento, con ello logró determinar las principales fallas del pavimento flexible en dicha avenida y su principal causas. Sus conclusiones fueron que el tramo presenta bacheos, ahuellamientos, piel de cocodrilo, entre otros, generadas por escasos mantenimientos y por el paso de vehículos que exceden en la capacidad de carga de diseño del pavimento de esta avenida. **(TANDAZO, 2021)**, en su proyecto “Análisis del nivel de incidencia de patologías del pavimento flexible en la avenida principal Fernando Belaunde Terry – Tumbes, 2021”, tuvo como objetivo evaluar las fallas del pavimento flexible de dicha avenida, la metodología usada fue de tipo aplicada y descriptiva, su población tomada fue 1 km en la avenida, y por muestra avaluó 3 unidades de muestreo, como resultado encontró distintos tipos de deterioro del pavimento, obteniendo de PCI 58 de la primera unidad de muestreo, el PCI de la segunda unidad de muestreo fue 8, y de la tercera su PCI fue 48, dentro de estas fallas se evidenció la pérdida de agregados, ahuellamiento, depresión y piel de cocodrilo, donde considera cómo conclusión que el estado que se encuentra el pavimento es malo. **(VALVERDE, 2020)**, en su proyecto “Las patologías en el pavimento flexible en la Avenida Metropolitana cruce Avenida México, Comas 2020”, universidad cesar vallejo Lima, tuvo como objetivo principal medir la influencia de los daños en el pavimento flexible, la metodología fue no experimental, en su resultado afirma que la parada intempestiva de los vehículos afecta directamente a la superficie de rodadura y que el deterioro del pavimento flexible se debe al paso de vehículos con exceso de carga pesada, en conclusión el pavimento flexible de dicho tramo presenta caso de fisuras, baches, piel de cocodrilo y desprendimientos de los agregados, para lo cual será necesario un tratamiento correctivo de la capa superficial, con la finalidad de controlar las fallas encontradas y se tenga una mayor vida útil del pavimento flexible y con ello evitar que esta empeore llegando a necesitar una reconstrucción o rehabilitación ya que generaría mayor inversión de recursos. **(REYES, 2018)**, se denomina pavimento flexible a aquel material procedente de la mezcla de la sustancia llamada alquitrán y un material granular como arena o grava, añadido a una elevada temperatura hacen que las propiedades de cada uno de ello se hagan homogénea, creando así

una superficie solida útil para el tránsito de personas y vehículos. **(GALINDO, 2019)**, en su investigación, “Gestión del pavimento de la avenida san Carlos mediante el uso del modelo hdm-4”, donde su objetivo principal fue desarrollar la gestión del pavimento de la avenida San Carlos mediante el modelo HDM-4, concluyó que el modelo HDM-4 es un software de gestión de estrategias que permite planificar y programar actividades de manera acertada para la conservación y rehabilitación de pavimentos y/o carreteras, la cual nos brinda la mejor alternativa para el mejoramiento de pavimentos y a un bajo costo, la cual en su proyecto en el tramo uno obtuvo un PCI con valoración de regular y el programa le sugirió un parcheo para las fallas de baches, reflexión de juntas, desprendimiento de agregados, en el tramo dos obtuvo una valoración regular en la cual se sugirió una reparación por sello o carpeta asfáltica para las patologías de piel de cocodrilo, ahuellamiento y baches. **(VALERO, 2018)**, El pavimento flexible posee diferentes propiedades físicas únicas que permite su utilización en todo el mundo, dentro de ella tenemos lo siguiente: Resistencia estructural, ésta es la que permite soportar las cargas dinámicas y al intemperismo (soporta temperaturas de hasta 140°C), deformabilidad, esta se da porque el pavimento posee propiedades elásticas, durabilidad, el tiempo de capacidad de servicio del pavimento es de hasta 15 años; dependiendo del mantenimiento y cuidado que este reciba, comodidad, esta propiedad se da ya que el pavimento se adhiere mejor al neumático del vehículo, impermeabilidad, la propiedad que posee el alquitrán no permite el paso del agua, funciona como un buen aislador de la subrasante con la atmósfera. **(DAVILA, 2018)**, Los elementos estructurales que conforman al pavimento flexible son: subrasante, viene a ser el terreno de fundación donde se va a situar la carretera, posee un espesor de 20 a 50 centímetros, luego tenemos la sub base, es una capa de material previamente pasado por un proceso de estudios mecanizados que se coloca sobre la subrasante, posee un espesor de 10 a 30 centímetros, también la base, es una capa de material pétreo que se coloca sobre la sub base la cual sirve para soportar carga es de espesor de 10 a 30 centímetros, y la carpeta de rodadura, es la superficie de rodamiento la cual sirve para el tránsito de vehículos y personas, posee un espesor de 5 a 10 centímetros. **(LIZANA, 2021)**, el Índice de Condición del pavimento es un método estandarizado que sirve para evaluar y determinar las diferentes patologías presentes en la superficie de rodadura, considerando clase,

severidad y cantidad de patologías encontradas, a través de inspecciones visuales; existe una tabla que califica el estado del pavimento cualitativamente de acuerdo a ello clasificarlo de acuerdo al rango en que se encuentra, con la siguiente tabla que se muestra a continuación:

Tabla 1. Rangos de calificación del método PCI

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

Fuente: (NORMA ASTM D5340, 2005)

(RODRÍGUEZ, 2009), el método PCI posee 19 formas de clasificar las patologías presentes en el pavimento asfáltico de las cuales se detalla: **Piel de cocodrilo(PC)**, (RODRÍGUEZ, 2009), son un conjunto de grietas conexas en la superficie del pavimentos asfáltico cuyo origen es por acción de fatiga y cargas en movimiento; Se considera que un daño estructural significativo ha sido causado por la piel de cocodrilo, que típicamente se manifiesta con ahuellamiento y su unidad de medida m². **Exudación (EX)**, (MESÍA, y otros, 2019), es una capa de material bituminoso sobre el pavimento, que crea una superficie resplandeciente, translúcida y reflectante que es originada por exceso de material o por la presencia de vacíos a la hora de su colocación y su unidad de media es m². **Agrietamiento en bloque (BLO)**, (MESÍA, y otros, 2019), son aberturas interrelacionadas que genera que el pavimento se divida en pedazos, estas se producen especialmente por el encogimiento del asfalto y los ciclos de destemplanza frecuentes (lo cual ocasiona ciclos frecuentes de esfuerzo / desproporción unitaria), su unidad de medida m². **Abultamientos y hundimientos (ABH)** (DENG, y otros, 2020), son pequeños deslizamientos que están restringidos en la superficie del pavimento, son producidos por pavimentos inconsistentes, por otra parte, pueden ser producido por varios factores, que pueden ser: Esparcimiento por congelación de las capas que

lo conforman, Infiltraciones de escorrentía, una abertura en función con los excesos de cargas y el tráfico, su unidad de medida es m². **Corrugaciones (COR), (MALLMA, 2018)**, el término "corrugación" (también conocido como "lavadero") se refiere a una serie de eventos de clima y depresión estrechamente espaciados que a menudo ocurren a intervalos de menos de 3,0 m, su unidad de medida es m². **Depresión (DEP), (JOYA, 2019)**, las depresiones se forman cuando la sub rasante se asienta incorrectamente o durante la construcción; éstas son áreas que se sitúan bajo la carpeta de rodadura que tienen niveles algo más bajos que el pavimento que las rodea. En varios casos, las ligeras degradaciones sólo son evidentes después de las precipitaciones pluviales, debido al agua que se queda almacenada, se pueden encontrar depresiones en el pavimento seco por medio de manchas, su unidad de medida es m². **Grietas de borde (GB), (JOYA, 2019)**, son paralelas y normalmente se ubican entre 0,30 y 0,60 metros desde el borde exterior del pavimento. Esta patología aumenta su severidad con las cargas de tráfico constantes y puede resultar del debilitamiento de la subrasante o de los cimientos cerca del borde del pavimento provocado por las condiciones climáticas, su unidad de medida es m. **Grieta de reflexión de junta (GR), (VÁSQUEZ, 2002)**, estas grietas son provocadas principalmente por el movimiento del hormigón de la superficie asfáltica, que es provocado por la temperatura o la humedad; así como también se dice que está relacionado con la carga en tránsito, su unidad de medida es m. **Desnivel carril/berma (DM), (LEGUÍA, y otros, 2016)**, es un desnivel de elevación entre la berma y el borde del pavimento. Este daño es causado por el deterioro de la berma, el asiento asistido por la berma o la colocación de sobre alfombras sin ajuste del nivel de la berma, su unidad de medida es m. **Grietas longitudinales y transversales (GLT), (MESÍA, y otros, 2019)**, son aquellas que discurren paralelas al borde del pavimento o al sentido de la construcción, pueden ser causadas por malas construcciones y estabilizaciones de las capas situadas debajo de la carpeta de rodadura, deterioro de la superficie asfáltica del hormigón por bajas temperaturas, una grieta de reflexión provocada por la aglomeración de la base, su unidad de medida es m. **Parche (PA), (LIZANA, 2021)**, los parches corresponden a zonas en las que se retiró el antiguo pavimento en mal estado para que den el respectivo mantenimiento, reemplazando con un material similar o diferente, también puede ser por alguna reparación estructural o instalación o

mantenimiento de alguna red de servicios ejecutada bajo la estructura del pavimento, su unidad de medida es m². **Pulimento de agregados (PU), (MALLMA, 2018)**, viene a ser el deterioro superficial del pavimento, en la cual esta se vuelve más susceptible al deslizamiento; esta aparece debido al paso del tiempo por el continuo tránsito de vehículos, su unidad de medida es m². **Huecos (HUE), (REYES, 2018)**, el término "huecos" se refiere a pequeños pozos en la superficie de un pavimento, a menudo de menos de 0,90 metros de diámetro y en forma de herida. En general, los bordes presentes se aceleran debido a la falta de fluidez del agua en su interior. La ocurrencia de huecos ocurre cuando el tráfico comienza a moverse en pequeños pasos fuera de la superficie y hace que ésta cada vez aumente su severidad, su unidad de medida es Und. **Cruce de vía férrea (CUVF), (REYES, 2018)**, las depresiones o abultamientos entre los rieles son las fallas conectadas al cruce férreo; si la intersección no afecta la calidad del viaje, no es necesario reportarlo, su unidad de medida es m². **Ahuellamiento (AHU), (ANDRADE, y otros, 2021)**, consiste en una permanente deformación en los distintos estratos que conforman la estructura del pavimento, normalmente producida por consolidación, exceso de carga de servicio o desplazamientos laterales de los materiales de las bases que conforman la carpeta de rodadura debido a la acción del tránsito o también por infiltraciones de agua, su unidad de medida es m². **Desplazamientos (DEZ), (CCOSIO, y otros, 2020)**, es un cambio longitudinal continuo en un área particular de la carpeta de rodadura, provocado por el peso de los vehículos. Cuando la calzada empuja hacia arriba sobre el pavimento, la superficie está sujeta a una onda breve y repentina. Este daño suele afectar únicamente a pavimentos con mezclas asfálticas líquidas inestables (emulsión), su unidad de medida es m². **Grieta parabólica (GP), (ANDRADE, y otros, 2021)**, esta patología tiene lugar por una mala dosificación de asfalto y material pétreo o también por una mala preparación del terreno en la cual se va a colocar la mezcla asfáltica, su unidad de medida es m². **Hinchamientos (HN), (TACZA, y otros, 2018)**, se denomina al fenómeno que causa pandeo ascendente desde la superficie del pavimento y una ola larga y progresiva que distorsiona el perfil de la vía; esta anomalía es generalmente producida por la expansión del suelo o la congelación sub- rasante, su unidad de medida es m². **Desprendimiento de agregados (DAG), (MALLMA, 2018)**, es aquella pérdida de agregados en la

carpeta de rodadura. Este daño tiene lugar por la desaparición del ligante asfáltico o las partículas de relleno de la mezcla es de baja/mala calidad. Además, algunos tipos de transporte, incluidos los vehículos orugas, pueden contribuir a la fatiga del pavimento, su unidad de medida es m2.

Tabla 2. Fallas para cálculo de PCI, para pavimentos flexibles.

N°	TIPOS DE PATOLOGÍAS/FALLA	UNIDAD
1	PC	m2
2	EX	m2
3	BLO	m2
4	ABH	m
5	COR	m2
6	DEP	m2
7	GB	m
8	GR	m
9	DM	m
10	GLT	m
11	PA	m2
12	PU	m2
13	HUE	und
14	CUVF	m2
15	AHU	m2
16	DEZ	m2
17	GP	m2
18	HN	m2
19	DAG	m2

Fuente: Elaboración propia

(VÁSQUEZ, 2002), para el cálculo del PCI de un tramo del pavimento se toma varias unidades de muestreo; de las cuales se promediarán de los PCI calculados en las unidades de muestreo inspeccionadas, se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

$$PCI_s = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$

Donde:

PCI_s : PCI de la sección del nuevo pavimento

PCI_R : PCI Promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas

PCI_A : PCI Promedio de las unidades de muestreo adicionales

N : Número total de unidades de muestreo en la sección.

A : Numero adicional de unidades de muestreo inspeccionadas

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: (OLORTEGUI, y otros, 2020), el tipo de investigación fue aplicada, debido a que se buscó solucionar un problema ya expuesto, para la cual se dio un paso más allá para dar respuestas sobre dicho evento. p16

3.1.2. Diseño de investigación: (VASQUEZ, 2018), el estudio fue no experimental, de tipo Transversal descriptivo; ya que no se manipuló ninguna variable, sólo se observó el fenómeno existente y posterior a ello se realizó su análisis; y con ello se pudo brindar una solución. “p21

3.2. Variable y Operacionalización

Variable.

- Mejoramiento del Pavimento flexible.

Definición conceptual

(OBLITAS, y otros, 2021), El pavimento flexible está diseñado para mejorar la transitabilidad peatonal y vehicular; este a su vez está conformado por carpeta de rodadura, base, sub base que permiten distribuir las cargas de manera uniforme a la subrasante. p16.

Definición operacional

Para el mejoramiento del pavimento flexible se evaluará mediante el método PCI, encontrando de esa manera el índice de condición del pavimento.

Dimensiones

- Fallas del pavimento

Indicadores

- Piel de cocodrilo, Grieta de borde, Grieta longitudinal y transversal, parcheo, Huecos, Ahuellamientos, Desprendimiento de agregados.

Escala de medición

- Intervalo

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

(CALDERON, y otros, 2019), son un conjunto de elementos de un determinado lugar que fueron materia de estudio para la recolección de los datos deseados en la investigación, esta a su vez sirvió como referencia para elegir la muestra para el desarrollo del proyecto investigación.

La población estuvo conformada por 4 kilómetros la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo.

3.3.2. Muestra

(OLORTEGUI, y otros, 2020), es una porción específica de la población, es decir es un conjunto representativo que fue materia de estudio para la obtención de resultados.

Obtuvimos la muestra por conveniencia, para ello tomamos como punto de partida para el estudio la progresiva 0+0.00 de la ciudad de Moyobamba, de la cual nos propusimos evaluar un kilómetro de dicha carretera; de los cuales fue dividida en tramos de acuerdo al ancho de la vía.

3.3.3. Muestreo

(MALLMA, 2018), es una porción de la muestra de la cual se harán los respectivos estudios.

Para el muestreo se dividió la vía de la carretera en secciones; las cual dependió del ancho de la carretera; teniendo como máximo por cada unidad de muestreo 230.00 m² y como mínimo 93.00 m².

Longitud de la vía = 1000.00m

El ancho de calzada = 6.50m

Longitud de muestra = 35.4m

Área de la muestra = 230.1m²

$$N = \frac{Lv}{Lm}$$

N= Número total de muestras

Lv= Longitud de la vía

Lm= Longitud de muestra

N = 28 → Número total de muestras

s = 10 desviación estándar, ASTM D6433, inciso (7.5.2), (para asfalto)

e = 5% error aceptable, ASTM D6433, inciso (7.5.2)

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

n= 10 unidades a ser evaluadas en la investigación

Se obtuvieron 28 unidades de muestras de las cuales 10 unidades deberán ser evaluadas en la investigación.

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

$$i = \frac{28}{10} = 2.8$$

Entonces el intervalo de muestreo será: $i = 2$ *intervalo de muestreo*

3.3.4. Unidad de análisis

Formatos estandarizados existentes del método PCI. **Anexo 6.**

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

(CASTRO, 2021), Por medio de ella se nos permitió recabar información necesaria que sirvió como base para nuestro proyecto.

- Observación Directa
- Método PCI
- Memorias de cálculo

3.5. Procedimientos

- Se hizo la inspección de campo
- Se hizo levantamiento de Información de campo
- Se contrastó la Información recabada
- Para realizar el procedimiento se tuvo en cuenta el formato del (Anexo 5), donde se llenó las fallas, los tipos de daño, su severidad y su cuantificación de acuerdo a la unidad de muestreo.
- Se realizó tomas fotográficas de cada tramo, donde en ella se puede identificar las fallas pertenecientes a cada una de ellas.
- Se propuso alternativas de solución.

3.6. Método de análisis de datos

Se procedió a hacer una inspección de campo utilizando la técnica visual y utilizó el método PCI para clasificar las fallas presentes en la superficie del pavimento, luego de ello se procedió a recabar información de los diferentes fallas que presentaba el pavimento flexible de la carretera, tomando medidas de las diferentes fallas y se hizo tomas fotográficas que sirvió para contrastar lo recabado; luego de ello se procedió a llenar los formatos que elaboramos de acuerdo a la norma, que sirvió para medir los diferentes fallas que presentaba el pavimento; luego se contrastó los resultados obtenidos y con ello se pudo obtener una mejor idea del comportamiento de suelo y con ello se elaboró nuestra propuesta de mejoramiento.

3.7. Aspectos éticos

- ✓ El presente proyecto de investigación se elaboró de acuerdo a los productos observables propuestos por la universidad, en ella se cumplió con la norma internacional de citas y referencias ISO 690.
- ✓ El presente proyecto de investigación se rigió por el Reglamento Nacional de Edificaciones y Normas Técnicas Peruanas para la construcción.
- ✓ Damos fe de que en el presente proyecto de investigación se elaboró con datos, síntesis y resultados reales; estas se manejaron con veracidad, honestidad sin ocultamiento ni omisión de algo.

IV. RESULTADOS

En este ítem se detallará los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos propuestos para esta tesis. En primer lugar, se hizo la evaluación del pavimento flexible tramo Moyobamba- C.P Alto mayo, En segundo lugar, se hizo la identificación de las fallas existentes en el tramo, recabados de la inspección visual y serán representados mediante tablas. En tercer lugar, tenemos los valores calculados mediante el método PCI de cada unidad de muestreo. En cuarto lugar, se mostrará tablas donde se muestra el porcentaje de incidencia de las fallas en dicho tramo de la carretera la cual posee el grado de severidad y la valoración de las mismas, la cual nos brinda el método PCI para con ello proponer el plan de mejoramiento de la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo.

Objetivo 1, **Evaluar** la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.

Como paso fundamental e inicial del proyecto se hizo la identificación de la zona donde se llevaron a cabo los estudios, hicimos un recorrido de toda la carretera Moyobamba- C.P Alto mayo, se tomó medidas del ancho de la vía, se visualizó los diferentes tipos de fallas a lo largo de la carretera, de las cuales decidimos sacar las muestras por conveniencia, para ello tomamos como punto de partida para el estudio la progresiva 0+0.00 de la ciudad de Moyobamba, de la cual nos propusimos evaluar un kilómetro de dicha carretera, luego de ello, por medio una fórmula del manual del método PCI se obtuvo las muestras representativas para un kilómetro de la carretera con un valor $n=10$ muestras; teniendo como sección de cada muestra 6.50m de ancho y una longitud de 35.4m, ya que en el manual del PCI establece que la sección máxima por cada muestreo es de 230m² y como mínimo 93.0 m².

Longitud de la vía = 1000.00m

El ancho de calzada = 6.50m

Longitud de muestra = 35.4m

Área de la muestra = 230.1m²

$$N = \frac{Lv}{Lm}$$

N= Número total de muestras

Lv= Longitud de la vía

Lm= Longitud de muestra

N = 28 → Número total de muestras

s = 10 desviación estándar, ASTM D6433, inciso (7.5.2), (para asfalto)

e = 5% error aceptable, ASTM D6433, inciso (7.5.2)

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

n= 10 unidades a ser evaluadas en la investigación

Se obtuvieron 28 unidades de muestras de las cuales 10 unidades deberán ser evaluadas en la investigación.

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

$$i = \frac{28}{10} = 2.8$$

Entonces el intervalo de muestreo será: $i = 2$ intervalo de muestreo

Objetivo 2, **Identificar** los tipos de fallas en la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.

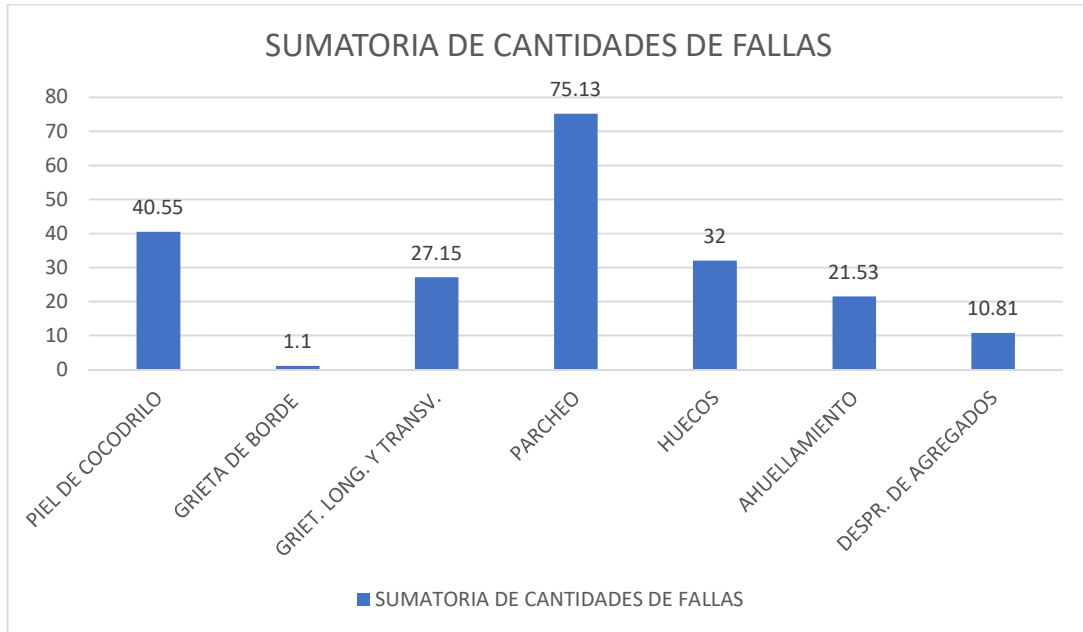
Tabla 3. Tipos de fallas encontradas, sumatoria total de las cantidades

N°	TIPOS DE PATOLOGÍAS/FALLA	UNIDAD	CANTIDAD
1	PC	m2	40.55
7	GB	m	1.1
10	GLT	m	27.15
11	PA	m2	75.13
13	HUE	und	32
15	AHU	m2	21.53
19	DAG	m2	10.81

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la **tabla 3**, las fallas que tienen más coincidencia y que más se han encontrado, son PC, GLT, el PA, HUE, AHU y el DAG, se verán los porcentajes de la falla que más se encuentra en la carretera tramo Moyobamba-CP Alto Mayo.

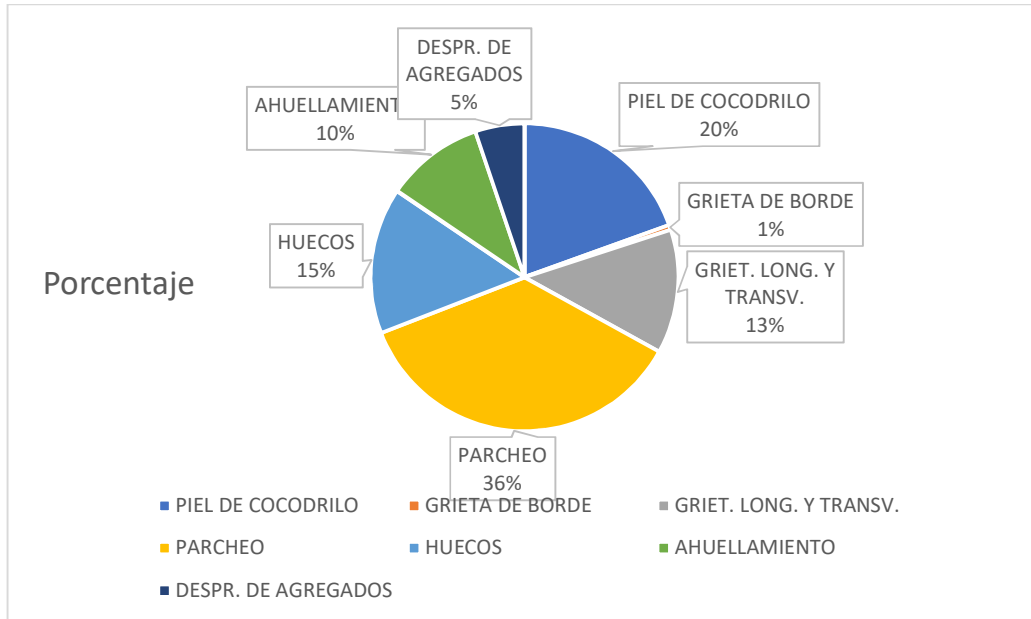
Gráfico 1. Sumatoria de cantidad de fallas



Fuente: Elaboración propia

Interpretación del **gráfico 1**, la sumatoria de las cantidades nos muestra la cantidad de similitud que se encuentra en todo el tramo estudiado, y podemos observar que la falla parcheo es la que más se ha encontrado en todo el tramo estudiado, y grieta de borde es la que menos se ha encontrado.

Gráfico 2. Porcentaje de los tipos de fallas



Fuente: Elaboración propia

Interpretación del **gráfico 2**, en esta grafica de porcentajes podemos ver y decir que, en el tramo estudiado, el porcentaje de la falla parcheo es la que más se ha encontrado, con un 36%, a comparación de la falla Griet. de borde a 1%.

Objetivo 3, **Calcular** el índice de condición del pavimento en la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.

Tabla 4. Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestra 1.

REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																																																	
LUGAR: Carretera Moyobamba - C. P Alto Mayo					SECCIÓN: 0+000.00 a 0+035.4.00																																												
FECHA: 24/10/2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM1																																												
REALIZADO POR: Jhon Lenin Mondragon Pintado, Roberth Edson Pérez Fernandez					AREA DE LA UNIDAD: 230.1 m ²																																												
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA																																									
<table border="0"> <tr> <td>1</td><td>Piel de cocodrilo.</td> <td>11</td><td>Parcheo.</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>Exudación.</td> <td>12</td><td>Pulimento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>Agrietamiento en bloque.</td> <td>13</td><td>Huecos.</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>Abutamientos y hundimientos.</td> <td>14</td><td>Cruce de via férrea.</td> </tr> <tr> <td>5</td><td>Corrugación.</td> <td>15</td><td>Ahuellamiento.</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>Depresión.</td> <td>16</td><td>Desplazamiento.</td> </tr> <tr> <td>7</td><td>Grieta de bordo.</td> <td>17</td><td>Grieta parabólica (elippago)</td> </tr> <tr> <td>8</td><td>Grieta de reflexión de junta.</td> <td>18</td><td>Hinchamiento.</td> </tr> <tr> <td>9</td><td>Desnivel carril / berma.</td> <td>19</td><td>Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>10</td><td>Grietas long y transversal.</td> <td></td><td></td> </tr> </table>								1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.	2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.	3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.	4	Abutamientos y hundimientos.	14	Cruce de via férrea.	5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.	6	Depresión.	16	Desplazamiento.	7	Grieta de bordo.	17	Grieta parabólica (elippago)	8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.	9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados	10	Grietas long y transversal.				
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.																																														
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.																																														
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.																																														
4	Abutamientos y hundimientos.	14	Cruce de via férrea.																																														
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.																																														
6	Depresión.	16	Desplazamiento.																																														
7	Grieta de bordo.	17	Grieta parabólica (elippago)																																														
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.																																														
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados																																														
10	Grietas long y transversal.																																																
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																																										
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$																																										
Medium	Media	M																																															
High	Alta	H																																															
FALLAS EXISTENTES																																																	
INTERVALO		CLASIFICACION		COLOR		7		11		13		19																																					
85-100	Excelente			Cant.		Cant.		Cant.		Cant.		Cant.																																					
71-85	Muy Bueno			1.1 H		3.6 M		2 M		4.6 M																																							
56-70	Buena																																																
41-55	Regular																																																
26-40	Mala																																																
11-25	Muy Mala																																																
0-10	Falla																																																
TOTAL		BAJA(L)		3.6		2		4.6																																									
		MEDIA(M)																																															
		ALTA(H)		1.1																																													
CALCULO DEL PCI																																																	
Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido	N° de valores deducidos > 2(q)																																												
7	H	1.1	0.50%	9	VD más alto = 30 N° máx de VD(m)= 7																																												
11	M	3.6	1.60%	11																																													
13	M	2	0.90%	30																																													
19	M	4.6	2.00%	8																																													
NRO					VDT	q	VDC																																										
1	30	11	9	8	58	4	32																																										
2	30	11	9	2	52	3	33																																										
3	30	11	2	2	45	2	34																																										
4	30	2	2	2	36	1	35																																										
5																																																	
6																																																	
7																																																	
							Max. VDC	35																																									
							PCI=100 - Max. VDC																																										
							PCI= 65																																										
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO PCI (PCI)																																																	
CONDICION DEL PAVIMENTO							BUENO																																										

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la **tabla 4**, se encontró cuatro fallas, con severidades altas y medias, donde se procedió a realizar el cálculo del PCI, donde se encontró la condición del pavimento igual a 65, y que el pavimento flexible está en la clasificación bueno, las acciones pertinentes de acuerdo a su categoría sería un mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico.

Figura 1. V. D de la falla parcheo.

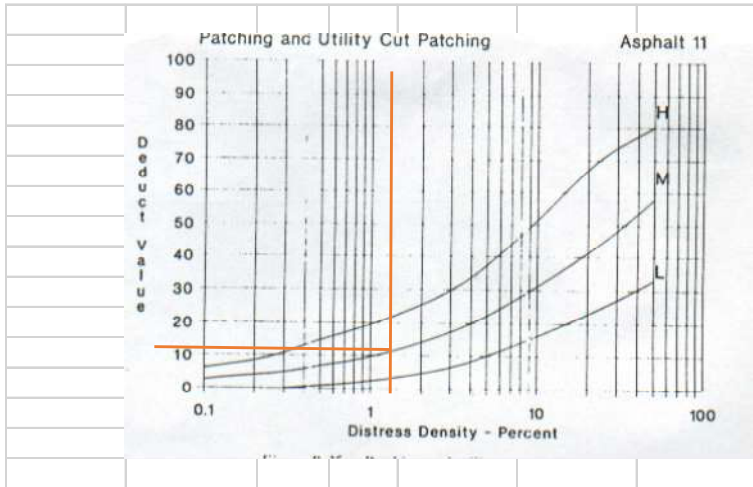


Figura 2. V. D de la falla grieta de borde.

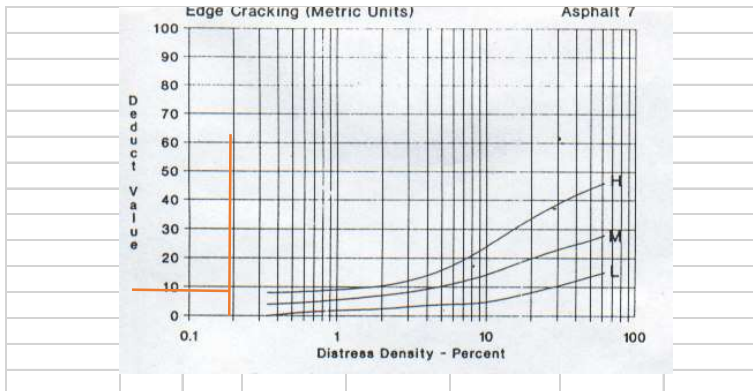


Figura 3. V. D de la falla hueco.

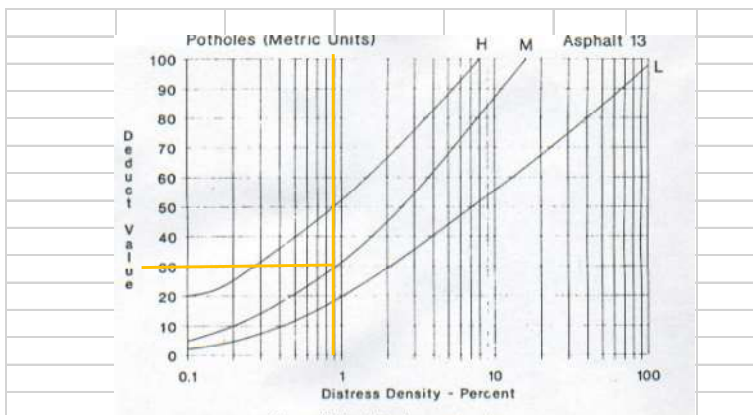


Figura 4. V. D de la falla desprendimiento de agregados.

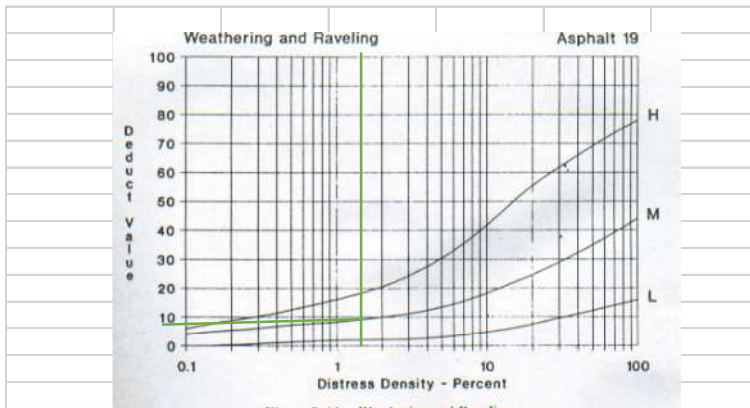


Tabla 5. Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 2

REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																													
LUGAR: Carretera Moyobamba - C. P Alto Mayo					SECCIÓN: 0+035.4.00 a 0+070.8.00																								
FECHA: 24/10/2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM2																								
REALIZADO POR: Jhon Lenin Mondragon Pintado, Roberth Edson Pérez Fernandez					ÁREA DE LA UNIDAD: 230.1 m2																								
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA																					
<table border="0"> <tr> <td>1 Piel de cocodrilo.</td> <td>11 Parcheo.</td> </tr> <tr> <td>2 Exudación.</td> <td>12 Pulimento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>3 Agrietamiento en bloque.</td> <td>13 Huecos.</td> </tr> <tr> <td>4 Abultamientos y hundimientos.</td> <td>14 Cruce de vía férrea.</td> </tr> <tr> <td>5 Corrugación.</td> <td>15 Ahuecamiento.</td> </tr> <tr> <td>6 Depresión.</td> <td>16 Desplazamiento.</td> </tr> <tr> <td>7 Grieta de borde.</td> <td>17 Grieta parabólica (slippage)</td> </tr> <tr> <td>8 Grieta de reflexión de junta.</td> <td>18 Hinchamiento.</td> </tr> <tr> <td>9 Desnivel caril / berma.</td> <td>19 Desprendimiento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>10 Grietas long y transversal.</td> <td></td> </tr> </table>								1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.	2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.	3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.	4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.	5 Corrugación.	15 Ahuecamiento.	6 Depresión.	16 Desplazamiento.	7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)	8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.	9 Desnivel caril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.	10 Grietas long y transversal.			
1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.																												
2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.																												
3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.																												
4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.																												
5 Corrugación.	15 Ahuecamiento.																												
6 Depresión.	16 Desplazamiento.																												
7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)																												
8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.																												
9 Desnivel caril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.																												
10 Grietas long y transversal.																													
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																							
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$		$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$																							
Medium	Media	M																											
High	Alta	H																											
FALLAS EXISTENTES																													
INTERVALO PCI %		CLASIFICACIÓN		COLOR		13		15																					
86-100	Excelente	[Verde]				Cant.		Sev.																					
71-85	May Bueno	[Amarillo]																											
56-70	Buena	[Naranja]				1 L		3.6 M																					
41-55	Regular	[Rojo]																											
26-40	Mala	[Magenta]																											
11-25	May Mala	[Rosado]																											
0-10	Falla	[Rojo Oscuro]																											
TOTAL		BAJA(L)		1		3.6																							
		MEDIA(M)																											
		ALTA(H)																											
CÁLCULO DEL PCI																													
Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido	N° de valores deducidos > 2(q)																								
13	L	1	0.43%	8	VD más alto = 22																								
15	M	3.6	1.60%	22																									
					N° máx de VD(m) = 8																								
NRO					VDT	q	VDC																						
1	22	8			30	2	21																						
2	22	2			24	1	24																						
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
							Max. VDC	24																					
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO PCI (PCI)							PCI=100 - Máx. VDC																						
							PCI= 76																						
CONDICION DEL PAVIMENTO							MUY BUENO																						

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la **tabla 5**, se encontró dos fallas, con severidades bajas y medias, donde se procedió a realizar el cálculo del PCI, donde se encontró la condición del pavimento igual a 76, y que el pavimento flexible está en la clasificación muy bueno, su categoría de acción sería un mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico.

Figura 5. V. D de la falla hueco

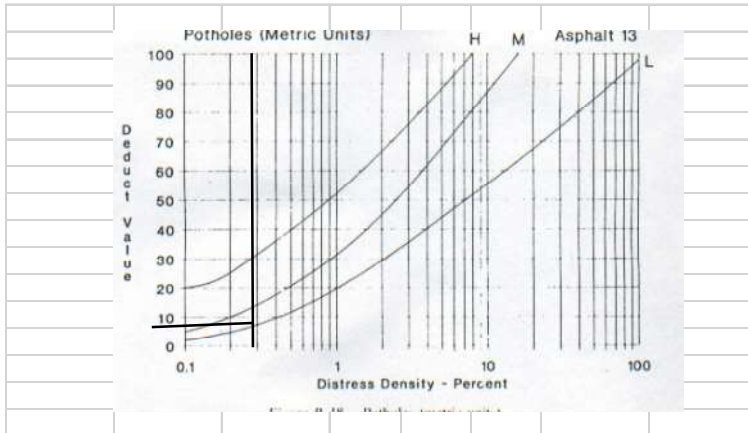


Figura 6. V. D de la falla ahuellamiento

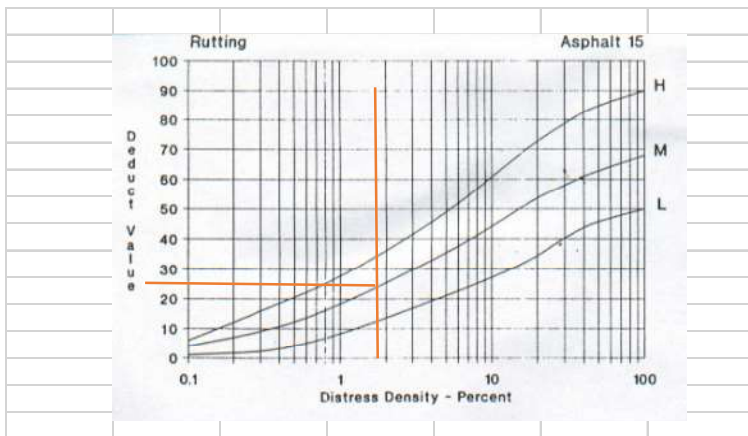


Tabla 6. Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 3

REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																													
LUGAR: Carretera Moyobamba - C. P Alto Mayo					SECCIÓN: 0+070,8.00 a 0+106,2.00																								
FECHA: 24/10/2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM3																								
REALIZADO POR: Jhon Lenin Mondragon Pintado, Robert Edson Pérez Fernandez					ÁREA DE LA UNIDAD: 230.1 m ²																								
TIPOS DE FALLAS							DIAGRAMA																						
<table border="0"> <tr><td>1 Piel de cocodrilo.</td><td>11 Parqueo.</td></tr> <tr><td>2 Exudación.</td><td>12 Pulimento de agregados.</td></tr> <tr><td>3 Agrietamiento en bloque.</td><td>13 Huecos.</td></tr> <tr><td>4 Abultamientos y hundimientos.</td><td>14 Cruce de vía férrea.</td></tr> <tr><td>5 Corrugación.</td><td>15 Ahuellamiento.</td></tr> <tr><td>6 Depresión.</td><td>16 Desplazamiento.</td></tr> <tr><td>7 Grieta de borde.</td><td>17 Grieta parabólica (slippage)</td></tr> <tr><td>8 Grieta de reflexión de junta.</td><td>18 Hinchamiento.</td></tr> <tr><td>9 Desnivel carril / berma.</td><td>19 Desprendimiento de agregados</td></tr> <tr><td>10 Grietas long y transversal.</td><td></td></tr> </table>							1 Piel de cocodrilo.	11 Parqueo.	2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.	3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.	4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.	5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.	6 Depresión.	16 Desplazamiento.	7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)	8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.	9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados	10 Grietas long y transversal.				
1 Piel de cocodrilo.	11 Parqueo.																												
2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.																												
3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.																												
4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.																												
5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.																												
6 Depresión.	16 Desplazamiento.																												
7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)																												
8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.																												
9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados																												
10 Grietas long y transversal.																													
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																							
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$																								
Medium	Media	M																											
High	Alta	H																											
INTERVALO PLS.		CLASIFICACION		COLOR		FALLAS EXISTENTES																							
66-100	Excelente	Cant.		19	Sev.																								
71-85	May Bueno	0.96		M																									
56-70	Buena																												
41-55	Regular																												
26-40	Mala																												
11-25	May Mala																												
0-10	Falla																												
TOTAL		BAJA(L)																											
		MEDIA(M)																											
		ALTA(H)		0.96																									
CALCULO DEL PCI																													
Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido	N° de valores deducidos > 2(q)																								
19	M	0.96	0.41%	7	7																								
					VD más alto = 7																								
					N° máx de VD(m)= 9.5																								
NRO					VDT	q	VDC																						
1	7				7	1	6																						
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
							Max VDC	6																					
							PCI=100 - Máx. VDC																						
							PCI= 94																						
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO PCI (PCI)																													
CONDICION DEL PAVIMENTO							EXCELENTE																						

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la **tabla 6**, se encontró una falla, con severidad media, donde se procedió a realizar el cálculo del PCI, donde se encontró la condición del pavimento igual a 94, y que el pavimento flexible está en la clasificación excelente, en esta unidad de muestreo se pudo ver que el pavimento aún está bueno, se mantiene, su categoría de acción sería un mantenimiento preventivo.

Figura 7. V. D de la falla desprendimiento de agregados.

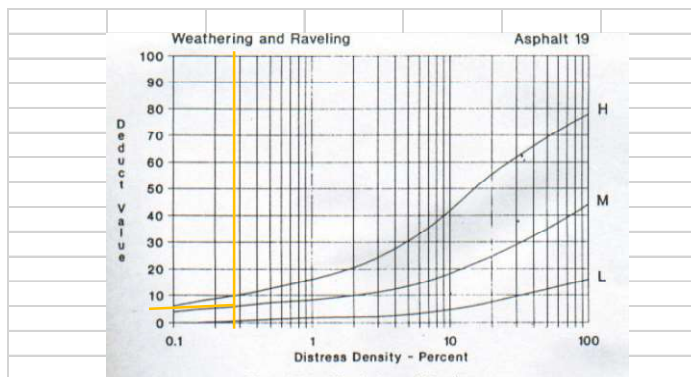


Tabla 7. Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 4

REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																													
LUGAR: Carretera Moyobamba - C. P Alto Mayo					SECCIÓN: 0+106,20.00 a 0+141,6.00																								
FECHA: 24/10/2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM4																								
REALIZADO POR: Jhon Lenin Mondragon Pintado, Roberth Edson Pérez Fernandez					ÁREA DE LA UNIDAD: 230.1 m ²																								
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA																					
<table border="0"> <tr> <td>1 Piel de cocodrilo.</td> <td>11 Parcheo.</td> </tr> <tr> <td>2 Exudación.</td> <td>12 Pulimento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>3 Agrietamiento en bloque.</td> <td>13 Huecos.</td> </tr> <tr> <td>4 Abultamientos y hundimientos.</td> <td>14 Cruce de vía férrea.</td> </tr> <tr> <td>5 Corrugación.</td> <td>15 Ahueamiento.</td> </tr> <tr> <td>6 Degradación.</td> <td>16 Desplazamiento.</td> </tr> <tr> <td>7 Grieta de borde.</td> <td>17 Grieta parabólica (slippage)</td> </tr> <tr> <td>8 Grieta de reflexión de junta.</td> <td>18 Hinchamiento.</td> </tr> <tr> <td>9 Desnivel carril / berma.</td> <td>19 Desprendimiento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>10 Grietas long y transversal.</td> <td></td> </tr> </table>								1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.	2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.	3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.	4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.	5 Corrugación.	15 Ahueamiento.	6 Degradación.	16 Desplazamiento.	7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)	8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.	9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.	10 Grietas long y transversal.			
1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.																												
2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.																												
3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.																												
4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.																												
5 Corrugación.	15 Ahueamiento.																												
6 Degradación.	16 Desplazamiento.																												
7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)																												
8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.																												
9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.																												
10 Grietas long y transversal.																													
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																							
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) \pm \sigma^2}$		$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$																							
Medium	Media	M																											
High	Alta	H																											
FALLAS EXISTENTES																													
INTERVALO PCI %		CLASIFICACION		COLOR																									
86-100	Excelente																												
71-85	Muy Bueno																												
56-70	Bueno																												
41-55	Regular																												
26-40	Malo																												
11-25	Muy Malo																												
0-10	Falla																												
TOTAL		BAJA(L)		2																									
		MEDIA(M)		3																									
		ALTA(H)		7.17		6.25																							
CALCULO DEL PCI																													
Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido	N° de valores deducidos > 2(q)																								
11	H	7.17	3.11%	28	VD más alto = 40 N° máx de VD(m) = 7																								
11	M	9.25	4.00%	17																									
13	L	2	0.86%	17																									
13	M	3	1.30%	40																									
15	H	6.25	2.71%	39																									
					VDT	q	VDC																						
1	40	39	28	17	141	5	73																						
2	40	39	28	17	126	4	72																						
3	40	39	28	2	111	3	70																						
4	40	39	2	2	85	2	62																						
5	40	2	2	2	48	1	47																						
6																													
7																													
							Max. VDC	73																					
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO PCI (PCI)							PCI=100 - Máx. VDC																						
							PCI= 27																						
CONDICION DEL PAVIMENTO							MALO																						

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la **tabla 7**, se encontró tres fallas, con severidades bajas, medias y altas donde se procedió a realizar el cálculo del PCI, donde se encontró la condición del pavimento igual a 27, y que el pavimento flexible está en la clasificación malo, en esta unidad de muestreo se pudo ver que el pavimento presenta bastante deterioro y su categoría de acción sería una rehabilitación-refuerzo estructural.

Figura 8. V. D de la falla parcheo.

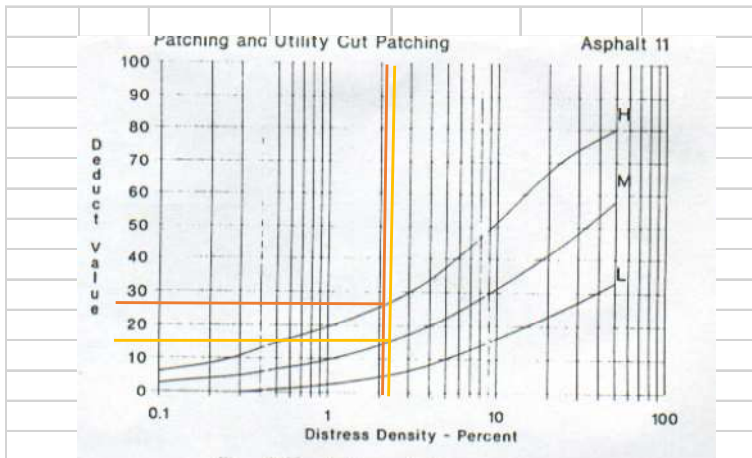


Figura 9. V. D de la falla hueco.

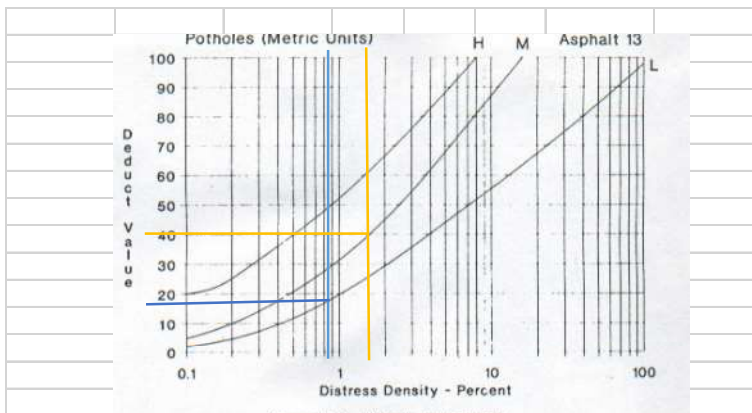


Figura 10. V. D de la falla ahuellamiento.



Tabla 8. Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 5

REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																													
LUGAR: Carretera Moyobamba - C. P Alto Mayo					SECCIÓN: 0+141,6.00 a 0+177.00																								
FECHA: 24/10/2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM5																								
REALIZADO POR: Jhon Lenin Mondragon Pintado, Robert Edson Pérez Fernandez					ÁREA DE LA UNIDAD: 230.1 m ²																								
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA																					
<table border="0"> <tr> <td>1 Piel de cocodrilo.</td> <td>11 Parcheo.</td> </tr> <tr> <td>2 Exudación.</td> <td>12 Pulimento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>3 Agrietamiento en bloque.</td> <td>13 Huecos.</td> </tr> <tr> <td>4 Abultamientos y hundimientos.</td> <td>14 Cruce de vía férrea.</td> </tr> <tr> <td>5 Corrugación.</td> <td>15 Ahueamiento.</td> </tr> <tr> <td>6 Depresión.</td> <td>16 Desplazamiento.</td> </tr> <tr> <td>7 Grieta de borde.</td> <td>17 Grieta parabólica (slippage)</td> </tr> <tr> <td>8 Grieta de reflexión de junta.</td> <td>18 Hinchamiento.</td> </tr> <tr> <td>9 Desnivel carril / berma.</td> <td>19 Desprendimiento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>10 Grietas long y transversal.</td> <td></td> </tr> </table>								1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.	2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.	3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.	4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.	5 Corrugación.	15 Ahueamiento.	6 Depresión.	16 Desplazamiento.	7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)	8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.	9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.	10 Grietas long y transversal.			
1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.																												
2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.																												
3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.																												
4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.																												
5 Corrugación.	15 Ahueamiento.																												
6 Depresión.	16 Desplazamiento.																												
7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)																												
8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.																												
9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.																												
10 Grietas long y transversal.																													
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																							
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$		$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$																							
Medium	Media	M																											
High	Alta	H																											
FALLAS EXISTENTES																													
INTERVALO PCI %		CLASIFICACION		COLOR		13		15		19																			
66-100	Excelente	Green				Cant.		Cant.		Cant.																			
71-85	Muy Bueno	Light Green				3 L		3.15 M		3.9 M																			
56-70	Buena	Yellow				4 M																							
41-55	Regular	Orange				5 H																							
26-40	Mala	Red																											
11-25	Muy Mala	Dark Red																											
0-10	Falla	Black																											
TOTAL		BAJA(L)		3		3.15		3.9																					
		MEDIA(M)		4																									
		ALTA(H)		5																									
CALCULO DEL PCI																													
Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido	N° de valores deducidos > 2(q)																								
13	L	3	1.30%	22	VD más alto = 72																								
13	M	4	1.73%	45																									
13	H	5	2.17%	72																									
15	M	3.15	1.36%	21	N° máx de VD(m)= 4																								
19	M	3.9	1.70%	9																									
NRO					VDT	q	VDC																						
1	72	45	22	21	160	4	87																						
2	72	45	22	2	141	3	85																						
3	72	45	2	2	121	2	82																						
4	72	2	2	2	78	1	77																						
5																													
6																													
7																													
							Max. VDC	87																					
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO PCI (PCI)							PCI=100 - Máx. VDC																						
							PCI= 13																						
CONDICION DEL PAVIMENTO							MUY MALO																						

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la **tabla 8**, se encontró tres fallas, con severidades bajas, medias y altas donde se procedió a realizar el cálculo del PCI, donde se encontró la condición del pavimento igual a 13, y que el pavimento flexible está en la clasificación muy malo, en esta unidad de muestreo se encontró que el pavimento está muy deteriorado y su categoría de acción sería una rehabilitación-reconstrucción.

Figura 11. V. D de la falla hueco.

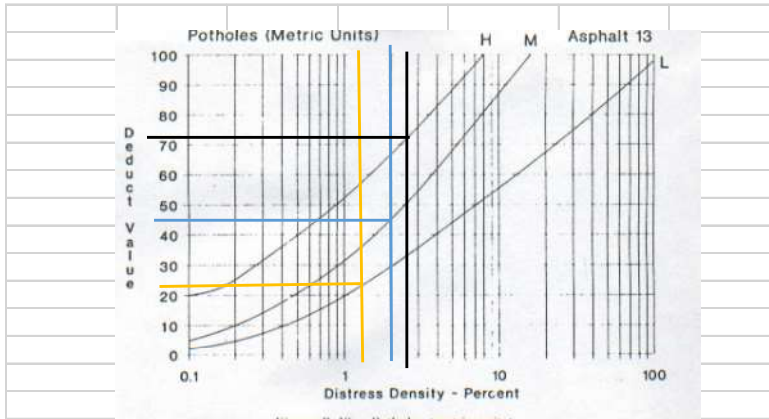


Figura 12. V. D de la falla ahuellamiento.



Figura 13. V. D de la falla desprendimiento de agregados.

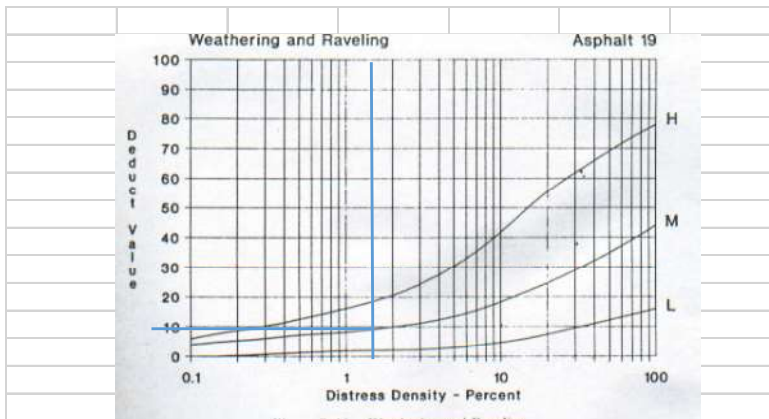


Tabla 9. Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 6.

REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																													
LUGAR: Carretera Moyobamba - C. P Alto Mayo					SECCIÓN: 0+177.00 a 0+212.4																								
FECHA: 24/10/2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM6																								
REALIZADO POR: Jhon Lenin Mondragon Pintado, Roberth Edson Pérez Fernandez					AREA DE LA UNIDAD: 230.1 m2																								
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA																					
<table border="0"> <tr> <td>1 Piel de cocodrilo.</td> <td>11 Parcheo.</td> </tr> <tr> <td>2 Exudación.</td> <td>12 Pulimento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>3 Agrietamiento en bloque.</td> <td>13 Huecos.</td> </tr> <tr> <td>4 Abultamientos y hundimientos.</td> <td>14 Cruce de vía férrea.</td> </tr> <tr> <td>5 Corrugación.</td> <td>15 Ahuellamiento.</td> </tr> <tr> <td>6 Depresión.</td> <td>16 Desplazamiento.</td> </tr> <tr> <td>7 Grieta de borde.</td> <td>17 Grieta parabólica (slippage)</td> </tr> <tr> <td>8 Grieta de reflexión de junta.</td> <td>18 Hinchamiento.</td> </tr> <tr> <td>9 Desnivel carril / berma.</td> <td>19 Desprendimiento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>10 Grietas long y transversal.</td> <td></td> </tr> </table>								1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.	2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.	3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.	4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.	5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.	6 Depresión.	16 Desplazamiento.	7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)	8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.	9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.	10 Grietas long y transversal.			
1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.																												
2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.																												
3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.																												
4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.																												
5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.																												
6 Depresión.	16 Desplazamiento.																												
7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)																												
8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.																												
9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.																												
10 Grietas long y transversal.																													
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																							
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$																						
Medium	Media	M																											
High	Alta	H																											
INTERVALO PCI %			FALLAS EXISTENTES																										
CLASIFICACIÓN			10		11		13		15																				
COLOR			Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.																			
85-100	Excelente	Verde																											
71-85	Muy Bueno	Amarillo	17	M	3.96	M			5.25	H																			
56-70	Bueno	Verde claro						1	2.88	H																			
41-55	Regular	Amarillo claro						1																					
26-40	Malo	Rosa						3																					
11-25	Muy Malo	Rojo																											
0-10	Falla	Negro																											
TOTAL			BAJA(L)		MEDIA(M)		ALTA(H)																						
			17		3.96		1		8.13																				
CALCULO DEL PCI																													
Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido	N° de valores deducidos > 2(q)																								
10	M	17	7.38%	11	VD más alto = 54																								
11	M	3.96	1.72%	10																									
13	L	1	0.43%	8																									
13	M	1	0.43%	13																									
13	H	3	1.30%	54																									
15	H	8.13	3.53%	32	N° máx de VD(m)= 6																								
NRO					VDT	q	VDC																						
1	54	32	13	11	10	8	128	6	62																				
2	54	32	13	11	10	2	122	5	64																				
3	54	32	13	11	2	2	114	4	66																				
4	54	32	13	2	2	2	105	3	67																				
5	54	32	2	2	2	2	94	2	67																				
6	54	2	2	2	2	2	64	1	65																				
7																													
								Max. VDC	67																				
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO PCI (PCI)								PCI=100 - Máx. VDC																					
								PCI= 33																					
CONDICION DEL PAVIMENTO								MALO																					

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la **tabla 9**, se encontró cuatro fallas, con severidades bajas, medias y altas donde se procedió a realizar el cálculo del PCI, donde se encontró la condición del pavimento igual a 33, y que el pavimento flexible está en la clasificación malo, en esta unidad de muestreo se encontró que el pavimento está con grandes rasgos de deterioro y su categoría de acción sería una rehabilitación-refuerzo estructural.

Figura 14. V. D de la falla grieta long. y transversal.

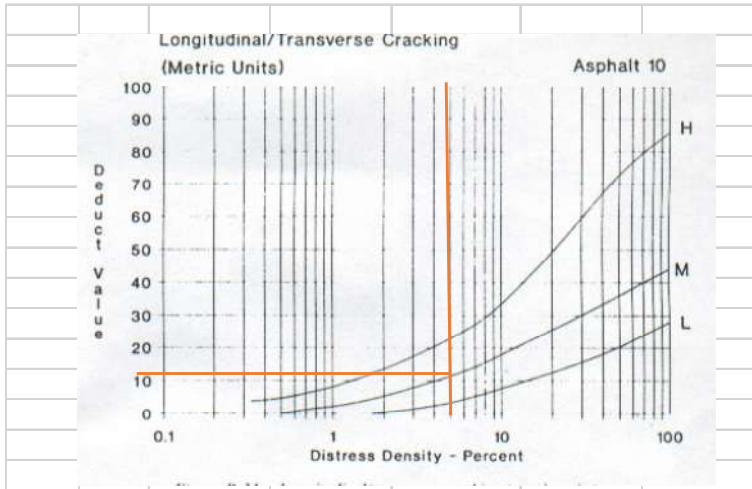


Figura 15. V. D de la falla parcheo.

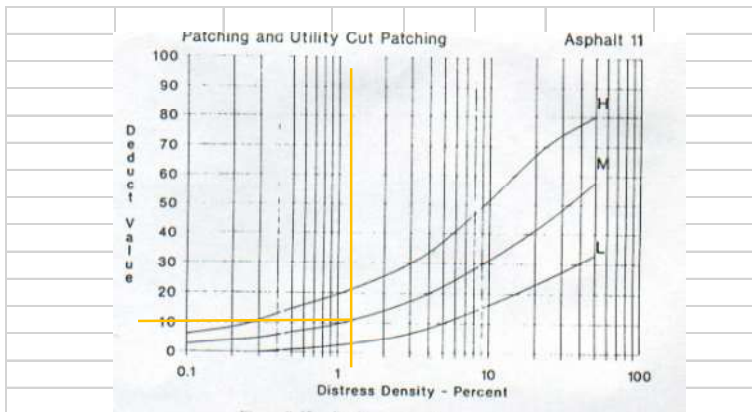


Figura 16. V. D de la falla hueco.

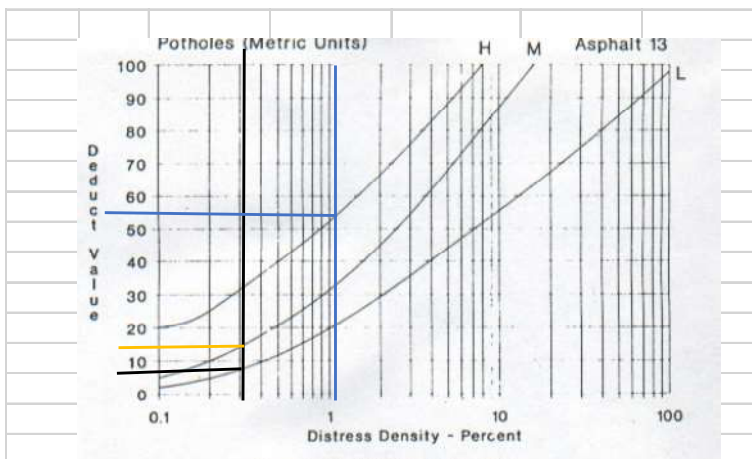


Figura 17. V. D de la falla ahuellamiento.



Tabla 10. Registros de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 7.

REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																													
LUGAR: Carretera Moyobamba - C. P Alto Mayo					SECCIÓN: 0+212.4 a 0+247.8																								
FECHA: 24/10/2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM7																								
REALIZADO POR: Jhon Lenin Mondragon Pintado, Robert Edson Pérez Fernandez					AREA DE LA UNIDAD: 230.1 m2																								
TIPOS DE FALLAS							DIAGRAMA																						
<table border="0"> <tr> <td>1 Piel de cocodrilo.</td> <td>11 Parcheo.</td> </tr> <tr> <td>2 Exudación.</td> <td>12 Pulimento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>3 Agrietamiento en bloque.</td> <td>13 Huecos.</td> </tr> <tr> <td>4 Abultamientos y hundimientos.</td> <td>14 Cruce de vía férrea.</td> </tr> <tr> <td>5 Corrugación.</td> <td>15 Ahuellamiento.</td> </tr> <tr> <td>6 Depresión.</td> <td>16 Desplazamiento.</td> </tr> <tr> <td>7 Grieta de borde.</td> <td>17 Grieta parabólica (slippage)</td> </tr> <tr> <td>8 Grieta de reflexión de junta.</td> <td>18 Hinchamiento.</td> </tr> <tr> <td>9 Desnivel carril / berma.</td> <td>19 Desprendimiento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>10 Grietas long y transversal.</td> <td></td> </tr> </table>							1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.	2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.	3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.	4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.	5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.	6 Depresión.	16 Desplazamiento.	7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)	8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.	9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.	10 Grietas long y transversal.				
1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.																												
2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.																												
3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.																												
4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.																												
5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.																												
6 Depresión.	16 Desplazamiento.																												
7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)																												
8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.																												
9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.																												
10 Grietas long y transversal.																													
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																						
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) \pm \sigma^2}$		$i = \frac{N}{n}$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$																						
Medium	Media	M																											
High	Alta	H																											
INTERVALO PCI%	CLASIFICACIÓN	COLOR	FALLAS EXISTENTES																										
85-100	Excelente	Verde	11		19																								
71-85	Muy Bueno	Amarillo	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	sev.																			
56-70	Bueno	Amarillo claro	3.3	H	0.33	H																							
41-55	Regular	Naranja	2.42	M	0.28	H																							
26-40	Malo	Rojo claro	2.2	H																									
11-25	Muy Malo	Rojo oscuro																											
0-10	Falla	Rojo muy oscuro																											
TOTAL			BAJA(L)		MEDIA(M)		ALTA(H)																						
			2.42		0.61		5.5																						
CALCULO DEL PCI																													
Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido	N° de valores deducidos > 2(q)																								
11	M	2.42	1.05%	11	VD más alto = 25																								
11	H	5.5	2.39%	25																									
19	H	0.61	0.26%	12																									
					N° máx de VD(m)= 7																								
NRO	1	25	12	11	VDT	q	VDC																						
	2	25	12	2	48	3	29																						
	3	25	2	2	39	2	28																						
	4				29	1	27																						
	5																												
	6																												
	7																												
							Max. VDC	29																					
							PCI=100 - Máx. VDC	PCI= 71																					
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO PCI (PCI)																													
CONDICION DEL PAVIMENTO							MUY BUENO																						

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la **tabla 10**, se encontró dos fallas, con severidades medias y altas donde se procedió a realizar el cálculo del PCI, donde se encontró la condición del pavimento igual a 71, y que el pavimento flexible está en la clasificación muy bueno, en esta unidad de muestreo se encontró que el pavimento está con pocos rasgos de deterioro y su categoría de acción sería un mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico.

Figura 18. V. D de la falla parcheo.

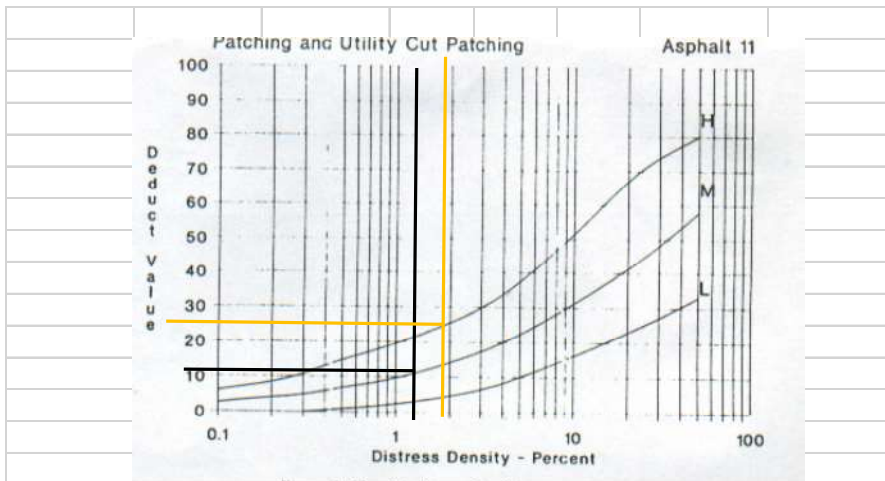


Figura 19. V. D de la falla desprendimiento de agregados.

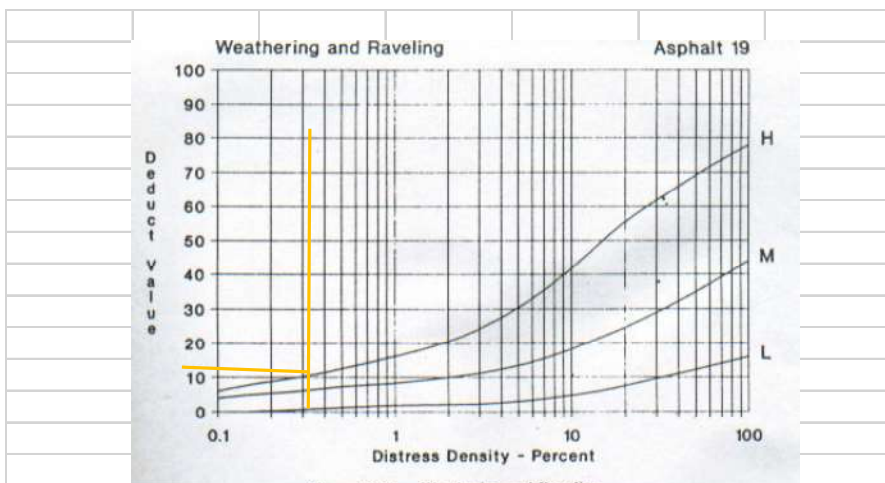


Tabla 11. Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 8.

REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																													
LUGAR: Carretera Moyobamba - C. P Alto Mayo					SECCIÓN: 0+247.8 a 0+283.2																								
FECHA: 24/10/2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM8																								
REALIZADO POR: Jhon Lenin Mondragon Pintado, Roberth Edson Pérez Fernandez					ÁREA DE LA UNIDAD: 230.1 m ²																								
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA																					
<table border="0"> <tr> <td>1 Piel de cocodrilo.</td> <td>11 Parcheo.</td> </tr> <tr> <td>2 Exudación.</td> <td>12 Pulimento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>3 Agrietamiento en bloque.</td> <td>13 Huecos.</td> </tr> <tr> <td>4 Abultamientos y hundimientos.</td> <td>14 Cruce de vía férrea.</td> </tr> <tr> <td>5 Corrugación.</td> <td>15 Ahuellamiento.</td> </tr> <tr> <td>6 Depresión.</td> <td>16 Desplazamiento.</td> </tr> <tr> <td>7 Grieta de borde.</td> <td>17 Grieta parabólica (slippage)</td> </tr> <tr> <td>8 Grieta de reflexión de junta.</td> <td>18 Hinchamiento.</td> </tr> <tr> <td>9 Desnivel carril / berma.</td> <td>19 Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>10 Grietas long y transversal.</td> <td></td> </tr> </table>								1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.	2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.	3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.	4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.	5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.	6 Depresión.	16 Desplazamiento.	7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)	8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.	9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados	10 Grietas long y transversal.			
1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.																												
2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.																												
3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.																												
4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.																												
5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.																												
6 Depresión.	16 Desplazamiento.																												
7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)																												
8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.																												
9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados																												
10 Grietas long y transversal.																													
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																							
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$																								
Medium	Media	M																											
High	Alta	H																											
FALLAS EXISTENTES																													
INTERVALO PCI %	CLASIFICACIÓN	COLOR	1		10		19																						
88-100	Excelente	Verde	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.																				
71-85	Muy Bueno	Amarillo	3	M	1.55	L	0.44	M																					
58-70	Buena	Amarillo claro	2.25	H	6	M																							
41-55	Regular	Rosa	1.8	H	2.6	H																							
26-40	Mala	Naranja																											
11-25	Muy Mala	Rojo																											
0-10	Falla	Rojo oscuro																											
TOTAL			BAJA(L)		1.55																								
			MEDIA(M)		3		0.44																						
			ALTA(H)		4.5		2.6																						
CALCULO DEL PCI																													
Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido	N° de valores deducidos > 2(q)																								
1	M	3	1.3%	22	VD más alto = 35																								
1	H	4.5	1.95%	35																									
10	L	1.55	0.67%	2																									
10	M	6	2.60%	4																									
10	H	2.6	1.10%	10																									
19	M	0.44	0.19%	5		N° máx de VD(m)= 6																							
NRO					VDT	q	VDC																						
1	35	22	10	5	4	2	78	6	35																				
2	35	22	10	5	4	2	78	5	39																				
3	35	22	10	5	2	2	76	4	43																				
4	35	22	10	2	2	2	73	3	47																				
5	35	22	2	2	2	2	65	2	49																				
6	35	2	2	2	2	2	45	1	46																				
7																													
							Max. VDC	49																					
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO PCI (PCI)							PCI=100 - Máx. VDC																						
							PCI= 51																						
CONDICION DEL PAVIMENTO							REGULAR																						

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la **tabla 11**, se encontró tres fallas, con severidades bajas, medias y altas donde se procedió a realizar el cálculo del PCI, donde se encontró la condición del pavimento igual a 51, y que el pavimento flexible está en la clasificación regular, en esta unidad de muestreo se encontró que el pavimento está con poco deterioro y su categoría de acción sería un mantenimiento correctivo.

Figura 20. V. D de la falla piel de cocodrilo.

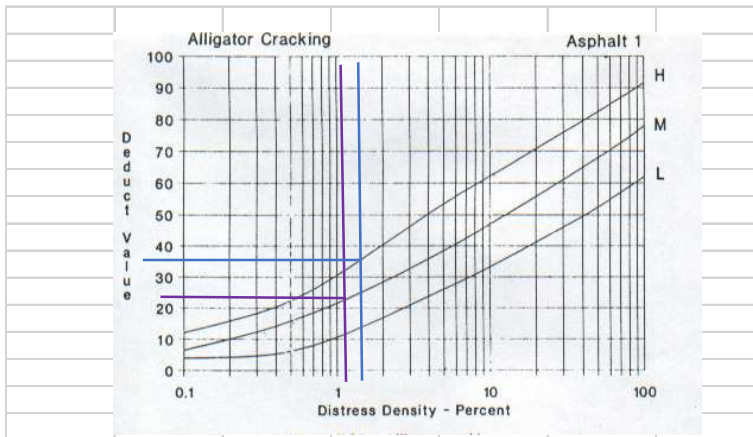


Figura 21. V. D de la falla grieta long. y transversal.

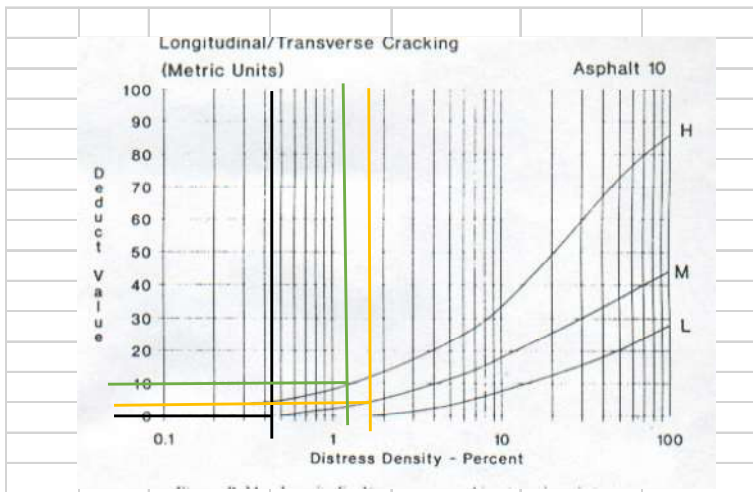


Figura 22. V. D de la falla desprendimiento de agregado.

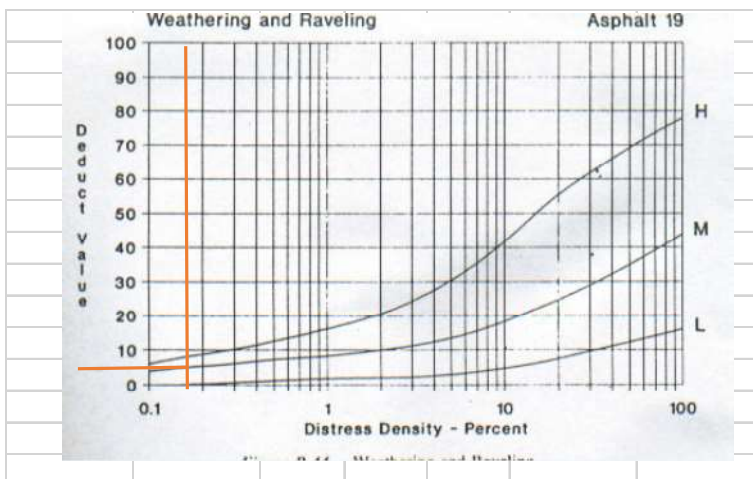


Tabla 12. Registro de cálculos con el método PCI, unidad de muestreo 9.

REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																													
LUGAR: Carretera Moyobamba - C. P Alto Mayo					SECCIÓN: 0+283.2 a 0+318.6																								
FECHA: 24/10/2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM9																								
REALIZADO POR: Jhon Lenin Mondragon Pintado, Robert Edson Pérez Fernandez					AREA DE LA UNIDAD: 230.1 m ²																								
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA																					
<table border="0"> <tr> <td>1 Piel de cocodrilo.</td> <td>11 Parcheo.</td> </tr> <tr> <td>2 Exudación.</td> <td>12 Pulimento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>3 Agrietamiento en bloque.</td> <td>13 Huecos.</td> </tr> <tr> <td>4 Abultamientos y hundimientos.</td> <td>14 Cruce de vía férrea.</td> </tr> <tr> <td>5 Corrugación.</td> <td>15 Ahuellamiento.</td> </tr> <tr> <td>6 Depresión.</td> <td>16 Desplazamiento.</td> </tr> <tr> <td>7 Grieta de borde.</td> <td>17 Grieta parabólica (slippage)</td> </tr> <tr> <td>8 Grieta de reflexión de junta.</td> <td>18 Hinchamiento.</td> </tr> <tr> <td>9 Desnivel carril / berma.</td> <td>19 Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>10 Grietas long y transversal.</td> <td></td> </tr> </table>								1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.	2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.	3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.	4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.	5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.	6 Depresión.	16 Desplazamiento.	7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)	8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.	9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados	10 Grietas long y transversal.			
1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.																												
2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.																												
3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.																												
4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.																												
5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.																												
6 Depresión.	16 Desplazamiento.																												
7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)																												
8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.																												
9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados																												
10 Grietas long y transversal.																													
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																							
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$																								
Medium	Media	M																											
High	Alta	H																											
FALLAS EXISTENTES																													
INTERVALO PCI %	CLASIFICACION	COLOR	1		13		19																						
86-100	Excelente	Verde	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.																					
71-85	Muy Bueno	Amarillo	4.2	L			0.3	M																					
58-70	Bueno	Amarillo	1.36	M																									
41-55	Regular	Rosa	1.8	M																									
26-40	Malo	Rojo	1.42	H																									
11-25	Muy Malo	Naranja																											
0-10	Falla	Gris																											
TOTAL			BAJA(L)		1		0.3																						
			MEDIA(M)		2																								
			ALTA(H)		2																								
CALCULO DEL PCI																													
Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido	N° de valores deducidos > 2(q)																								
1	L	4.2	1.8%	13	Valor deducido más alto = 48																								
1	M	3.16	1.37%	23																									
1	H	1.42	0.61%	20																									
13	L	1	0.43%	9																									
13	M	2	0.86%	28																									
13	H	2	0.86%	48																									
19	M	0.3	0.13%	6																									
					N° máx de VD(m)= 6																								
NRO					VDT	q	VDC																						
1	48	28	23	20	13	9	141	6	68																				
2	48	28	23	20	13	2	134	5	69																				
3	48	28	23	20	2	2	123	4	70																				
4	48	28	23	2	2	2	105	3	66																				
5	48	28	2	2	2	2	84	2	62																				
6	48	2	2	2	2	2	58	1	57																				
7																													
							Max. VDC	70																					
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO PCI (PCI)							PCI=100 - Máx. VDC																						
							PCI= 30																						
CONDICION DEL PAVIMENTO							MALO																						

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la **tabla 12**, se encontró tres tipos de fallas, con severidades bajas, medias y altas donde se procedió a realizar el cálculo del PCI, donde se encontró la condición del pavimento igual a 30, y que el pavimento flexible está en la clasificación malo, en esta unidad de muestreo se encontró que el pavimento está con grandes rasgos de deterioro y su categoría de acción sería una rehabilitación-refuerzo estructural.

Figura 23. V. D de la falla piel de cocodrilo.

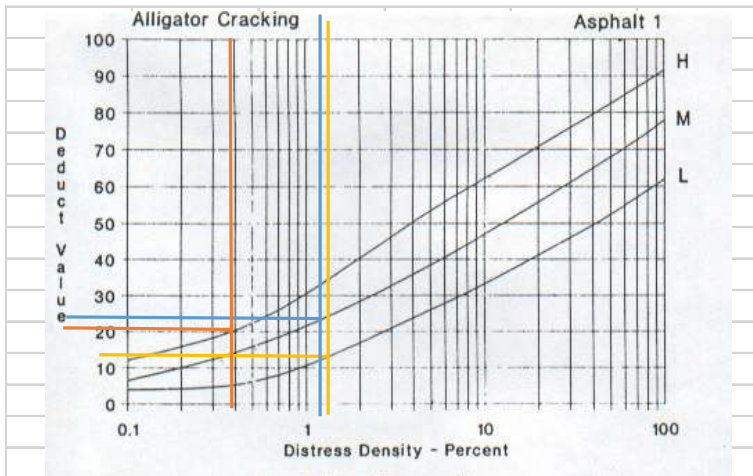


Figura 24. V. D de la falla hueco.

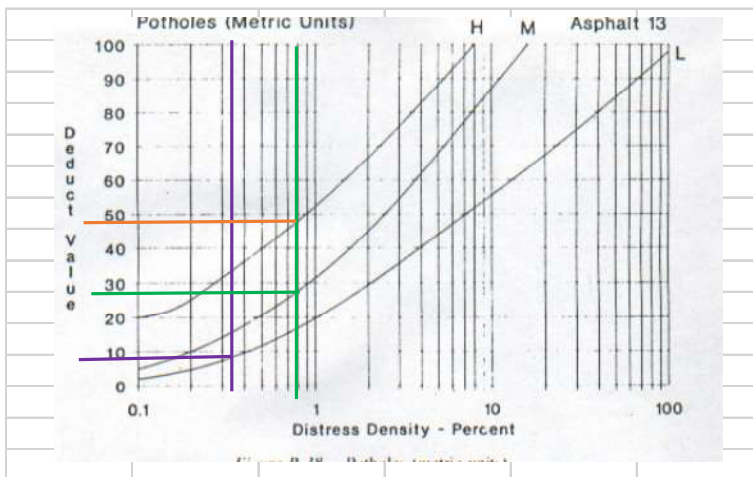


Figura 25. V. D de la falla desprendimiento de agregados.

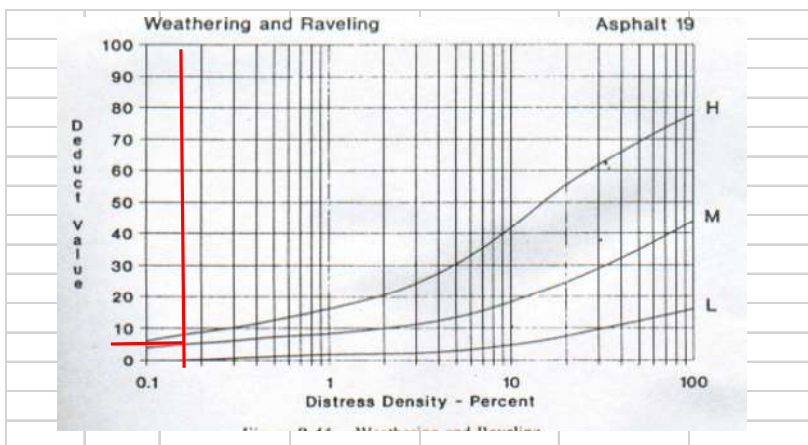


Tabla 13. Registros de cálculos con el método PCI, unidad de muestra 10.

REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																													
LUGAR: Carretera Moyobamba - C. P Alto Mayo					SECCIÓN: 0+318.6 a 0+354.0																								
FECHA: 24/10/2022					UNIDAD DE MUESTREO: UM10																								
REALIZADO POR: Jhon Lenin Mondragon Pintado, Robert Edson Pérez Fernandez					AREA DE LA UNIDAD: 230.1 m ²																								
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA																					
<table border="0"> <tr> <td>1 Piel de cocodrilo.</td> <td>11 Parcheo.</td> </tr> <tr> <td>2 Exudación.</td> <td>12 Pulimento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>3 Agrietamiento en bloque.</td> <td>13 Huecos.</td> </tr> <tr> <td>4 Abultamientos y hundimientos.</td> <td>14 Cruce de vía férrea.</td> </tr> <tr> <td>5 Corrugación.</td> <td>15 Ahuellamiento.</td> </tr> <tr> <td>6 Depresión.</td> <td>16 Desplazamiento.</td> </tr> <tr> <td>7 Grieta de borde.</td> <td>17 Grieta parabólica (slippage)</td> </tr> <tr> <td>8 Grieta de reflexión de junta.</td> <td>18 Hinchamiento.</td> </tr> <tr> <td>9 Desnivel carril / berma.</td> <td>19 Desprendimiento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>10 Grietas long y transversal.</td> <td></td> </tr> </table>								1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.	2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.	3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.	4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.	5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.	6 Depresión.	16 Desplazamiento.	7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)	8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.	9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.	10 Grietas long y transversal.			
1 Piel de cocodrilo.	11 Parcheo.																												
2 Exudación.	12 Pulimento de agregados.																												
3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.																												
4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.																												
5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.																												
6 Depresión.	16 Desplazamiento.																												
7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage)																												
8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.																												
9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.																												
10 Grietas long y transversal.																													
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD																							
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$																								
Medium	Media	M																											
High	Alta	H																											
INTERVALO PCI %		CLASIFICACION	COLOR	FALLAS EXISTENTES																									
86-100	Exceles	Verde		1		11		13																					
71-85	Muy Bueno	Amarillo		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	sev.																		
56-70	Buena	Amarillo		18	L	2.13	L	2	M																				
41-55	Regular	Rosa		6.72	M	25.74	M																						
26-40	Mala	Rosa				15.36	H																						
11-25	Muy Mala	Rojo																											
0-10	Falla	Rojo																											
TOTAL		BAJA(L)	18	2.13		2																							
		MEDIA(M)	6.72	25.74																									
		ALTA(H)		15.36																									
CALCULO DEL PCI																													
Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido	N° de valores deducidos > 2(q)																								
1	L	18	7.8%	27	VD más alto =33																								
1	M	6.72	2.92%	25																									
11	L	2.13	0.92%	3																									
11	M	25.74	11.18%	32																									
11	H	15.36	6.67%	33																									
13	M	2	0.86%	30			N° máx de VD(m)= 7																						
NRO					VDT	q	VDC																						
1	33	32	30	27	25	3	150	6	74																				
2	33	32	30	27	25	2	149	5	78																				
3	33	32	30	27	2	2	126	4	73																				
4	33	32	30	2	2	2	101	3	65																				
5	33	32	2	2	2	2	72	2	52																				
6	33	2	2	2	2	2	43	1	44																				
7																													
								Max. VDC	78																				
								PCI=100 - Máx. VDC	PCI= 22																				
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO PCI (PCI)																													
CONDICION DEL PAVIMENTO								MUY MALO																					

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la **tabla 13**, se encontró tres tipos de fallas, con severidades bajas, medias y altas donde se procedió a realizar el cálculo PCI, donde se encontró la condición del pavimento igual a 22, y que el pavimento flexible está en la clasificación muy malo, en esta unidad de muestreo se encontró que el pavimento está muy deteriorado y su categoría de acción sería una rehabilitación-reconstrucción.

Figura 26. V. D de la falla piel de cocodrilo.

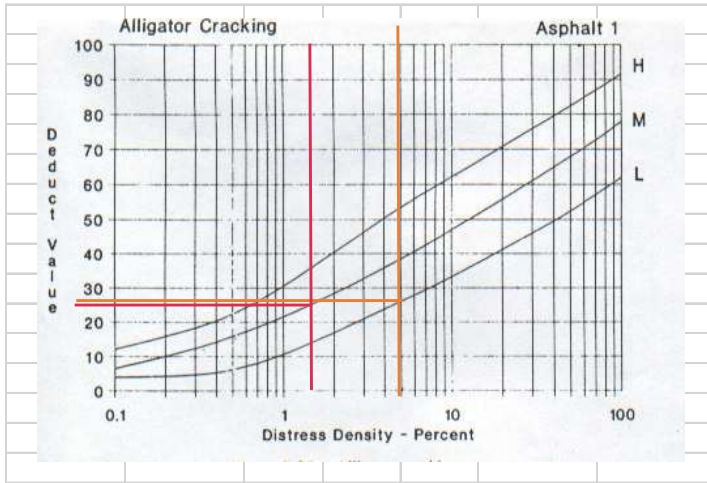


Figura 27. V. D de la falla parcheo.

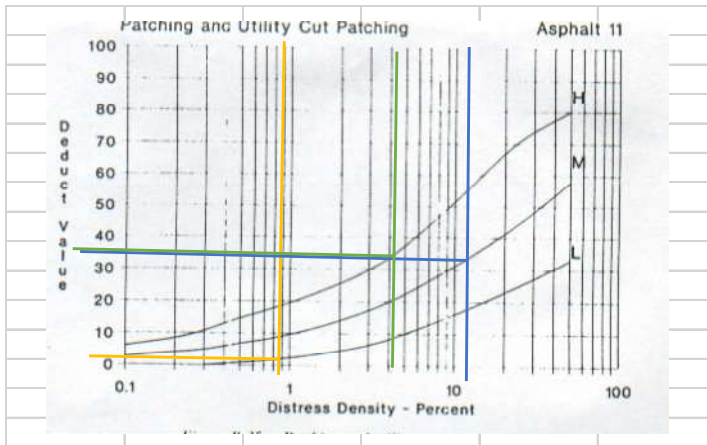


Figura 28. V. D de la falla hueco.

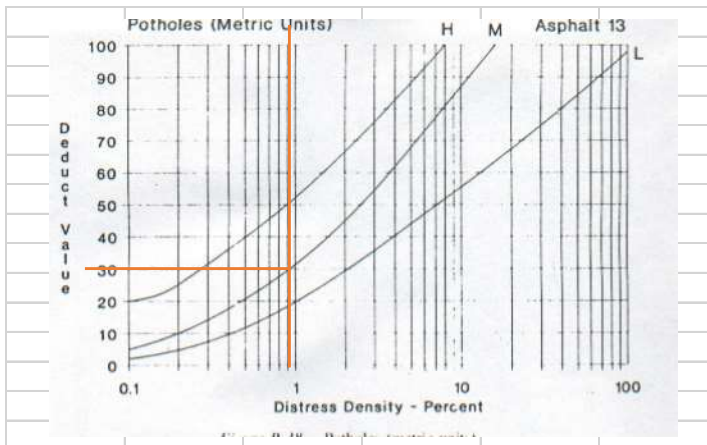


Figura 29. VALORES D. CORREGIDOS DE LAS FALLAS EVALUADAS

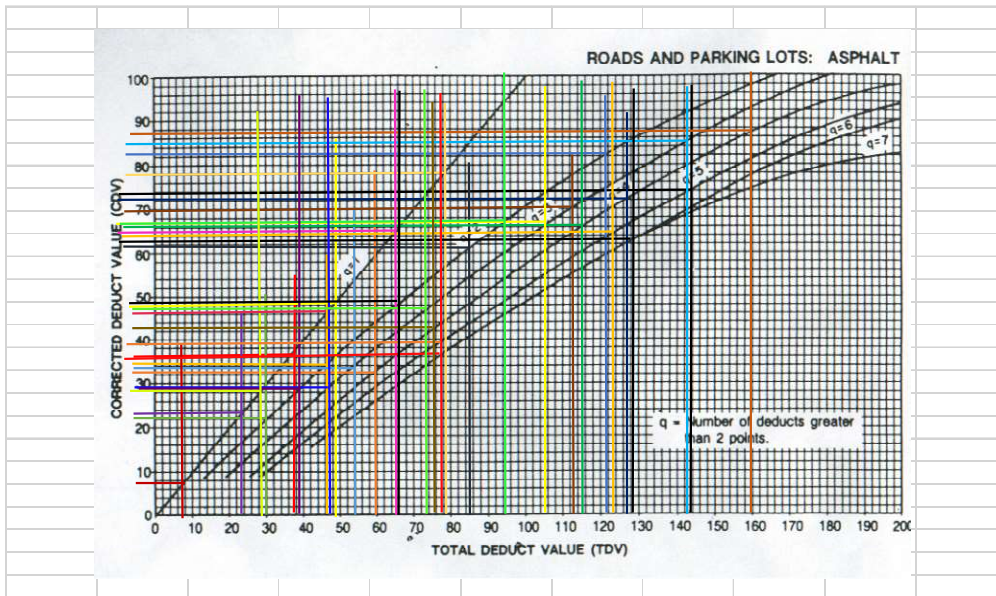
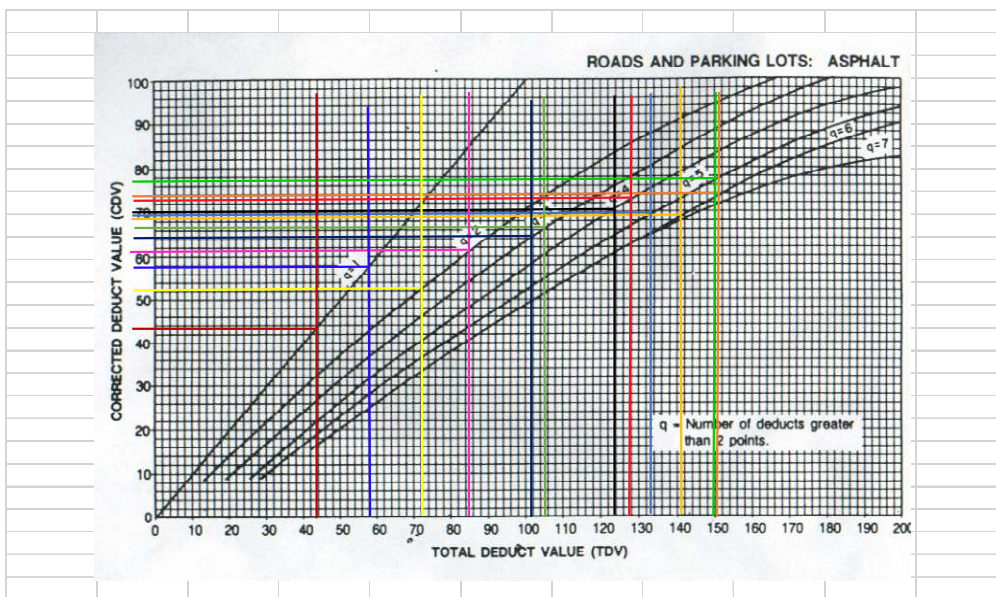


Figura 30. VALORES D. CORREGIDOS DE LAS FALLAS EVALUADAS



Objetivo 4, **Determinar** la condición del pavimento de la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.

Tabla 14. Condición del pavimento

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVAS		VALOR DEL PCI	CONDICIÓN
	INICIAL	FINAL		
UM-1	0+000.00	0+035.40	65	BUENO
UM-2	0+035.40	0+070.80	76	MUY BUENO
UM-3	0+070.80	0+106.20	94	EXCELENTE
UM-4	0+106.20	0+141.60	27	MALO
UM-5	0+141.60	0+177.00	13	MUY MALO
UM-6	0+177.00	0+214.4	33	MALO
UM-7	0+212.40	0+247.80	71	MUY BUENO
UM-8	0+247.80	0+283.20	51	REGULAR
UM-9	0+283.20	0+318.6	30	MALO
UM-10	0+318.6	0+354.0	22	MUY MALO

Fuente: Elaboración propia

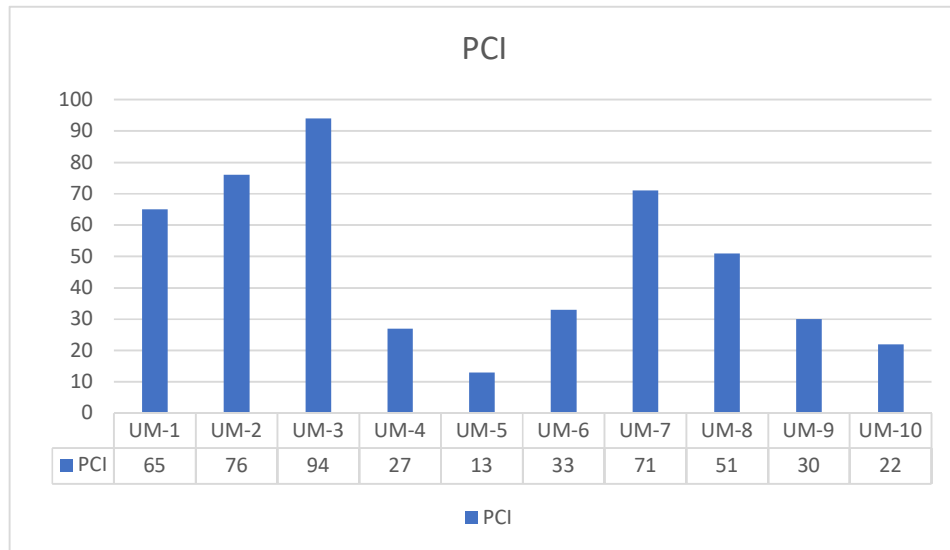
Tabla 15. Categoría de acción según la condición del pavimento

RESULTADO DEL CALCULO DEL PCI DE LA CARRETERA MOYOBAMBA-CP ALTO MAYO(COND. Y CAT.)	
Condicion del pavimento	Categoría de acción
BUENO	Mantenimiento Preventivo y/o Periódico
MUY BUENO	Mantenimiento Preventivo y/o Periódico
EXCELENTE	Mantenimiento Preventivo
MALO	Rehabilitacion- Refuerzo Estructural
MUY MALO	Rehabilitacion- Reconstruccion
MALO	Rehabilitacion- Refuerzo Estructural
MUY BUENO	Mantenimiento Preventivo y/o Periódico
REGULAR	Mantenimiento Correctivo
MALO	Rehabilitacion- Refuerzo Estructural
MUY MALO	Rehabilitacion- Reconstruccion

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la **tabla 14 y 15**, la carretera no se le dio el cuidado necesario, y por el momento presenta varias fallas y la condición del pavimento está en parte malo por no hacerse el mantenimiento oportuno y necesitara hacerse la rehabilitación y reconstrucción de varios tramos.

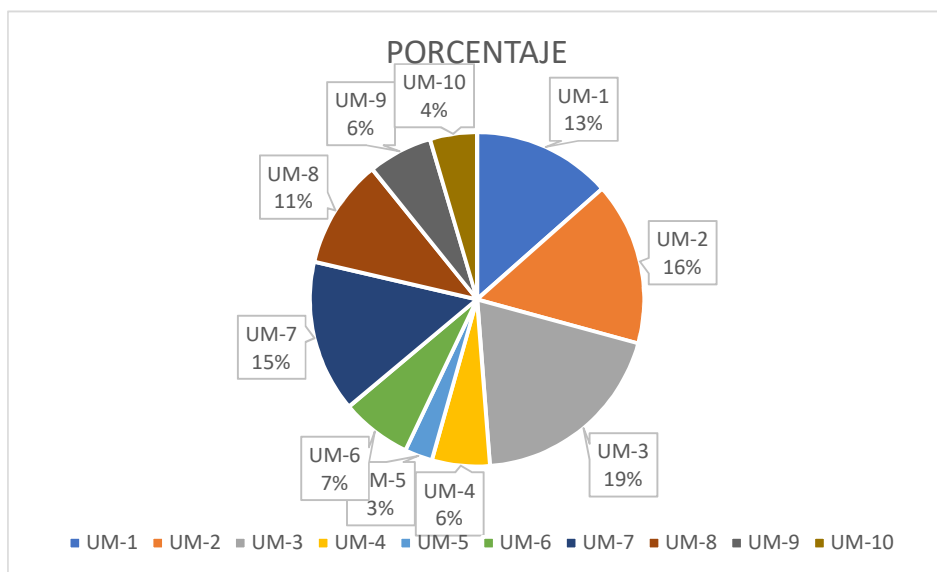
Gráfico 3. Valor del PCI



Fuente: Elaboración propia

Interpretación del **grafico 3**, tenemos los valores del cálculo del PCI de todas las unidades de muestreo, donde la barra más alta con PCI 94, es de condición excelente, y la barra más baja con PCI 13, es de condición muy malo.

Gráfico 4. Porcentaje del PCI



Fuente: Elaboración propia

Interpretación del **grafico 4**, en este grafico se observa distintos porcentajes, decimos a mayor porcentaje es excelente la condición de la unidad de muestreo a menor porcentaje es muy mala la condición de la unidad de muestreo.

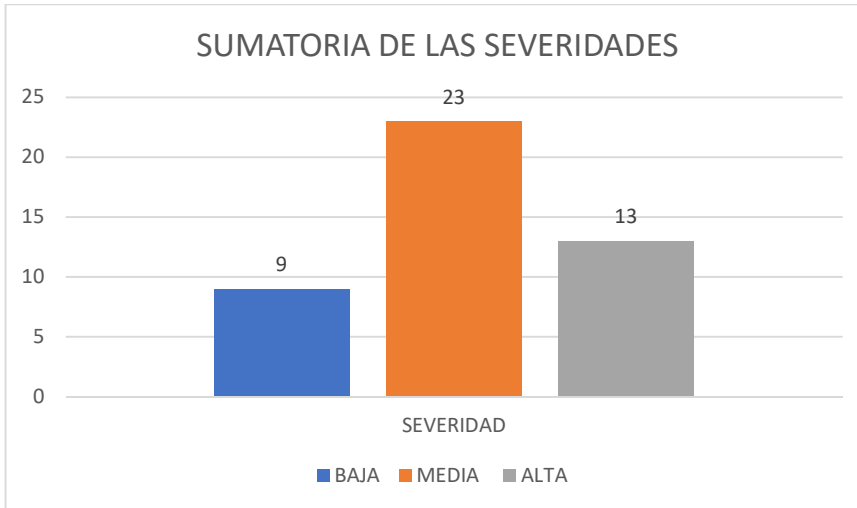
Objetivo 4, **Proponer** alternativas de mejoramiento del pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.

Tabla 16. Alternativas de mejoramiento según el nivel de severidad de las fallas encontradas.

N°	Tipo de Falla	Unidad	Nivel de Severidad	Alternativa de Mejoramiento
1	PC	m2	L	SELLO SUPERFICIAL
			M	PARCHEO PARCIAL
			H	RECONSTRUCCION
7	GB	m2	L	SELLO DE GRIETAS CON ANCHO MAYOR A 3mm
			M	SELLADO DE GRIETAS
			H	PARCHEO PARCIAL O PROFUNDO
10	GLT	m	L	SELLO DE GRIETAS CON ANCHO MAYOR A 3mm
			M	SELLO DE GRIETAS
			H	SELLO DE GRIETAS O PARCHEO PARCIAL
11	PA	m2	L	SELLADO DE LA IMPERFECCION
			M	SUSTITUCION DEL PARCHE (EN CASO REQUERIRLO)
			H	SUSTITUCION DEL PARCHE
13	HUE	und	L	PARCHEO PARCIAL
			M	PARCHEO PARCIAL O PROFUNDO
			H	PARCHEO PROFUNDO
15	AHU	m2	L	PARCHEO SUPERFICIAL(EN CASO REQUERIRLO)
			M	PARCHEO SUPERFICIAL O PARCIAL
			H	PARCHEO PROFUNDO O FRESADO Y SOBRECARPETA
19	DAG	m2	L	SELLADO(EN CASO REQUERIRLO)
			M	SELLADO SUPERFICIAL O SOBRECARPETA
			H	SEBRECARPETA O RECONSTRUCCION

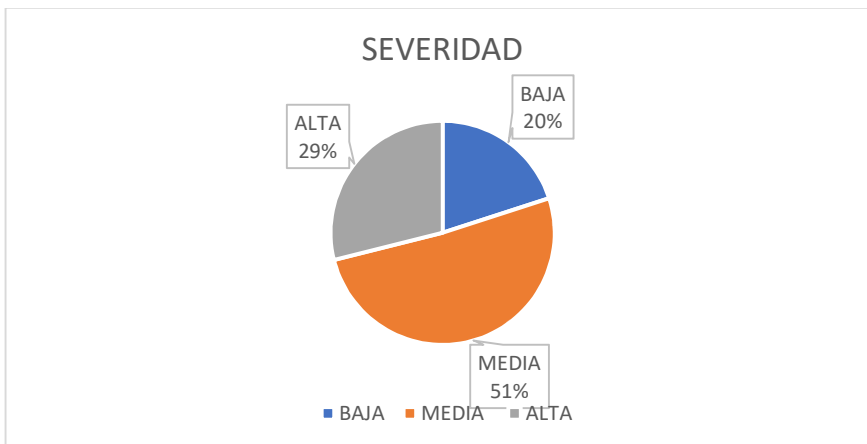
Interpretación de la **tabla 16**, podemos ver en la tabla los tipos de fallas encontramos en el tramo estudiado, la unidad de medida, los niveles de severidad, y por cada nivel de severidad del tramo estudiado se está dando una alternativa de mejoramiento para de esa manera mejorar la transitabilidad y alargar la vida útil del pavimento.

Gráfico 5. Sumatoria de las severidades del tramo estudiado



Interpretación del **grafico 5**, en este grafico se muestra la sumatoria de la severidad, y se ve que la severidad media es la más elevada con 23, la que le sigue la severidad alta con 13, y la severidad baja con 9, decimos que durante la evaluación se encontró más severidades medias.

Gráfico 6. Porcentaje según la severidad



Interpretación del **grafico 6**, en este grafico se representa el porcentaje más elevado de la severidad encontrada en el tramo evaluado.

V. DISCUSIÓN

Objetivo Especifico 1. Evaluar la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022

Vidaurre, en su proyecto de investigación, concluyó que el tramo que investigó se encontró en malas condiciones, para la cual utilizó el método PCI para verificar las fallas y con ella brindar mantenimiento acorde al tipo de falla encontrado en los estudios, así como también encontró que el comportamiento de las capas estructurales del pavimento que fueron sometidas a un análisis deflectométrico es mala, evidenciándose una deflexión promedio de $(64.9 \times 10^{-2} \text{ mm})$ la cual es mayor a la deflexión mínima admisible por las normas que es $(51.80 \times 10^{-2} \text{ mm})$., en nuestra investigación, se tomó medidas del ancho de la vía, se visualizó los diferentes tipos de fallas a lo largo de la carretera, de las cuales decidimos sacar las muestras por conveniencia, para ello tomamos como punto de partida para el estudio la progresiva 0+0.00 de la ciudad de Moyobamba, de la cual nos propusimos evaluar un kilómetro de dicha carretera, luego de ello, por medio una fórmula del manual del método PCI se obtuvo las muestras representativas para un kilómetro de la carretera con un valor $n=10$ muestras; teniendo como sección de cada muestra 6.50m de ancho y una longitud de 35.4m, ya que en el manual del PCI establece que la sección máxima por cada muestreo es de 230m² y como mínimo 93.0 m².

Objetivo 2. Identificar los tipos de fallas en la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022

Bravo Miguel, en su proyecto de investigación, concluyó que el método PCI está basado en inspecciones visuales, considera 19 tipos de fallas y una de sus ventajas es su forma práctica, simple y su formato es más sencillo para determinar fallas, por otra parte, del respectivo levantamiento de campo de nuestra investigación se obtuvo que el tramo Moyobamba – CP Alto Mayo posee 07 fallas de las 19 que los clasifica el método PCI, de las cuales tenemos: PC, GB, GLT, PA, HUE, AHU y DAG.

Objetivo 3. Calcular el índice de condición del pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022

Joya Ronald, en su proyecto de investigación, concluyó que, en la progresiva 0+000 – 0+100 obtuvo un PCI de 92.5% obteniendo una valoración excelente, en la progresiva 0+100 – 0+200 obtuvo un PCI de 89.5% obteniendo una valoración excelente, para la progresiva 0+200 – 0+300 obtuvo un PCI de 38% obteniendo una valoración malo, la progresiva 0+300–0+400 obtuvo un PCI de 20% obteniendo una valoración muy malo, las fallas encontradas fueron grietas longitudinales, agregado pulido, grietas transversales, agrietamiento en bloque, bacheo y piel de cocodrilo; la cual resulta en daños en un 50% de dicho tramo y por ende requiere atención correctiva inmediata, por otro lado en nuestra investigación aplicando el método PCI obtuvimos los siguientes resultados: En la progresiva 0+00-0+035.4 se obtuvo un PCI de 65% obteniendo una valoración bueno; en la progresiva 0+035.4-0+070.8 se obtuvo un PCI de 76% obteniendo una valoración muy bueno; en la progresiva 0+070.8-0+106.2 se obtuvo un PCI de 94% obteniendo una valoración excelente; en la progresiva 0+106.2 -0+141.6 se obtuvo un PCI de 27% obteniendo una valoración malo ; en la progresiva 0+141.6 -0+177 se obtuvo un PCI de 13% obteniendo una valoración muy malo; en la progresiva 0+177 -0+212.4 se obtuvo un PCI de 33% obteniendo una valoración malo; en la progresiva 0+212.4 -0+247.8 se obtuvo un PCI de 71% obteniendo una valoración muy bueno; en la progresiva 0+247.8 -0+283.2 se obtuvo un PCI de 51% regular; en la progresiva 0+283.2 -0+318.6 se obtuvo un PCI de 30% obteniendo una valoración malo y en la progresiva 0+318.6 -0+354 se obtuvo un PCI de 22% obteniendo una valoración muy malo.

Objetivo 4. Determinar la condición del pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022

Tandazo Angelita, en su proyecto de investigación, concluyó que, en la primera unidad de muestreo obtuvo un PCI 58%, en la segunda unidad de muestreo obtuvo un PCI 8% y de la tercera unidad de muestreo su PCI fue 48%, dentro de estas fallas se evidenció la pérdida de agregados, ahuellamiento, depresión y piel de cocodrilo, donde considera que el estado que se encuentra el pavimento es malo; asimismo en nuestro proyecto de investigación en la primera unidad de muestreo se tuvo un PCI de 65%, en la segunda unidad de muestreo se tuvo un PCI de 76%, en la tercera unidad de muestreo se tuvo un PCI de 94%, en la cuarta unidad de

muestreo se tuvo un PCI de 27%, en la quinta unidad de muestreo se tuvo un PCI de 13%, en la sexta unidad de muestreo se tuvo un PCI de 33%, en la séptima unidad de muestreo se tuvo un PCI de 71%, en la octava unidad de muestreo se tuvo un PCI de 51%, en la novena unidad de muestreo se tuvo un PCI de 30%, en la décima unidad de muestreo se tuvo un PCI de 22%; por lo mencionado anteriormente se llegó a determinar que la condición del pavimento flexible promedio de toda las unidades de muestreo es de 48.2% lo cual recibe la valoración regular.

Objetivo 5. Proponer alternativas de mejoramiento del pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.

Karim Fareed, Haleem Khaled y Abdo Ali, en su artículo de investigación, concluyó que se debe hacer mantenimientos y rehabilitaciones oportunos para alargar la vida útil del pavimento; ya que en su PCI obtuvo un 79% la cual tiene calificación muy buena, en ella dedujo que el pavimento resiste tránsito de vehículos pesados y que resistió muy bien durante ocho años desde su inauguración, así también, en nuestro proyecto de investigación la condición del pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022 tiene un PCI promedio de 48.2% lo cual recibe la valoración regular, por lo tanto en el manual del método PCI cuando se obtiene una calificación regular se toma acciones de un mantenimiento correctivo-preventivo en la vía de pavimento flexible, así mismo por las severidades encontradas en las fallas se procede hacer las alternativas de mejoramiento para de esa manera mejorar el pavimento alargar su vida útil y tener una mejor transitabilidad.

VI. CONCLUSIONES

1. Para realizar la evaluación del pavimento flexible en primer lugar tenemos que hacer las inspecciones, ver la cantidad de fallas existentes, ver el tramo a estudiar, tener la longitud a estudiar de acuerdo a las normas para de esa manera recién pasar a identificar los tipos de fallas, hacer los cálculos del PCI, y determinar la condición del pavimento, y así proponer las alternativas de mejoramiento.
2. Se concluye que mediante el uso del método del Índice de Condición del Pavimento se calculó el índice de la condición del pavimento según la tabla 3 obtenida de los resultados se obtiene lo siguiente: se encontró 4 fallas que tenían severidades altas y medias, según el cálculo del Índice de Condición del Pavimento que se realizó, la condición del pavimento era igual a 65, la cual está dentro del rango de 56-70, que esto según la norma de clasificación del PCI el pavimento se encuentra en buen estado, los resultados obtenidos en la tabla 4, se encontró dos tipos de fallas con severidades bajas y medias, mediante el cálculo del PCI, se determinó la condición del pavimento está en 76, la cual se encuentra dentro del rango 71-85 según el PCI la cual es considerado muy bueno. La tabla 5 la falla identificada es una de severidad media, según el cálculo del PCI el pavimento es igual a 94, está dentro del rango 86 – 100 la cual es considerado en clasificación excelente. La tabla 6 se encontró tres fallas, con severidades bajas, medias y altas según cálculo del PCI la condición del pavimento es igual a 27, el cual está dentro del rango 26-40 el cual está clasificado como pavimento malo. La tabla 7 se determinó 3 fallas, con severidades bajas, medias y altas; según cálculo del PCI, la condición del pavimento es igual a 13, está dentro del rango 11-25 la cual está clasificado como muy malo. La tabla 8 indica que se encontró cuatro fallas, con severidades bajas, medias y altas, según lo cálculo en el PCI la condición del pavimento es igual a 33, está dentro del rango 26-40, la cual está clasificada como malo. La tabla 9 se encontró dos fallas, con severidades medias y altas, según el cálculo del PCI donde la condición del pavimento es igual a 71, está dentro de los rangos 71-85, la cual está clasificada como muy bueno. La tabla 10 se encontró 3 fallas, con severidades bajas, medias y altas, donde se determinó la condición

del pavimento es igual a 51, está dentro de los rangos establecidos por el PCI 41-55, la cual está clasificada como regular. La tabla 11, se encontró tres tipos de fallas, con severidades bajas, medias y altas, donde se determinó la condición del pavimento es 30, los rangos establecidos están de 26-40, la cual está siendo clasificada como malo. La tabla 12 se encontró tres tipos de fallas, con severidades bajas, medias y altas donde se procedió a realizar el cálculo del PCI, se determinó la condición del pavimento igual a 22, los rangos establecidos según el PCI están de 11-25, la cual se clasifica como muy malo.

3. Utilizando el método PCI para evaluar el pavimento se concluye lo siguiente: De la tabla numero 2 extraída de los resultados las fallas con más incidencia son PC (20%), GLT (13%), el PA (36%), HUE (16%), AHU (10%) y DAG (16%), dichos porcentajes son las fallas que más se encuentra en la carretera tramo Moyobamba-CP Alto Mayo.
4. Según las tablas 13 y 14 se concluye lo siguiente, la carretera no contaba con un mantenimiento adecuado, a la actualidad presenta varias fallas y la condición del pavimento es crítico en ciertos tramos a causa de un mantenimiento deficiente, para lo cual es necesario realizar rehabilitaciones.
5. De acuerdo a los tipos de fallas encontrados tenemos severidades bajas, medias y altas, concluimos diciendo que esto es primordial para conocer y poder realizar los mejoramientos respectivos al pavimento flexible ya que, de esta manera, sabremos qué es lo que se necesita hacer al pavimento de acuerdo a la falla y conociendo su severidad, con respecto a la falla PC, con severidad baja, se realizará o mejorara mediante un sello superficial, igualmente si se trata de una severidad media, se procederá a hacer un parcheo parcial, así para cada falla conociendo su severidad se procederá a dar su respectivo mejoramiento.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para poder encontrar de manera eficaz y tomar datos para la investigación de pavimentos se tiene que llevar siempre una guía de evaluación o formato que defina o proponga la metodología que se va aplicar para dicha evaluación, será recomendable tener ayuda de especialistas en esta rama, como también los equipos de seguridad para realizar la evaluación ya en campo.
2. Al momento de identificar los tipos de fallas, se recomienda tener el formato que nos brinda por cada tipo de falla la severidad en la que se encuentra para de esa manera mejorar la evaluación y poder tener mejores resultados ya que de esa manera se hará la evaluación de manera eficaz y correctamente.
3. De acuerdo al cálculo del PCI, obteniendo los resultados ya corregidos y confiables se recomienda ver en qué condición se encuentra el pavimento flexible para de esa manera decir que necesita el pavimento ya sea una reconstrucción o solo un mantenimiento, a todo esto, podemos decir que el método PCI, muestra una evaluación más detallada. y te ayuda a determinar en qué condición están los pavimentos.
4. Una vez hecho los cálculos del PCI, se recomienda determinar las condiciones del pavimento, si es un pavimento bueno, excelente, malo, muy malo, así de esa manera analizar y dar su respectiva alternativa de mejora con resultados veraces que se determinan por el buen calculo con el método PCI.
5. Para poder hacer los mejoramientos de los pavimentos es recomendable hacer un buen estudio de las fallas, conocer bien el tramo a estudiar y ser muy minucioso para de esa manera hacer un buen trabajo de campo obteniendo las severidades correspondientes y poder dar un buen mejoramiento del pavimento.

Referencias Bibliográficas

- ALEJO, Felipe y ACUÑA, Elkin. 2021.** *Análisis comparativo de métodos PCI y VIZIR aplicados en evaluación del pavimento flexible, tramo San Juan de Pueblo Libre – Ancash 2021.* Lima : s.n., 2021.
- AL-NEAMI, Mohammed, AL-RUBAEE, Rasha y KAREEM, Zainap. 2017.** *EVALUATION OF PAVEMENT CONDITION INDEX FOR ROADS OF AL-KUT CITY.* Irak : Revista Internacional de Ingenieria y Tecnologia Actuales, 2017. 2277-4106.
- AMADO, John. 2015.** *ANALISIS DEL SISTEMA DE REPARACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES POR INYECCION NEUMATICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRIO, TECNOLOGÍA VELOCITY PATCHING.* Bogotá : Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, 2015.
- ANDRADE, Alexis, CASTILLO, Gabriela y CHACATER, Cristian. 2021.** *"Effects of initial data variability on pavement condition index and prediction of pavement deterioration".* Riobamba : NOVASINERGIA, 2021.
- BRAVO, Miguel. 2020.** *EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS MEDIANTE LAS METODOLOGIAS DEL MTC PERU Y PCI.* LIMA : s.n., 2020.
- CABELLO, Bryam. 2019.** *Evaluación de los Tipos de Fallas por el método del PCI en el Deterioro Del Pavimento Flexible En La Av. Tomas Valle – Los Olivos, 2019.* Lima : s.n., 2019.
- CALDERON, Jorge y NUÑEZ, Menandro. 2019.** *"DETERMINACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA PAKAMUROS DESDE LA CUADRA 10 HASTA LACUADRA 20".* Jaen : Universidad Nacional de Jaen, 2019.
- CASTAÑO, Federico, y otros. 2009.** *Análisis cualitativo del flujo de agua de infiltración para el control del drenaje de una estructura de pavimento flexible en la ciudad de Bogotá D.C.* Bogotá : Pontificia Universidad Javeriana, 2009.
- CASTRO, Felix. 2021.** *"Propuesta de diseño de pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Av. Los diamantes, Provincia Piura 2021".* Piura : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
- CCOSIO, Carlos y GUEVARA, Inyor. 2020.** *Mejoramiento del pavimento flexible mediante el método PCI para plantear propuestas de intervención, Jirón Guardia Civil Norte, Surco, 2020.* Lima : s.n., 2020.
- DAVILA, Efmam. 2018.** *"Análisis de pavimentos y obras de arte en las intersecciones del jirón 16 de octubre y montero rojas, Lamas 2018".* Tarapoto : Repositorio de la Universidad César Vallejo, 2018.
- DENG, Yong, y otros. 2020.** *Evaluation of flexible pavement deterioration conditions using deflection profiles under moving loads.* s.l. : Transportation Geotechnics, 2020. 2214-3912.
- DIAZ, Diego. 2021.** *"Evaluación del estado superficial y capacidad estructural de pavimentos flexibles mediante el índice de condición del pavimento y deflectometría en calles y avenidas del cercado del distrito de Pimentel 2020,".* Lambayeque : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2021.
- GALINDO, Denis. 2019.** *GESTIÓN DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA SAN CARLOS MEDIANTE EL USO DEL MODELO HDM-4.* Huancayo : Universidad Peruana Los Andes, 2019.

- GUEVARA, Carlos y URCIA, Brian. 2020.** *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la AV. César vallejo - Trujillo, entre las cuadras 04 al 15, mediante el método del índice de condición del pavimento.* Trujillo : s.n., 2020.
- GUIBOVICH, Cesar. 2020.** *Evaluación del pavimento flexible avenida A, Nuevo Chimbote.* Chimbote : s.n., 2020.
- JOYA, Ronald. 2019.** *Evaluación de la condición del pavimento flexible y la identificación de los tipos de fallas de la Panamericana Antigua – Mala.* Lima : s.n., 2019.
- KARIM, Fareed, HALEEM, Khaled y ABDO, Ali. 2016.** *EVALUACION Y MANTENIMIENTO DEL INDICE DEL PAVIMENTO VIAL (PCI).* Yemen : s.n., 2016.
- LEGUÍA, Paola y PACHECO, Hans. 2016.** *EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LAS VÍAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLÓN Y MIGUEL GRAU.* Lima : Universidad San Martín de Porres, 2016.
- LIZANA, Pedro. 2021.** *Uso del método PCI para la evaluación del pavimento flexible en la Av. Grau, distrito de Castilla.* Piura : Universidad de Piura, 2021.
- MALLMA, José. 2018.** *"EVALUACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO"*. Huancayo : Universidad Peruana Los Andes, 2018.
- MESÍA, Jhonn y SANJINEZ, Evelyn. 2019.** *CLASIFICACION DE FALLAS EN SUPERFICIES DE RODADURA DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL PARA PREDECIR VIDA ÚTIL EN BASE A MODELOS EXTRANJEROS EN JAUJA-JUNIN.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2019.
- NORMA ASTM D5340. 2005.** *INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS (PCI).* s.l. : ALACPA, 2005.
- OBLITAS, Boris, MEDINA, Ingrid y PAREDES, Carmen. 2021.** *"International evenness index and pavement condition index for defining pavement serviceability levels"*. Colombia : Iteckne, 2021. 1692-1798.
- OLORTEGUI, Pedro y VIDARTE, Miqueas. 2020.** *"Evaluación de la resistencia a compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, incorporando fibras de polipropileno del tipo multifilamento, Moyobamba, 2020"*. Moyobamba : s.n., 2020.
- PAREDES, Fernando y DELGADO, Jorge. 2019.** *Análisis comparativo de pavimento flexible y rígido para la reparación de las calles del centro del Distrito de Tarapoto.* tarapoto : s.n., 2019.
- REYES, Delina. 2018.** *Evaluación superficial del pavimento flexible empleando el método del índice.* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- RIOS, Norma, y otros. 2020.** *"Review of methods for classifying surface faults in flexible pavements"*. Bogotá : Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2020. 0124-8170.
- RODRÍGUEZ, Edgar. 2009.** *"Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de castilla"*. Piura : Universidad de Piura, 2009.
- SALTOS, richard. 2021.** *Estudio a nivel de pre factibilidad, exploratoria y diagnóstica, para la rehabilitación y mantenimiento de pavimentos flexibles, analizando el deterioro debido a los impactos ambientales colocando Slurry.* Guayaquil : ULVR, 2021.

SALVIATTO, Victor y BARBOSA, Heliana. 2020. *“Index for assessing the condition of flexible urban pavements based on a constructivist multicriteria análisis”*. Brasil : Revista ingeniería de la construcción, 2020.

SANTANA, Vanesa, y otros. 2022. *En su artículo de investigación “Effects of overload and layer interface condition on estimated flexible pavement lifespan: case study from br-116/ba”*,. Brasil : Elsevier, 2022. 2214-3912.

SOLIS, Byron. 2020. *Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la*. Manta,Ecuador : dominio de las ciencias, 2020. 2477-8818.

TACZA, Erika y RODRIGUEZ, Braulio. 2018. *Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado*. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018.

TANDAZO, Angelita. 2021. *Análisis del Nivel de Incidencia de Patologías del Pavimento Flexible en la Avenida Principal Fernando Belaunde Terry -Tumbes, 2021*. Lima : s.n., 2021.

VALERO, Yony. 2018. *“APLICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE PAVIMENTOS*. Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2018.

VALVERDE, Luis. 2020. *Las patologías en el pavimento flexible en la Avenida Metropolitana cruce Avenida México, Comas 2020*. Lima : s.n., 2020.

VÁSQUEZ, Luis. 2002. *Pavement Condition Index para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales : INGEPAV, 2002.

VASQUEZ, Yordwin. 2018. *Análisis de los pavimentos y obras de arte en la plazuela de la paz nueve de abril*. Tarapoto : s.n., 2018.

VIDAURRE, Brenda. 2018. *Evaluación para la reconstrucción del Pavimento Flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos - Lima 2018*. Lima : s.n., 2018.

ANEXOS

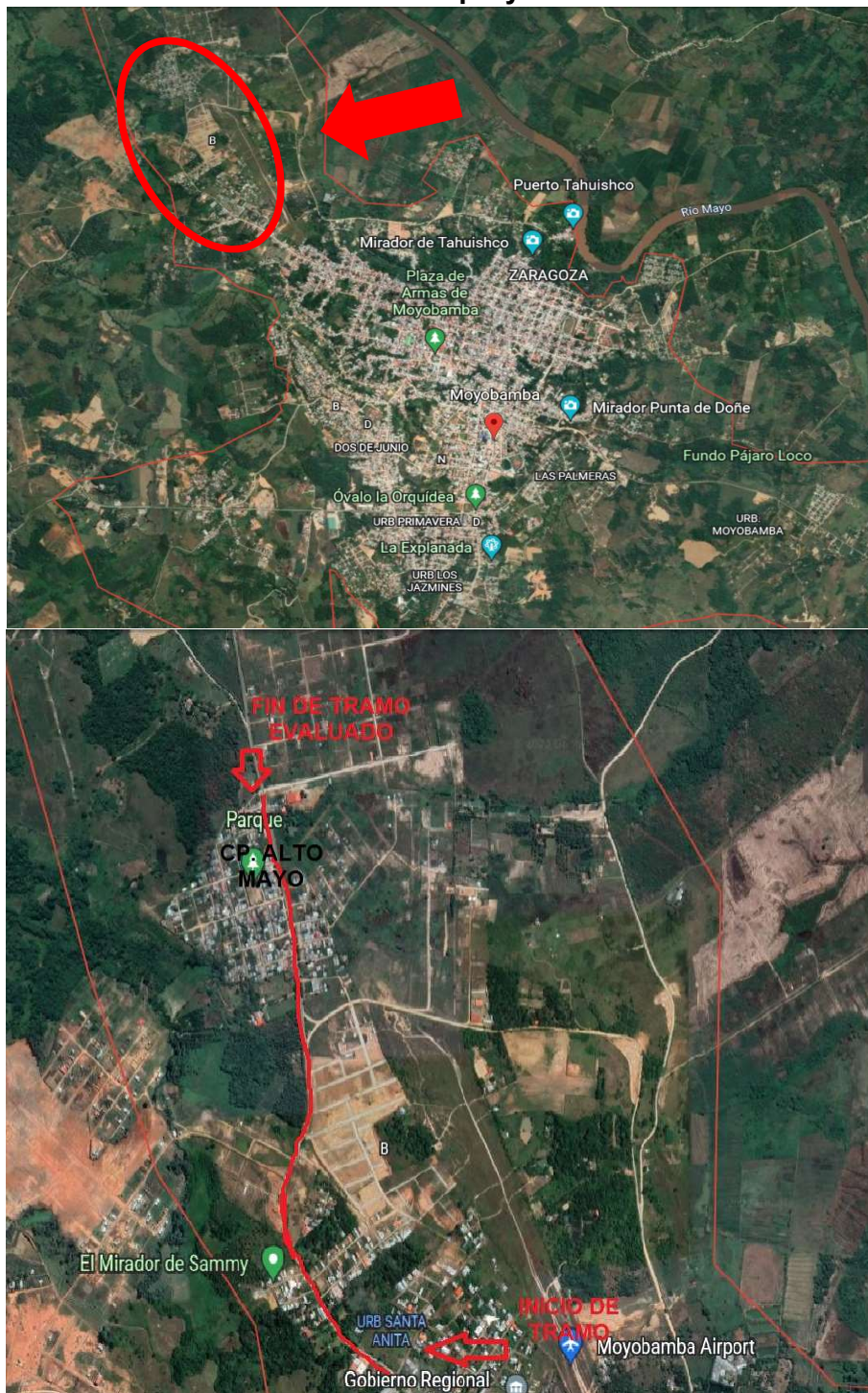
Anexo1: Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Mejoramiento del Pavimento flexible	(OBLITAS, y otros, 2021), El pavimento flexible está diseñado para mejorar la transitabilidad peatonal y vehicular; este a su vez está conformado por carpeta de rodadura, base, sub base que permiten distribuir las cargas de manera uniforme a la subrasante. p16	Para el mejoramiento del pavimento flexible se evaluará mediante el método PCI, encontrando de esa manera el índice de condición del pavimento.	Fallas del pavimento	Piel de cocodrilo, Grieta de borde, Grieta longitudinal y transversal, parcheo, Huecos, Ahuellamientos, Desprendimiento de agregados.	Intervalo

Anexo 2: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE
¿Cuál será la propuesta de mejoramiento del pavimento flexible utilizando el método PCI en la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022?	Elaborar una propuesta de mejoramiento del pavimento flexible utilizando el método PCI en la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.	Mejoramiento del Pavimento flexible
Problemas específicos	Objetivos específicos	
¿Cuál será la evaluación de la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo?	Evaluar la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.	
¿Cuáles son los tipos de fallas presentes en la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022?	Identificar los tipos de fallas presentes en la carretera de pavimento flexible tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.	
¿Cuál será el cálculo del Índice de condición del pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo?	Calcular el índice de condición del pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.	
¿Cuál es la Condición del Pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022?	Determinar la condición del pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.	
¿Cómo serán las alternativas de Mejoramiento del Pavimento Flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022?	Proponer alternativas de mejoramiento del pavimento flexible de la carretera tramo Moyobamba-CP Alto mayo, Moyobamba 2022.	

Anexo 3. Plano de Ubicación del proyecto



Anexo 4: Solicitud de permiso

Moyobamba, 28 de junio de 2022

CARTA N° 001_-2022

Señor

Gastelo Huamán Chinchay

Alcalde Municipalidad Provincial de Moyobamba

Presente.-

Asunto : Solicita autorización para realizar estudios de carretera

Nos dirigimos a usted para hacerle llegar nuestro saludo cordial, asimismo deseamos éxitos en su gestión que viene realizando acertadamente; somos estudiantes del 9vo ciclo de la Facultad de Ingeniería de la escuela académico profesional de Ingeniería Civil de la universidad César Vallejo - filial Moyobamba.

Como estudiantes venimos desarrollando el proyecto de investigación denominado: **"Propuesta de mejoramiento utilizando el método PCI en la carretera del pavimento flexible tramo Moyobamba- CP. Alto Mayo – Moyobamba 2022"**; para lo cual requerimos realizar estudios de investigación de un kilómetro de dicha carretera.

En tal sentido, solicitamos a usted, la **autorización** para realizar dichos estudios que nos ayudarán en la realización de nuestro proyecto.

Sin otro particular, agradeciendo la atención a la presente, nos suscribimos de usted.

Atentamente,




Roberth Edson Pérez Fernández



Jhon Lenin Mondragón Pintado

Anexo 5: Formulario único de trámite de la municipalidad para autorización del estudio



MPM
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MOYOBAMBA

20.....

Nº 082415

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MOYOBAMBA
SECRETARÍA GENERAL
MESA DE PARTES

28 JUN 2022

Nº Exp: 458249
Firma: [Firma] Hora: 12:00

Sello de Recepción y N° de Exp.

FORMULARIO ÚNICO DE TRÁMITE (FUT)

1.- Sr. Alcalde de la Municipalidad Provincial de Moyobamba

2.- PEREZ FERNANDEZ ROBERTH EDSON
APELLIDO PATERNO APELLIDO MATERNO NOMBRES

3.- D.N.I. Nº: 73466639 R.U.C. Nº: 40934666390 TF.: CEL.: RPM.: 999219491

4.- Jr. Cuba C-01 S/N - Nueva Cajamarca
Domicilio del Usuario (Avda. Calle, Jirón u otros)

5.- Marcar en el Casillero con un aspa (X)

<p>ALCALDÍA</p> <p><input type="checkbox"/> Apoyo Económico</p> <p><input type="checkbox"/> Apoyo con Materiales</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p>REGISTRO CIVIL</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado Domiciliario</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado de Soltería</p> <p><input type="checkbox"/> Inscripción Administrativa</p> <p><input type="checkbox"/> Matrimonio Civil</p> <p><input type="checkbox"/> Rectificación de Partida</p> <p><input type="checkbox"/> Separación Convencional y Divorcio ulterior.</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p>DESARROLLO ECONÓMICO</p> <p><input type="checkbox"/> Licencia de Funcionamiento</p> <p><input type="checkbox"/> Solicitud Puesto. Merc. Cent./ Ayaym.</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p><input type="checkbox"/> Otros Trámites</p>	<p>CATASTRO</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado de Posesión</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado de Catastro</p> <p><input type="checkbox"/> Visación de Planos</p> <p><input type="checkbox"/> Resolución de Sub - División</p> <p><input type="checkbox"/> Colocación de Banderolas</p> <p><input type="checkbox"/> Parámetros Urbanísticos</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado de Numeración</p> <p><input type="checkbox"/> Habilitación Urbana</p> <p><input type="checkbox"/> Licencia de Obra</p> <p><input type="checkbox"/> Autorización de Ocupación de Via</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p>ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA</p> <p><input type="checkbox"/> Inscrp. Predio Urbano y Rural</p> <p><input type="checkbox"/> Prescripción de Deuda</p> <p><input type="checkbox"/> Exoneración Imp. Predial (Cesantes)</p> <p><input type="checkbox"/> Renovación Imp. Predial (Cesantes)</p> <p><input type="checkbox"/> Fraccionamiento de Deuda</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p>	<p>DEFENSA CIVIL</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado Defensa Civil</p> <p><input type="checkbox"/> Inspección Defensa Civil</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p>TRÁNSITO</p> <p><input type="checkbox"/> Lic. Conducir Motokar y Lineal</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p>RECURSOS IMPUGNATORIOS</p> <p><input type="checkbox"/> Recursos de Reclamos</p> <p><input type="checkbox"/> Recursos de Quejas</p> <p><input type="checkbox"/> Recursos de Reconsideración</p> <p><input type="checkbox"/> Recursos de Apelación</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p>RECURSOS IMPUGNATORIOS</p> <p><input type="checkbox"/> Exoneración de Limpieza Pública</p> <p><input type="checkbox"/> Inspección de Barrancos y Linderos</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p>
--	---	---

Especificar fundamento del Pedido: Solicitud Autorización para realizar estudio de Geología tectónica Moyobamba - CP Alto Mayo, lo cual es muy necesario para el trabajo de investigación que voy realizando como parte de mi currículo profesional de la Universidad César Vallejo - Filial Moyobamba.

6.- Anexos: Señalar documentos complementarios que adjunta y/o requisitos que crea por conveniente, adjuntar a su solicitud según sea el caso: Carta N° 001-2022 y copia de DNI

7.- Fecha Moyobamba, 28 de Junio del 20 22

8.- FIRMA [Firma]
Firma

9.- **Importante:** La presente tiene carácter de Declaración Jurada, en caso de producirse fraude ó falsedad, me someto al procedimiento y sanciones que contemple el TUO de la Ley N° 27444, aprobado por D.S. N° 006-2017-JUS y el Código Penal Peruano, según corresponda.

Para Uso Interno

DEPENDENCIA A LA QUE SE REMITE	MOTIVO	FECHA	FOLIOS	FIRMAS

INSTRUCCIONES:

- Autoridad a quien se dirige la solicitud.
- Escribir sus datos personales en forma clara, legible y completa.
- Escriba correctamente el número de su D.N.I., R.U.C. y Teléfonos.
- Indicar Av., Jr., Calle, Número, Manzana, Lote, Urbanización y Referencia,
- Marcar dentro del casillero lo que solicita, utilizando un aspa (X), en el casillero otros sirve para petición que no esta completada.

En especificar, indique correctamente lo solicitado.

- Consignar relación de documentos y/o requisitos que incluye en la presente solicitud.
- Indicar el lugar y la fecha que presenta la solicitud.
- Firma del solicitante.
- Importante: Todo requerimiento ó petición tiene carácter de Declaración Jurada, sujeta a la ley N° 25035.
- No llenar: Para uso interno de la Municipalidad.

Anexo 7: Panel fotográfico

Imagen de parcheo



Imagen de huecos



Imagen de ahuellamiento



Imagen de piel de cocodrilo



Desprendimiento de agregados



Imagen de hueco



Imagen de grietas long. y transv.



Medición de la unidad de muestreo



Imagen de ahuellamiento



Imagen de grieta de borde



Imagen de desprendimiento de agregado



Imagen de parcheo





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PERCY LETHELIER MARIN CUBAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - MOYOBAMBA, asesor de Tesis titulada: "Propuesta de mejoramiento del pavimento flexible utilizando el método PCI en la carretera tramo Moyobamba- C.P Alto mayo, Moyobamba, 2022", cuyos autores son PEREZ FERNANDEZ ROBERTH EDSON, MONDRAGON PINTADO JHON LENIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

MOYOBAMBA, 01 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PERCY LETHELIER MARIN CUBAS DNI: 26692689 ORCID: 0000-0001-5232-2499	Firmado electrónicamente por: PLMARINC el 14-12- 2022 23:42:51

Código documento Trilce: TRI - 0465929