



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Evaluación del pavimento rígido en el Jr. Simón Bolívar, distrito
y provincia de Huaraz, Departamento Ancash, aplicando Método
(PCI)**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Mendez Silva, Roger Alejandro (orcid.org/0000-0003-1895-7735)

ASESOR:

Dr. Meza Rivas, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-4258-4097)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

HUARAZ - PERÚ

2023

Dedicatoria

Dedico el resultado de este trabajo
de Investigación Científica
con mucho amor:
a nuestro padre Jehová, Dios de los Ejercitos,
a nuestro señor Jesucristo,
a mis padres y Hermanos,
a mi Hija BELEN porque es un regalo de Dios.

Agradecimiento

A nuestro padre Jehová y Señor Jesucristo

Por tener misericordia en darme más vida y salud: a mí, a mis padres Alejandro Guillermo Mendez Milla, a mi madre Leonarda Atica Silva García, hermanos Manuel, Javier, Héctor, Yordi, demás seres queridos y amistades.

Por protegerme, defenderme, por brindarme todo lo que necesito para seguir adelante con esfuerzo, valentía, perseverancia, para lograr el objetivo de iniciar y culminar mis estudios, y ahora obtener el grado de título Profesional en Ingeniería Civil.

A mi hija Belen

Por sus consejos, además porque ahora siendo profesional le brindare una vida más cómoda, estable, segura en las diferentes etapas y aspectos de su crecimiento y desarrollo como persona, como futura ciudadana, futura profesional y empresaria.

A mi asesor

Por su acompañamiento en compartir su experiencia, sus conocimientos, sus consejos, sus recomendaciones, que han contribuido en el desarrollo de mi esta tesis.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de figuras	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	10
III. METODOLOGÍA.....	37
3.1. Tipo y diseño de investigación	37
3.2. Variables y operacionalización.....	37
3.3. Población, muestra y muestreo.....	40
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	42
3.5. Procedimiento	45
3.6. Método de análisis de datos	49
3.7. Aspectos éticos.....	50
IV. RESULTADOS	52
V. DISCUSIÓN	71
VI. CONCLUSIONES	74
VII. RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS	81

Índice de Tablas

Tabla 1. Rangos de calificación del PCI	35
Tabla 2. Datos de las fallas en la unidad de muestra N° 8.....	55
Tabla 3. Valores deducidos de muestra N° 8.....	56
Tabla 4. Máximo valor deducido corregido (CVD)	58
Tabla 5: Rangos de calificación del PCI	64
Tabla 6. Resumen de las 17 unidades de muestra evaluadas en el Jr Bolívar - Huaraz-Dpto. Ancash 2022	65

Índice de figuras

Figura 1:Sección Transversal de pavimento flexible.....	18
Figura 2: Sección Transversal de pavimento rígido.....	20
Se muestra en la Figura 3: Diagrama Procedimiento.....	45
Figura 3: Diagrama Procedimiento	46
Figura 4 : plano Ubicación y localización del Jr. Bolívar en el distrito de Huaraz ..	52
Figura 5. Curva Pavimento Rígido falla (22)	57
Figura 6. Curva de valores deducidos corregidos	59
Figura 7: Diagrama de barras de la muestra 1.....	60
Figura 8: Diagrama de barras de la muestra 8.....	61
Figura 9: Diagrama de barras de la muestra 11.....	61
Figura 10: Diagrama de barras de la muestra 12.....	62
Figura 11: Diagrama de barras de la muestra 3.....	63
Figura 12. Porcentaje de fallas mas frecuentes	67
Figura 13 : Diagrama de barras 17 Muestras.....	68
Figura 14 : Porcentajes compartidos del PCI.Figura 15 : Diagrama de barras 17 Muestras.	68
Figura 16. Porcentajes compartidos del PCI.....	69

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general: evaluar el pavimento rígido aplicando el método índice de condición del pavimento (PCI), en el Jr Simón Bolívar, distrito y provincia de Huaraz, Departamento Ancash, 2022, que permita Identificar fallas y deterioros de mayor incidencia y proponer una alternativa para el mantenimiento vial del mismo en beneficio del tránsito vehicular y peatonal de la ciudad de Huaraz. La investigación es del tipo aplicada porque aplica conocimientos por características de los métodos, es descriptiva debido a que se utilizan métodos descriptivos, estos son la observación y las correlaciones principalmente. Así mismo, es cuantitativo porque la valoración de la condición del pavimento será un porcentaje proveniente de una evaluación funcional y estructural del pavimento, como Variable se tiene: evaluación superficial del pavimento rígido. La población serían las calles construidas con pavimento rígido en el distrito de Huaraz. La muestra sería el Jr Simón Bolívar, distrito y provincia de Huaraz, Departamento Ancash en el 2022. De un total de 33 muestras se evaluaron 17 siguiendo las pautas del manual del PCI, asimismo se promediaron los resultados de la unidades de muestra evaluadas con la finalidad de obtener un índice de condición promedio el cual fue de 50, lo que permitió clasificar la vía estudiada como Regular, siempre de acuerdo a los rangos especificados en el método PCI. Analizando los resultados del total de unidades muestrales se observó que la zona media que corre desde la unidad de muestra 8 hasta la unidad de muestra 13 es la que califica como “malo”, la zona última que corre desde la unidad de muestra 14 hasta la unidad de muestra 17 es la que califica como “bueno”, es de notar que la falla “pulimento de agregados” es la que está presente en todas las unidades muestrales. Concluyendo que el pavimento presenta un 9% de estado muy bueno, 44% estado bueno, 34% estado regular, y por último 14% clasificación mala, todo esto se resume en que el estado superficial promedio es “Regular”.

Palabras clave: Evaluación, pavimento rígido, método PCI.

ABSTRACT

This investigation had as general objective: to evaluate the rigid pavement applying the pavement condition index (PCI) method, in Jr Simón Bolívar, district and province of Huaraz, Ancash Department, 2022, which allows to identify failures and deterioration of greater incidence and propose an alternative for its road maintenance for the benefit of vehicular and pedestrian traffic in the city of Huaraz. The research is of the applied type because it applies knowledge by characteristics of the methods, it is descriptive because descriptive methods are used, these are mainly observation and correlations. Likewise, it is quantitative because the assessment of the condition of the pavement will be a percentage coming from a functional and structural evaluation of the pavement, as Variable we have: superficial evaluation of the rigid pavement. The population would be the streets built with rigid pavement in the district of Huaraz. The sample would be Jr Simón Bolívar, district and province of Huaraz, Ancash Department in 2022. Of a total of 33 samples, 17 were evaluated following the guidelines of the PCI manual, likewise the results of the sample units evaluated with the in order to obtain an average condition index which was 50, which allowed classifying the road studied as Regular, always according to the ranges specified in the PCI method. Analyzing the results of the total sample units, it was observed that the middle area that runs from sample unit 8 to sample unit 13 is the one that qualifies as "bad", the last area that runs from sample unit 14 to the sample unit 17 is the one that qualifies as "good", it is noteworthy that the "aggregate polishing" fault is the one that is present in all the sample units. Concluding that the pavement presents a 9% very good state, 44% good state, 34% regular state, and finally 14% bad classification, all this is summarized in that the average surface state is "Regular"

Keywords: Evaluation, rigid pavement, PCI method.

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con un estudio realizado desde el año 2005, se ha observado que la seguridad vial ha pasado a convertirse en un problema de gran magnitud. Esta preocupación se ve respaldada por las cifras reportadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), Naciones Unidas y otros organismos internacionales, que revelan que aproximadamente 1.2 millones de personas pierden la vida cada año debido a accidentes de tránsito. Estas alarmantes estadísticas posicionan a los accidentes de tráfico como la segunda causa de mortalidad en el rango de edad comprendido entre los 5 y 29 años, y la tercera causa en el grupo de 30 a 44 años. Además del costo humano, también hay un impacto económico significativo asociado a estos sucesos. En países de ingresos bajos, como el nuestro, se estima que el costo económico de los accidentes de tráfico asciende al 1% del Producto Interno Bruto (PIB). No obstante, es importante señalar que estas cifras no representan el impacto total real debido a la falta de datos estadísticos completos y a la tendencia a subestimar esta problemática. Por lo tanto, es crucial abordar este tema de manera integral y adoptar medidas más efectivas para mejorar la seguridad vial y reducir las trágicas consecuencias que afectan a la sociedad en general.. (CEPAL, 2005)

El empleo de las vías de transporte ha adquirido un carácter habitual y de gran intensidad, especialmente debido a su función como medio de comunicación tanto para personas como para vehículos. No obstante, este uso constante y prolongado conlleva un deterioro progresivo que se acentúa con el tiempo, lo que subraya la importancia de realizar evaluaciones exhaustivas. Estas evaluaciones tienen como objetivo proponer medidas de rehabilitación que prolonguen la vida útil de las vías, evitando así daños más graves que podrían ocasionar accidentes y generar pérdidas económicas

considerables. Es fundamental tomar las precauciones necesarias para evitar estos escenarios negativos y preservar la funcionalidad y seguridad de las vías de transporte. (Salinas Ramos, y otros, 2019)

En Colombia, se ha observado un continuo aumento de los núcleos urbanos, lo que implica la necesidad de disponer de vías que sean adecuadas y eficientes. Estas vías desempeñan un papel fundamental al mejorar la calidad de vida de quienes se benefician de ellas. Sin embargo, en la actualidad, presentan deficiencias y sufren numerosos daños superficiales. Según el Índice de Condición de la Infraestructura (PCI), han sido clasificadas como "muy pobres" y "graves". Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo reparaciones parciales o totales para mejorar su estado y garantizar su correcto funcionamiento. (Viloria Ochoa, y otros, 2021)

En Chile (Aramayo, 2019) La investigación reveló que es crucial desarrollar procedimientos que permitan controlar la calidad del mantenimiento y rehabilitación del pavimento con el fin de frenar su deterioro avanzado o total. Aunque en la mayoría de los casos se lleva a cabo el mantenimiento, su ejecución suele ser empírica y, en muchas ocasiones, incorrecta y antitécnica. Esta situación genera un efecto contrario al deseado, aumentando la tasa de deterioro de las vías y generando costos adicionales en el proceso. Por lo tanto, es fundamental implementar prácticas adecuadas y técnicas precisas en el mantenimiento y rehabilitación del pavimento para garantizar resultados efectivos y sostenibles a largo plazo.

En Brasil para (Machado , 2020) La evaluación de la sustentabilidad de una obra de pavimentación implica considerar aspectos como alternativas de construcción, costos y impactos ambientales. Después de realizar esta evaluación, se llegó a la conclusión de que el pavimento rígido es la opción más adecuada ya que presenta un menor costo en comparación con otras alternativas. Se considera esencial realizar una evaluación exhaustiva y detallada de los

diferentes aspectos implicados en una obra de pavimentación para determinar la opción más sostenible y económica. De esta manera, se puede garantizar que se toman las decisiones más adecuadas para proteger el medio ambiente y optimizar los recursos disponibles.

En el municipio de Calera, ubicado en Colombia, existe una vía urbana con un ancho de 30 kilómetros por carril. La mayor parte de esta vía está construida con pavimento rígido, mientras que una porción está hecha de pavimento flexible. Se llevó a cabo una evaluación del estado del pavimento utilizando el método PCI, cuyos resultados revelaron que la mayoría del pavimento se encuentra en un estado deteriorado, con un 11.1% clasificado como "muy malo", un 22.2% como "malo", un 16.6% como "regular" y solo un 11.1% en buen estado. Estos hallazgos indican la necesidad de tomar medidas apropiadas para llevar a cabo labores de rehabilitación y mantenimiento, con el objetivo de evitar pérdidas económicas significativas. Se debe emprender las acciones adecuadas para mejorar el estado de la vía sin incurrir en gastos excesivos. (Cruz Duarte, y otros, 2019)

En el estudio llevado a cabo en Ica, Perú, por (Condorchoa Anculle, 2019), se examina el problema del deterioro de los pavimentos rígidos, el cual es causado por diversos factores. El objetivo de este análisis es mejorar la gestión vial a través de la aplicación del método PCI. El estudio busca identificar y evaluar el estado de los pavimentos, con el fin de implementar las medidas necesarias y adecuadas para prevenir o reducir el deterioro, así como sus posibles repercusiones económicas y sociales. El enfoque principal es tomar acciones preventivas y correctivas que permitan mantener la infraestructura vial en condiciones óptimas, asegurando así una mayor durabilidad y minimizando los efectos negativos en la economía y la sociedad.

Según (Castope Gonzales, 2019) ,de acuerdo con una evaluación

realizada en el jirón Yahuar Huaca, en Cajamarca, se empleó el método PCI para evaluar el estado del pavimento rígido. Los resultados revelaron que el pavimento se encuentra en buen estado, con un índice de PCI del 65.56%. El propósito de este estudio fue medir el grado de daño presente en el pavimento rígido y identificar las fallas más frecuentes que afectan su durabilidad. Esta evaluación permitió obtener información relevante sobre las posibles causas de deterioro y los aspectos que pueden comprometer la vida útil de los pavimentos rígidos, fallas y deterioros visibles, lo cual compromete su funcionalidad adecuada. Por tanto, resulta necesario llevar a cabo una evaluación técnica exhaustiva que permita determinar el estado real de esta vía. El objetivo principal de esta evaluación es proponer soluciones que mejoren y prolonguen su vida útil. Dado que se trata de una vía principal en la ciudad de Huaraz, su estado afecta la economía y pone en riesgo la seguridad de los usuarios. Por este motivo, se ha planteado realizar una investigación pertinente y necesaria utilizando el método PCI. Este enfoque permitirá obtener datos precisos y fundamentados para abordar las problemáticas presentes en el pavimento rígido del Jr Simón Bolívar y plantear acciones que contribuyan a su mejora y conservación a largo plazo.

Para realizar la evaluación del pavimento en estudio, se empleará tanto el método PCI como la norma ASTM-D6433. Esta combinación de enfoques permitirá identificar y analizar las posibles patologías presentes en el pavimento. Con base en los resultados obtenidos, se podrá proponer una solución adecuada y acorde a las necesidades específicas detectadas en la vía. La utilización de la norma ASTM-D6433 complementará el análisis y brindará un marco de referencia adicional para abordar de manera efectiva las problemáticas identificadas en el pavimento. Este enfoque integral garantizará una evaluación más precisa y una propuesta de solución acorde a las condiciones particulares de la vía en estudio.

(CASTILLO, SICHA, 2022) Realizaron la evaluación de las patologías presentes en el pavimento rígido de la Av. Cuzco, ubicada en el distrito de San Juan Bautista, en Huamanga, Ayacucho. Se analizaron un total de diez cuadras utilizando el método PCI. En resumen, se determinó que el estado del pavimento era muy malo, con un índice de 24.5 según el estudio realizado por Pérez en 2021 utilizando el método PCI. Durante el estudio, se identificaron grietas, parcheos, pulimentos desconchados y descascaramientos como los principales tipos de deterioro presentes. Los valores del índice PCI fluctuaron entre 20.58 y 66.11, con un promedio de 36.94. Estos resultados indican la necesidad de llevar a cabo una rehabilitación en el pavimento para mejorar su estado actual.

(SALAS, 2018) Se llevó a cabo una investigación con el objetivo de evaluar el pavimento rígido en el distrito de Taricá, ubicado en Huaraz, Perú. Durante el estudio, se identificaron numerosas fallas en el pavimento, las cuales se atribuyen a las cargas del tráfico y las condiciones climáticas. Estas fallas incluyen el pulimento de los agregados, losas divididas y fisuras. En resumen, el índice de condición del pavimento promedio (PCI) fue de 46, lo cual indica un estado regular. Los resultados obtenidos evidencian la necesidad de realizar acciones para abordar y mejorar las deficiencias presentes en el pavimento de Taricá.

Los estudios realizados sobre los pavimentos indican que en la mayoría de los casos se encuentran en condiciones deficientes, requiriendo de una rehabilitación y mantenimiento adecuados. Esto es necesario para mejorar la transitabilidad tanto para peatones como para vehículos, con el objetivo de minimizar los accidentes viales que ocasionan pérdidas humanas y económicas significativas. Además, se busca brindar una mayor fluidez y seguridad al tráfico vehicular, lo cual contribuirá a mejorar la economía de las áreas estudiadas. Es fundamental contar con asistencia técnica durante la ejecución de las obras para garantizar la calidad de las mismas y lograr los resultados

deseados.

Durante la visita de campo realizada en el año 2022 al Jr Simón Bolívar, ubicado en el distrito y provincia de Huaraz, en el Departamento de Ancash, se pudo observar que el pavimento rígido de la vía presenta fallos y deterioros en su superficie de rodadura. Estas condiciones dificultan el tránsito tanto vehicular como peatonal, generando accidentes ocasionales, incomodidad para los usuarios y pérdidas económicas. Estas problemáticas pueden ser evitadas mediante mejoras en el pavimento, lo cual requiere un estudio previo, que es el enfoque principal de esta investigación.

Este problema se debe en parte a las condiciones ambientales de la zona, que experimenta cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche. Además, el pavimento sufre desgaste debido al uso constante para el tráfico vehicular, fricción y rozamiento, entre otros factores. Otra causa importante es que el diseño original de la vía no está adaptado a las cargas vehiculares actuales, lo que resulta en espesores insuficientes y estrechamientos en la planta, lo cual obliga a los vehículos a realizar frenados y cambios de dirección, aumentando el desgaste del pavimento.

Por último, es importante considerar los posibles defectos que pueden haber surgido debido a la falta de supervisión durante la construcción inicial del pavimento y la falta de mantenimiento posterior. Estos factores contribuyen al deterioro y a la necesidad de intervenir en la vía para su mejoramiento y conservación a largo plazo.

En este estudio, se tiene como objetivo llevar a cabo la evaluación del pavimento rígido en el Jr Simón Bolívar, ubicado en el distrito y provincia de Huaraz, en el Departamento de Ancash. Para lograrlo, se aplicará el Método PCI, dividiendo el área de estudio en unidades muestrales que serán sometidas a una inspección visual. Esto permitirá determinar el tipo de fallas presentes, su severidad y el porcentaje de afectación en cada caso.

La realización de esta investigación es relevante debido a la necesidad de contar con una vía en condiciones óptimas, que ofrezca un servicio de calidad y contribuya a evitar o reducir los accidentes vehiculares y peatonales, al tiempo que fomente el desarrollo del comercio y mejore la economía local. No llevar a cabo este estudio nos privaría de disponer de una herramienta que garantice un servicio de calidad, evitando o minimizando los riesgos de accidentes y promoviendo el crecimiento del comercio, lo cual tiene un impacto positivo en la zona.

Basándome en la situación descrita, planteo el problema de la siguiente manera: ¿Cuál es la evaluación de pavimento rígido aplicando el método índice de condición del pavimento (PCI), en el Jr Simón Bolívar, distrito y provincia de Huaraz, Departamento Ancash, 2022?

Esta investigación se realiza para mejorar las condiciones de las calles de la ciudad de Huaraz en el departamento de Ancash en 2022. El Jr. Simón Bolívar es una vía de gran importancia debido al alto volumen de tráfico que soporta.

El objetivo de este estudio es evaluar la condición actual del pavimento rígido en el jirón mencionado, identificando las principales fallas y deterioros presentes. Con base en estos hallazgos, se busca proponer una solución técnica y económica factible que beneficie tanto a los residentes como a los conductores que transitan por esta vía.

Esta investigación se fundamenta en la relevancia social que conlleva, al brindar los conocimientos necesarios acerca de las fallas existentes en el pavimento rígido del Jr. Bolívar, y al proponer soluciones para su rehabilitación. Estas acciones permitirán agilizar el tránsito vehicular, reducir la congestión, prevenir el desgaste de los vehículos y ahorrar tiempo en los desplazamientos, impactando de manera positiva en la calidad de vida de la comunidad y promoviendo una mejor infraestructura vial en beneficio de todos los usuarios de la vía.

Desde una perspectiva comercial, la mejora del estado del Jr. Bolívar permitirá fomentar la integración de localidades conectadas y, además, impulsará la economía de las personas. El comercio que se encuentra en

las proximidades de la calle experimentará una mejora significativa, generando beneficios económicos y fortaleciendo la actividad comercial en la zona. Esto contribuirá al crecimiento económico de la comunidad y al desarrollo de oportunidades comerciales para los negocios locales.

En términos ambientales, la mejora del pavimento del Jr. En estudio ayudará a evitar la congestión vehicular, lo que resultará en una circulación más segura y fluida. Esto contribuirá a la reducción de impactos negativos, como la contaminación sonora y el aumento de partículas suspendidas en el aire. Además, se podrán prevenir posibles fallas en el sistema de alcantarillado de la calle. Estas medidas favorecerán un entorno más saludable y sostenible, promoviendo la calidad de vida de los residentes y el cuidado del medio ambiente..

Desde el punto de vista teórico-metodológico, en la actualidad existen diversas técnicas disponibles para evaluar el estado de los pavimentos. En el caso de esta investigación, se optó por utilizar el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI). La utilización de este enfoque conlleva beneficios concretos, ya que permite obtener resultados objetivos y fundamentados. Estos resultados se convierten en una herramienta valiosa para la toma de decisiones de gestión, en la cual se pueden establecer estrategias y acciones de intervención eficientes, adaptadas a las limitaciones presupuestarias del gobierno. De esta manera, se busca maximizar los recursos disponibles y lograr transformaciones efectivas en las redes viales.

Realizar un análisis del estado del pavimento de la calle Jr. Simón Bolívar en Huaraz, Ancash, durante el año 2022 utilizando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) permitirá detectar las principales fallas y deterioros presentes. A partir de estos resultados, se podrá proponer una solución para el mantenimiento vial con el objetivo de mejorar el tránsito de vehículos y peatones en la ciudad de Huaraz.

La finalidad de esta investigación consistió en llevar a cabo una evaluación exhaustiva del pavimento rígido en el Jr. Simón Bolívar,

una importante vía ubicada en el distrito y provincia de Huaraz, perteneciente al departamento de Ancash, durante el año 2022. Mediante la aplicación del método del Índice de Condición del Pavimento (PCI), se procuró identificar y analizar minuciosamente las principales falencias y deterioros presentes en dicha infraestructura, con el objetivo de proponer una alternativa efectiva para el mantenimiento vial. Este enfoque tiene como meta primordial mejorar significativamente la circulación tanto de vehículos como de peatones en la ciudad de Huaraz. Y los objetivos específicos: Los objetivos específicos de esta investigación son los siguientes: en primer lugar, realizar un estudio topográfico detallado del área a investigar en el Jr. Simón Bolívar, ubicado en el distrito y provincia de Huaraz, en el departamento de Ancash, durante el año 2022. A continuación, se busca identificar las principales fallas y deterioros presentes en el pavimento rígido de dicha vía. Asimismo, se pretende evaluar exhaustivamente el estado superficial del pavimento rígido utilizando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) en el Jr. en estudio. Por último, se busca proponer una alternativa concreta y efectiva para el mantenimiento vial de dicho Jirón

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes

Para (Viloria Ochoa, y otros, 2021), el objetivo central del estudio fue establecer un sistema de gestión de infraestructura vial para la Comuna 3 Antonio Benites, ubicada en el municipio de Arauca, departamento de Arauca, en Colombia. La metodología utilizada se basó en el método PCI, mediante el cual se evaluó el pavimento, clasificándolo como "muy pobre" y "grave". Como resultado, se recomendaron acciones de reparación parcial o total para mejorar su estado

Gonzalez Denton-Brasil

De acuerdo con las investigaciones de González Denton (2021) realizadas en Brasil, se ha confirmado la factibilidad de evaluar el nivel de deterioro de un pavimento rígido a través de mediciones de indicadores superficiales y estructurales. El objetivo principal de este estudio fue analizar detalladamente una pista de pavimento rígido situada en el área industrial de Itaipu y proponer soluciones efectivas para su restauración. Para llevar a cabo este análisis, se empleó el reconocido método del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Como resultado de esta investigación, se concluyó con un proyecto integral de restauración de las pistas, utilizando herramientas de software y siguiendo normativas internacionales como referencia clave. Estos hallazgos y propuestas contribuirán a mejorar la calidad y la seguridad del pavimento, beneficiando así tanto al tráfico vehicular como a los peatones en esa área específica.

Puga Alvarez-ecuador

En Ecuador (Puga Álvarez, 2018), Llevó a cabo un estudio exhaustivo para evaluar el estado funcional del pavimento en la avenida Loja, específicamente en el tramo que va desde la avenida de las Américas hasta la avenida 10 de Agosto. Utilicé el método PCI para realizar esta evaluación y obtener resultados que revelen el estado actual de la vía en estudio, identificando los puntos de deterioro y su ubicación. Además, logré cuantificar diferentes tramos de la vía, desde "regular" hasta "muy bueno", según el método PCI. Estos resultados me permiten proponer alternativas de solución y mejoras para el pavimento.

Rivas Quintero y colaboradores

En su investigación realizada en Colombia, Rivas Quintero y colaboradores (2016) llevaron a cabo una exhaustiva inspección visual en un tramo de la vía en la UPZ Yomasa, abarcando desde la Dg. 78 Bis Sur hasta la Calle 84 Sur, comprendiendo los kilómetros PR 00+000 hasta PR 01+020. Durante esta inspección, se registraron los daños encontrados en los formatos correspondientes de las metodologías VIZIR (francés) y PCI (americano), lo que permitió realizar un análisis detallado de la condición de la capa de rodadura asfáltica. Se recopiló información detallada sobre los parámetros y criterios utilizados en cada metodología, lo que facilitó la comparación entre ambas y la identificación de las ventajas y desventajas de su aplicación en el tramo de vía estudiado. Además, se incluyeron en el análisis las fórmulas, tablas y parámetros empleados por cada metodología para determinar el estado de la condición del pavimento en el tramo específico de la vía. El estudio brindó valiosa información que contribuyó a la comprensión del estado actual de la vía y permitió tomar decisiones informadas sobre su conservación y mantenimiento.

Sanchez Diaz

En un estudio realizado por Sánchez Díaz y sus colegas (2015) en España, se llevó a cabo una investigación con el objetivo principal de analizar las fallas en los pavimentos rígidos de los carriles principales en el municipio de Talamaneque, y proponer estrategias adecuadas de mantenimiento y reposición. La metodología utilizada en el estudio se enmarcó en un nivel descriptivo de investigación. Como resultado de la investigación, se llegó a la conclusión de que los parámetros empleados son válidos para realizar un estudio de consultoría, ya que se tuvo en cuenta el diseño detallado de los espesores de los pavimentos rígidos, se realizaron cálculos de alternativas de recursos y se elaboró un plan de costos basado en los precios del mercado y su sistematización. Estos elementos garantizan la confiabilidad y utilidad del estudio para abordar los problemas de los pavimentos rígidos en el municipio de Talamaneque.. (Sanchez Diaz, et al., 2015)

A nivel nacional

En la localidad de Lambayeque, un equipo conformado por León Gamboa y otros investigadores (2021) llevó a cabo una evaluación exhaustiva de las fallas presentes en los pavimentos rígidos de la urbanización Miraflores de Lambayeque. Este estudio se realizó utilizando un enfoque descriptivo y un diseño no experimental, y se empleó el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Como resultado de esta evaluación, se identificaron diversos tipos de fallas y se determinó una severidad que condujo a un valor de PCI de 67.21, lo cual fue calificado como "bueno". (León Gamboa , et al., 2021)

En su investigación realizada en 2019, Paucar Curo se propuso evaluar la condición de los pavimentos en la ciudad de Puno. El objetivo principal fue utilizar las metodologías del Índice de Condición del Pavimento (PCI) y la Inspección Visual de Zonas y Rutas en Riesgo (VIZIR) para el mantenimiento vial. Con este fin, se llevó a cabo la inspección de dos carreteras representativas durante el primer semestre de 2019: la Avenida Floral, con pavimento flexible, y el Jirón Carabaya, con pavimento rígido. Los resultados obtenidos revelaron que el pavimento flexible de la Avenida Floral presenta un estado regular en promedio, con un PCI promedio de 49.35 y 41.91, y un valor de "Is" promedio de 3 y 4 según la evaluación VIZIR para el lado izquierdo y derecho, respectivamente. Estas condiciones se deben a las fallas más notables, como la formación de "piel de cocodrilo", los baches y los parches. En cuanto al Jirón Carabaya, se determinó que su pavimento rígido se encuentra en un estado bueno en promedio, con un PCI promedio de 67.30. Las fallas más influyentes en este caso son las grietas lineales, las losas divididas y los parcheos. Esta investigación nos brinda información sobre cómo evaluar y clasificar el estado del pavimento, centrándose en dos tipos específicos de pavimentos. También destaca la importancia de considerar siempre las mejoras necesarias y la aplicación de un mantenimiento adecuado para abordar las fallas identificadas. (PAUCAR CURO, 2019)

En su trabajo realizado en 2018, Granda Hinostroza llevó a cabo una evaluación exhaustiva del estado del pavimento rígido en el tramo Chaupimarca - Yanacancha - Pasco del anillo vial. El objetivo principal de esta tesis consistió en emplear el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para evaluar la condición general del pavimento a través de una inspección visual. Mediante un procedimiento matemático, se recopilaron datos durante la inspección y se calculó el índice PCI. Este índice se comparó con rangos preestablecidos para clasificar la condición del pavimento. Los resultados obtenidos revelaron un índice de condición de 32, lo cual indica que el pavimento presenta un estado deficiente. Estos hallazgos son de gran relevancia, ya que permiten identificar la necesidad de implementar medidas de mantenimiento y mejoras en el tramo evaluado. Se resalta la importancia de seguir un enfoque basado en el PCI para tomar decisiones informadas sobre la conservación y el manejo del pavimento rígido en esta área vial específica. (Granda Hinostroza, 2018)

Esta investigación nos brinda una guía sobre cómo evaluar y calificar el estado del pavimento utilizando el método del PCI, lo cual resultará muy útil para nuestra propia investigación. Además, nos proporciona información valiosa sobre los mantenimientos que debemos aplicar para abordar las fallas identificadas en el pavimento.

(Sánchez Ramírez, 2017) en su investigación nos muestra cómo evaluar y clasificar el estado del pavimento, utilizando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Estos hallazgos son de gran relevancia para nuestra investigación actual, ya que nos proporcionan una guía práctica. Además, se resalta la importancia de implementar los mantenimientos adecuados para abordar las fallas identificadas en el pavimento. Se dividió el pavimento en tramos, secciones y unidades de muestra, evaluando un total de 2020 metros. La inspección visual se utilizó para determinar las condiciones generales del pavimento y registrar las fallas encontradas. Se calcularon los índices de condición para cada unidad de muestra y sección, obteniéndose los siguientes valores de PCI: 34.4 (malo), 78.3 (muy bueno), 32.4 (malo), 24.8 (muy malo) y 81.7 (muy bueno) para las secciones 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente. Se identificaron fallas en

las secciones 1, 3 y 4 que requerían ser reparadas, mientras que las secciones 2 y 5 presentaban un pavimento adecuado para el tránsito vehicular. Esta investigación proporciona un procedimiento para evaluar pavimentos, destacando las fallas más significativas en los pavimentos rígidos y resaltando la importancia del mantenimiento preventivo.

En su trabajo de evaluación de la avenida Pakamuros, Salinas Ramos y sus colegas (2019) se propusieron realizar un análisis superficial del pavimento utilizando el método del índice de condición del pavimento (PCI). Para ello, emplearon un enfoque de investigación no experimental aplicativo y aplicaron el método PCI en su estudio. Los resultados arrojaron un índice total de 45.6, lo cual, según la clasificación PCI de la norma ASTM 5340, indica que el estado del pavimento es REGULAR, pero con una tendencia hacia malo. Este estudio destaca la importancia de identificar indicios para conocer las principales fallas en los pavimentos rígidos de la zona de estudio, y subraya la necesidad e importancia de implementar un mantenimiento preventivo de manera oportuna. La información obtenida contribuye a la comprensión de la situación del pavimento en la avenida Pakamuros y brinda pautas para mejorar su calidad y durabilidad. Bases teóricas. (SALINAS RAMOS, y otros, 2019)

Bases Teóricas:

Diseño de pavimento:

El diseño del pavimento implica la identificación y selección de los componentes estructurales de una sección de carretera o pista, como la superficie de rodadura, los cimientos, la base, el relleno, la plataforma y las mejoras, con el objetivo de garantizar un rendimiento óptimo para los usuarios, según lo mencionado por Alejos y Cáceres en 2016.

Trazo y replanteo:

consiste en el proceso de establecer y medir las dimensiones del trabajo a realizar en un sitio específico. Durante este proceso, se delimita y marca la forma alrededor del área de trabajo, identificando y acondicionando todos

los elementos físicos que se desean construir, como postes, paredes, límites de propiedades, desniveles, entre otros..

Pavimentación:

La pavimentación se refiere al proceso de construcción de una capa de material resistente y durable que se coloca sobre la superficie de un camino, calle, callejón u otra área de tránsito con el fin de proporcionar una superficie adecuada y segura para la circulación de vehículos y peatones. La pavimentación tiene como objetivo principal mejorar la calidad y funcionalidad de la infraestructura vial, brindando una superficie lisa y uniforme que facilite el desplazamiento, reduzca el desgaste de los vehículos y mejore la seguridad vial. Los materiales utilizados en la pavimentación pueden incluir asfalto, concreto, adoquines u otros materiales apropiados, dependiendo de las condiciones locales y el tipo de vía a pavimentar.

Las capas de un pavimento son:

Capa de Rodadura: La capa de rodadura en una pavimentación es la capa superior del pavimento que está en contacto directo con los neumáticos de los vehículos. Es la parte de la pavimentación que soporta la carga y el desgaste causado por el tráfico vehicular. Su principal función es proporcionar una superficie lisa y resistente que permita la circulación segura y cómoda de los vehículos. La capa de rodadura generalmente está compuesta por un material resistente y duradero, como asfalto o concreto, que es colocado sobre las capas inferiores del pavimento. Esta capa se diseña y construye de manera que pueda resistir las fuerzas y tensiones generadas por el tránsito vehicular, así como también las condiciones climáticas y otros factores de desgaste. Además de su resistencia, la capa de rodadura también puede ser diseñada para proporcionar características específicas, como un nivel adecuado de fricción para el agarre de los neumáticos, resistencia al deslizamiento y reducción de ruido. Su espesor y composición pueden variar dependiendo del tipo de vía, el volumen de tráfico y otros factores de diseño considerados.

Base: La base en una pavimentación se refiere a la capa intermedia del pavimento ubicada debajo de la capa de rodadura. Es una parte fundamental de la estructura del pavimento que proporciona soporte y distribuye las cargas del tráfico de manera uniforme. La base se construye con materiales granulares, como grava, agregado triturado o mezclas de arena y grava, compactados de manera adecuada. Su función principal es actuar como una capa de transición entre la capa de subbase (si está presente) y la capa de rodadura. La base ayuda a distribuir las cargas del tráfico de manera más amplia y uniforme, evitando que se produzcan deformaciones y hundimientos en el pavimento. Además de proporcionar soporte estructural, la base también ayuda a drenar el agua que se infiltra en el pavimento, evitando la acumulación y el debilitamiento de las capas inferiores. Esto contribuye a la durabilidad y vida útil del pavimento.

La selección y diseño de la base depende de diversos factores, como el tipo de suelo subyacente, el tráfico esperado, el clima y las condiciones locales. Se busca utilizar materiales adecuados y lograr una compactación óptima para asegurar la estabilidad y resistencia del pavimento.

Sub base:

La subbase en una pavimentación se refiere a la capa situada debajo de la base y encima del suelo natural o la subrasante. Esta capa tiene como objetivo proporcionar estabilidad y resistencia adicional al pavimento, distribuyendo las cargas del tráfico de manera más uniforme. La subbase se compone generalmente de materiales granulares, como grava o agregado triturado, compactados adecuadamente. Su función principal es mejorar la capacidad portante del suelo subyacente y reducir los efectos de las variaciones estacionales y las cargas del tráfico en el pavimento. Al igual que la base, la subbase también ayuda en el drenaje del agua y evita que esta se acumule en las capas inferiores del pavimento, lo cual puede debilitarlo con el tiempo. Además, proporciona una superficie más uniforme para la colocación de la base y la capa de rodadura. La selección y diseño de la subbase depende de varios factores, como el tipo de suelo subyacente, el tráfico esperado y las condiciones climáticas. Se busca

utilizar materiales apropiados y lograr una compactación adecuada para garantizar la estabilidad y la durabilidad del pavimento.

Pavimento:

El pavimento se refiere a la capa construida en la superficie de una carretera, calle, callejón o cualquier área destinada al tránsito vehicular y peatonal. Es la parte visible y accesible del sistema vial y tiene como objetivo proporcionar una superficie lisa, segura y duradera para facilitar el desplazamiento de vehículos y peatones. El pavimento está diseñado para soportar las cargas y tensiones generadas por el tráfico, así como para resistir los efectos del clima y el desgaste causado por el uso constante. Puede estar compuesto por diferentes materiales, siendo los más comunes el asfalto (pavimento flexible) y el concreto (pavimento rígido). El proceso de pavimentación implica la construcción de varias capas, como la subrasante, la subbase, la base y la capa de rodadura, cada una con funciones específicas para garantizar la estabilidad y la vida útil del pavimento. Estas capas se construyen siguiendo criterios de diseño y normativas para asegurar la calidad y funcionalidad del pavimento. El mantenimiento regular del pavimento, que incluye reparaciones, sellados y resurfacing, es fundamental para preservar su condición y prolongar su vida útil, asegurando así una infraestructura vial segura y eficiente.

Tipos de pavimentos

Pavimento asfáltico o flexible

El pavimento asfáltico, también conocido como pavimento flexible, es un tipo de pavimento construido utilizando una capa de material bituminoso llamado asfalto. Es ampliamente utilizado en carreteras, calles y áreas de tránsito debido a su flexibilidad y capacidad para adaptarse a cargas y movimientos del suelo. El proceso de construcción de un pavimento asfáltico generalmente involucra varias capas, incluyendo la subrasante, la subbase, la base y la capa de rodadura. La capa de rodadura es la capa superior y está compuesta por una mezcla de agregados (como grava y arena) y asfalto. Esta capa proporciona una superficie lisa y resistente para

el tráfico vehicular y peatonal. El asfalto utilizado en el pavimento asfáltico es un material viscoso y pegajoso que se obtiene del petróleo crudo durante el proceso de refinamiento. Se combina con los agregados para formar una mezcla asfáltica, que se aplica y compacta sobre las capas inferiores del pavimento. El asfalto actúa como un aglutinante, uniendo los agregados y proporcionando flexibilidad y resistencia al pavimento. El pavimento asfáltico tiene varias ventajas, como su capacidad para absorber cargas y movimientos del suelo, su rápido tiempo de construcción y su capacidad de reparación y mantenimiento relativamente sencillos. Sin embargo, también puede requerir un mantenimiento regular, como sellados y resurfacing, para mantener su rendimiento y durabilidad a lo largo del tiempo.

Figura 1: Sección Transversal de pavimento flexible.



Fuente: Cámara nacional del cemento

Pavimento Rígido

El pavimento rígido es un tipo de pavimento utilizado en carreteras, calles y áreas de tránsito que está compuesto principalmente por una losa de concreto. A diferencia del pavimento asfáltico, que es flexible, el pavimento rígido es rígido y tiene una mayor capacidad para soportar cargas pesadas y resistir deformaciones. El pavimento rígido se construye mediante la colocación de una losa de concreto sobre una base compactada y una subbase, que proporcionan soporte y estabilidad al pavimento. La losa de concreto está diseñada para distribuir las cargas del tráfico de manera uniforme a través de su estructura, evitando la formación de deformaciones y hundimientos. Una de las principales ventajas del pavimento rígido es su durabilidad y resistencia a las deformaciones causadas por el tráfico y las condiciones climáticas. Además, el pavimento rígido requiere menos

mantenimiento en comparación con el pavimento asfáltico y puede tener una vida útil más larga. Sin embargo, el pavimento rígido puede ser más costoso de construir en comparación con el pavimento asfáltico y su proceso de construcción puede llevar más tiempo. Además, reparaciones y mantenimiento en el pavimento rígido pueden requerir más esfuerzo y recursos. En resumen, el pavimento rígido es una opción durable y resistente para infraestructuras viales, especialmente en áreas con alto volumen de tráfico y cargas pesadas.

Figura 2: Sección Transversal de pavimento rígido.



.Fuente: Cámara nacional del cemento

Transitabilidad Vial:

La transitabilidad vial se refiere al grado en el cual una infraestructura vial permite el movimiento fluido y seguro de vehículos y peatones durante un determinado período de tiempo. Está relacionada con la capacidad de una vía para facilitar el desplazamiento eficiente y sin obstáculos, teniendo en cuenta tanto las condiciones del pavimento como otros elementos de la infraestructura vial. Una buena transitabilidad vial implica que la infraestructura vial está en condiciones adecuadas para soportar el tráfico vehicular y peatonal sin restricciones significativas. Esto implica que el pavimento esté en buen estado, libre de deformaciones, baches u otros defectos que puedan dificultar el flujo del tráfico. Además, la transitabilidad vial implica la presencia y el mantenimiento adecuado de señalización vial, señales de tránsito, iluminación, cruces peatonales y otros elementos que contribuyen a la seguridad y fluidez del tráfico. La transitabilidad vial puede verse afectada por diversos factores, como el deterioro del pavimento, la falta de mantenimiento, obras en curso, accidentes o condiciones climáticas adversas. Por lo tanto, es importante mantener y mejorar constantemente la infraestructura vial para garantizar una transitabilidad adecuada y segura para los usuarios.

Los tipos de transitabilidad vial los cuales son:

Transitabilidad Vehicular

La transitabilidad vehicular se refiere a la capacidad de una vía o carretera para permitir el desplazamiento eficiente y sin obstáculos de vehículos. Es

la capacidad de una vía de facilitar el flujo continuo y seguro del tráfico vehicular, asegurando una circulación fluida y sin interrupciones. La transitabilidad vehicular implica que la infraestructura vial esté en condiciones adecuadas para soportar el tráfico de vehículos sin restricciones significativas. Esto implica que el pavimento esté en buen estado, libre de defectos que puedan afectar la comodidad y seguridad del viaje, como baches, deformaciones o superficies resbaladizas. Además, la transitabilidad vehicular implica el adecuado diseño y mantenimiento de elementos de la vía, como señalización vial, semáforos, carriles de circulación, intersecciones y cruces, para facilitar el flujo ordenado y seguro de los vehículos. La transitabilidad vehicular puede verse afectada por diversos factores, como el estado del pavimento, congestiones de tráfico, accidentes, obras en la vía o condiciones climáticas adversas. Es importante mantener y mejorar constantemente la infraestructura vial y tomar medidas para garantizar una transitabilidad vehicular eficiente y segura, lo cual es fundamental para la movilidad y conectividad de las ciudades y regiones.

Transitabilidad Peatonal

La transitabilidad peatonal se refiere a la capacidad de una vía o espacio urbano para permitir el desplazamiento seguro y cómodo de los peatones. Se refiere a la accesibilidad y facilidad con la que las personas pueden caminar y moverse a lo largo de una vía o área peatonal. La transitabilidad peatonal implica que los espacios destinados para los peatones estén diseñados y mantenidos adecuadamente, considerando aspectos como aceras o banquetas, cruces peatonales, rampas de acceso, iluminación, señalización y otras características que garanticen la seguridad y comodidad de los peatones. Una buena transitabilidad peatonal implica que las aceras estén en buen estado, libres de obstáculos y suficientemente anchas para permitir el paso de los peatones de manera segura. También implica la presencia de cruces peatonales bien señalizados y seguros, así como la consideración de la accesibilidad para personas con discapacidad o movilidad reducida. La transitabilidad peatonal es esencial para promover

la movilidad activa, fomentar la interacción social, mejorar la calidad de vida de los residentes y reducir la dependencia del transporte motorizado. Un entorno urbano con una buena transitabilidad peatonal contribuye a una ciudad más amigable, segura y sostenible. Es importante que las autoridades y planificadores urbanos consideren y promuevan la transitabilidad peatonal en el diseño y desarrollo de infraestructuras y espacios públicos, garantizando un entorno favorable para los peatones.

Transitabilidad para personas con discapacidad

La transitabilidad para personas con discapacidad se refiere a la capacidad de una vía o espacio urbano para permitir el desplazamiento seguro, accesible y sin barreras de las personas con discapacidad. Consiste en garantizar que las personas con discapacidad puedan moverse de manera autónoma y sin dificultades por las vías y espacios públicos. La transitabilidad para personas con discapacidad implica considerar y eliminar las barreras físicas y sensoriales que puedan dificultar su movilidad.

Algunos aspectos importantes de la transitabilidad para personas con discapacidad incluyen:

Accesibilidad en aceras y rampas: Las aceras deben ser accesibles para personas con sillas de ruedas o con dificultades para caminar. Esto implica contar con rampas adecuadas, sin obstáculos y con la inclinación apropiada.

Cruces peatonales accesibles: Los cruces peatonales deben contar con señalización y dispositivos táctiles que permitan a las personas con discapacidad visual cruzar de manera segura.

Espacios de estacionamiento accesibles: Es importante contar con plazas de estacionamiento reservadas y adecuadas para personas con discapacidad, ubicadas cerca de las entradas principales.

Señalización y comunicación inclusivas: La señalización debe ser clara, visible y comprensible para todas las personas, incluyendo aquellas con discapacidad visual o auditiva. Además, se deben ofrecer servicios de comunicación accesibles, como información en lenguaje de señas o en formatos accesibles para personas con discapacidad visual.

Diseño universal: El concepto de diseño universal implica que los espacios y elementos urbanos sean accesibles para todas las personas, sin importar su edad, capacidad o condición. Esto implica pensar en la inclusión desde el diseño inicial, considerando aspectos como la anchura de puertas, altura de mostradores, entre otros..

Tipos de fallas en pavimento rígido

Levantamiento de Losas

El levantamiento de losas es una falla común en el pavimento rígido, que se refiere al desprendimiento o elevación de una o varias losas de concreto. Esta falla ocurre cuando hay movimientos o tensiones en el suelo debajo del pavimento, lo que resulta en un desplazamiento vertical de las losas.

Las causas más comunes del levantamiento de losas son:

Expansión térmica: Los cambios de temperatura pueden hacer que el concreto se expanda y contraiga. Si no se permite un espacio adecuado para la expansión térmica, las losas pueden levantarse.

Movimientos del suelo: La presencia de suelos expansivos, como arcillas, o la presencia de agua en el suelo pueden generar movimientos y presiones que causen el levantamiento de las losas.

Falta de juntas de expansión: Las juntas de expansión son espacios planificados entre las losas que permiten acomodar los movimientos del concreto. Si no se han instalado juntas o no se han mantenido adecuadamente, las losas pueden levantarse.

Deficiencias en el diseño o construcción: Errores en el diseño o en la construcción del pavimento, como una base inadecuada, falta de refuerzo adecuado o un espesor insuficiente de las losas, pueden contribuir al levantamiento de losas.

(Grupo Técnico, 2006)

Fisuras de esquina

Una de las fallas comunes en el pavimento rígido es la presencia de fisuras en las esquinas de las losas. Estas fisuras se forman en las esquinas de las losas de concreto y pueden variar en tamaño y extensión. Las fisuras en las esquinas de las losas pueden comprometer la durabilidad y resistencia del pavimento, permitiendo la entrada de agua y otros agentes agresivos que pueden acelerar el deterioro del concreto. Por lo tanto, es importante monitorear y reparar estas fisuras de manera oportuna para mantener la integridad del pavimento rígido. (Grupo Técnico, 2006)

Fisuración en "D"

Una de las fallas comunes en el pavimento rígido es la fisuración en forma de "D" o fisuración en D. Esta falla se caracteriza por la presencia de fisuras con forma de letra "D" en la superficie del pavimento, donde la parte convexa de la fisura apunta hacia abajo. La fisuración en D puede comprometer la durabilidad y el rendimiento del pavimento rígido, ya que permite la entrada de agua y otros agentes agresivos que pueden acelerar el deterioro del concreto. Es importante monitorear y reparar estas fisuras de manera oportuna para prevenir un mayor deterioro del pavimento. Además, es fundamental realizar un diseño y construcción adecuados, considerando factores como las juntas de contracción y la resistencia al movimiento térmico, para minimizar la aparición de la fisuración en D en el pavimento rígido. (Grupo Técnico, 2006)

Fisura longitudinal

Una de las fallas comunes en el pavimento rígido es la fisura longitudinal. Esta falla se caracteriza por la presencia de fisuras que se extienden en dirección longitudinal a lo largo del pavimento. Las fisuras longitudinales pueden comprometer la durabilidad y el rendimiento del pavimento, ya que permiten la entrada de agua y otros agentes agresivos que pueden acelerar el deterioro del concreto. Además, estas fisuras pueden aumentar la posibilidad de daños mayores, como el desprendimiento de losas. Es importante llevar a cabo inspecciones regulares y realizar las reparaciones necesarias para prevenir un mayor deterioro del pavimento. Asimismo, se recomienda realizar un diseño y construcción adecuados, considerando factores como las juntas de contracción y la resistencia al movimiento térmico, para minimizar la aparición de fisuras longitudinales en el pavimento rígido. (Grupo Técnico, 2006)

Fisuras Plásticas

Una de las fallas comunes en el pavimento rígido son las fisuras plásticas. Estas fisuras se caracterizan por ser continuas y tener un aspecto más plástico o deformado en comparación con otras fisuras del pavimento. Las fisuras plásticas pueden comprometer la integridad y funcionalidad del pavimento rígido, ya que pueden permitir la entrada de agua y otros agentes agresivos, acelerando su deterioro. Además, estas fisuras pueden aumentar la posibilidad de daños mayores, como el desprendimiento de las losas o la formación de baches. Es importante realizar inspecciones periódicas del pavimento y llevar a cabo las reparaciones necesarias para prevenir un mayor deterioro. Además, se recomienda seguir prácticas adecuadas de diseño y construcción, así como considerar la resistencia estructural necesaria para evitar la formación de fisuras plásticas en el pavimento rígido. (Grupo Técnico, 2006)

Punzonamiento (punchout)

El punzonamiento es una falla común en el pavimento rígido que se caracteriza por la formación de agrietamientos o deformaciones localizadas en la superficie del concreto. Esta falla ocurre principalmente bajo cargas concentradas, como las generadas por las ruedas de los vehículos. El punzonamiento puede afectar la capacidad de carga del pavimento y generar una superficie desigual y deteriorada, lo que compromete la transitabilidad y seguridad vial. Para prevenir el punzonamiento, es importante llevar a cabo un diseño adecuado del pavimento rígido considerando las cargas esperadas y proporcionando un espesor suficiente en las losas. Además, es fundamental realizar inspecciones regulares para identificar y reparar las áreas afectadas por punzonamiento de manera oportuna. (Grupo Técnico, 2006)

Fisuras en forma de mapa

Las fisuras en forma de mapa son una falla común en el pavimento rígido que se caracteriza por la formación de un patrón de fisuras interconectadas que se asemeja a un mapa o red de líneas. Estas fisuras pueden tener diferentes formas y tamaños, pero suelen ser delgadas y ramificadas. Estas fisuras pueden comprometer la durabilidad y el rendimiento del pavimento, ya que permiten la entrada de agua y otros agentes agresivos que pueden acelerar el deterioro del concreto. Además, estas fisuras pueden aumentar la posibilidad de daños mayores, como el desprendimiento de las losas. Es importante llevar a cabo inspecciones regulares y realizar las reparaciones necesarias para prevenir un mayor deterioro del pavimento. Asimismo, se recomienda realizar un diseño y construcción adecuados, considerando factores como las juntas de contracción y la resistencia al movimiento del suelo, para minimizar la

aparición de fisuras en forma de mapa en el pavimento rígido. (Grupo Técnico, 2006)

Despostilladuras en juntas y fisuras

Las despostilladuras en juntas y las fisuras son dos fallas comunes en los pavimentos rígidos. A continuación, se describe cada una de ellas:

Despostilladuras en juntas: Las despostilladuras en juntas son la separación o pérdida de material en la zona de las juntas de dilatación o construcción del pavimento rígido. Estas despostilladuras pueden ocurrir debido a varios factores, como la falta de sellado adecuado de las juntas, cargas excesivas o movimientos del suelo. Las despostilladuras pueden permitir la entrada de agua y otros agentes dañinos al interior del pavimento, lo que puede acelerar su deterioro y debilitar su estructura.

Fisuras: Las fisuras en el pavimento rígido son grietas lineales que pueden aparecer en diferentes áreas, como en las juntas de dilatación, las juntas de construcción o en el cuerpo del pavimento. Estas fisuras pueden ser causadas por diversas razones, como la contracción del concreto, movimientos del suelo, cargas pesadas, fatiga del pavimento, entre otros. Las fisuras pueden comprometer la integridad estructural del pavimento, permitir la infiltración de agua y acelerar su deterioro.

Para prevenir y controlar estas fallas, se recomienda realizar un diseño y construcción adecuados del pavimento rígido, incluyendo la instalación de juntas de dilatación y construcción correctamente dimensionadas y selladas. Además, es importante llevar a cabo un mantenimiento regular, como la reparación de fisuras y el sellado de juntas, para evitar que estas fallas se agraven y proteger la vida útil del pavimento (Grupo Técnico, 2006)

Las fisuras transversales

Las fisuras transversales son una falla común en los pavimentos rígidos. Estas fisuras son grietas que se extienden perpendicularmente a la

dirección del tráfico. Es importante llevar a cabo inspecciones regulares del pavimento y realizar las reparaciones necesarias para prevenir que las fisuras transversales se agranden y causen daños mayores. Además, se recomienda un diseño adecuado del pavimento, incluyendo la inclusión de juntas de contracción, para minimizar la formación de fisuras transversales. (Grupo Técnico, 2006)

Descascaramiento

El descascaramiento es una falla común en el pavimento rígido. También conocida como desprendimiento o exfoliación, esta falla se caracteriza por la separación o desprendimiento de la capa superficial del pavimento. A continuación, se proporciona información sobre las causas y las implicaciones del descascaramiento:

Causas:

Problemas de adherencia: El descascaramiento puede ocurrir cuando hay deficiencias en la adherencia entre las capas del pavimento, como la capa de rodadura y la base. Esto puede ser el resultado de una mala calidad del concreto, la presencia de suciedad o contaminantes en la superficie de la capa de rodadura, o la falta de una adecuada preparación de la superficie antes de la colocación del pavimento.

Congelamiento y descongelamiento: En áreas con climas fríos, la presencia de agua en el pavimento que se congela y descongela repetidamente puede causar el descascaramiento. El agua congelada se expande y genera presión sobre el pavimento, lo que resulta en el desprendimiento de la capa superficial.

Uso de materiales inadecuados: La utilización de materiales de baja calidad, como agregados de mala calidad o asfalto de baja resistencia, puede contribuir al descascaramiento del pavimento.

Es esencial llevar a cabo inspecciones periódicas del pavimento y realizar las reparaciones necesarias para prevenir el descascaramiento. Esto implica corregir problemas de adherencia, utilizar materiales de calidad y tomar medidas adecuadas para proteger el pavimento de los efectos del congelamiento y descongelamiento. Un mantenimiento adecuado y

oportuno es clave para prolongar la vida útil del pavimento y garantizar su funcionamiento seguro y eficiente. (Grupo Técnico, 2006)

Descascaramiento de esquina:

El descascaramiento en la esquina de un pavimento rígido es una falla específica que se caracteriza por el desprendimiento o exfoliación de la capa superficial en la intersección de dos elementos del pavimento, como las losas. Es importante realizar inspecciones regulares del pavimento y tomar medidas correctivas tempranas para prevenir y abordar el descascaramiento en las esquinas. Esto puede incluir mejoras en el diseño, implementación de juntas adecuadas, mejora del drenaje y aplicación de técnicas de reparación apropiadas. El mantenimiento adecuado del pavimento es esencial para garantizar su funcionalidad y durabilidad a largo plazo.

Descascaramiento de junta:

El descascaramiento en una junta de pavimento rígido se refiere al desprendimiento o exfoliación de la capa superficial del pavimento en el área de una junta entre losas adyacentes. Es importante realizar inspecciones periódicas del pavimento y tomar medidas correctivas tempranas para prevenir y abordar el descascaramiento en las juntas. Esto puede incluir mejoras en el diseño y construcción de las juntas, así como la implementación de técnicas de mantenimiento y reparación adecuadas. Un mantenimiento adecuado del pavimento es esencial para garantizar su funcionamiento seguro y prolongar su vida útil.

Desprendimiento de agregados

El desprendimiento de agregados en el pavimento rígido es una falla común que se caracteriza por la separación y pérdida de los agregados o partículas de material del pavimento. El desprendimiento de agregados requiere acciones de mantenimiento y reparación, como la limpieza de los agregados sueltos y la aplicación de nuevos

materiales para restaurar la integridad del pavimento. Esto implica costos adicionales y una mayor necesidad de mantenimiento. (Grupo Técnico, 2006)

Pulimento de agregados

El pulimento de agregados en el pavimento rígido es una falla que se caracteriza por la pérdida de la textura superficial y el brillo de los agregados expuestos en el pavimento. Es importante realizar inspecciones periódicas del pavimento y tomar medidas preventivas y correctivas para abordar el pulimento de los agregados. Esto puede incluir la aplicación de revestimientos protectores, la utilización de técnicas de texturizado superficial adecuadas y la implementación de un mantenimiento regular del pavimento. Un mantenimiento adecuado es esencial para preservar la seguridad vial y prolongar la vida útil del pavimento. (Grupo Técnico, 2006)

Evaluación de pavimentos

(Vasquez Varela, 2022)

La evaluación de pavimentos se refiere al proceso de examinar y analizar el estado y la condición de un pavimento existente. Esta evaluación se realiza con el objetivo de determinar su nivel de deterioro, identificar posibles fallas o deficiencias, y tomar decisiones informadas sobre las acciones de mantenimiento, reparación o rehabilitación necesarias.

La evaluación de pavimentos puede incluir diferentes aspectos y metodologías, dependiendo de la finalidad y el alcance del estudio. Algunas de las técnicas comunes utilizadas en la evaluación de pavimentos son:

Inspección visual: Se realiza una inspección detallada de la superficie del pavimento para identificar fisuras, grietas, baches, desprendimiento de agregados y otras irregularidades visibles.

Medición de deflexiones: Se utilizan equipos de medición específicos para evaluar la resistencia estructural del pavimento mediante la medición de deflexiones o deformaciones bajo la aplicación de cargas.

Análisis de muestras de núcleo: Se extraen muestras del pavimento para analizar su composición, densidad y resistencia, lo que proporciona

información sobre la calidad y el desempeño del pavimento.

Ensayos no destructivos: Se emplean técnicas no destructivas, como el radar de penetración de suelos y la evaluación de la resistividad eléctrica, para obtener información sobre las capas y características internas del pavimento sin dañarlo.

Evaluación estructural: Se utilizan modelos matemáticos y análisis estructurales para evaluar la capacidad del pavimento para soportar las cargas de tráfico y predecir su vida útil remanente.

La evaluación de pavimentos proporciona información crucial para la toma de decisiones en cuanto al mantenimiento, reparación o rehabilitación del pavimento. Permite identificar las áreas prioritarias de intervención, determinar las técnicas y materiales más adecuados, y optimizar los recursos disponibles para garantizar la seguridad y la funcionalidad de la infraestructura vial.

Clases de evaluación de pavimentos

(Granda Hinostraza, 2018)

La evaluación de pavimentos se refiere al proceso de examinar y analizar el estado y la condición de un pavimento existente. Esta evaluación se realiza con el objetivo de determinar su nivel de deterioro, identificar posibles fallas o deficiencias, y tomar decisiones informadas sobre las acciones de mantenimiento, reparación o rehabilitación necesarias.

La evaluación de pavimentos puede incluir diferentes aspectos y metodologías, dependiendo de la finalidad y el alcance del estudio. Algunas de las técnicas comunes utilizadas en la evaluación de pavimentos son:

Inspección visual: Se realiza una inspección detallada de la superficie del pavimento para identificar fisuras, grietas, baches, desprendimiento de agregados y otras irregularidades visibles.

Medición de deflexiones: Se utilizan equipos de medición específicos para evaluar la resistencia estructural del pavimento mediante la medición de deflexiones o deformaciones bajo la aplicación de cargas.

Análisis de muestras de núcleo: Se extraen muestras del pavimento para analizar su composición, densidad y resistencia, lo que proporciona

información sobre la calidad y el desempeño del pavimento.

Ensayos no destructivos: Se emplean técnicas no destructivas, como el radar de penetración de suelos y la evaluación de la resistividad eléctrica, para obtener información sobre las capas y características internas del pavimento sin dañarlo.

Evaluación estructural: Se utilizan modelos matemáticos y análisis estructurales para evaluar la capacidad del pavimento para soportar las cargas de tráfico y predecir su vida útil remanente.

La evaluación de pavimentos proporciona información crucial para la toma de decisiones en cuanto al mantenimiento, reparación o rehabilitación del pavimento. Permite identificar las áreas prioritarias de intervención, determinar las técnicas y materiales más adecuados, y optimizar los recursos disponibles para garantizar la seguridad y la funcionalidad de la infraestructura vial

Evaluación Superficial

En el proceso de evaluación superficial, es esencial considerar las deficiencias identificadas en el pavimento y tenerlas en cuenta. El propósito de esta evaluación es examinar minuciosamente la superficie del pavimento, utilizar herramientas y una variedad de métodos para evaluar su estado actual. Para lograr esto, se emplea una evaluación funcional del pavimento utilizando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Este enfoque nos permite obtener una medida objetiva de la condición general del pavimento y evaluar su desempeño funcional. Al utilizar el PCI, podemos obtener información valiosa sobre la estructura estructural, la superficie de rodadura y otros aspectos clave del pavimento. (Granda Hinostraza, 2018)

Evaluación Estructural

En esta evaluación, se utilizan diversos métodos, tanto destructivos como no destructivos, los cuales se seleccionan en función del grado de comportamiento de las fallas que se presentan durante la construcción, especialmente relacionadas con los materiales utilizados. Esta evaluación

implica un análisis exhaustivo y profundo, centrado en la obtención de muestras de los materiales que componen las diferentes capas del pavimento en las vías. Para llevar a cabo estas evaluaciones, se utilizan diferentes métodos, como la realización de calicatas o perforaciones, teniendo en cuenta que no se afecte la superficie de rodadura, o incluso mediante perforaciones diamantinas. Estos métodos permiten obtener información detallada sobre las características de los materiales y las capas del pavimento, lo que contribuye a una evaluación más precisa y fundamentada del estado del pavimento.. (Granda, 2019)

Evaluación de la Rugosidad

Cuando nos referimos a la evaluación de la rugosidad en un pavimento, estamos hablando de la calidad que debe tener para cumplir con su propósito de diseño y asegurar su adecuado desempeño en las condiciones en las que se encuentra. Esta evaluación es de gran importancia tanto para la seguridad y comodidad de los usuarios como para la economía. Para llevar a cabo esta evaluación, se utiliza el método del Índice de Rugosidad Internacional o Índice de Condición, el cual consiste en evaluar el perfil longitudinal a lo largo de la vía. Este método nos permite obtener una medida cuantitativa de la rugosidad del pavimento, lo cual es fundamental para determinar si cumple con los estándares establecidos y si brinda una superficie de rodadura adecuada. La evaluación de la rugosidad es esencial para garantizar la calidad y funcionalidad del pavimento, contribuyendo así a la satisfacción de los usuarios y al buen funcionamiento de la infraestructura vial. (Granda, 2019)

Evaluación Puntual

La Evaluación Puntual consiste en examinar y evaluar tramos específicos del pavimento donde se presenten comportamientos no adecuados, ya sea mediante una evaluación periódica o sistematizada. Su objetivo principal es analizar problemas concretos para obtener un conocimiento más preciso del estado del pavimento y comprender las causas subyacentes de las diversas fallas. Esto permite proponer soluciones específicas y reforzar el

pavimento de manera adecuada. La Evaluación Puntual proporciona información detallada sobre áreas problemáticas y permite tomar medidas correctivas focalizadas para mejorar la calidad y la durabilidad del pavimento. Al identificar y abordar de manera precisa los problemas puntuales, se pueden evitar mayores daños y garantizar un mejor desempeño del pavimento en esos tramos específicos. (Granda, 2019)

Índice de condición de pavimento (PCI)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés) es un método utilizado para evaluar y calificar el estado de un pavimento. Se basa en una inspección visual detallada de la superficie del pavimento, donde se identifican y registran las diferentes fallas, defectos y deterioros presentes. Estas fallas pueden incluir grietas, fisuras, desprendimientos, deformaciones, entre otros.

El PCI asigna a cada segmento de pavimento una puntuación numérica que indica su condición general. Esta puntuación varía en una escala del 0 al 100, donde un valor cercano a 100 indica un pavimento en excelente estado, mientras que un valor cercano a 0 indica un pavimento en mal estado y requiere reparaciones o rehabilitación.

El Índice de Condición del Pavimento es ampliamente utilizado en la gestión y mantenimiento de infraestructuras viales, ya que proporciona una medida objetiva y cuantitativa del estado del pavimento. Permite identificar las áreas que requieren atención y priorizar las acciones de mantenimiento y rehabilitación en función de las necesidades del pavimento. Además, el PCI también se utiliza para comparar y evaluar la efectividad de diferentes estrategias de mantenimiento y rehabilitación a lo largo del tiempo. (Vasquez Varela, 2022)

Tabla 1. Rangos de calificación del PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Fuente: (Vasquez Varela, 2022)

Parámetros de evaluación de la condición del pavimento

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) utiliza una serie de parámetros para evaluar y calificar el estado del pavimento. Estos parámetros incluyen:

Grietas: Se evalúa la presencia, extensión y tipo de grietas en el pavimento, como grietas longitudinales, transversales, en forma de malla, en esquina, entre otras.

Fisuras: Se considera la presencia y severidad de fisuras en el pavimento, que pueden ser fisuras en D, fisuras en forma de mapa, fisuras transversales, entre otras.

Desprendimientos: Se analiza el desprendimiento de agregados en la superficie del pavimento, que puede ser en esquina, en junta u otras áreas.

Descascaramiento: Se evalúa la pérdida de material superficial del pavimento, ya sea en esquina, en junta u otras zonas.

Hondonadas y deformaciones: Se consideran las depresiones o deformaciones en el pavimento, que pueden afectar la nivelación y la comodidad del usuario.

Rugosidad: Se mide la irregularidad de la superficie del pavimento, evaluando su rugosidad y su capacidad de proporcionar un viaje cómodo y seguro.

Apariencia general: Se tiene en cuenta la apariencia general del pavimento, incluyendo manchas, señalización y limpieza.

Cada uno de estos parámetros se evalúa y se asigna una puntuación correspondiente en función de su severidad y extensión. Estas puntuaciones se utilizan para calcular el Índice de Condición del Pavimento, que proporciona una medida global del estado del pavimento. (Vasquez Varela, 2022)

Según (Granda Hinostroza, 2018) la severidad usa los parámetros: “BAJO (L)”, “MEDIO (M)” y “ALTO (H)”

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

(Landeau, 2007)

De acuerdo a (Landeau, 2007), Este proyecto tuvo un enfoque de investigación aplicada, donde se aplicaron conocimientos prácticos debido a las características de los métodos utilizados. Se clasifica como descriptivo, ya que se emplearon métodos descriptivos, como la observación y las correlaciones, para obtener información detallada sobre el tema en estudio. Además, se considera un enfoque cuantitativo, ya que la evaluación de la condición del pavimento se basará en un porcentaje obtenido a través de una evaluación funcional y estructural del mismo. Se utilizaron criterios objetivos y medibles para determinar el estado del pavimento. Este enfoque permitirá obtener datos cuantitativos y estadísticos que respalden las conclusiones y recomendaciones del estudio, brindando una base sólida para el diseño de estrategias efectivas de mantenimiento vial.

De acuerdo a (Hernandez, et al., 2014) Esta investigación se clasifica como no experimental, transeccional y descriptiva, debido a que no se realizará una manipulación directa de la variable y tampoco se modificará el resultado de la misma. Además, se considera de tipo transversal descriptiva, ya que la descripción de la investigación se llevará a cabo en un único periodo de tiempo. El objetivo principal de este estudio es proporcionar una evaluación precisa del estado actual del pavimento rígido en el Jr. Simón Bolívar de la ciudad de Huaraz, utilizando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Se busca obtener información detallada sobre el pavimento existente, sin intervenir en su composición o características, para así tener una base sólida de conocimiento para futuras intervenciones viales.

3.2. Variables y operacionalización

En una investigación de tesis, **las variables** son elementos fundamentales que se estudian y analizan para comprender las relaciones entre ellos y responder a las preguntas de investigación. Las

variables pueden ser de dos tipos:

Variable independiente: Es aquella que se manipula o controla en el estudio. Es el factor que se considera que tiene influencia sobre otras variables y se busca determinar su efecto en ellas. Por ejemplo, en un estudio sobre el rendimiento académico, la variable independiente podría ser el tiempo de estudio.

Variable dependiente: Es aquella que se ve afectada o influenciada por la variable independiente. Es el resultado o fenómeno que se observa y mide en función de la variable independiente. Siguiendo el ejemplo anterior, la variable dependiente podría ser las calificaciones obtenidas por los estudiantes.

Además de estas variables, también se pueden considerar otras variables que pueden tener un efecto o influencia en el estudio, como las variables de control, que se utilizan para minimizar la interferencia de factores externos en la relación entre la variable independiente y dependiente. Estas variables de control se mantienen constantes o se registran y se controla su influencia en el análisis de los resultados.(Borja Suarez, 2016).

En este caso la variable de esta investigación es la evaluación de pavimento rígido en el Jr. Simón Bolívar de la ciudad de Huaraz en el 2022

La operacionalización en una investigación de tesis se refiere al proceso de definir y concretar las variables de estudio en términos medibles y observables. Consiste en convertir conceptos abstractos en indicadores o medidas concretas que se puedan recolectar y analizar de manera objetiva. **La operacionalización** es esencial para garantizar que las variables sean medidas de manera consistente y confiable, permitiendo así obtener resultados válidos y significativos en la investigación de tesis.

La operacionalización en una investigación de tesis se refiere al proceso de definir y concretar las variables de estudio en términos medibles y observables. Consiste en convertir conceptos abstractos en indicadores o medidas concretas que se puedan recolectar y analizar

de manera objetiva.

Para llevar a cabo la operacionalización, se deben seguir los siguientes pasos:

- Definir claramente las variables de estudio: Es importante establecer una definición precisa de las variables independientes, dependientes y de control.
- Identificar indicadores: Determinar qué aspectos específicos de cada variable serán medidos o observados. Estos indicadores pueden ser cuantitativos (números, escalas, porcentajes) o cualitativos (descripciones, categorías).
- Establecer escalas de medición: Definir la escala de medición que se utilizará para cada indicador. Puede ser una escala nominal (categorías), ordinal (rangos ordenados), de intervalo (diferencias iguales) o de razón (con punto cero).
- Desarrollar instrumentos de recolección de datos: Crear o adaptar instrumentos (cuestionarios, escalas, observaciones) que permitan recopilar la información necesaria para medir los indicadores.
- Probar y validar los instrumentos: Realizar pruebas piloto y análisis de confiabilidad y validez de los instrumentos para asegurar que sean efectivos y precisos en la medición de los indicadores.
- Aplicar los instrumentos y recolectar los datos: Llevar a cabo la recolección de datos siguiendo los procedimientos y protocolos establecidos.
- Analizar los datos: Utilizar técnicas estadísticas u otros métodos de análisis para examinar los datos recopilados y responder a las preguntas de investigación.

(Borja Suarez, 2016)

3.2.1. Matriz de clasificación de variables (ver anexo 3.1)

La matriz de clasificación de variables en una tesis es una herramienta que permite organizar y clasificar las variables que se utilizarán en la

investigación. Se utiliza para identificar y categorizar las variables en función de su naturaleza y relación con el problema de investigación. La matriz suele contener las siguientes columnas: número de variable, nombre de la variable, tipo de variable (por ejemplo, cualitativa o cuantitativa), unidad de medida, fuente de obtención de datos y relación con el problema de investigación. Esta matriz facilita la comprensión y estructuración de las variables, lo que ayuda a planificar y diseñar adecuadamente la investigación. (HERNÁNDEZ-SAMPIERI, et al., 2018)

3.2.2. Matriz de operacionalización de variables (ver anexo 3.2)

La definición operativa es el conjunto de métodos y actividades necesarios para cuantificar una variable y analizar los datos resultantes. (HERNÁNDEZ-SAMPIERI, y otros, 2018)

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población:

Según (Hernández Sampieri, 2010, pág. 147), aclara que la población se refiere al grupo completo de individuos, elementos o unidades que cumplen con los criterios de inclusión establecidos para el estudio. Representa el conjunto total de personas o elementos que poseen las características que se desea analizar o generalizar en la investigación, Es importante definir claramente la población en una investigación de tesis, ya que esto establece los límites y alcance del estudio

En una investigación de tesis, la población se refiere al grupo completo de individuos, elementos o unidades que cumplen con los criterios de inclusión establecidos para el estudio. Representa el conjunto total de personas o elementos que poseen las características que se desea analizar o generalizar en la investigación.

La población puede variar dependiendo del alcance y objetivo del estudio. Puede ser una población finita, que significa que tiene un número determinado y limitado de elementos, o una población infinita, que implica un número potencialmente ilimitado de elementos.

La población en esta investigación vendría a ser la totalidad de calles con

pavimento rígido en el distrito y provincia de Huaraz, Departamento Ancash en el 2022

3.3.2. Muestra:

Según (Hernández Sampieri, 2010, pág. 175) indica que la muestra se refiere a un subconjunto seleccionado de la población que se utilizará para recolectar datos y obtener conclusiones que se puedan generalizar a la población más amplia. Para seleccionar una muestra representativa, se deben utilizar métodos de muestreo adecuados, considerando la diversidad y las características de la población. Esto permitirá realizar inferencias y generalizaciones válidas a partir de los resultados obtenidos en la muestra hacia la población objetivo de la investigación..

La muestra de esta tesis es todo Jr Simón Bolívar, distrito y provincia de Huaraz, Departamento Ancash. Dicho Jirón inicia en la intersección con la Avenida Confraternidad Internacional Sur, con coordenadas UTM de 777628.9 Este y 8944479.3 Norte. El punto final se encuentra en el cruce con la Avenida Antonio Raymondi, con coordenadas UTM de 777432.8 Este y 8945945.2 Norte, a una elevación de 3,060 metros sobre el nivel del mar, haciendo un total de 1,110m de longitud

3.3.3. Muestreo:

Desde el punto de vista de (Doig Sánchez, 2019) quien cita a Vásquez en su investigación menciona que para evaluar un proyecto se tiene que tener en cuenta o consideración la inspección de todas las unidades; y de no considerar todas las unidades se calcula una muestra con la siguiente ecuación, por medio de la cual se obtiene un estimado del PCI ± 5 del promedio con una confiabilidad del 95%:

Ecuación 1. Número mínimo Unidades de muestreo

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

Fuente: Manual PCI

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección ($e = 5\%$)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades ($S=15$ para pav. Rígido)

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

3.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En una investigación se utilizan diversas técnicas e instrumentos de recolección de datos para recopilar la información necesaria para el estudio.

Algunas de las técnicas e instrumentos comunes incluyen:

- Cuestionarios: Se utilizan para recopilar información a través de preguntas estandarizadas. Pueden ser aplicados en formato impreso o electrónico.
- Entrevistas: Pueden ser estructuradas (con preguntas predefinidas) o semiestructuradas (con preguntas generales que permiten explorar temas en profundidad). Las entrevistas pueden ser realizadas en persona, por teléfono o a través de videoconferencia.
- Observación: Implica la recolección directa de información mediante la observación sistemática de eventos, comportamientos o fenómenos. Puede ser observación participante (el investigador participa activamente en la situación) o no participante (el investigador es un observador externo).
- Análisis documental: Consiste en analizar y examinar documentos, como informes, registros, textos, archivos o medios de comunicación, para extraer información relevante para el estudio.
- Escalas y cuestionarios de medición: Se utilizan para medir variables específicas, como actitudes, opiniones o niveles de satisfacción. Estas escalas pueden ser de tipo Likert (escala de

respuestas con opciones de acuerdo o desacuerdo), de clasificación (asignación de categorías) o de intervalo (medición en una escala numérica).

- Pruebas estandarizadas: Se utilizan para medir habilidades, conocimientos o aptitudes en un área específica. Estas pruebas suelen tener una estructura y puntuación predefinidas.

Es importante seleccionar las técnicas e instrumentos de recolección de datos adecuados para el tipo de información que se necesita y considerar aspectos éticos y de confiabilidad en su implementación. Además, se deben realizar pruebas piloto y análisis de confiabilidad y validez para asegurar la calidad de los datos recopilados (Hernandez, y otros, 2014)

En el presente proyecto de investigación se utilizará la técnica de la observación directa, en la cual se recopilaran los datos mediante la observación del área de estudio (Carhuancho Mendoza,, y otros, 2019)

Instrumento de recolección de datos:

Se empleó la técnica de inspección visual detallada en las unidades de estudio para recopilar los datos. Con esta metodología, se completaron las fichas de evaluación del PCI basadas en los textos de referencia consultados. Luego, se realizó un análisis exhaustivo de estas fichas para obtener los resultados deseados.(Carhuancho Mendoza,, y otros, 2019)

Instrumentos usados:

- Wincha
- Flexómetro
- Regla de aluminio
- Regla graduada
- Cuaderno de registro
- Cámaras fotográficas
- Laptop

- Lapiceros
- Equipo de protección personal

3.4.2. Validez y confiabilidad

La validez y confiabilidad son dos aspectos fundamentales relacionados con la calidad de los datos recopilados y los resultados obtenidos. A continuación, se explica cada uno de estos conceptos:

Validez: La validez se refiere a la capacidad de una medida o instrumento para medir o capturar de manera precisa y adecuada el fenómeno o concepto que se pretende investigar. En otras palabras, se evalúa si la medida realmente mide lo que se supone que debe medir.

Para garantizar la validez en una tesis, es necesario utilizar instrumentos o técnicas de recolección de datos que sean apropiados y relevantes para la investigación. También se deben tomar medidas para controlar y minimizar los posibles sesgos o errores que puedan afectar la validez de los resultados. Además, se pueden realizar análisis estadísticos o validaciones cruzadas para verificar la validez de los datos obtenidos.

Confiabilidad: La confiabilidad se refiere a la consistencia y estabilidad de los resultados obtenidos a través de un instrumento o técnica de recolección de datos. Se evalúa si el instrumento es consistente y proporciona resultados similares en diferentes momentos o en diferentes condiciones.

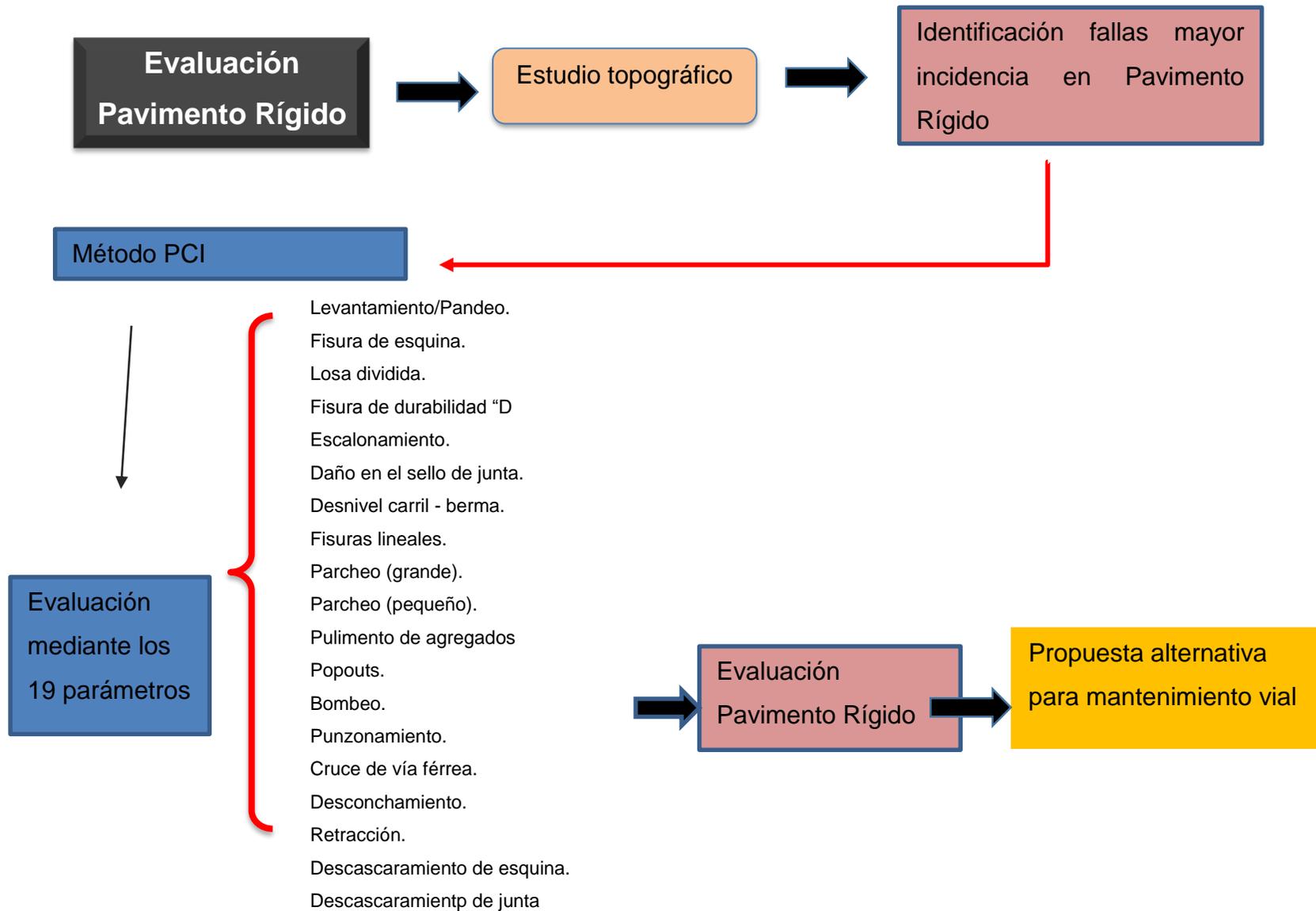
Para garantizar la confiabilidad en una tesis, es necesario utilizar instrumentos o técnicas de recolección de datos que sean consistentes y produzcan resultados estables. También se pueden utilizar técnicas de prueba-retest, donde se administra el instrumento en dos ocasiones diferentes a la misma muestra, para evaluar la consistencia de los resultados a lo largo del tiempo.

Es importante que el investigador describa y documente claramente los procedimientos utilizados para asegurar la validez y confiabilidad de los datos recopilados. Esto fortalecerá la credibilidad y la calidad de la investigación realizada en la tesis.. (HERNÁNDEZ-SAMPIERI, y otros, 2018)

La herramienta utilizada para recopilar datos, conocida como guía de observación, ha sido validada de acuerdo a la norma ASTM D6433-03 establecida por la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales. (D6433-03, ASTM. , 2020)

3.5. Procedimiento

Figura 3: Diagrama Procedimiento



El estudio se realizó en el Jr Simón Bolívar, distrito y provincia de Huaraz, Departamento Ancash en el 2022 , la muestra consistió en el pavimento rígido en toda su longitud ; 1,110 ml. ; se realizaron varias visitas con la finalidad de hacer un reconocimiento de la zona de estudio.

El proceso de recolección de información en los formatos del Índice de Condición del Pavimento (PCI) implica la recopilación de datos específicos sobre el estado y la condición del pavimento. Algunos aspectos a considerar en este proceso son:

- Inspección visual: Se realiza una inspección detallada del pavimento para identificar y registrar visualmente cualquier falla, grieta, deformación u otro tipo de deterioro presente. Esto se puede realizar a través de fotografías o mediante la anotación de observaciones.
- Medición de características físicas: Se pueden realizar mediciones y registros de diferentes características físicas del pavimento, como el espesor, la rugosidad o la textura superficial. Esto se puede llevar a cabo utilizando equipos especializados, como medidores de espesor o dispositivos de perfilado.
- Evaluación funcional: Se pueden realizar pruebas o mediciones funcionales para evaluar el comportamiento del pavimento en relación con el tránsito vehicular. Esto puede incluir la medición de la resistencia estructural, la capacidad portante o la nivelación del pavimento.
- Registro de datos en los formatos del PCI: Es importante utilizar los formatos del PCI para registrar y organizar los datos recopilados de manera sistemática. Estos formatos suelen incluir campos específicos para cada tipo de información relevante, como la ubicación, el tipo de falla, la magnitud del deterioro, entre otros.

Es fundamental seguir los protocolos y las instrucciones establecidas

por el PCI para garantizar la consistencia y la comparabilidad de los datos recopilados. Además, se deben tomar medidas adecuadas para garantizar la precisión y la confiabilidad de los datos, como la capacitación de los inspectores y el uso de técnicas de verificación y validación.

Cálculo de densidad del daño (Vasquez Varela, 2022): la densidad del pavimento es una propiedad importante que puede influir en su durabilidad y resistencia, se expresa en porcentaje (%). El cálculo de la densidad se realiza al dividir la cantidad de fallas encontradas en el pavimento (n) por el metraje total evaluado (N)

Ecuación 2. Densidad del daño

$$Densidad (\%) = \frac{n}{N} \times 100 = D\%$$

Fuente: Manual PCI

Cálculo de "Valor deducido del daño" (Vasquez Varela, 2022) , para calcular el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de gravedad se utilizan las curvas conocidas como "Valor Deducido del Daño", las cuales se encuentran adjuntas al final del manual del PCI. Estas curvas se aplican según el tipo de pavimento y falla inspeccionado

Cálculo número Admisible Máximo de Valores Deducidos, se usó la siguiente ecuación , según (Vasquez Varela, 2022)

Ecuación 3. Número máximo valores deducidos

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

Fuente: Manual PCI

Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido” (CDV), se obtuvo de la siguiente manera:

Se elige el número de valores deducidos “q” mayores que 2.0.

Determine el “Valor Deducido Total” sumando todos los valores deducidos individuales.

Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 1 a 3. hasta que sea igual a 1.

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

Cálculo del PCI; este valor del PCI se obtiene restando de 100 el máximo CDV.

Plantear propuestas de mejora

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos del Índice de Condición del Pavimento (PCI) implica procesar la información recopilada a través de los formatos del PCI para obtener resultados y conclusiones sobre el estado del pavimento.

Algunos pasos clave en este método de análisis son:

- Organización de los datos: Se deben organizar los datos recopilados en los formatos del PCI de manera clara y estructurada. Esto puede incluir la clasificación de los datos por ubicación, tipo de falla, severidad del deterioro, entre otros criterios relevantes.
- Cálculo del PCI: El PCI se calcula utilizando una fórmula específica que considera diversos parámetros, como la cantidad y la gravedad de las fallas encontradas en el pavimento. Este cálculo se realiza para cada sección o tramo del pavimento evaluado.
- Interpretación del PCI: Los valores del PCI obtenidos se

interpretan de acuerdo con los estándares establecidos. Por lo general, se utilizan rangos o categorías para clasificar el estado del pavimento, como "bueno", "regular" o "mal estado". Esta interpretación permite evaluar la condición general del pavimento y identificar áreas prioritarias para el mantenimiento o reparación.

- **Análisis de tendencias y patrones:** Se pueden realizar análisis adicionales para identificar tendencias y patrones en los datos del PCI. Por ejemplo, se pueden examinar las áreas con mayor concentración de fallas o comparar los resultados del PCI en diferentes períodos de tiempo para evaluar el deterioro del pavimento.
- **Generación de informes y recomendaciones:** Los resultados del análisis del PCI se utilizan para generar informes técnicos que describen el estado del pavimento, destacan los problemas identificados y brindan recomendaciones para el mantenimiento, rehabilitación o mejora del pavimento.

Es importante seguir los procedimientos y las directrices establecidas por el PCI para garantizar la consistencia y la objetividad en el análisis de los datos. Además, se pueden utilizar herramientas estadísticas y software especializado para facilitar el análisis y la presentación de los resultados del PCI.

3.7. Aspectos éticos

Existen diversos aspectos éticos que deben tenerse en cuenta durante la planificación, ejecución y divulgación de la investigación. Algunos de estos aspectos éticos son: Consentimiento informado, Confidencialidad y privacidad, Honestidad y rigor científico

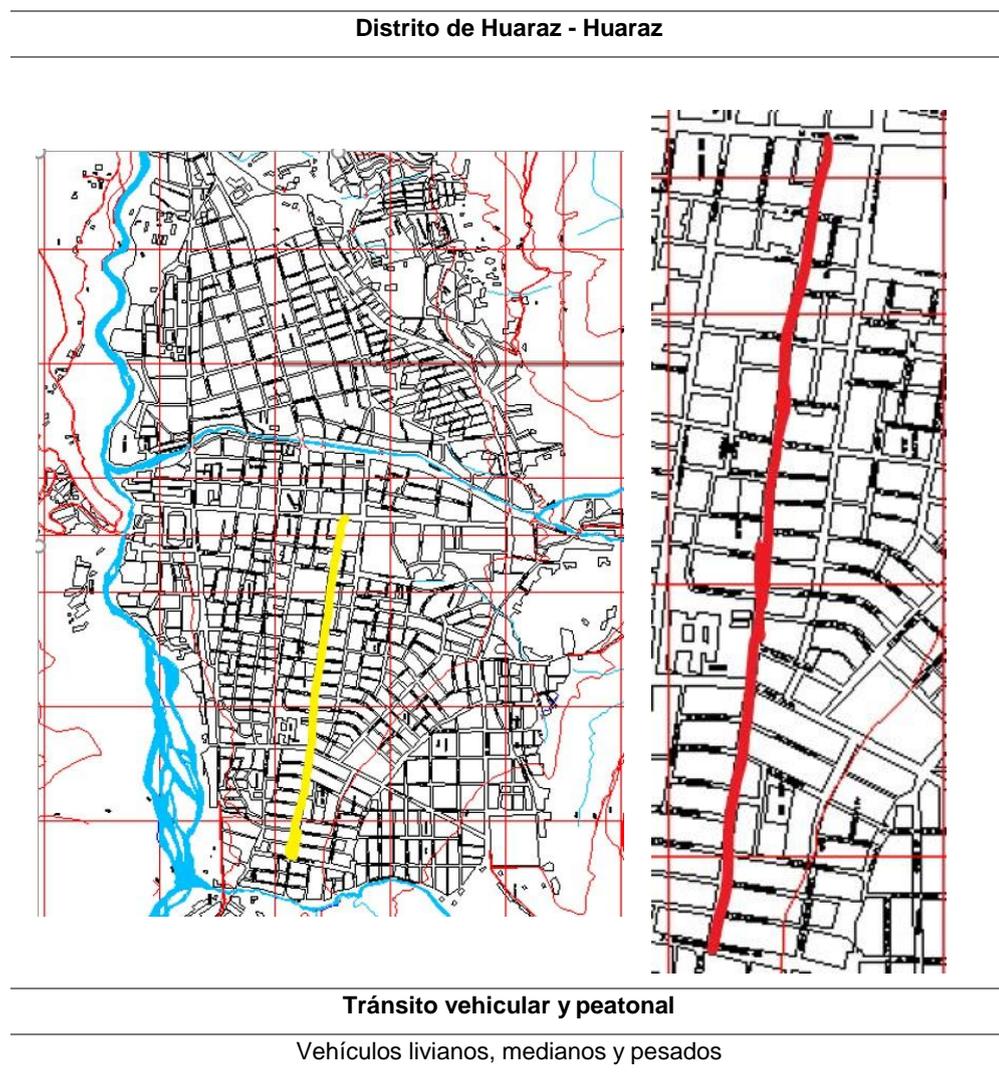
La ética desempeña un papel fundamental en todas las etapas de la investigación, asegurando la autenticidad, veracidad y precisión de la información respaldada por fuentes fiables como tesis, artículos de investigación y normativas vigentes. Se realiza una adecuada citación siguiendo los lineamientos del Manual ISO 690 y 690-2, y se utiliza el

programa Turnitin para verificar la originalidad del trabajo. Este enfoque ético garantiza la integridad académica al proporcionar una base sólida y confiable para el desarrollo de la investigación.. (Ver anexo 4.3).

IV. RESULTADOS

Con el fin de avanzar en la realización del **primer objetivo específico**, que consiste en llevar a cabo un estudio topográfico, se procedió a obtener el plano catastral de la ciudad de Huaraz. Dicho plano fue obtenido de la Municipalidad Provincial de Huaraz y se encuentra accesible al público en general, sirviendo como valiosa fuente de información para nuestro proyecto

Figura 4 : plano Ubicación y localización del Jr. Bolívar en el distrito de Huaraz



También se proporcionan las coordenadas UTM para marcar los puntos de referencia en el estudio. El punto de inicio se localiza en la intersección con

la Avenida Confraternidad Internacional Sur, con coordenadas UTM de 777628.9 Este y 8944479.3 Norte. El punto final se encuentra en el cruce con la Avenida Antonio Raymondi, con coordenadas UTM de 777432.8 Este y 8945945.2 Norte, a una elevación de 3,060 metros sobre el nivel del mar. A continuación, se realizaron los cálculos correspondientes para determinar las unidades de muestra a analizar y el intervalo de trabajo. Para ello, se siguió un procedimiento secuencial: se midió la longitud total de la calle Jr. Simón Bolívar y se determinó el área del paño típico de la losa rígida. A partir de estos datos, se calculó el número total de paños y se definió el número de unidades de muestreo (N) necesarias. Luego, se determinó el número mínimo de unidades de muestreo (n) requeridas y, por último, se estableció el intervalo de muestreo para su distribución posterior.

Longitud total de la vía a evaluar : 1110 m
Ancho de vía: 6.00 m

Area total de la vía a evaluar: 1110 x6 =

6,660 m²
Area del paño típico: 12.00 m²

Número total de paños:

6,660/12.00=555 paños
Número

total de unidades de muestra (N)

N= 555/16=34.69 → se tomó **N=32**

Haciendo uso de la ecuación 1, se calculó el número de unidades de muestreo (N): encontrándose un valor de n=17.07, por lo que se tomó el valor de **n=17**

Intervalo de muestreo

Ecuación 4. Intervalo de muestreo

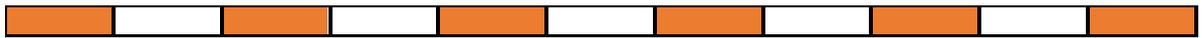
$$i = \frac{N}{n}$$

Fuente: Manual PCI

Reemplazando en la ecuación 4 se obtiene 1.85 y se consideró como 1

En total de los 1110ml del Jr Simón Bolívar-Huaraz , se inspeccionaron 17 unidades de muestra

Representación de cómo se clasificó las unidades de muestras.



El **segundo objetivo específico**, consistía en identificar las fallas y deterioros de mayor incidencia en el pavimento rígido en el Jr. Simón Bolívar, ubicado en el distrito y provincia de Huaraz, en el Departamento de Ancash, durante el año 2022. Para llevar a cabo esta tarea, se utilizó el manual del PCI como guía y referencia clave en el proceso de análisis y clasificación de las fallas identificadas.

Después de eso, se procedió a registrar cuidadosamente la información de las 17 unidades de muestra seleccionadas. Para este propósito, se utilizó una ficha de observación como instrumento para capturar los datos relevantes. Se tomaron notas detalladas, asegurándose de registrar de manera precisa todas las observaciones y mediciones necesarias para el análisis posterior.

Tabla 2. Datos de las fallas en la unidad de muestra N° 8

"EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI EN EL JR BOLIVAR - HUARAZ - ANCASH 2022"			 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
I. DATOS GENERALES				
NOMBRE DEL INSPECTOR:	MENDEZ SILVA, ROGER ALEJANDRO			
ZONA:	JR SIMON BOLIVAR-HUARAZ		CODIGO VIA:Z-1	
PROG. INICIAL: 00+447			PROG. FINAL: 00+510	
II. CODIGO DE FALLAS				
COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	
21	Pandeo	31	Pulimento de agregados	
22	Grieta de esquina	32	Popouts	
23	Losa dividida	33	Bombeo	
24	Grieta de durabilidad D	34	Punzonamiento	
25	Escala	35	Cruce de via ferrea	
26	Sello de junta	36	Desconchamiento	
27	Desnivel carril/Berma	37	Retraccion	
28	Grieta lineal	38	Descascaramiento de esquina	
29	Parche grande(Area>0.45m2)	39	Descascaramiento de junta	
30	Parche pequeño(Area<0.45m2)			
III. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN				
UNIDAD DE MUESTREO:	8	N° DE LOSAS	16	
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLA	ESQUEMA	
38	M	1		
39	L	1		
38	M	1	U ₁ -38-39-31	U ₂ -38-28-31
28	L	1	U ₃ -29-31	U ₄ -22-31
29	M	1		
22	L	1	U ₅ -30-31	U ₆ -39-31
30	H	1		
39	L	1	U ₇ -34-38-31	U ₈ -39-31
34	M	1	U ₉ -23-31	U ₁₀ -22-39-31
38	M	1		
39	M	1	U ₁₁ -30-31	U ₁₂ -28-22-31
23	H	1		
39	M	1	U ₁₃ -22-31	U ₁₄ -23-31
30	M	1	U ₁₅ -27-39-31	U ₁₆ -39-31
28	H	1		
22	H	1		
22	M	1		
23	H	1		
27	L	1		
39	L	1		

39	L	1	
31	L	16	

Interpretación

Se llevó a cabo la recopilación de datos de campo, los cuales se categorizaron según el tipo de falla, su severidad y la cantidad de veces que se observaron. Algunos ejemplos de las fallas identificadas incluyen: (22) Grieta de esquina: L(1),H (1),M(1)- (23) losa dividida : H(2),-(27) Desnivel carril/berma: L(1) -(28) Grieta lineal: L(1), H(1)- (29)parche grande: M(1)- (30)parche pequeño: H(1),M(1)- (31)pulimento de agregados: L(16)- (34)punzonamiento: M(1)- (38) descascaramiento de esquina: M(3) – (39) descascaramiento de junta: L(4), M(2)

Posteriormente, se procedió con el **tercer objetivo específico**, evaluando el estado superficial del pavimento rígido utilizando el método PCI calculando las densidades de cada tipo de falla, así como sus valores deducidos y sus valores deducidos corregidos utilizando las curvas específicas para pavimento rígido. Luego, se determinó el Índice de Condición del Pavimento (PCI) para cada muestra, restando 100 al valor deducido corregido más alto.

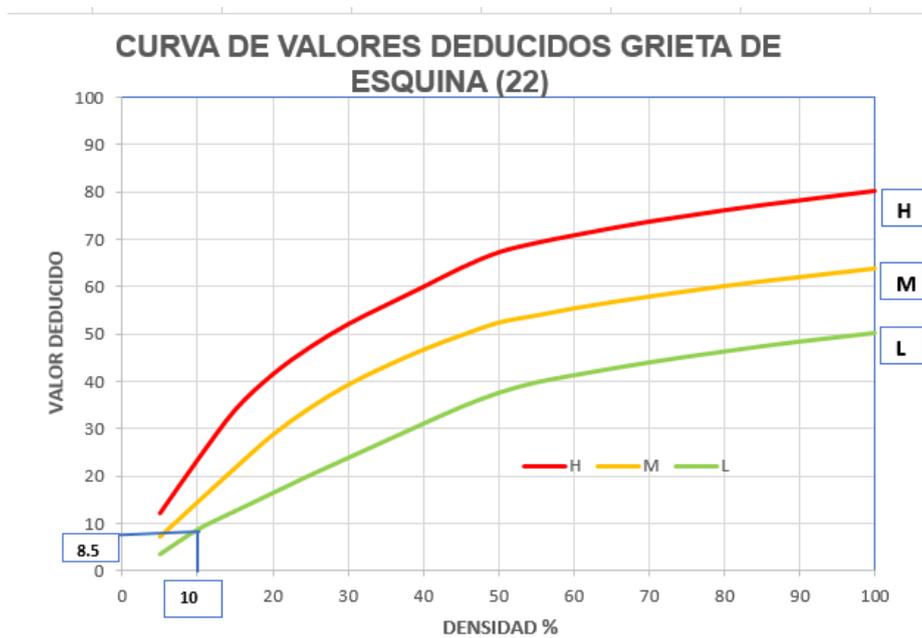
Tabla 3. Valores deducidos de muestra N° 8

N º	COD. DE FALLA	SEVERID AD	CANT. DE FALLA	DENSID AD	VALOR DEDUCIDO
1	22	L	1	6%	5.2
2	22	H	1	6%	18.1
3	22	M	1	6%	10
4	23	H	2	13%	36
5	27	L	1	6%	0
6	28	L	1	6%	3.1
7	28	H	1	6%	12
8	29	M	1	6%	2
9	30	H	1	6%	3
1 0	30	M	1	6%	2.1
1	38	M	3	19%	1

1					
1	39	M	1	6%	3.4
2					
1	39	L	4	25%	7
3					
1	31	L	16	100%	10
4					

Fuente: (Adaptación de Vásquez, 2002)

Figura 5. Curva Pavimento Rígido falla (22)



Interpretación

Vamos a tomar como ejemplo la Figura 6, donde se muestra el cálculo del Valor Deducido para la falla denominada "GE" (Grieta Esquina). En esta figura se ilustra que esta falla en particular tiene una densidad del 13.00% y se clasifica su severidad como "M" según la curva correspondiente al pavimento rígido. Basándonos en estos valores, se determina que el Valor Deducido (VD) para la falla "GE" es de 8.5. Cabe destacar que este mismo procedimiento fue aplicado a todas las fallas encontradas en todas las unidades de muestra, asegurando así una evaluación integral y sistemática.

Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

Haciendo uso de la ecuación 3 :

Ecuación 5. Número máximo valores deducidos

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

Fuente: Manual PCI

y siguiendo el procedimiento descrito en la página 45 de esta investigación y usando el mayor valor deducido de la unidad de muestra (HDV_i , por sus siglas en inglés) ; en este caso igual a 36; se encontró que $m = 6.878$, por lo que decidí usar un $m = 7$

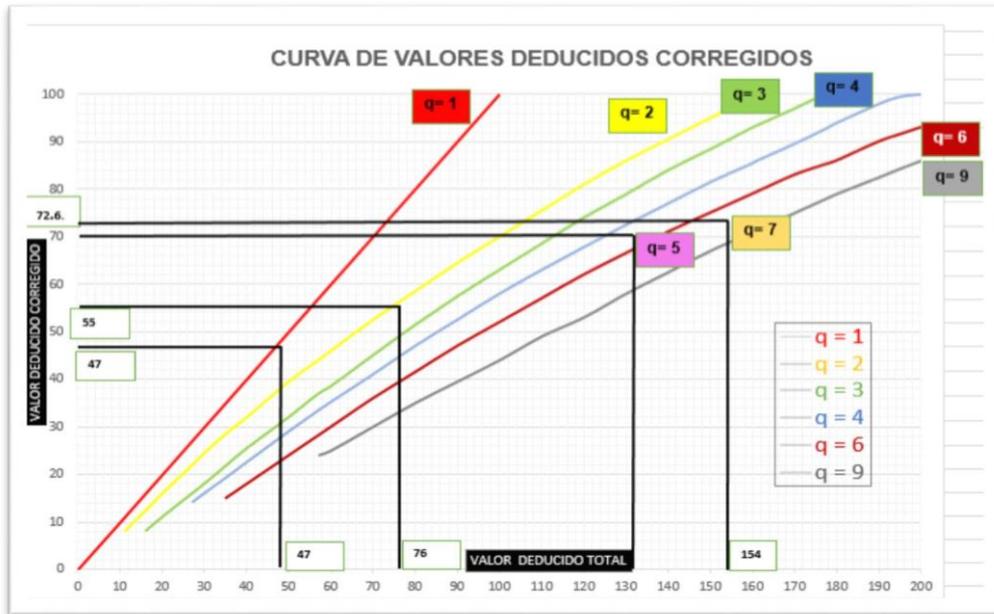
Tabla 4. Máximo valor deducido corregido (CVD)

VALORES DEDUCIDOS							TDV	q	CV D
3	1	1	1	1	7	5	98	7	46.
6	8	2	0	0					2
3	1	1	1	1	7	2	95	6	48
6	8	2	0	0					
3	1	1	1	1	2	2	90	5	50
6	8	2	0	0					
3	1	1	1	2	2	2	82	4	47.
6	8	2	0						6
3	1	1	2	2	2	2	74	3	48
6	8	2							
3	1	2	2	2	2	2	64	2	47.
6	8								9
3	2	2	2	2	2	2	48	1	47
6									
							MAX	5	
							CVD:	0	

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Curva de valores deducidos corregidos

Fuente:Elaboración propia

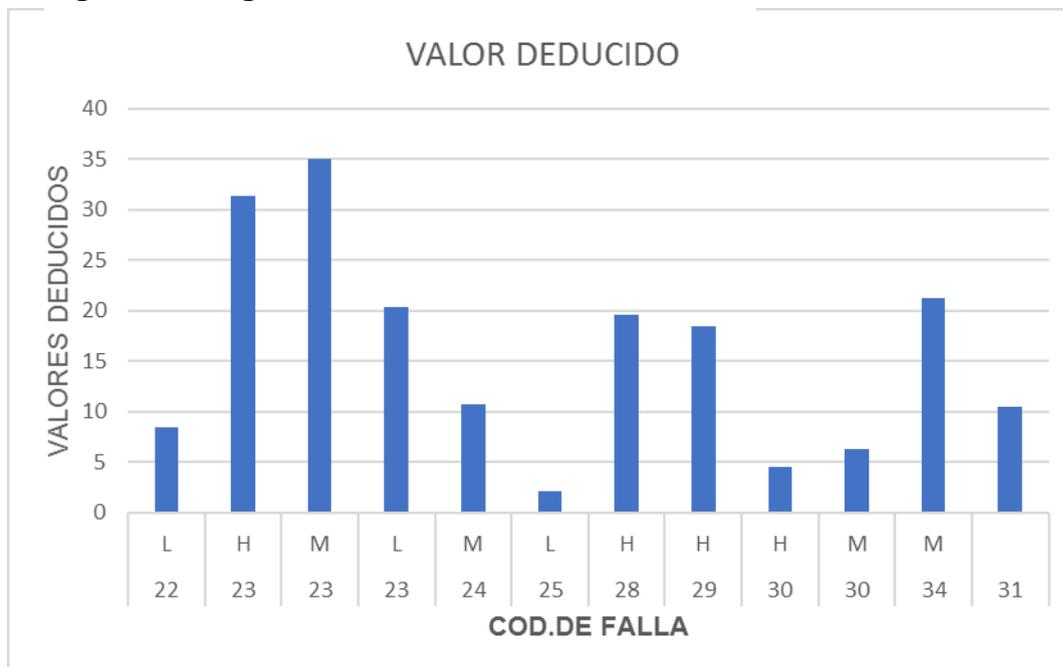


Interpretación

Después, el Valor Deducido Máximo, conocido como "CDV", se obtiene mediante la relación de "q" y el Valor Deducido Total utilizando la curva para pavimento rígido. En el caso de este ejemplo, el valor de "CDV" se determina a partir de la relación q=7 y TDV=154, según se muestra en la Figura 7.

Entonces, en el caso de la unidad de muestra, se obtiene un valor de CDV=50. Esto se logra mediante un proceso iterativo en el que se determina el Valor Deducido Total sumando los valores deducidos en la primera iteración y reemplazando el valor deducido más bajo por 2 en la siguiente iteración. En la segunda iteración del ejemplo, el valor de "q" se establece en 6 y el Valor Deducido Total (VDT) es de 35 + 31 + 21 + 20 + 19 + 18 + 2 = 146.00. Luego se calcula el valor del Valor Deducido Máximo (CDV), y este proceso continúa hasta que el valor de "q" sea igual a 1.

Figura 7: Diagrama de barras de la muestra 1



Fuente:Elaboración propia

Interpretación

En la representación gráfica de la muestra N° 01 se pueden identificar las magnitudes de los valores deducidos, siendo el más elevado de 35. Además, se observa la presencia de fallas codificadas que corresponden a esta magnitud. Es evidente que esta unidad de muestra presenta fallas en losas divididas, las cuales exhiben diferentes niveles de severidad (L - M - H). Como resultado de estas observaciones, se determina que el estado de esta unidad de muestra se clasifica como malo. En resumen, la figura muestra claramente la presencia de diversas fallas en las losas divididas, lo que contribuye a su calificación negativa

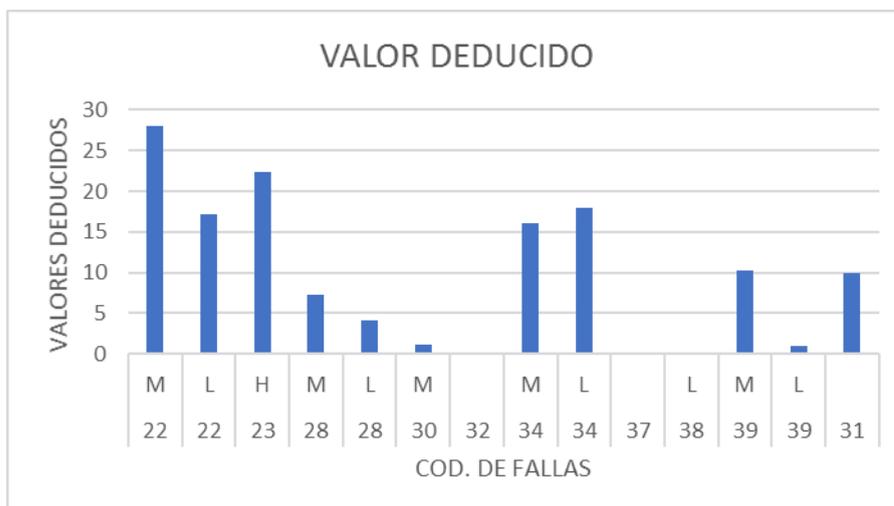
Figura 8: Diagrama de barras de la muestra 8



Interpretación

La unidad de muestra N° 8 muestra una variedad de fallas, entre las cuales se destacan las losas divididas, con un valor deducido máximo de 35. Además, se identifican niveles de severidad para esta falla de (L). También se observan otras fallas como grietas de esquina con severidad (L-H-M), grietas lineales con severidad (L-H), parcheo con un tamaño superior a 0.45m y severidad (M), punzonamiento con severidad (M), descascaramiento de junta con severidad (M - L) y, por último, pulimento de agregados. Estos resultados obtenidos mediante la aplicación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) clasifican a esta unidad de muestra como mala, debido a la presencia de estas diversas fallas en el pavimento

Figura 9: Diagrama de barras de la muestra 11



Interpretación

En la unidad de muestra N° 11, se observa una alta severidad en la falla de losas divididas, con un valor deducido máximo de 41. Esta falla exhibe los tres niveles de severidad (L - M - H). Además, se pueden apreciar otras fallas representativas, como el punzonamiento que se presenta en solo dos niveles de severidad (M - H). Estos resultados obtenidos mediante la aplicación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) clasifican a esta unidad de muestra como mala, debido a la presencia de estas diversas fallas y a la intensidad de la severidad en las mismas.

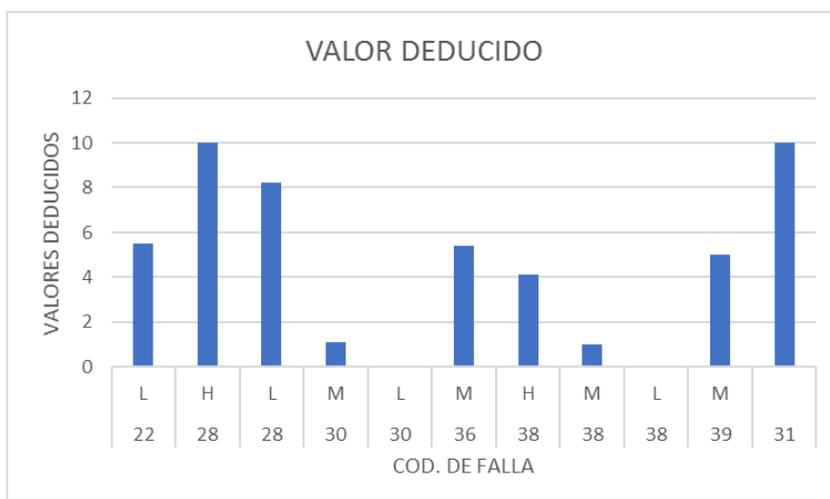
Figura 10: Diagrama de barras de la muestra 12



Interpretación

En la unidad de muestra N° 12, se registra el valor deducido máximo de 28, destacando como principales fallas la grieta de esquina con severidad (M-L), la losa dividida con severidad (H), las grietas lineales con severidades (M-L) y el descascaramiento de junta con severidad (L-M). Estos resultados, obtenidos a través de la aplicación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), clasifican a esta unidad de muestra como mala debido a la presencia de estas importantes fallas y el nivel de severidad asociado a ellas.

Figura 11: Diagrama de barras de la muestra 3



Interpretación

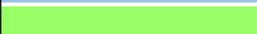
La Unidad de muestra N° 03 ha obtenido la clasificación más alta según el método PCI utilizado en nuestra investigación, siendo clasificada como estado Muy bueno. En esta unidad, se pueden observar valores deducidos que no superan el número 10, y entre sus principales fallas se destaca la grieta lineal codificada con el número 28. Además, se puede apreciar la presencia de la falla número 31, relacionada con el pulimento de agregados, la cual está presente en las 17 unidades de muestra. Es importante destacar que este pavimento rígido tiene un tiempo de vida estimado de 21 a 22 años desde su construcción

Con esto se cumplió la finalidad de alcanzar el objetivo específico número 3 de este estudio, que busca identificar las fallas y deterioros más relevantes en el Jr Simón Bolívar, ubicado en el distrito y provincia de Huaraz, en el Departamento de Ancash, durante el año 2022.

Con los datos recopilados, se procede a realizar la evaluación de la condición actual de la superficie del pavimento rígido en el área de estudio mediante el

cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Para cada unidad de muestreo, se aplica la ecuación 5 y se obtiene el valor del PCI utilizando el máximo de los "CDV" obtenidos. En el ejemplo proporcionado, se obtiene un PCI de 26.6, correspondiendo, de acuerdo con la Tabla 1 de Rangos de Clasificación del PCI, a una clasificación "REGULAR" del estado del pavimento. Este procedimiento se repite para todas las unidades de muestra en la zona de estudio, permitiendo una evaluación integral de la condición del pavimento en el área analizada.

Tabla 5: Rangos de calificación del PCI

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

Fuente: Manual PCI

Tabla 6. Resumen de las 17 unidades de muestra evaluadas en el Jr Bolivar -Huaraz-Dpto. Ancash 2022

MUESTRA	PROG. INICIAL	PROG. FINAL	FALLAS PRINCIPALES.	PCI	CALIFICACIÓN	SIMBOLOGIA
1	00+00	00+042	FALLAS DE LA UM -01	27	MALO	
2	00+082	00+114	FALLAS DE LA UM -02	48	REGULAR	
3	00+156	00+189	FALLAS DE LA UM -03	72	MUY BUENO	
4	00+221	00+253	FALLAS DE LA UM -04	58	BUENO	
5	00+286	00+318	FALLAS DE LA UM -05	41	REGULAR	
6	00+350	00+382	FALLAS DE LA UM -06	62	BUENO	
7	00+415	00+445	FALLAS DE LA UM -07	45	REGULAR	
8	00+477	00+510	FALLAS DE LA UM -08	50	REGULAR	
9	00+541	00+573	FALLAS DE LA UM -09	48	REGULAR	
10	00+601	00+642	FALLAS DE LA UM -10	28	MALO	
11	00+674	00+707	FALLAS DE LA UM -11	28	MALO	
12	00+738	00+770	FALLAS DE LA UM -12	35	MALO	
13	00+802	00+835	FALLAS DE LA UM -13	54	REGULAR	
14	00+870	00+901	FALLAS DE LA UM -14	61	BUENO	
15	00+936	00+974	FALLAS DE LA UM -15	61	BUENO	
16	1+005	1+038	FALLAS DE LA UM -16	64	BUENO	
17	1+110	1+106	FALLAS DE LA UM -17	63	BUENO	
PROMEDIO DE LOS PCI				50	REGULAR	

Fuente: Elaboración propia.

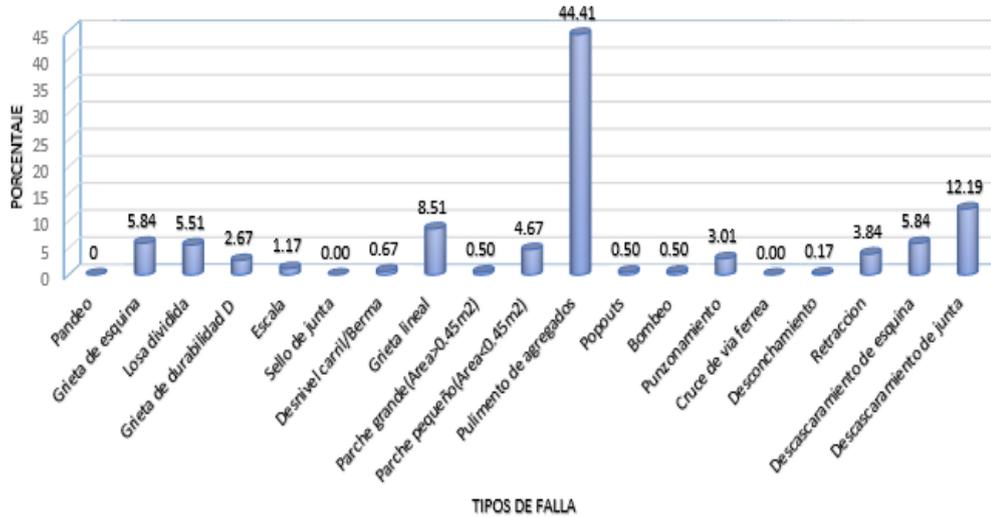
Siguiendo las directrices del manual del Índice de Condición del Pavimento (PCI), se realizó un promedio de los 17 resultados obtenidos para obtener el PCI de la unidad de estudio en nuestra investigación. El índice de condición resultante fue de 50, lo cual indica que se clasifica como un estado regular según los rangos establecidos por el PCI., según se ve en la tabla 5

A continuación, se presenta un resumen del porcentaje de las fallas más comunes en la vía evaluada, como se muestra en la tabla n° 6 y figura n° 13. Además, se incluye un diagrama de barras que representa las clasificaciones del PCI mediante la simbología de colores para las 17 unidades de muestra. También se presentan los porcentajes correspondientes a las clasificaciones

encontradas en mi investigación

Determinación de las fallas mas frecuentes

Figura 12. Porcentaje de fallas mas frecuentes



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En el Jr Simón Bolívar, ubicado en el distrito y provincia de Huaraz, Departamento Ancash, durante el año 2022, se han identificado las fallas más frecuentes y de mayor incidencia en las unidades de muestra UM1 a UM17. Se realizó un análisis para determinar los porcentajes más significativos de cada tipo de falla, como se muestra en la Tabla 6 y la Figura 13.

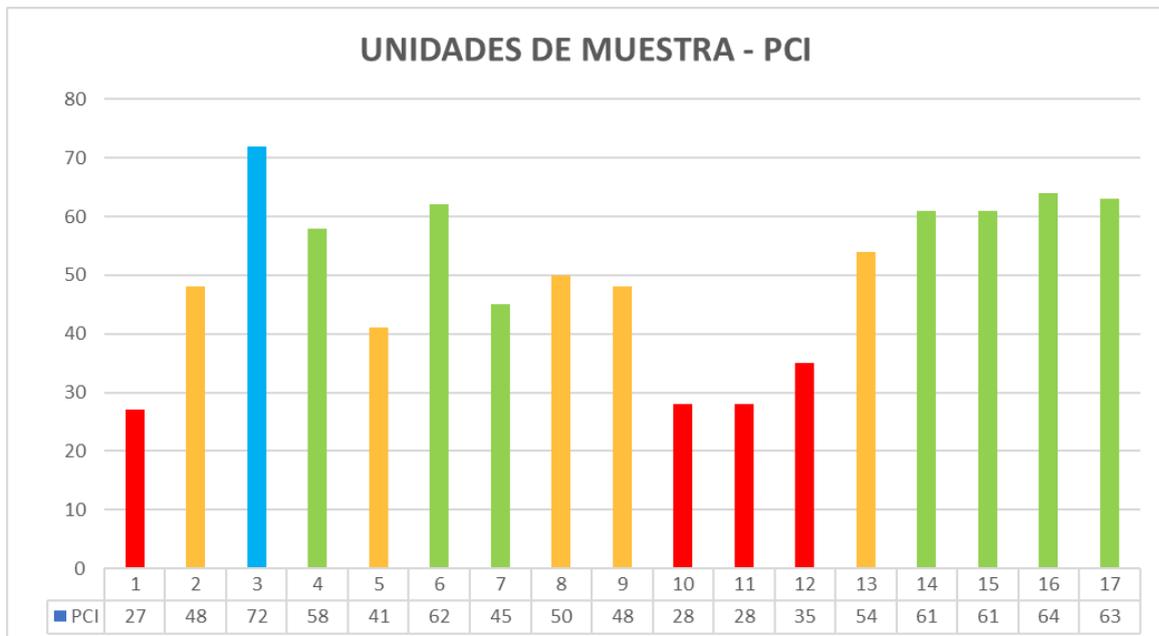
Los resultados revelan que las fallas más relevantes en términos de porcentaje son las siguientes:

Pandeo	0.00
Grieta de esquina	5.84
Losa dividida	5.51
Grieta de durabilidad D	2.67
Escala	1.17
Sello de junta	0.00
Desnivel carril/Berma	0.67
Grieta lineal	8.51

Parche grande(Area>0.45m2)	0.50
Parche pequeño(Area<0.45m2)	4.67
Pulimento de agregados	44.41
Popouts	0.50
Bombeo	0.50
Punzonamiento	3.01
Cruce de via ferrea	0.00
Desconchamiento	0.17
Retraccion	3.84
Descascaramiento de esquina	5.84
Descascaramiento de junta	12.19

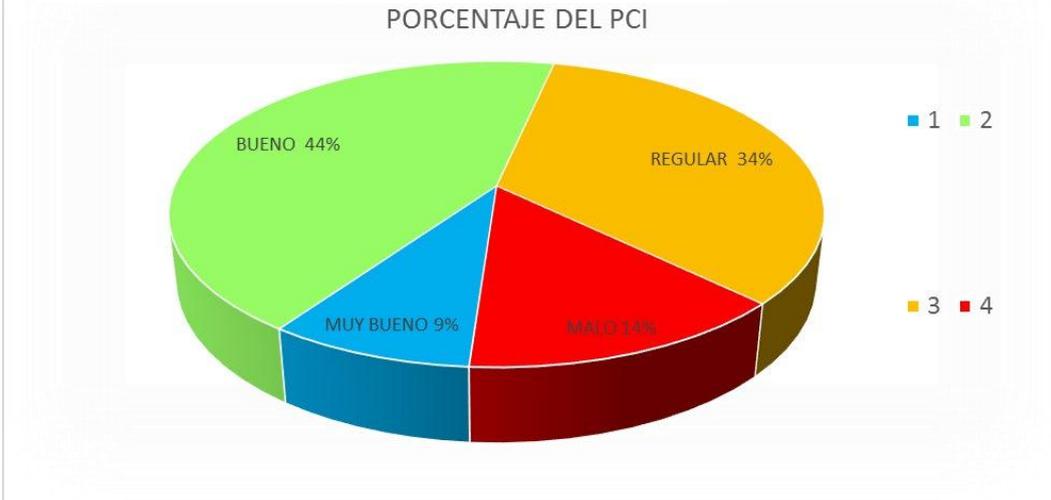
Estos porcentajes reflejan la incidencia de cada tipo de falla y su relevancia en el Jr Simón Bolívar durante el período de estudio.

Figura 13 : Diagrama de barras 17 Muestras.



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Porcentajes compartidos del PCI.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Según las figuras 15 y 16, se observa que en el Jr. Simón Bolívar de Huaraz durante el año en estudio, el 9% del estado del pavimento rígido se clasifica como muy bueno, mientras que el 44% se considera bueno. Asimismo, se identifica que el 34% se clasifica como regular y el 14% restante se clasifica como malo. Estos porcentajes reflejan la distribución del estado del pavimento en dicha área durante el período analizado

Finalmente **el cuarto objetivo específico:** Proponer una alternativa para el mantenimiento vial en el pavimento rígido del Jr Simón Bolívar, distrito y provinciade Huaraz, Departamento Ancash, 2022, es como sigue

Con el objetivo de gestionar de manera efectiva las aguas pluviales, se propone la construcción de cunetas para facilitar el drenaje adecuado. Además, se implementará un sistema de drenaje transversal y longitudinal para proteger la vía de los efectos de las aguas pluviales. Para lograr esto, se realizará un bombeo transversal del 2% desde el eje central para evacuar las aguas pluviales. Además, se establecerán pendientes en la calzada en sentido longitudinal, de modo que las aguas sean dirigidas hacia áreas de menor altitud, asegurando así un adecuado flujo y gestión de las aguas

pluviales.

En las unidades de muestra UM1, UM10, UM11 y UM12, donde se ha determinado que el estado del pavimento es malo según el índice de condición, se llevará a cabo la sustitución de las losas. Esto se realizará después de realizar un estudio exhaustivo de mecánica de suelos, que incluirá pruebas como C.B.R, granulometría, proctor, entre otras. El objetivo es prevenir daños en las capas superiores del pavimento debido a la infiltración de agua durante las lluvias. Por otro lado, en las unidades de muestra UM2, UM5, UM8, UM9 y UM13, cuyo estado del pavimento se ha clasificado como regular, se llevará a cabo un proceso de mejoramiento de las losas. Esto puede implicar acciones como sellado superficial, reparación de grietas y parches profundos, así como la reposición de parches deteriorados. Estas intervenciones tienen como finalidad mejorar la condición del pavimento y garantizar su durabilidad.

En el caso de las unidades de muestra UM3, UM6, UM7, UM14, UM15, UM16 y UM17, donde se ha determinado que el estado del pavimento es muy bueno o bueno según el índice de condición, se llevará a cabo un mantenimiento rutinario de las losas. El objetivo principal es preservar las condiciones de servicio de la vía, manteniéndola en un estado similar al que tenía al inicio de su vida útil. Esto implica llevar a cabo actividades regulares de mantenimiento para asegurar que las losas se mantengan en óptimas condiciones y garantizar la durabilidad y funcionalidad del pavimento a largo plazo.

De este modo, se logró alcanzar el objetivo general de la investigación, que consistía en evaluar el pavimento rígido utilizando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) en el Jr. Simón Bolívar, ubicado en el distrito y provincia de Huaraz, en el Departamento de Ancash, durante el año 2022. El objetivo era identificar las fallas y deterioros de mayor incidencia, así como proponer una alternativa para el mantenimiento vial con el fin de mejorar el tránsito de vehículos y peatones en la ciudad de Huaraz. Mediante este estudio, se buscó contribuir al beneficio de la infraestructura vial y garantizar una mejor calidad de vida para los usuarios de esta vía.

V. DISCUSIÓN

En esta sección, se evalúa la relevancia de los hallazgos en relación con los objetivos planteados, se comparan con la literatura existente y se interpretan en el contexto más amplio de la disciplina. Es el espacio donde se analizan y se interpretan los resultados obtenidos, se establecen conexiones con la literatura existente y se ofrecen recomendaciones para investigaciones futuras

Se realizó la evaluación del pavimento rígido aplicando el método índice de condición del pavimento (PCI), en el Jr Simón Bolívar, distrito y provincia de Huaraz, Departamento Ancash, 2022, lo que nos permitió Identificar fallas y deterioros de mayor incidencia , siendo las principales: pulimento de agregados (31) con un valor de 44.41%, descascaramiento de junta (39) con un valor de 12.19%, grieta lineal (28) con un valor de 8.51%, grieta de esquina (22) con un valor de 5.84%, descascaramiento de esquina (38) con un valor de 5.84%, losa dividida (23) con un valor de 5.51%,. Esto nos permitirá proponer alternativas para el mantenimiento vial del mismo en beneficio del tránsito vehicular y peatonal en la zona de estudio. Esto esta de acuerdo con (Sanchez Diaz, et al., 2015) quien en el municipio de Talamaneque aseguró que estos elementos garantizan la confiabilidad y utilidad del estudio para abordar los problemas que los pavimentos rígidos Se procedió a ubicar y localizar la vía a estudiar, midiéndose la longitud total del Jr. Simón Bolívar correspondiéndole 1,110ml y se determinó el área del paño típico de la losa rígida. A partir de estos datos se realizaron cálculos siguiendo el método PCI habiéndose hallado entotal 505 paños, definiéndose 32 unidades de muestreo (N) necesarias, 17 unidades de muestreo (n) , , habiéndose estudiado con un intervalo de muestreo de 1. Coincidió con el estudio de (Puga Álvarez, 2018) quien en Loja, Ecuador usó el mismo método quien después de ubicar y localizar el área de estudio con un tramo de 2,500ml , lo dividió en tres tramos con estados de conservación parecidos para luego calcular las mismas variables

En cuanto a identificar las fallas y deterioros de mayor incidencia en el área

de estudio y registrar cuidadosamente la información de las 17 unidades de muestra seleccionadas, las cuales se resumieron en la figura 14, donde se destacan las fallas por pulimento de agregados 44.41%, descascamiento de junta 12.19%, grietas lineales 8.51%, grietas de esquina, losa dividida, descascamiento de esquina con un promedio de 5.8%. Los resultados obtenidos están directamente relacionados con la investigación llevada a cabo por Rivas Quintero y otros (2016) acerca de metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento de tramos de pavimento. En su estudio, resaltaron la utilidad de la metodología PCI para evaluar los posibles daños o deterioros que pueden presentarse en un pavimento. (RIVAS QUINTERO, y otros, 2016), asimismo concuerda con (Sánchez Ramírez, 2017) en su investigación nos muestra cómo evaluar y clasificar el estado del pavimento, utilizando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Estos hallazgos son de gran relevancia para nuestra investigación actual, ya que nos proporcionan una guía práctica.

Se procedió a evaluar la condición actual de la superficie del pavimento rígido del área en estudio, siguiendo las directrices del manual del Índice de Condición del Pavimento (PCI), se realizaron un promedio de los 17 resultados obtenidos para obtener el PCI de la unidad de estudio en nuestra investigación. Encontrándose que, el 9% de la condición es muy buena, el 44% de la condición es bueno, el 34% es regular y finalmente el 14% de la condición es malo. El índice de condición resultante promedio fue de 50, lo cual indica que se clasifica como un estado regular según los rangos establecidos por el PCI. Este resultado difiere del de (Viloria Ochoa, y otros, 2021) el cual encontró resultados de "muy pobre" y "grave", habiendo recomendado reparaciones parciales ó totales para mejorar el estado de su vía. Asimismo se acerca al estudio realizado por (SALINAS RAMOS, y otros, 2019) quienes encontraron que el estado del pavimento es REGULAR, pero con una tendencia hacia malo.

Respecto las alternativas para el mantenimiento vial, se tienen las de (Viloria Ochoa, y otros, 2021) quienes recomendaron acciones de reparación parcial o total para mejorar su estado. (González Denton, 2021) propuso un proyecto integral de restauración de las pistas, utilizando herramientas de software y

siguiendo normativas internacionales. (León Gamboa , y otros, 2021) y (PAUCAR CURO, 2019) no plantearon alternativas de mantenimiento. En esta tesis se plantean intervenciones puntuales por tener fallas con severidad baja y media. y en paños de mala condición reemplazo de capa de rodadura

VI. CONCLUSIONES

En el estudio topográfico se logró definir la ubicación y localización de la zona de estudio: . El punto de inicio se localiza en la intersección con la Avenida Confraternidad Internacional Sur, con coordenadas UTM de 777628.9 Este y 8944479.3 Norte. El punto final se encuentra en el cruce con la Avenida Antonio Raymondi, con coordenadas UTM de 777432.8 Este y 8945945.2 Norte, a una elevación de 3,060 metros sobre el nivel del mar, además se calcularon la longitud(1,110ml), el área total (6,660m²), número unidades de muestreo (32), número mínimo de unidades a evaluar (17) y el intervalo de muestreo (1)

Al identificar las fallas y el nivel de severidad del pavimento rígido en el Jr Simón Bolívar, distrito y provincia de Huaraz, departamento Ancash, aplicando Método (PCI),. Se concluye que, las fallas que más afectan a un pavimento son las losas divididas, las cuales se encontró en las unidades de muestra 3 muy buena; las UM 4,6,14,15,16,y 17 Bueno; las UM 2,5,7,8,9y 13 Regular, las UM 1,10,11,12Malo y un promedio de todas las UM de 50 (REGULAR). Tabla 8.

La condición actual de la superficie del pavimento rígido de la zona de estudio aplicando el método del Índice de Condición del Pavimento PCI, se encontró la condición como regular con un valor de 50. La cual fue el promedio de las 17 unidades de muestra. Se concluye que el estado del pavimento se encuentra con porcentaje de clasificación de 9% muy bueno, con un 44% clasificación Bueno, con un 34% clasificación regular y por último la clasificación Malo 14%, resultando que el valor promedio PCI es Regular.

En esta tesis se plantean intervenciones puntuales como rehabilitación el Mantenimiento Correctivo - Periódico (Refuerzo de capas de Rodadura, Recapeo) por tener fallas con severidad baja y media. y en paños de mala condición reemplazo de capa de rodadura

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere a la entidad municipal llevar a cabo una adecuada supervisión de las obras de pavimentación con el fin de prevenir posibles fallos y reducir el nivel de severidad a lo largo de su vida útil..

Se aconseja a los residentes de la zona circundante que cuiden el pavimento y eviten realizar correcciones sin la supervisión de un profesional técnico con experiencia y conocimiento en el área.

Se sugiere a la Municipalidad Provincial de Huaraz llevar a cabo el mantenimiento regular y programado del pavimento rígido, con el objetivo de prolongar su vida útil y mejorar su estado actual.

En conclusión, se sugiere a la facultad de Ingeniería Civil de nuestra universidad y otras instituciones similares impartir clases, talleres y capacitaciones que destaquen la importancia de la preservación y el mantenimiento de los pavimentos, ya que desempeñan un papel vital en la circulación dentro del entorno urbano..

REFERENCIAS

- Aramayo, L., Silva Junior, C. A. P., Fontenele, H. B. 2019.** scielo. [En línea] 2019. [Citado el: 2 de 3 de 2022.] http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000100045.
- Borja Suarez, Manuel. 2016.** Metodología de la investigación científica para ingenieros [en línea]. *Chiclayo: sn Disponible en: https://libreriafavorita.blogspot.com/2017/09/metodologia-de-lainvestigacion_20.html, 2012.* [En línea] 2016. https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil.
- Carhuancho Mendoza,, Irma Milagros, Nolazco Labajos, Fernando Alexis y Sicheri Monteverde, Luis. 2019.** Departamento de investigación y posgrados, Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil. [En línea] 2019. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3893/3/Metodolog%c3%ada%20para%20la%20investigaci%c3%b3n%20hol%c3%adstica.pdf>.
- Castope Gonzales, Lodar. 2019.** Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el jirón Yahuar Huaca del distrito de Los Baños del Inca - Cajamarca 2018. *Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería.* [En línea] 2019. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3230405>.
- CEPAL, NU. 2005.** División de Recursos Naturales e Infraestructura. [En línea] 2005. [Citado el: 01 de 03 de 2022.] <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6296-la-seguridad-vial-la-region-america-latina-caribe-situacion-actual-desafios>.
- Condorchoa Anculle, Ceferino Godofredo. 2019.** Factor clima y su relación con el deterioro de pavimentos rígidos en Ica año 2019. *Universidad Ricardo Palma.* [En línea] 2019. [Citado el: 3 de 3 de 2022.] <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2535>.
- Cruz Duarte, Juan Pablo y Restrepo Garcia, Giovanny. 2019.** Evaluación Del

Estado De Pavimentos Flexibles En La Zona Urbana De La Calera. [En línea] 2019.

https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:oOZO0c45V6gJ:scholar.google.com/+cruz+2017+la+calera+colombia+pavimento+rigo&hl=es&lr=lang_es&as_sdt=0,5.

D6433-03, ASTM. . 2020. Traducción al español norma ASTM D6433-03. [En línea] 2020. <https://www.studocu.com/pe/document/pontificia-universidad-catolica-del-peru/teoria-general-del-lenguaje/409330160-manual-pci-astm-d-6433-pdf/11594152>.

Doig Sánchez, Jessica Karina. 2019. Evaluación de 0.57 kilómetros de pavimento rígido mediante el método PCI de la avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz - Áncash – 2019. [En línea] 2019. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51995>.

González Denton, Christian Gabriel. 2021. Análisis y propuesta de proyecto de restauración de una pista de pavimento rígido del Área Industrial de la Usina de Itaipu. *Repositorio institucional, Universidad Federal da Integracao Latino-Americana, Engenharia Civil e Infraestrutura*. [En línea] 2021. [Citado el: 4 de 3 de 2022.] <http://dspace.unila.edu.br/123456789/6191>.

Granda Hinostroza, Carol Gisbel. 2018. Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca-Yanacancha-Pasco-2018. *Universidad Nacional Daniel Alcides C*. [En línea] 2018. <http://45.177.23.200/handle/undac/622>.

Grupo Técnico. 2006. Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos. *Convenio interadministrativo 587-03 ;Universidad Nacional de Colombia, República de Colombia*. [En línea] 2006. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/664-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-rigidos/file>.

Hernandez, Roberto, fernandez, Carlos y Baptista, Pilar. 2014. Metodología de la investigación. McGraw Hill. [En línea] 2014. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>. ISBN:978-1-4562-2396-0 .

- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto y MENDOZA, Christian. 2018.** HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. 2018. *HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. 2018.* [En línea] 2018. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/82354154/METODOLOGIA_SAMPIERI_2018-libre.pdf?1647698613=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMETODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_LAS_RUTA.pdf&Expires=1684103180&Signature=WoaIr3F1ZXBYCP9YcH2pJB65CoWI5IGRdqGp.
- Landeau, Rebeca. 2007.** Elaboración de Trabajos de Investigación. Caracas : *Editorial Alfa, 2007.* [En línea] 2007. https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=lang_es&id=M_N1CzTB2D4C&oi=fnd&pg=PA3&dq=Landeau,+Rebeca.+2007.+Elaboraci%C3%B3n+de+Trabajos+de+Investigaci%C3%B3n.++2007&ots=86-jRRYfg4&sig=f1I-wlUzWJnVoXcR2O9EUd7weGk&redir_esc=y#v=onepage&q=Landeau%2C%20Rebeca.
- León Gamboa , David Nery y Liza Vallejos , Gerardo. 2021.** Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos rígidos de las calles de la urbanización Miraflores, Lambayeque – 2021. *Repositorio de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil Trujillo.* [En línea] 2021. [Citado el: 4 de 3 de 2022.] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70542>.
- Machado , Cosme . 2020.** Análise do ciclo de vida (ACV) de pavimento asfáltico e rígido na BR-163/364/MT. *Universidade La Salle (UNILASALLE).* [En línea] 2020. [Citado el: 3 de 3 de 2022.] <http://hdl.handle.net/11690/1656>.
- Norma Técnica CE.010 . 2010.** Norma Técnica CE.010 de Pavimentos Urbanos; (Ministerio Vivienda, Construcción y Saneamiento-Perú, 2010),. [En línea] 2010.
- PAUCAR CURO, Elvis Franklin. 2019.** Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas

en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la Av. Floral y Jr. Carabaya, Puno. *Universidad Nacional del Altiplano*. [En línea] 2019. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3226252>.

Puga Álvarez, Cecilia Nazareth. 2018. Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca). *Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil*. [En línea] 2018. [Citado el: 4 de 3 de 2022.] <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31534/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>.

RIVAS QUINTERO, Andrés Felipe y SIERRA DIAZ, Cristian Camilo. 2016. Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+ 000–PR 01+ 020 de la vía al llano (dg 78 bis sur–calle 84 sur) en la en la UPZ Yomasa. *Universidad Católica de Colombia*. [En línea] 2016. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/321b9569-f0af-4aa3-b650-d6209ecab32b/content>.

Salinas Ramos, Wuindor Adriano, Rojas Araujo, Orlando y Jiménez Lalangui, Yanina. 2019. Repositorio UCV. [En línea] 2019. [Citado el: 02 de 03 de 2022.] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35991>.

SALINAS RAMOS, Wuindor Adriano, ROJAS ARAUJO, Orlando y JIMÉNEZ LALANGUI, Yanina. 2019. Evaluación superficial de pavimento rígido utilizando método índice de condición de pavimento, la Avenida Pakamuros provincia de Jaén, Cajamarca, 2019. *UCV*. [En línea] 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35991>.

Sanchez Diaz, Luis Enrique y Machuca Oliveros, Johan. 2015. Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar. *Universidad Francisco de Paula de Santander Ocaña, España*. [En línea] 2015. <https://es.scribd.com/document/330454310/Estudio-de-Las-Fallas-en-Los-Pavimntos-Rigidos-Para-El-Mantenimiento-y-Rehabilitacion-de-Las-Vias-Principales-Del-Municipio-de->

Tamalameque-Cesar#.

- Sanchez Diaz, Luis Enrique y Machuca Oliveros, Johan. 2015.** *Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar.* Algodonal : Universidad Francisco de Paula de Santander Ocaña, 2015.
- Sánchez Ramírez, Jenny. 2017.** Evaluación del estado del pavimento de la av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI. *Facultad de Ingeniería Universidad de Piura, Perú.* [En línea] 2017. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2919>.
- Vasquez Varela, Luis Ricardo. 2022.** PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. *Manizales, 2022.* [En línea] 2022. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>.
- Viloria Ochoa, María Camila y Córdoba Uribe, Abihail. 2021.** Sistema de gestión de infraestructura vial para la comuna 3 de Arauca, Arauca, Colombia. *Repositorio Institucional Unilibre - Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y Afines.* [En línea] 2021. [Citado el: 4 de 3 de 2022.] <https://hdl.handle.net/10901/21927>.

ANEXOS

Anexo 3 :

Anexo 3.1: Matriz de clasificación de variables

Clasificación de variables					
Variables	relación	Naturaleza	Escala de medición	dimensión	Forma de medición
Evaluación de pavimento rígido	independiente	cualitativa	ordinal	tridimensional	indirecta

Elaboración propia

Anexo 3.2. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA MEDICIÓN
EVALUACIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO	La evaluación del pavimento forma parte de la investigación necesaria del estado del pavimento antes de entrar en operación, como pavimento nuevo o inmediatamente después de haber sido sometido a acciones de conservación,	Se realizará la evaluación de pavimento rígido evaluando el estado superficial del pavimento rígido utilizando el método PCI, Luego se Identificarán las fallas y deterioros de mayor incidencia y finalmente	Estudio Topográfico	Plano Ubicación-Localización	ordinal
			Fallas y deterioros de mayor incidencia.	Descascaramiento	
				Peladuras/desprendimientos	
				Pulimento Superficial	
				Fisuras Plásticas	
				Fisuras Longitudinal	
				Fisuras Transversal y/o Longitudinal	
				Fisura de Esquina	
				Fisura Múltiple	
				Rotura o bache	
				Figuras errática-inducida	
				Bombeo	
				Escalonamiento	
				Hundimiento	
Levantamiento					
Estallido de Compresión					

	rehabilitación o refuerzo. (Menendez,2019, p.72)	proponer una alternativa para el mantenimiento vial en el pavimento rígido		Datos por reactividad de los agregados	
				Deficiencias material sello	
				Desportillamiento	
				Fisuras por mal funcionamiento de juntas	
			Estado superficial del pavimento rígido utilizando el método PCI.	Excelente	ordinal
				Muy bueno	
				Bueno	
				Regular	
				Malo	
				Muy malo	
			Alternativa para el mantenimiento vial	Fallado	ordinal
				Sellado de grietas	
				Sellado superficial	
Bacheo superficial					
			Bacheo profundo		

Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos

Anexo 4.1 Guía de observación

GUÍA DE OBSERVACIÓN

SITUACIÓN A OBSERVAR: “Evaluación del pavimento rígido en el Jr Simón Bolívar, distrito y provincia de Huaraz, Departamento Ancash, aplicando Método (PCI)”

OBJETIVO: Observar y recaudar información del nivel en que se encuentra el pavimento en el jirón Simón Bolívar, distrito y provincia de Huaraz, Departamento Ancash, 2022.

DATOS GENERALES:

NOMBRE Y APELLIDOS: _____

FECHA DE APLICACION: _____

INSTRUCCIONES: Observa Los aspectos a evaluar marcando con una (x) el cumplimiento de acuerdo con las escalas establecidas.

¿ Hace falta un mejoramiento al jirón Simón Bolívar? Si (díganos su aporte)

SI.....

NO

¿mencione 3 puntos importantes que le faltaría para mejorar al pavimento en el jirón Simón Bolívar?

.....

¿Usted está de acuerdo que el jirón Simón Bolívar debe ser mejorado?

SI

NO

¿El Tránsito es formal e informal en el jirón Simón Bolívar?

SI

NO

¿Cuál cree usted que sean las causas del mal servicio de transitabilidad del jirón Simón Bolívar?



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MEZA RIVAS JORGE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Evaluación del pavimento rígido en el Jr Simón Bolívar, distrito y provincia de Huaraz, Departamento Ancash, aplicando Método (PCI)", cuyo autor es MENDEZ SILVA ROGER ALEJANDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, 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.

HUARAZ, 23 de Marzo del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MEZA RIVAS JORGE LUIS DNI: 17902304 ORCID: 0000-0002-4258-4097	Firmado electrónicamente por: JLMEZAR el 23-03- 2023 15:01:13

Código documento Trilce: TRI - 0538184