

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Análisis del desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las cuadras cinco al siete de la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay -2023

Asesor:

MSc. Maldonado Mendivil Ángel

Autor:

Trujillo Leiva Jonathan Zacarias

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Abancay - Apurímac – Perú

2024



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

ACTA DE EXAMEN DE TITULACIÓN N°035-2024-EPIC-FI- UTEA- SA

Reunidos el Jurado Evaluador constituido por los señores Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de los Andes:

- | | |
|--------------------------------------|--------------|
| ➤ Ing. Marco Antonio MORALES HOLGUIN | PRESIDENTE |
| ➤ Mag. Marco Antonio GÁLVEZ QUINTANA | DICTAMINANTE |
| ➤ Dra. Eliana ORTEGA MENZALA | REPLICANTE |

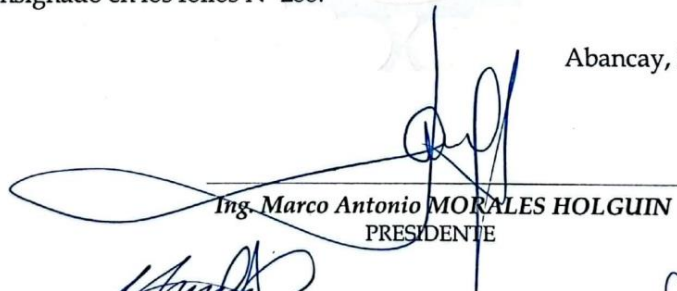
y el (la) postulante al TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (a) CIVIL,
Bachiller: **TRUJILLO LEIVA, Jonathan Zacarias** con
código de matrícula N°201220414-B.

Ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes, aprobado mediante resolución del Vicerrectorado Académico N°002-2024-UTEA-VRAC, de fecha 23 de enero del año 2024, respecto a la sustentación de tesis, para optar al título profesional de Ingeniero Civil.

SUSTENTACIÓN DE TESIS titulado: "Análisis del desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las cuadras cinco al siete de la Avenida Víctor Acosta segunda etapa -Abancay-2023", habiendo aprobado con la nota de doce (12).

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 288.

Abancay, 28 de octubre 2024.


Ing. Marco Antonio MORALES HOLGUIN
PRESIDENTE


Mag. Marco Antonio GÁLVEZ QUINTANA
DICTAMINANTE


Dra. Eliana ORTEGA MENZALA
REPLICANTE

Análisis del desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las cuadras cinco al siete de la Avenida Victor Acosta segunda etapa -Abancay-2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%

Metadatos

Datos del Autor	
Apellidos y nombres	: Trujillo Leiva Jonathan Zacarías
Tipo de Documento de Identidad	: DNI
Número de Documento de Identidad	: 76662333
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0004-4310-6259
Datos del Asesor	
Apellidos y nombres	: Maldonado Mendivil Ángel
Tipo de Documento de Identidad	: DNI
Número de Documento de Identidad	: 06788424
URL ORCID	: https://orcid.org/0000-0001-9002-1910
Datos de la investigación	
Facultad	: Ingeniería
Escuela Profesional	: Ingeniería civil
Línea de Investigación	: Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	: 2023 – 2024
Fuente de financiamiento	: Autofinanciado
Porcentaje de similitud	: 17%
URL de OCDE	: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

Dedico mi tesis a mis padres Florencia Leiva y Sacarías Trujillo, por estar a mi lado en este camino de lucha, perseverancia y esfuerzo. Por su comprensión y paciencia en circunstancias difíciles muchas gracias.

A mi pareja Susan Julieta A mis hermanas Maricielo y Lourdes Por mantener su apoyo en todo Momento de mi formación personal Y profesional.

Agradecimiento

Agradecido con Dios por dirigirme en este camino de lucha, a mi familia por estar en los buenos y malos momento apoyando incondicionalmente a lograr escalar un pequeño peldaño más en mi vida.

quiero manifestar mi más sincero agradecimiento a cada uno de ustedes por su incalculable aporte en mi vida y formación profesional. Su apoyo moral e incentivo me han encaminado hasta este ahora, y siempre los tendré presente en todo momento de mi vida y en mi corazón.

Resumen

Esta investigación titulada “Análisis del desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las cuadras cinco al siete de la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay -2023” emplea tres metodologías para dar una respuesta integrada al objetivo general.

La muestra calculada para la metodología con Inspección Visual de Infraestructura Vial (VIZIR) son 13 unidades de muestreo, la cantidad de muestras para la metodología con Índice de Condición del Pavimento (PCI) son 6 unidades de muestreo ,3 para la metodología de índice de rugosidad internacional (IRI) y 1 para la prueba de resistencia a la compresión simple, desde el enfoque metodológico se usó el método deductivo, el tipo de investigación es aplicada, de un enfoque cuantitativo y de diseño no experimental – longitudinal.

Finalmente, a partir de los resultados recopilados de cada metodología empleada son: en la metodología VIZIR la calidad del pavimento promedio de la vía es 3.46 lo que representa según los parámetros establecidos una calidad de pavimento regular reflejando que existe un desgaste en el pavimento rígido ,en la metodología PCI resulta ser 52.9 el cual representa según los parámetros de la metodología un estado de vía regular constatando que refleja que existe un desgaste superficial , la metodología IRI resulta una rugosidad promedio de 4.25 mm/km siendo este valor conforme a los parámetros establecidos de la metodología IRI un índice de rugosidad malo de la misma manera se reafirma la existencia de desgaste superficial y una resistencia a la compresión de 205.07kg/cm².

Palabras clave: Índice de rugosidad internacional, Índice de condición del Pavimento, Inspección visual de infraestructura vial, Desgaste superficial, Pavimento rígido.

Abstract

This research titled “Analysis of the surface wear of the rigid pavement $f'c=210\text{kg/cm}^2$ in blocks five to seven of Avenida Víctor Acosta Second Stage - Abancay - 2023” uses three methodologies to provide an integrated response to the general objective.

The sample calculated for the methodology with Visual Road Infrastructure Inspection (VIZIR) is 13 sampling units, the number of samples for the methodology with Pavement Condition Index (PCI) is 6 sampling units, 3 for the index methodology. International roughness (IRI) and 1 for the simple compression resistance test, from the methodological approach the deductive method was used, the type of research is applied, with a quantitative approach and non-experimental design – transversal.

Finally, based on the results collected from each methodology used, they are:

In the VIZIR methodology, the quality of the average pavement of the road is 3.46, which represents, according to the established parameters, a regular pavement quality, reflecting that there is wear on the rigid pavement. In the PCI methodology, it turns out to be 52.9, which represents, according to the parameters of the methodology a regular state of the track confirming that it reflects that there is surface wear, the IRI methodology results in an average roughness of 4.25 mm/km, this value being in accordance with the established parameters of the IRI methodology. A bad roughness index in the same way reaffirms the existence of surface wear and a compressive strength of 205.07kg/cm^2 .

Keywords: international roughness index, Pavement Condition Index, Visual Inspection of Road Infrastructure, surface wear, rigid pavement.

Índice general

Portada.....	i
Acta de sustentación	ii
Reporte de similitud.....	iii
Metadatos	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Índice general	ix
Índice de tablas.....	xii
Índice de figuras.....	xiii
Índice de Anexos.....	xv
I Introducción.....	16
II Planteamiento del problema	18
2.1 Descripción y formulación del problema	18
2.2 Objetivos.....	21
2.2.1 Objetivo General.....	21
2.2.2 Objetivos Específicos	21
2.3 Justificación e importancia	22
2.4 Variables	24

III Marco Teórico.....	26
3.1 Antecedentes.....	26
3.2 Bases teóricas	30
3.2.1 Pavimentos	30
3.2.2 Condición superficial del pavimento rígido	31
3.2.3 Índice de rugosidad internacional (IRI).....	31
3.2.4 Deterioros superficiales en pavimentos rígidos.....	33
3.2.5 Metodología VIZIR	37
3.2.6 Metodología PCI	43
3.2.7 Determinación de la resistencia a compresión de probetas	48
3.3 Definición de términos	51
IV Metodología.....	53
4.1 Tipo y nivel de investigación.....	53
4.2 Ámbito temporal y espacial.....	53
4.3 Población y muestra	54
4.4 Instrumentos	55
4.5 Procedimientos	56
4.6 Análisis de datos.....	64
4.7 Consideraciones éticas.....	64
V Resultados y discusión	65
5.1 Resultados.....	65
5.1.1 Resultado del objetivo general	65
5.1.2 Resultados del objetivo específico 1	67
5.1.3 Resultados del objetivo específico 2	74

5.1.4	Resultados del objetivo específico 3	75
5.1.5	Resultados del objetivo específico 4	80
5.2	Discusión de resultados	81
VI	Conclusiones.....	85
VII	Recomendaciones	88
VIII	Referencias	90

Índice de tablas

Tabla 1 Evolución y valoración del IRI según el tipo de vía.....	32
Tabla 2 Categoría y clasificación del daño.....	38
Tabla 3 Tipos de daños y nivel de gravedad	39
Tabla 4 Tipos de daños y nivel de gravedad	40
Tabla 5 Tipos de daños y nivel de gravedad	41
Tabla 6 Rangos de calificación VIZIR	42
Tabla 7 Longitudes de unidades de muestreo.....	43
Tabla 8 Rango de clasificación PCI.	44
Tabla 9 Tipo de daño y niveles de severidad metodología PCI	44
Tabla 10 Longitud de cuadras y ubicación	55
Tabla 11 Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	55
Tabla 12 Caracterización de las calles 5 – 7.....	65
Tabla 13 Resultados metodología VIZIR por unidad de muestreo	67
Tabla 14 Valores VIZIR en la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa.....	73
Tabla 15 Resultados de los valores PCI en las unidades de muestreo.....	75
Tabla 16 Resumen de los valores IRI en la huella izquierda.....	77
Tabla 17 Resumen de los valores IRI en la huella derecha	77
Tabla 18 Resultado IRIC de la cuadra 1	78
Tabla 19 Resultado IRIC de la cuadra 2.....	78
Tabla 20 Resultado IRIC de la cuadra 3	78

Índice de figuras

Figura 1	Representación gráfica del modelo "cuarto de carro"	32
Figura 2	Escala de valores del Iri y características de los pavimentos.....	33
Figura 3	Descascaramiento vista en planta y perfil.....	34
Figura 4	Fisuras de esquina.....	35
Figura 5	Fisuras longitudinales	36
Figura 6	Desnivel entre losas	37
Figura 7	Parámetros para determinar el índice de deterioro superficial.....	42
Figura 8	Muestra cubica remoldada	49
Figura 9	Roturas satisfactorias en probetas cubicas	49
Figura 10	Medida del espesor del pavimento y extracción de muestras no destructivas..	50
Figura 11	Plano de ubicación	54
Figura 12	Método de medición del desnivel entre losas	57
Figura 13	Proceso de identificación del desnivel entre losas	58
Figura 14	Identificación de fisuras longitudinales en el pavimento.....	58
Figura 15	Identificación de fisuras transversales en el pavimento.....	59
Figura 16	Identificación de la fisura de esquina.....	59
Figura 17	Identificación de las fisuras oblicuas	60
Figura 18	Identificación de fisura en parchado de pavimento rígido.....	60
Figura 19	Identificación de despostillamiento en juntas.....	61
Figura 20	Identificación de fisura en parchado de pavimento rígido.....	61
Figura 21	Herramientas usadas para el tallado de muestra	62
Figura 22	Demarcación de la muestra	63
Figura 23	Cortado y remoldado de la muestra	63
Figura 24	Unidades de muestreo para la metodología VIZIR.....	66

Figura 25	Porcentaje de incidencia de cada tipo de daño en la vía	73
Figura 26	Intervalos para las unidades de muestreo.....	75
Figura 27	Perfil longitudinal	76
Figura 28	Representación de la regla rodante – IRI.....	79

Índice de Anexos

Anexo 1 Matriz de Consistencia.....	98
Anexo 2 Matriz de Operacionalización de variables.....	99
Anexo3 Validación de instrumentos por expertos	100
Anexo 4 Instrumentos.....	105
Anexo 5 Curvas PCI de valores deducidos para pavimentos rígidos.....	108
Anexo 6 Resultados complementarios.....	112
Anexo 7 Panel fotográfico.....	134
Anexo 8 Certificado de calibración de equipos topográficos.....	142
Anexo 9 Informe topográfico.....	144
Anexo 10 Ensayo de compresión axial.....	164

I Introducción

El análisis del desgaste superficial del pavimento rígido es un aspecto crucial en la gestión eficiente de la infraestructura vial urbana y su mantenimiento preventivo. Las Avenidas como arterias principales, experimentan una carga constante de vehículos que generan tensiones significativas sobre el pavimento, provocando diversos tipos de deterioro, entre ellos el desgaste superficial también disminución de la resistencia a la compresión simple del concreto en la carpeta de rodadura.

El pavimento rígido, caracterizado por su durabilidad y resistencia, es una opción común para Avenidas de alto tráfico. sin embargo, sufre degradación gradual debido a factores como el tráfico pesado, cambios climáticos, y el paso del tiempo. Este desgaste superficial no solo afecta la calidad de rodado por el pavimento y la seguridad vial, sino que también tiene implicaciones económicas considerables en términos de mantenimiento y reparación o en casos severos su remplazo (Serment, 2021).

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, mediante el manual de carreteras (2013), valida que los pavimentos de concreto rígido con juntas de contracción y expansión son los que mejor se adaptan a la actualidad peruana debido al buen Rendimiento adecuado ya los tiempos de diseño que normalmente se usan, ya que su uso de pavimentos rígidos se complementa con diversas tecnologías, las cuales se entiende que se adaptan a las exigencias de cada proyecto. Por esta razón, la planificación de pavimentos de concreto se lleva con el fin de Asegurar una elevada resistencia, longevidad y estabilidad (Choque, 2021).

En esta investigación, se aborda el análisis detallado del desgaste superficial del pavimento rígido de la Avenida Víctor Acosta segunda etapa, en sus cuadras 5, 6 y 7, con el propósito de entender sus causas, Analizar su repercusión y proponer estrategias de mantenimiento y rehabilitación. Se emplearán diversas herramientas y técnicas de

evaluación, incluyendo inspecciones visuales, análisis de muestras de pavimento, y métodos de monitoreo continuo.

Esta tesis se organiza en 4 capítulos:

En el capítulo I, se define el Planteamiento del Problema, para lo cual se generó la realidad problemática en la investigación, Identificando los problemas tanto generales como específicos, se formularon los objetivos generales y específicos de la investigación.

En el capítulo II, se elaboró el marco teórico teniendo en consideración los Contexto de la investigación, fundamentos teóricos y marco conceptual.

En el capítulo III, se desarrolló la sección metodológica detalla el método de investigación empleado, así como el nivel de investigación, tipo y diseño la investigación; también se define la población de la investigación, las unidades de muestra de la investigación, métodos e instrumentos para la parte estadística.

En el capítulo IV, se presenta los resultados recopilados del procedimiento de las diferentes metodologías orientados a responder al problema de investigación planteado. En la parte final, se muestran los anexos, donde se ordena los instrumentos, matriz de consistencia el informe topográfico, el informe de ensayo de rotura de briqueta, panel fotográfico, el certificado vigente de calibración de los equipos, instrumentos de recolección de datos, validación de ficha de recolección de datos por juicio de expertos y declaración de autenticidad.

II Planteamiento del problema

2.1 Descripción y formulación del problema

Descripción del problema

La estructura vial es fundamental para un país y las ciudades que la componen, debido a que son un elemento, cuya presencia aporta al desarrollo, progreso y confort de los en el área urbana y también en los pueblos más alejados, para que esto sea posible, el pavimento debe garantizar una buena transitabilidad y serviciabilidad, pero en la práctica las condiciones finales del pavimento rígido varía en calidad, por lo que un diseño eficaz, una acertada ejecución en campo y un mantenimiento preventivo debería ser la base de todo proyecto de pavimentación.

Los tiempos de traslado en ciertas ciudades están volviéndose cada vez más insoportables, los conductores señalan el mantenimiento deficiente de las vías como la causa principal, ya que perciben una falta de acción por parte de las autoridades para evitar la congestión. Es crucial abordar este problema de manera urgente, dado que las calles representan la imagen principal de una ciudad. Sin embargo, muchas Avenidas y calles muestran signos de deterioro prematuro, lo que plantea un desafío adicional para las autoridades locales, Especialmente en naciones en vías de desarrollo, donde los recursos son escasos. (Irigoin, 2020).

A nivel internacional, en diferentes países alrededor del mundo, los gobiernos han desarrollado y están utilizando un sistema de administración de pavimentos (sap) para analizar el ciclo de vida de la infraestructura vial y coordinar de manera eficiente las actividades de mantenimiento y renovación. En este contexto, la predicción del estado del pavimento desempeña un papel crucial, ya que implica comprender cómo se deteriorará la superficie de la carretera con el paso del tiempo (Llopis, 2020).

El diseño de las carreteras se distingue por su capacidad para adaptarse y su habilidad para integrarse con otras redes logísticas. En Brasil, este modelo resalta por su considerable contribución al transporte de carga, representando más del 60% del movimiento de mercancías y el 95% de los desplazamientos de pasajeros, lo que lo convierte en un importante factor de unión social. Según un sondeo efectuado en 2018 por la Confederación Nacional De Transportes (CNT), más de la mitad de las vías del país tienen algún tipo de falla (Romanelli, 2023)

A nivel nacional, se mostró que la variedad de geomorfología, los climas y el tráfico de nuestro país generan que el desgaste las carreteras nuestras se vuelva más continuo, debido a que los pavimentos funcionan en condiciones extremas. Así, detalló que se reconocen suelos colapsables, suelos expansivos, suelos afirmados y trochas en mal estado, entre otros (Lázaro, 2023).

La situación en el Perú, específicamente en el departamento de Cajamarca, el uso y demanda de las calles en la ciudad de Cajamarca ha aumentado de manera regular y continua, al igual que la cantidad de vehículos que circulan por dichas vías. Lo que genera deformaciones, grietas y fallas en los pavimentos, provocando un deterioro acelerado. Las lluvias son otro factor que contribuye al deterioro del pavimento, impidiendo que alcance su vida útil esperada. Las diversas fallas observadas en la superficie del pavimento permiten realizar un estudio y análisis. Tras identificar las causas, se busca mejorar las técnicas de tratamiento superficial para prevenir problemas de anomalías y desgaste. (LÓPEZ, 2021)

A nivel local, en Abancay y en todo el territorio peruano, es habitual que, una vez terminada la construcción de los pavimentos, ya sea de concreto rígido o concreto asfáltico, se les deje de lado y se abandonen. Es suficiente con recorrer algunas calles de la ciudad para constatar que estas estructuras están en un estado de deterioro, mientras las autoridades no toman medidas al respecto. O si lo hacen, llevan a cabo reparaciones deficientes sin seguir

ningún criterio técnico, o en casos más graves, dejan los trabajos incompletos, lo que acelera aún más el deterioro debido al tráfico vehicular y a las frecuentes lluvias de la región (Bravo & Ferro, 2017)

Abancay posee infraestructuras viales de pavimento rígido en gran mayoría de calles y Avenidas las cuales presentan desgaste durante su vida útil. A lo largo de los años, la construcción de carreteras con pavimento rígido ha sido una práctica arraigada en los distintos vecindarios de Abancay. En la actualidad, estas vías muestran un desgaste natural que puede ser evaluado mediante diversos métodos, como el método VIZIR, IRI, PCI también con pruebas de resistencia a la compresión para analizar la disminución de su resistencia inicial. Es por esto, que se propone esta investigación, un análisis del desgaste superficial del pavimento rígido en las cuadras cinco al siete de la Avenida Víctor Acosta, en base a un estudio de campo de las posibles causas de falla de la vía por mal diseño, nivelación o estrés del concreto. Siendo también un problema la pendiente natural de esta vía generando maniobras de frenado o partición brusca de vehículos livianos y pesados así generando desgaste superficial en esta Avenida.

Formulación del problema

En la actualidad las obras viales, específicamente infraestructuras de pavimento rígido, han mostrado evolución constante en aspectos de diseño, ejecución y acabado final, sin embargo, no se realiza un plan de monitoreo y mantenimiento para identificar causales que conlleven a problemas futuros, ocasionando que con el tiempo sea perdida prematura en el pavimento. Frente a esta situación es importante realizar el análisis, categorizar el tipo de deterioros existentes de desgaste superficial del pavimento rígido para dar alternativas de mantenimiento preventivo de pavimentos rígidos así prolongar su periodo de vida útil y evitar pérdidas prematuras y reparaciones costosas de pavimento, para lo cual se formula los siguientes problemas de investigación.

Problema general

- ✓ ¿Cuál es el nivel de desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las cuadras cinco al siete de la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023?

Problemas específicos

- ✓ ¿En qué medida el análisis mediante la metodología VIZIR identifica el desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de la Avenida Víctor Acosta segunda etapa -Abancay 2023?
- ✓ ¿En qué medida el análisis mediante la metodología PCI identifica el desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de la Avenida Víctor Acosta segunda etapa -Abancay 2023?
- ✓ ¿En qué medida el análisis mediante el método IRI identifica la regularidad superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de la Avenida Víctor Acosta segunda etapa -Abancay 2023?
- ✓ ¿Cuál es la resistencia a la compresión actual y espesor del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de la Avenida Víctor Acosta segunda etapa -Abancay 2023?

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo General

Analizar el nivel de desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las cuadras cinco al siete de la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023.

2.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar mediante la metodología VIZIR el grado de desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023.

- ✓ Determinar mediante la metodología PCI el grado de desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023.
- ✓ Verificar mediante la metodología IRI el grado de rugosidad del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023.
- ✓ Verificar la resistencia a la compresión y el espesor actual del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023.

2.3 Justificación e importancia

Ámbito Social

El análisis del desgaste superficial del pavimento rígido surge a raíz de la dificultad e incomodidad de tránsito en Avenidas donde se puede constatar el desgaste superficial y estructural del pavimento en calles de esa naturaleza generando malestar social, además a partir de ello clasificar la condición actual de la carretera y establecer causales principales que generan el desgaste superficial algunas veces prematuras y otras naturalmente y sugerir medidas preventivas de Mantenimiento de las vías urbanas de la ciudad de Abancay. La identificación precisa de los problemas y la comprensión de las causas del deterioro permitirán planificar y ejecutar mantenimientos y reparaciones de manera más oportuna y efectiva. Esto no solo reducirá las interrupciones en el flujo de tráfico, sino que también Incrementará la eficacia del transporte y la calidad de vida de los residentes. Una infraestructura vial en óptimas condiciones es esencial para la movilidad urbana, y este estudio contribuirá a garantizar que las calles de Abancay sean seguras y transitables.

Ámbito Práctico

Desde una perspectiva práctica, los resultados de este análisis serán de gran utilidad para abordar el problema del desgaste en el pavimento de la Avenida Víctor Acosta y otras calles críticas de Abancay. Mediante un análisis detallado del grado de desgaste superficial,

se podrán implementar soluciones más eficientes y duraderas, adaptadas a las necesidades específicas de la ciudad. No solo abordará problemas presentes, sino que también creará un marco de referencia para futuras intervenciones, optimizando los recursos disponibles y mejorando la gestión de la infraestructura vial.

Ámbito Teórico

En el ámbito teórico, este estudio proporcionará valiosos datos empíricos que podrán ser utilizados para validar y mejorar los modelos de diseño y ejecución del pavimento rígido. La recopilación y análisis de estos datos contribuirán al desarrollo de estrategias de administración de pavimentos más efectivas y basadas en evidencia. Además, Los resultados de este estudio podrán servir como referencia para investigaciones posteriores en el área de la ingeniería civil, ampliando el conocimiento sobre el comportamiento y la durabilidad de los pavimentos rígidos en condiciones similares.

Ámbito Metodológico

Metodológicamente, esta investigación es factible y confiable. Los métodos de análisis del desgaste superficial del pavimento rígido están bien establecidos y han sido validados en estudios previos, garantizando la precisión y objetividad de las mediciones. La utilización de técnicas como el método VIZIR, PCI E IRI permitirá una evaluación detallada del estado superficial del pavimento, brindando información crucial para el diagnóstico y la planificación de intervenciones. La robustez de la metodología garantiza que los resultados logrados serán representativos y valiosos para la toma de decisiones en la gestión de la infraestructura vial.

2.4 Variables

Variable independiente

Pavimento rígido

Dimensiones:

- ✓ Calidad superficial
- ✓ Resistencia a la compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$
- ✓ Espesor de pavimento

Variable dependiente

Desgaste superficial

Dimensiones:

- ✓ VIZIR
- ✓ PCI
- ✓ IRI
- ✓ Resistencia del concreto

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	dimensiones	Indicadores	Instrumento de medida	Unidad de medición
Pavimento rígido	El pavimento rígido, El pavimento de concreto rígido está compuesto por una losa de concreto colocada sobre una base o directamente sobre la subrasante. Transmite los esfuerzos al suelo de manera optimizada (ministerio de transportes, 2017)	Se refiere a la estructura construida con concreto hidráulico en la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa, caracterizada por su resistencia a la compresión, espesor y estado general. Su evaluación incluye mediciones físicas y análisis estructurales.	-Estado del pavimento -Resistencia del pavimento -Espesor de pavimento	-Calidad superficial -Resistencia a la compresión. -Medida del espesor	Se realiza ensayo de compresión bajo la norma UNE-EN12390-3.	-Bueno -Malo -Regular -Kg/cm2 -cm
Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	dimensiones	Indicadores	Items	Unidad de medición
Desgaste superficial	Desgaste superficial en pavimentos rígidos se refiere a la degradación o pérdida de material en la capa superficial de concreto, generalmente causada por el tránsito vehicular y factores ambientales. Este desgaste puede incluir abrasión, pulido de agregados, fisuración superficial y pérdida de textura, lo que afecta la funcionalidad del pavimento, como la resistencia al. (AASHTO, 1993)	Representa el deterioro físico y funcional del pavimento rígido debido a su exposición a condiciones de tráfico y ambientales, evaluado mediante metodologías específicas (VIZIR, PCI, IRI).	VIZIR	Para ambas metodologías -Tipo de falla -Clase de falla -Severidad de falla -Extensión de falla -Deterioro del pavimento	Ficha registro de daños superficiales	Rango de valoración (0-7) -Bueno -Malo -Regular -Muy malo
			PCI		Ficha de recolección de datos (PCI ASTM D6433 11)	Rango de valoración (0-100) -Bueno -Malo -Regular -Muy malo
			IRI	-Perfil longitudinal -Levantamiento topográfico	Ficha de registro topográfico.	mm/km
			Resistencia del concreto	Resistencia a la compresión		Kg/cm2

III Marco Teórico

3.1 Antecedentes

A nivel internacional

Cepeda y Rosero (2024), en su investigación “Evaluación de las características hidráulicas y físicas del pavimento rígido en la Avenida 9 de octubre ubicada en la ciudad de Riobamba”, el objetivo fue analizar las propiedades hidráulicas y físicas del pavimento rígido en la Avenida 9 de octubre, con el fin de comprender su comportamiento y desempeño en condiciones reales. El método consto de análisis de los parámetros hidráulicos y físicos del pavimento; asimismo se utilizaron técnicas especializadas para evaluar la resistencia, permeabilidad y durabilidad del pavimento rígido en la mencionada ubicación. Los resultados obtenidos revelaron datos significativos sobre puntos fuertes y áreas de mejora en términos de resistencia a la carga, capacidad de drenaje y durabilidad estructural. En conclusión, el estudio proporcionó una visión detallada e importante de la vía Riobamba, además se destacaron recomendaciones para posibles mejoras y mantenimiento con el objetivo de optimizar su rendimiento y prolongar su vida útil.

González (2021), en su investigación “Análisis y propuesta de proyecto de restauración de una pista de pavimento rígido del área industrial de la Usina de Itaipu” establecieron como objetivo principal proponer un plan de restauración efectivo. La metodología utilizada contemplo varias fases que incluyeron el análisis exhaustivo del pavimento rígido, mediciones y evaluaciones detalladas para identificar el grado de deterioro y las áreas que requieren intervención; y la comparación de diferentes técnicas y materiales de restauración para el proyecto. Como resultados del análisis, se reveló un deterioro significativo en la pista de pavimento rígido, con grietas, desgaste y otros daños que afectan su funcionalidad; además se identificaron las áreas críticas que necesitan atención inmediata para respaldar la seguridad y durabilidad del pavimento. En conclusión, el estudio subraya la relevancia de tratar de manera proactiva el mantenimiento y la restauración del pavimento

rígido a nivel industrial y ofrece una solución integral para mejorar el tránsito asegurado y eficiente en dicha área.

Moreano y castro (2021), en su investigación “Evaluación patológica del pavimento rígido en el segmento de vía ubicada en la calle 13b y 14, con carrera sexta del municipio de Ambalema- Tolima a la universidad cooperativa de Colombia”, establecieron el objetivo de evaluar las patologías de dos vías del municipio de Ambalema. En los resultados se mostraron numerosas lesiones, 31 desgastes de la superficie y 26 sellados de juntas. La metodología empleada involucra la determinación (PCI) e involucra AASHTO, método pca-84 y el método racional. Como conclusión, el (PCI) para la carretera analizada revela que el 60% se encuentra en condiciones satisfactorias, mientras que el 20% está en un estado muy deteriorado y otro 20% se considera aceptable. Entre las problemáticas más recurrentes se encuentran el deterioro de los selladores de juntas, el desgaste de la superficie y el desprendimiento de esquinas.

Capera et al. (2021), en su investigación “Evaluación del estado del pavimento rígido en dos tramos del barrio jordán 8 etapa Ibagué -Tolima”, tuvieron el objetivo de evaluar el estado actual del pavimento rígido en la calle 69 entre la cuadra 5 y cuadra 8 más la cuadra. 8a entre calle 69 hasta la calle 75 barrio jordán 8 etapa Ibagué Tolima. La metodología aplicada se basa en un enfoque riguroso de la investigación educativa, aplicando métodos fenomenológicos y combinando técnicas cualitativas y cuantitativas para identificar el estado del pavimento. Como resultados observaron que el tramo n° 4, su indicador PCI fue 44.6 lo que indica que su estándar de malo, es decir, que la vía está en muy malas condiciones. Como conclusión, se menciona que entre las fallas están presente la división de losas, grietas y juntas selladas.

Chávez & Peñarrieta (2019), en su investigación “Desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento”, tuvieron el objetivo de determinar el IRI de la superficie del pavimento elegido. La metodología utilizada se enfocó

en el estado del pavimento a través de un único índice, agregando diferentes parámetros como regularidad superficial, fricción, deflexión, entre otros. En sus resultados observaron que solamente el 7% se encuentra en mal estado, afectando significativamente a los usuarios, cuyo 7% corresponde a los tramos 5, 11 y 15 de PCI de 23, 34 y 29. Como conclusión, el IRI del pavimento, tiene un tiempo de aplicación mucho menor en comparación del uso de mira y nivel.

A nivel nacional

Pinedo (2021), en su investigación “Análisis superficial del pavimento rígido para la intervención del jr. Cahuide de la ciudad de Pucallpa, provincia de coronel portillo, región Ucayali” tuvo como objetivo evaluar el estado superficial del pavimento, a nivel superficial para su mantenimiento. La metodología aplicada fue descriptiva y explicativa. Se obtuvo como resultados del análisis detallado del pavimento rígido en el jr. Cahuide la evidencia de ciertas deficiencias y deterioro que requieren atención inmediata. Se concluyó la necesidad de generar más intervenciones para la seguridad vial y la resistencia de la infraestructura a lo largo del tiempo, además, incluyó recomendaciones específicas para la intervención, como reparaciones, mantenimiento o reconstrucción.

Chuquimango (2019), en su investigación “Método del índice de condición del pavimento para el análisis superficial del estado actual del pavimento rígido en la Avenida la paz de la cuadra 05 a la cuadra 11 de la provincia de Cajamarca”, su objetivo fue aplicar el (PCI) para identificar superficialmente el pavimento elegido. La metodología utilizada se basó en el método del PCI, para la inspección visual de las fallas destacadas en las 21 muestras seleccionadas. Los resultados obtenidos indicaron que el pavimento presentaba un promedio de PCI del 51.42%, clasificado como regular. Se concluyó que entre las cuadras 05 y 11, se requería acciones inmediatas para mantener su funcionamiento óptimo. Se destacó la importancia de realizar evaluaciones periódicas y tomar medidas preventivas.

Aguilar (2021), en su investigación “Evaluación y mejoramiento del pavimento rígido con el método PCI de la av. Bolognesi, Distrito de independencia, Huaraz – 2021”, estableció como objetivo evaluar el pavimento usando (PCI). La metodología de esta investigación combina un enfoque cuantitativo haciendo uso de la metodología PCI para evaluar y proponer mejoras, brindando así información valiosa para la optimización de infraestructuras viales en esta localidad. En sus resultados, observó que las fallas con mayor incidencia son grietas esquineras con 7.8%, grietas lineales con 23.5%, parches con 66.7% y pulimentos al 2%. Como conclusión, determinó que la metodología PCI califica al pavimento rígido como bueno, aunque hay patologías en el pavimento que requieren de mantenimiento.

Atoche & Tineo (2021), en su investigación “Evaluación patológica del pavimento rígido en la Avenida San Juan Bellavista Sullana Piura”, tuvieron el objetivo de generar una evaluación patológica integrada del pavimento rígido.

La metodología se basó AASHTO 93 y el manual MTC, esto implicó un enfoque descriptivo cuantitativo aplicado. Los resultados mostrados evidenciaron que el pulimiento es severo, alcanzando un área de 672 m² en la Avenida, con un PCI promedio de 46.8%, debido a la presencia de grietas, deterioro, desgaste u otros problemas estructurales que afectan la calidad y durabilidad de la carretera en cuestión. Como conclusión, este tipo de casos deben pasar reparaciones oportunas, para aumentar la operatividad antes de un mayor deterioro.

Saavedra & Sarmiento (2021), desarrollaron en su investigación “Mantenimiento de pavimento rígido y flexible para evitar un desgaste prematuro en vías urbanas” el objetivo de analizar las técnicas de mantenimiento aplicables a pavimentos rígidos y flexibles, identificar los causales que aportan al desgaste prematuro de las vías urbanas, y proponer estrategias efectivas para evitar este deterioro anticipado. La metodología empleada incluyó la revisión de literatura especializada en ingeniería vial, el análisis de casos de

mantenimiento exitosos en diferentes contextos urbanos. Los resultados obtenidos revelaron que la falta de mantenimiento preventivo es una causa significativa del desgaste prematuro en los pavimentos urbanos y se identificaron técnicas específicas, tanto para pavimentos rígidos como flexibles, que pueden prolongar la duración con reparaciones mayores. Se concluyó y destacó de este estudio la importancia crítica del mantenimiento regular y oportuno de los pavimentos en entornos urbanos.

A nivel regional y local

Chávez (2018), en su investigación “Comparación de las metodologías VIZIR y PCI con fines de intervención en la pavimentación del jr. San Miguel 2da. cuadra Distrito de Abancay, región Apurímac – 2018”, su objetivo establecer las características técnicas de las metodologías del VIZIR y el PCI. El método consto de inspecciones visuales en campo y del uso de fichas de registro por cada evaluación. Como resultado, se aprecia que el PCI y VIZIR indican daños similares como descascaramiento 30,4%, ojo de pescado 4,3%, pérdida de agregados 65,2%. Como conclusión, los dos métodos garantizan que los resultados del desgaste superficial obtenidos en la zona de investigación son verídicos, ya que toman las condiciones en la que se encuentra la pavimentación.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Pavimentos

El pavimento es una capa superficial o estructura diseñada para enfrentar las cargas del producidas por el tráfico, distribuir estas cargas de manera uniforme al suelo subyacente, Y ofrecer una superficie de circulación óptima para los vehículos y peatones hasta cumplir un periodo de vida útil establecido bajo la normativa vigente. (Huang, Y. H. ,2004)

tipos de pavimentos

A. Pavimento flexible.

El pavimento flexible es una capa superficial o estructura de varias capas de

materiales, incluyendo asfalto y agregados, que reparte las cargas del tráfico a través de la profundidad de las capas, permitiendo cierta flexibilidad bajo las cargas (Roberts, F. L., Kandhal, P. S., Brown, E. R., Lee, D. Y., & Kennedy, T. W. ,1996)

B. Pavimento rígido

Los pavimentos rígidos son construidos con concreto, el cual absorbe la mayoría de las tensiones generadas por el tráfico. Están hechos de materiales estándar como cemento, agregados y agua, y a veces se les añaden aditivos. Se colocan sobre capas compactadas y estabilizadas (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

3.2.2 Condición superficial del pavimento rígido

Está compuestas por la subbase y la base, mientras que la capa superior consiste de una capa que contiene aditivos. esta capa se flexiona con las cargas aplicadas, lo que resulta en mínimas deformaciones en la base, la subbase y la carpeta de rodadura (Quispe & Condor, 2020).

Según Quispe (2020), las condiciones superficiales son:

✓ **Rugosidad**

Son las alteraciones verticales en la superficie de una vía, en comparación con una superficie plana ideal.

✓ **Baches**

Se forma al separarse partes de la mezcla y generalmente tienen forma redondeada.

✓ **Grietas**

Irregularidades, rajaduras comúnmente localizadas en áreas con cargas repetitivas se presentan al fatigarse el concreto.

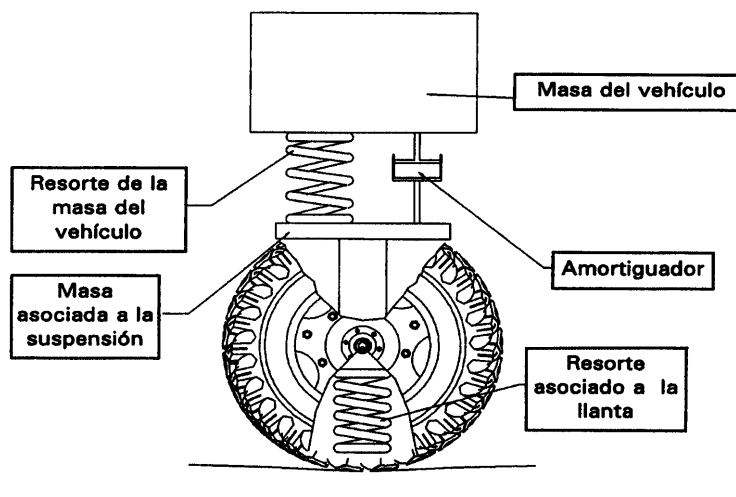
3.2.3 Índice de rugosidad internacional (IRI)

El IRI, presentado por el banco mundial en 1986, es una medida estadística de la aspereza y se emplea como referencia para evaluar la calidad de la transitabilidad de una carretera.

El cálculo matemático está basado en los desplazamientos de un vehículo sobre un camino, a una velocidad constante de 80 km/hr. el IRI se mide en unidades de mm/m, m/km, in/mí, etc. (Arriaga, Garnica, & Rico, 1998).

Figura 1

Representación gráfica del modelo "cuarto de carro"



Nota: Obtenido de publicación técnica 67, instituto mexicano del transporte, 1996.

Escalas y características del IRI

El IRI se presenta unidades de milímetros por metro (mm/m), metro por kilómetro (m/km) o pulgada por milla (in/mi) (Arriaga, Garnica, & Rico, 1998).

los parámetros se clasifican según su rugosidad IRI, ver tabla 1:

Tabla 1

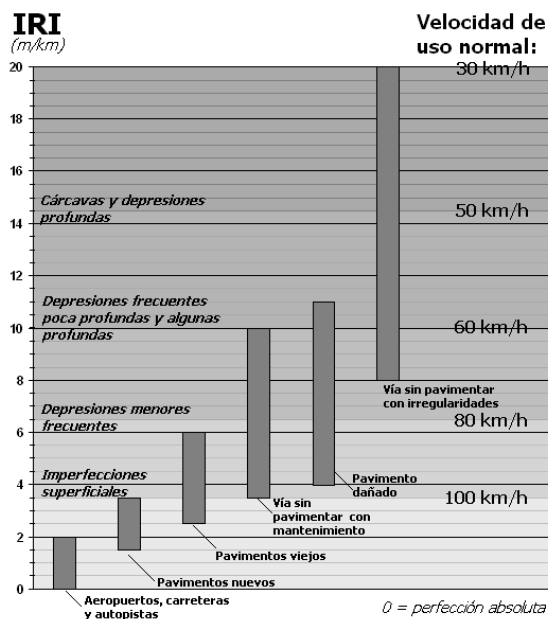
Evolución y valoración del IRI según el tipo de vía.

Estado	vías con capa de pavimentadas	Vías sin capa no pavimentadas
	rugosidad	rugosidad
bueno	$0 < \text{IRI} \leq 2.5$	$\text{IRI} \leq 10$
regular	$2.8 < \text{IRI} \leq 4.0$	$6 < \text{IRI} \leq 8$
malo	$4 < \text{IRI} \leq 5.0$	$10 \leq \text{IRI}$
muy malo	$5 < \text{IRI}$	$9 < \text{IRI} \leq 10$

Nota : Obtenido de Sayers & Karamihas, (p.85,1998).

Figura 2

Escala de valores del Iri y características de los pavimentos.



Nota: Obtenido de publicación técnica 67, por instituto mexicano del transporte, 1996.

Donde:

IRI de 0 a 12: vías pavimentadas

IRI de 0 a 20: vías no pavimentadas

IRI de 0 m/km es un camino perfectamente uniforme y 12 ò 20 un camino intransitable.

3.2.4 Deterioros superficiales en pavimentos rígidos

Desportillamiento de juntas

Fragmentación de los bordes de una junta con desprendimiento de piezas, que puede extenderse hasta 15 cm de lado a lado. Se presenta en todas las juntas de pavimento rígido (Escobar, Garcés, Giraldo, & Hidalgo, 2019).

Según escobar, Garcés, Giraldo & Hida (2019). Los grados de severidad se evalúan de la siguiente forma:

- ✓ **Baja:** Pequeño fracturamiento, que no miden más de 80 mm.
- ✓ **Media:** Las fisuras se propagan a lo largo de la junta superando los 80 mm.

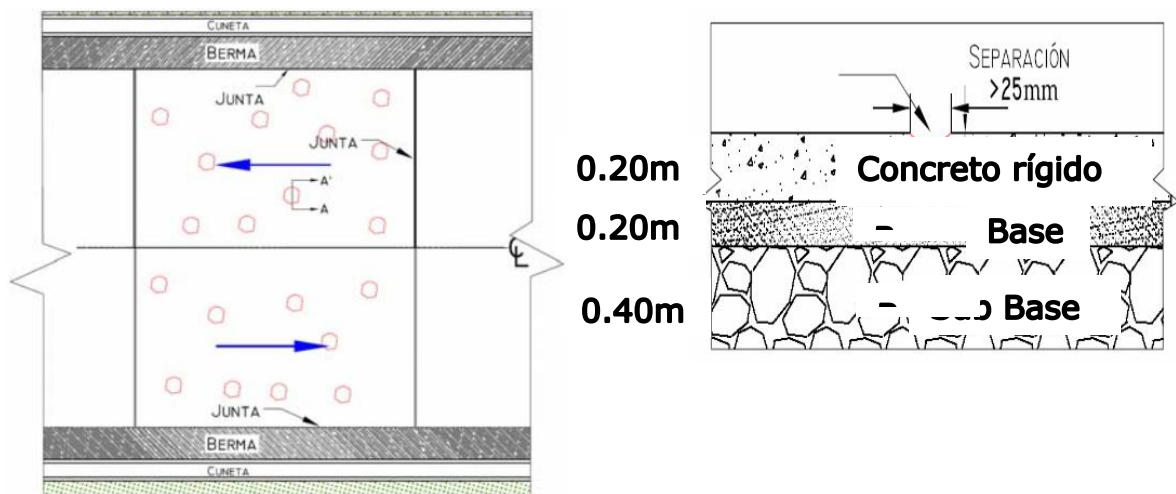
- ✓ **Alta:** Las fisuras se expanden a lo largo de la junta, abarcando más de 80 mm a cada lado de ella.

Descascaramiento

Es la fractura superficial de la losa, con desprendimiento de fragmentos de concreto de 5 a 15 mm de profundidad (INVIAS, 2006).

Figura 3

Descascaramiento vista en planta y perfil



Nota: Obtenido de manual de mantenimiento de vías, por de invias, 2006.

a. Niveles de severidad

Son niveles de severidad que indican la profundidad de la pérdida de material superficial (Escobar, Garcés, Giraldo, & Hidalgo, 2019).

según escobar, Garcés, Giraldo & Hidalgo (2019), Se dividen de la siguiente manera:

- ✓ **Baja:** Pérdida de concreto superficial con una profundidad inferior a 0,005 m (5 mm).
- ✓ **Media:** Pérdida de concreto superficial con una profundidad entre 0,005 m y 0,015 m (5 a 15 mm).
- ✓ **Alta:** Pérdida de concreto superficial con una profundidad superior a 0,015 m (15 mm).

Pulimento

Es la disminución de la rugosidad de la superficie que proporciona una buena fricción entre el pavimento y los neumáticos (Escobar, Garcés, Giraldo, & Hidalgo, 2019).

según Escobar, Garcés, Giraldo & Hida (2019). Se clasifican de la siguiente forma:

A. Niveles de severidad

El nivel de pulido de la superficie debe ser elevado para poder ser reportado.

B. Medición del deterioro

Se mide el área afectada en cada paño del pavimento.

Fisuras de esquina

Este deterioro se origina por la fractura en las esquinas de las losas a una distancia menor de 0.3 m de estas.(Medina, 2016).

Según Medina (2016), la condición de las fisuras se determina de la siguiente forma:

A. Causas

- ✓ La pérdida de la capacidad de soporte de la capa de fundación
- ✓ La interacción de tránsito de vehículos pesados.
- ✓ El deterioro de las juntas, Falta o insuficiencia de juntas.

B. Niveles de gravedad

- ✓ Solo una esquina rota
- ✓ Dos esquinas rotas
- ✓ Más de dos rotas

Figura 4

Fisuras de esquina.



Nota: Adaptado del manual de conservación de carreteras y conservación vial, por MTC, 2018.

Fisuras longitudinales

Este deterioro se da cuando las losas se fracturan en múltiples secciones, paralelas al eje del pavimento (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

según el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018), las fisuras resultan de:

a. Causas

- ✓ Pérdida de soporte
- ✓ Acción de tránsito de vehículos pesados
- ✓ Deficiencia de operatividad de juntas.

b. Niveles de gravedad

- ✓ Finas (de ancho ≤ 1 mm)
- ✓ Medias (de ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)
- ✓ gruesas (de ancho > 3 mm).

Figura 5

Fisuras longitudinales



Nota: Obtenido del manual de conservación de carreteras o conservación vial, MTC, 2018.

Desnivel entre losas

Este deterioro y falla se genera En las juntas debido a una discrepancia de niveles entre losa y losa (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Según el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018), los desniveles resultan de:

a. Causas

- ✓ Drenajes defectuosos
- ✓ Baja transferencia de cargas

b. Niveles de gravedad

- 1: Sensible ante el tránsito del usuario
- 2: Obliga a la reducción significativa de la velocidad
- 3: Obliga a la reducción a la reducción drástica de la velocidad.

Figura 6

Desnivel entre lozas



Nota: Obtenido del manual de conservación de carreteras o conservación vial, por MTC, 2018.

3.2.5 Metodología VIZIR

Es un sistema Para analizar el estado de la superficie del pavimento. este sistema clasifica los daños en dos tipos: tipo a para daños estructurales y tipo b para daños funcionales (Marrugo, 2014).

Según Marrugo (2014), se tiene dos tipos de condición de los pavimentos, los cuales son:

✓ **Daños tipo a**

Ligados generalmente a falta de la capacidad estructural del pavimento rígido.

✓ **Daños del tipo b**

Sin lugar a tener reparaciones, no asociadas a la estabilidad estructural.

según Marrugo (2014), la inspección de un pavimento por la metodología VIZIR, se realiza cuando:

- ✓ Se tiene en consideración la experiencia y capacidad del personal.
- ✓ Tener capacidad y conocimiento para distinguir daños tipo a de b.

Tabla 2

Categoría y clasificación del daño

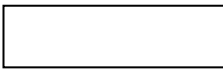


N°	Tipo de deterioro	Símbolo	Unidad de medida	Niveles de severidad	
				Baja (b)	Alta (a)
Agrietamientos					
1	Grieta de esquina	GE	ml	Grietas finas o selladas escalonamiento imperceptible	Grietas abiertas escalonamiento - bloque dividido
2	Grietas longitudinales	GL	ml	Grietas finas o selladas escalonamiento imperceptible	Grietas abiertas escalonamiento entre bloques
3	Grietas transversales	GT	ml	Grietas finas o selladas escalonamiento imperceptible	Grietas abiertas escalonamiento entre bloques
4	Gritas de bloque	GB	m ²	Siempre nivel de severidad alta	
deterioros superficiales					
5	Escalonamiento de juntas	EJT-EJL	ml	Siempre nivel de severidad alta	
6	Baches	BCH	m ²	Profundidad < a 5.0 cm Buena condición	Profundidad > a 5.0 cm
7	Parches	PCHA-PCHC	m ²	funcional y estructural no afecta a la	Severamente deteriorado requiere de pronta intervención

calidad de
rodadura
vehicular

Nota. Obtenido de invias (2006, p. anexo b)

Tabla 3

Tipos de daños y nivel de gravedad

	Nivel de gravedad		
	1	2	3
Deterioro			
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poca importante. flecha < 20 mm	Deformaciones importantes. hundimientos localizados o ahuellamientos 20 mm < flecha < 40 mm	Deformaciones que afectan de manera importante la comodidad y la seguridad de los usuarios flecha > 40 mm
Grietas longitudinales por fatiga.	Fisuras finas en la banda de rodamiento	Fisuras abiertas y a menudo ramificadas	Fisuras muy ramificadas y/o muy abiertas (grietas). bordes de fisuras ocasionalmente degradados
Piel de cocodrilo	Piel de cocodrilo formada por mallas grandes (> 500 mm.) con fisuración tina, sin pérdida de materiales	Mallas más densas (< 500 mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación.	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. las mallas son muy densas (< 200 mm), con perdida ocasional o generalizada de
Bacheos y parcheos	Intervención de superficie ligada a deterioros del tipo b	Intervenciones ligadas a deterioros tipo a Comportamiento satisfactorio de la reparación	Ocurrencia de fallas en las zonas reparadas

Nota. Obtenido de invias (2006, p anexo b)

Tabla 4*Tipos de daños y nivel de gravedad*

Deterioro	Nivel de gravedad			
	1	2	3	
Grieta longitudinal de junta de construcción	Fina única	Anchas (10 mm. o más) sin desprendimiento o fina ramificada	anchas con desprendimiento o ramificada.	
Grietas de contracción térmica	Fisuras finas	Anchas sin desprendimiento o finas con desprendimiento o fisuras ramificadas	Anchas con desprendimiento	
Grietas parabólicas	Fisuras finas	Anchas sin desprendimiento	Anchas con desprendimiento	
Grietas al borde	Fisuras finas	Anchas sin desprendimiento	Anchas sin desprendimiento	
Abultamiento	$f < 20$ mm	$20 \text{ mm} < f < 40$ mm	$f > 40$ mm	
Ojo de pescado (por cada 100 metros)	cantidad diámetro	< 5 < 300	5 a 10 < 5 < 300 < 1000	> 10 5 a 10 < 300 < 1000
Desprendimiento: pérdida de película de ligante. pérdida de agregados	Perdidas aisladas	Perdidas continuas	Pérdidas generalizadas y muy marcadas	
Descaramiento	prof. (mm)	< 25	< 25 > 25	> 25
	área (m ²)	< 0.8	> 0.8 < 0.8	> 0.8
Pulimientos agregados	No se define niveles de gravedad			
Exudación	Puntual	Continua sobre la banda de rodamiento	Continua y muy marcada	
Afloramiento: de mortero de agua	Localizados y apenas perceptibles	Intenso	Muy intensos	

Desintegración de los bordes del pavimento	Inicio de la desintegración	La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o mas	Erosión extrema que conduce a la desaparición del revestimiento asfáltico
--	-----------------------------	---	---

Nota. Obtenido de invias (2006, p anexo b)

Tabla 5

Tipos de daños y nivel de gravedad

Deterioro	Nivel de gravedad		
	1	2	3
Escalonamiento calzada y berma	entre Desnivel de 10 a 50 mm	Desnivel entre 50 y 100 mm	Desnivel superior a 100 mm
Erosión de las bermas	Erosión insipiente	Erosión pronunciada	La erosión pone en peligro la estabilidad de la calzada de los usuarios

Nota. Obtenido de invias (2006, p anexo b)

Determinación del índice de deterioro superficial (is)

Se calcula el Índice de Figuración (if) basado en la magnitud y tamaño de las fallas en cada área evaluada. Se considera representativo el mayor de los dos índices calculados (Pinilla, 2007).

Posteriormente, se determina un Índice de Deformación (id) basado en la magnitud de las fallas estructurales. luego, se realiza una corrección, si es necesaria, para obtener el Índice de Deterioro Superficial (is), que evalúa el estado del pavimento en la longitud seleccionada (Pinilla, 2007).

Según Pinilla (2007), el valor del “is” varía entre 1 y 7 de acuerdo con los rangos de calificación VIZIR y los parámetros para determinar la condición son:

Tabla 6

Rangos de calificación VIZIR

Rangos de calificación del VIZIR	
Rango	Calificación
1 v 2	Bueno
3 v 4	Regular
5,6 v 7	Deficiente

Nota. Adaptado de Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación (2008, p. 212)

Figura 7

Parámetros para determinar el índice de deterioro superficial

Ninguna fisura ni deformación (Is=0)

Examen visual	(I) ÍNDICES DE FISURACIÓN If	Extensión			ÍNDICES DE PERFORACIÓN Id	Extensión		
		0 a 10%	10 a 50%	>50%		Gravedad	0 a 10%	10 a 50%
	1	1	2	3	1	1	2	3
	2	2	3	4	2	2	3	4
	3	3	4	5	3	3	4	5

Primera Clasificación del índice de Deterioro Is.	If			
	Id	0	0 - 2	3
0	1	2	3	3
1 - 2	3	3	4	5
3	4	5	5	6
4 - 5	5	6	7	7

Extensión		0 a 10%	10 a 50%	>50%
Gravedad	1	0	0	0
	2	0	0	+1
	3	0	+1	+1

Índice de Deterioro Superficial, Is Nota de 1 a 7
Nota Final

Nota: Adaptado de Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación, por INVIAS, 2008.

Determinación de las unidades de muestreo.

Para realizar el trabajo de campo, la calle debe dividirse en tramos que fluctúan según el tipo, pero en ningún caso deben superar los $230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2$. Estas secciones deben tener en cuenta el tipo de rodadura con el que se ha construido la vía.

Tabla 7

Longitudes de unidades de muestreo.

Ancho de Calzada	Longitud de la Unidad de Muestreo(m)
5.0 (o menos)	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3(máximo)	31.5

Nota: Obtenido de pavement condition index (2002, p.20)

3.2.6 Metodología PCI

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es una escala numérica que evalúa el estado del pavimento, donde 0 representa la peor condición y 100 la mejor. El estado del pavimento también se describe verbalmente, en función del valor del PCI, y puede variar desde "fallado" hasta "excelente", tal como se indica en la tabla 8.

Tabla 8*Rango de clasificación PCI.*

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

*Nota: Obtenido de ASTM D6433 11 Roads and parking lots PCI***Niveles de severidad PCI.****A. Tipo de Daños y severidad****Tabla 9***Tipo de daño y niveles de severidad metodología PCI*

Tipo de daño	Severidad		
Fisura de esquina: Una fisura de esquina es una ranura que intercepta las juntas a una distancia menor o igual a la mitad de la longitud de la losa en ambos lados	L: baja Una fisura de baja severidad tiene un ancho menor a 13mm (1/2 pulgada)	M: media Fisura sin relleno de ancho mayor a 13mm y menor a 50mm (>1/2 pulgada y < 2 pulgadas)	H: alta Fisura sin relleno de ancho mayor a 50mm (2 pulgadas) Diferencia de niveles entre losa y losa de Más de 20mm (más de 3/4 pulgada)
Escalonamiento: El escalonamiento es la diferencia de niveles a través de la junta	Diferencia de niveles entre losa y losa de 3 a 10mm (1/8 a 3/8 pulgada)	Diferencia de niveles entre losa y losa de 10 a 20mm (3/8 a 3/4 pulgada)	
Daño en el sello de la junta: El daño en el sello de la junta se refiere a cualquier estado de condición que permita la acumulación de material del suelo o rocas en las juntas, o que permita la infiltración de cantidades significativas de agua	Sólo los sellantes de unas pocas juntas muestran poca adherencia pero aún siguen en contacto con los bordes de las juntas	El sellante se encuentra en su lugar, pero la filtración de agua es posible a través de pequeñas aberturas visibles de ancho menor a 3mm (1/8 pulgada)	Si 10% o más del sellante se ha desprendido.

<p>Fisuras lineales: fisuras longitudinales, transversales y diagonales: Estas fisuras, que dividen a la losa en dos o tres partes, Parches grandes y parches grandes de cortes utilitarios: Un parche es un área en la que el pavimento original ha sido removido y reemplazado por nuevo material de relleno</p>	<p>Las fisuras sin relleno de ancho $\leq 13\text{mm}$ ($\leq 1/2$ pulgada)</p> <p>Cuando el parche funciona bien, con poco o ningún deterioro</p>	<p>Fisuras sin relleno de ancho > 13 y $\leq 50\text{mm}$ ($> 1/2$ y ≤ 2 pulgadas)</p> <p>Se aprecia descascaramiento moderado alrededor de los bordes</p>	<p>Fisuras sin relleno de ancho $> 50\text{mm}$ (2 pulgadas)</p> <p>Cuando el parche está severamente deteriorado</p>
<p>Descascaramiento, mapa de fisuras, craquelado: se refiere a una red de fisuras superficiales, finas ó del espesor de un cabello que se extienden sólo sobre la parte superficial del concreto.</p>	<p>La superficie se encuentra en buenas condiciones, con presencia de descascaramientos menores</p>	<p>Cuando la superficie de la losa está descascarada en un área menor al 15% del total</p>	<p>Cuando la superficie de la losa está descascarada en un área mayor al 15% del total</p>
<p>Descascaramiento de junta: es la fractura de los bordes de la losa que se produce aproximadamente a 0.5m</p>	<p>Apretadas – No pueden ser removidas fácilmente (de repente algunas piezas perdidas)</p>	<p>Sueltas – Pueden ser removidas y algunas piezas se han salido; si la mayoría ó todas las piezas se salieron, el descascaramiento es superficial, menor a 25mm (1 pulgada).</p>	<p>Perdidas – La mayoría ó todas las piezas han sido removidas</p>

Nota. Adaptado de ASTM D6433 11 Roads and parking lots PCI (2002, p.5-p.20)

B. Unidad de muestra del pavimento

Es una subdivisión dentro de una sección de pavimento, con un tamaño estándar que consiste en 20 lasas consecutivas (+/-8 lasas).

Número mínimo de unidades de muestreo

La cantidad mínima de unidades de muestra (n) que se debe inspeccionar en una vía para obtener un valor del PCI con un 95% de confiabilidad, se calcula utilizando la fórmula que se muestra a continuación. El resultado de n debe redondearse al siguiente número entero superior (ver Ecuación 1).

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

n= Cantidad mínima de unidades de muestreo a verificar.

N= Cantidad total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e = Error permisible en el estimativo del PCI de la sección (e = ± 5%)

s = Variación estándar del PCI entre las distintas unidades de muestra de la sección (15 para pavimentos de concreto rígido).

C. Intervalo de las unidades de muestra

Después de establecer el número de unidades de muestra que se inspeccionarán, se Es necesario determinar el intervalo de separación entre las unidades aplicando el muestreo sistemático aleatorio.

$$i = \frac{N}{n} \dots \dots \dots \text{ecuación 2}$$

N = Representa el número total de unidades de muestra en la sección, mientras que n =representa al número de unidades de muestra a ser examinadas la primera unidad de muestra a ser inspeccionada es escogida aleatoriamente entre las unidades de muestra 1 hasta i.

D. Cálculo del PCI

Posterior de realizar el registro de datos de campo según la ficha para inventario de daños superficiales (ASTM D6433) se procede al ordenamiento y procesamiento de datos, en este caso se realizará en una hoja de Excel y siguiendo el siguiente procedimiento.

- Registre el número de losas que presentan cada tipo de daño y su nivel de severidad en el formato de inspección de condición para carreteras con superficie de concreto rígido (ASTM D6433) ANEXO 4.

- Dividir el número de losas contabilizadas de cada tipo de daño, dividir entre el número de losas de la unidad de muestreo y coloque el resultado en porcentaje. Esto representa la concentración por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y gravedad del daño.
- Determinar los Calcular los “valores deducidos” para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad utilizando la curva de “valor deducido para pavimentos de concreto; las cuales están en el ANEXO 5.
- Determinar el mayor valor deducido corregido (CDV).

Si ninguno o solo uno de los “valores deducidos” (VD) es superior a dos, se emplea el “Valor Deducido Total” (VDT) en lugar del “Valor Deducido Corregido” (CDV) obtenido en la evaluación del PCI. En caso contrario, se debe seguir los pasos siguientes:

- Organizar los valores deducidos individuales de forma descendente.
- Calcular el “Máximo Número Admisible de Valores Deducidos” (m), usando la siguiente Ecuación 3:

$$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDVi) \leq 10 \dots \text{ecuacion 3}$$

Donde:

m: Mayor Número admitido de valores deducidos. (debe ser menor o igual 10).

HDVi: El máximo valor deducido individual para la unidad de muestreo i.

- Determinación del mayor Valor Deducido Corregido (CDV):

Este paso se lleva a cabo a través del siguiente proceso iterativo que se detalla a continuación:

- Determine el Valores Deducido Total (VDT) sumando todos los valores deducidos individuales.
- Determine el número de valores deducidos (Q) mayores a 2. Determine el valor deducido corregido (CDV) con el “Q”y el “Valor Deducido Total” (VDT) en el gráfico de Valores Deducidos Corregidos para Pavimentos de Concreto rígido que se presenta en el ANEXO 4.

-Reduzca el menor valor deducido individual que sea superior a 2, ajustándolo a 2, y repita los tres pasos anteriores hasta que la condición “Q” sea igual a 1.

El “Valor Deducido Corregido Máximo” (máx. CDV) es el más alto de los “Valores Deducidos Corregidos” obtenidos durante el proceso de iteración indicada.

Finalmente, el valor del PCI de la unidad de muestra se obtiene restando 100 al valor deducido corregido máximo, de la siguiente manera.

$$PCI = 100 - \text{Max (CDV)} \dots \text{ecuación 4}$$

3.2.7 Determinación de la resistencia a compresión de probetas

Objeto y campo de aplicación

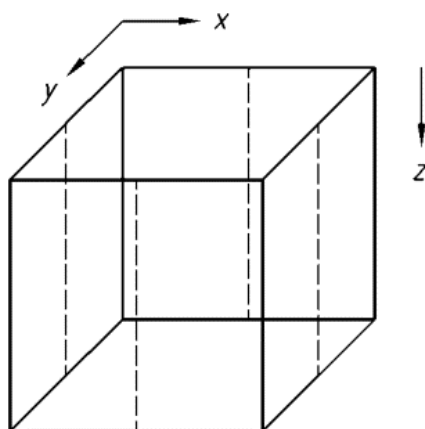
Esta norma (UNE-EN 12390-3) indica un método para la determinación de la resistencia a la compresión de probetas de ensayo de concreto sólido pre moldeado o pos moldeado ya sea para probetas estandarizadas cilíndricas o probetas cúbicas.

Preparación y colocación de las probetas

- Se identifica alguna muestra que podamos retirar sin dañar el pavimento rígido existente, puesto a que no se tiene autorización para realizar una prueba destructiva en el pavimento.
- llevar la muestra extraída a un lugar donde se pueda remodelar a la forma de un cubo de 100x100mm o 150x150mm con las herramientas adecuadas.
- Se seca el exceso de humedad de la probeta antes de colocarla en la máquina de ensayos.
- Las probetas cúbicas se posicionan de manera que la carga se aplica de forma perpendicular a la muestra ver figura 8.

Figura 8

Muestra cubica remoldada



Nota: Obtenido de Ensayos de hormigón endurecido UNE-EN 12390-3,2003, por Asociación Española de normalización y certificación,2001, AENOR editorial.

Carga

Se elige una velocidad de carga constante entre 0,2 MPa/s y 1,0 MPa/s. La carga se aplica a la probeta de manera gradual y sin golpes, incrementándola de forma continua a la velocidad seleccionada $\pm 10\%$ hasta que la sonda no pueda soportar más carga.

Valoración del tipo de rotura

Se presentan ejemplos de fractura de probetas que demuestran que los ensayos se han realizado correctamente para probetas cúbicas.

Figura 9

Roturas satisfactorias en probetas cubicas



Nota: Obtenido de Ensayos de hormigón endurecido UNE-EN 12390-3,2003, por Asociación Española de normalización y certificación,2001, AENOR editorial.

expresión de los resultados

La resistencia a compresión viene dada por la ecuación:

$$F = \frac{fc}{Ac}$$

Donde:

- f_c = es la resistencia a compresión, en megapascales (newtons por milímetro cuadrado);

- F =es la carga máxima en rotura, en newtons;

- A_c =Es la sección transversal de la probeta sobre la cual se aplica la fuerza de compresión, calculada a partir de las dimensiones estandarizadas de la probeta (Norma EN 12390-1).

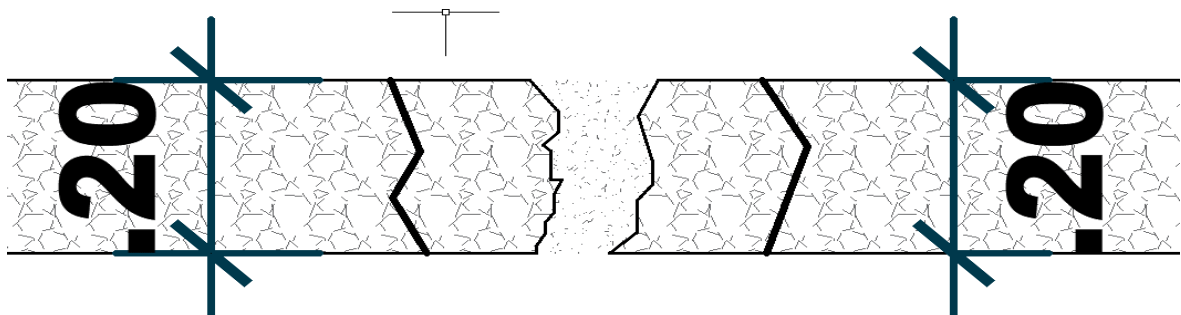
Determinar el espesor del pavimento rígido

Ubicamos zonas donde existe grietas profundas o cortes del pavimento a su vez este fisurado el pavimento para extraer una pequeña muestra sin dañar o remover parte de la estructura existente del pavimento debido a que no tenemos autorización para poder realizar alguna prueba destructiva de la estructura del pavimento, cabe precisar que solo se tomaran medidas y muestra donde ya parte del pavimento está fragmentado o cortado.

Finalmente teniendo libre el espacio para medir el espesor del pavimento nos apoyamos con una pequeña regla y wincha para medir el espesor.

Figura 10

Medida del espesor del pavimento y extracción de muestras no destructivas.



Nota. Fuente: El autor

3.3 Definición de términos

- a. Rugosidad del pavimento:** La rugosidad del pavimento se refiere a las irregularidades de la superficie del pavimento que afectan la comodidad y seguridad de la conducción. Estas irregularidades pueden ser causadas por la deformación del pavimento, el desgaste superficial y otros factores (SAYERS, 1986)
- b. Pavimento: Estructura** diseñada para permitir el tránsito de personas, animales y/o vehículos. su composición incluye una combinación de cimientos sólidos y resistentes (Bazalar & Cadenillas, 2019).
- c. Pavimento rígido:** Las estructuras de los pavimentos rígidos suelen constar de dos capas, una capa superior de concreto y una inferior de base (Mocondino, 2020).
- d. Índice de rugosidad internacional (IRI):** El IRI se define como la relación entre el desplazamiento acumulado de las masas amortiguada y no amortiguada en un modelo matemático. (NEVI, 2012).
- e. Descascaramiento:** Es el desprendimiento de partículas de la capa superficial de concreto superficial (INVIAS, 2006).
- f. Desgaste superficial:** Es provocado por acción del tránsito liviano y pesado, agentes abrasivos o erosivos. (Rebolledo, 2010).
- g. Perdida de agregado:** Es la separación de los agregados de la capa superficial de la capa de rodadura debido a la pérdida de agregados (Rebolledo, 2010).
- h. Pulimento del agregado:** Se puede ver por la presencia agregados con caras planas en la superficie o por la falta de agregados angulares, en ambos casos se puede llegar a afectar la resistencia al deslizamiento (Uribe, 2014).
- i. Fisuración por retracción o tipo malla:** Son grietas que se limitan únicamente a la superficie del pavimento, se disponen en dirección longitudinal y están interconectadas por grietas más finas (Pérez, 2016).

- j. Escalonamiento de juntas longitudinales:** Es la falla provocada por la falla de la base del pavimento y genera un desnivel de la losa con respecto a otra en sentido longitudinal (Rebolledo, 2010).
- k. Pulimento:** Es la falta o pérdida de la rugosidad superficial necesaria para que exista un agarre adecuado entre el pavimento y las llantas (Buitrago & Suarez, 2018).
- l. Despostillamiento de juntas:** es la desintegración de las aristas de bordes de una junta, con pérdida de trozos, que puede afectar hasta 15 cm a lado y lado de la junta (Escobar, Garcés, Giraldo, & Hidalgo, 2019) .
- m. PCI (Índice de Condición del Pavimento):** Es una escala numérica que evalúa la condición del pavimento, que va de 0 a 100, donde 0 representa la peor condición posible y 100 la mejor condición posible.
- n. VIZIR (Visualización de la Infraestructura en Zonas de Intervención y Reparación):** lo define como un sistema de aplicación ágil, que centra su utilidad en separar fallas estructurales de las funcionales. Para esto sigue una clasificación del deterioro encontrado en el asfalto en las categorías A y B (INVIAS ,2008).
- o. Resistencia del concreto a la compresión:** Las probetas se aplican presión hasta la rotura en una máquina de ensayo de compresión conforme a la Norma EN 12390-4. Se registra la mayor carga alcanzada por la probeta y se calcula la resistencia a compresión simple del concreto rígido. (AEN/CTN83, 2003)
- p. Espesor del pavimento:** Se considera como espesor de pavimento a la altura efectiva que tiene la estructura del pavimento rígido que va desde la base hasta la parte superior de esta misma.

IV Metodología

4.1 Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

La presente investigación se enmarca en el ámbito de la investigación aplicada, con el objetivo de complementar el conocimiento teórico sobre la evaluación de la calidad urbana mediante metodologías como PCI, VIZIR e IRI. A través de un análisis descriptivo y comparativo, se busca entender los patrones y consistencias en las evaluaciones de calidad de las cuadras urbanas" (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Nivel de investigación

Es de nivel descriptivo longitudinal. "Se busca entender la causa del problema y cómo se manifiesta un evento, al identificar las propiedades clave a evaluar" (universiti, 2014). Por lo tanto, describir los tipos de daños, como grietas, desprendimientos, deterioro, entre otros, sirven para diagnosticar la calidad del material y el tráfico y su evolución podría ser evaluada a lo largo del tiempo.

Diseño de investigación

El diseño de la investigación es de tipo no experimental por lo que (Kerlinger, 2002) afirma el diseño no experimental consiste en observar fenómenos tal y como se presentan en su contexto natural, sin intervenir directamente sobre ellos ni controlar sus variables ni mucho menos manipular sus variables en estudio.

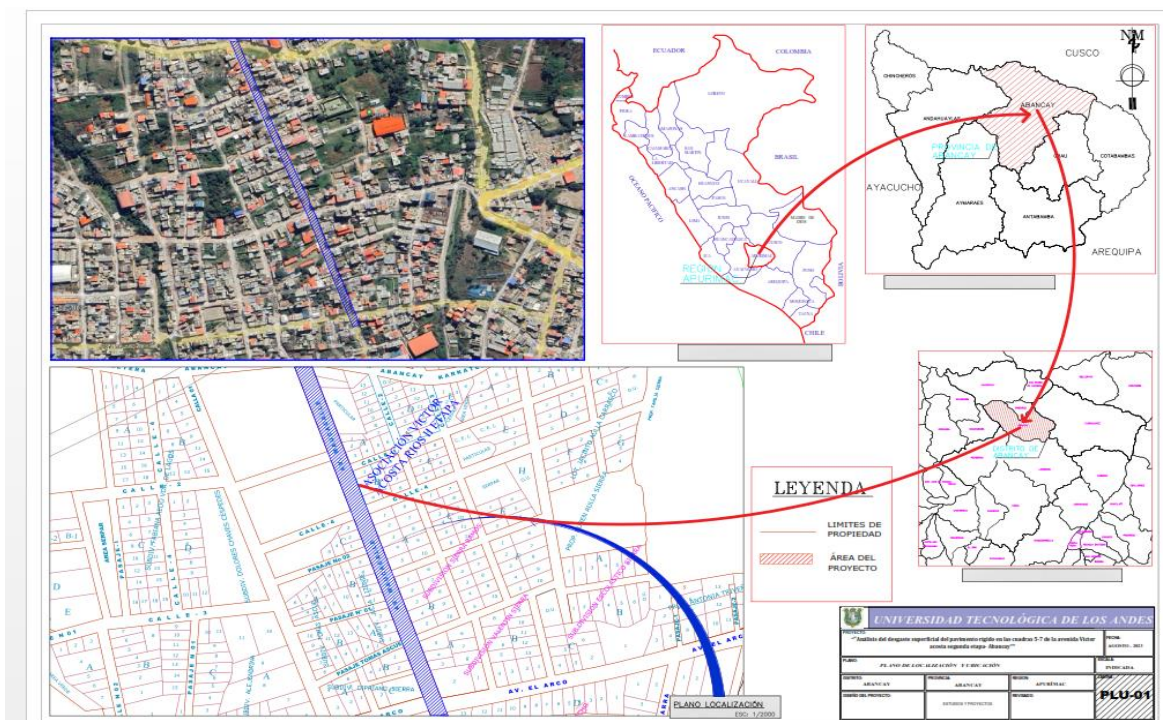
4.2 Ámbito temporal y espacial

Temporal

Se desarrolló en el año 2023 en el periodo de abril del 2023 a junio del 2023.

Espacial

Realizado en el distrito de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac, sector Víctor Acosta Segunda Etapa. así mismo, se presenta el plano de ubicación. Anexado en el ANEXO 9(informe topográfico).

Figura 11*Plano de ubicación*

Nota. Fuente: El autor

4.3 Población y muestra

Población

Población contemplada en esta investigación fue las calles de la asociación Víctor Acosta Segunda Etapa – Abancay. Entre las Avenidas 4 de noviembre y vía de evitamiento.

Muestra

La muestra se conformó por las calles 5,6 y 7 de la av. Víctor Acosta Segunda Etapa y para cada metodología un total de 13 unidades de muestreo para la metodología VIZIR ,6 unidades de muestreo para la metodología PCI y 3 para la metodología IRI especificadas técnicamente el modo de obtención del número de unidades de muestreo para cada metodología.

Tabla 10*Longitud de cuadras y ubicación*

n° de cuadra	Longitud de pavimento rígido	Tipo de pavimento	Descripción	Muestras
5	0+184.24 km	Rígido	La cuadra analizada se encuentra entre las Avenidas 4 de noviembre y av. El Arco.	13 DE VIZIR 06 DE PCI 03 de IRI 01 compresión simple
6	0+169.95 km	Rígido	La cuadra analizada se encuentra entre las Avenidas Av. El Arco. y Av. Los Claveles	
7	0+134.52 km	Rígido	La cuadra analizada se encuentra entre las Avenidas Av. Los Claveles y Vía Evitamiento	

Nota. Fuente: El autor

4.4 Instrumentos

Los instrumentos utilizados consistieron de fichas de registro validada por expertos y fichas estandarizados Para la valoración y cuantificación de cada tipo de deterioro en cada metodología correspondiente, ver tabla 11.

Tabla 11*Técnica e instrumentos de recolección de datos*

Técnica	Instrumentos de recolección de datos
Levantamiento topográfico	Fichas de registro topográfico
Medidas de los deterioros superficiales	Ficha de registro (PCI)
Medidas de áreas desgastadas	Fichas de registro (VIZIR)

Nota. Fuente: El autor

4.5 Procedimientos

- Metodología IRI

Se realizó una nivelación topográfica descrita detalladamente en el informe topográfico ANEXO 08 a cada 0.25 m con el fin de graficar un perfil longitudinal detallado de la vía mediante el software proval 3.0 el cual nos brinda la rugosidad de la vía a partir de ello se puede determinar el estado de la vía así como la calidad de rodado que esta presenta ,todos estos datos tomados en campo producto de la nivelación topográfica fueron recolectados mediante la ficha de registro topográfico validada anticipadamente por especialistas anexada en el ANEXO 4.

- Metodología PCI

Se realizó el inventario de daños superficiales teniendo en consideración los parámetros y medidas necesarias para estimar la gravedad siendo estos bajo ,medio y alto descritas detalladamente en bases teóricas así también los tipos de daños superficiales existente en la vía ,ya teniendo estos dos datos podemos iniciar el procedimiento de la metodología PCI y así determinar el desgaste superficial de la vía para lo cual necesariamente se debe de tener el plano de referencia con las distancias definitivas de la vía y así obtener las unidades de muestreo a analizar ,una vez identificada las unidades de muestreo y los intervalos de muestreo se procede a realizar el inventario en campo de las unidades de muestreo correspondiente a la vía y este inventario de realiza teniendo en cuenta el formato de recolección de daños superficiales estandarizado en la norma (ASTM D6433 11) la cual esta anexada en el ANEXO 4.

- Metodología VIZIR

Muy similarmente a la metodología PCI se realiza el inventario de daños superficiales con la única diferencia que se requiere de otros parámetros para determinar la gravedad de cada falla siendo estos gravedad 1,2 y 3 en cuanto a la medida de las áreas y longitudes de los daños básicamente se usa el mismo criterio ,una vez identificada las

unidades de muestreo se procede a realizar el inventario de daños superficiales y todo ello en el formato de recolección de datos validada por expertos anexada en el ANEXO 4.

Una vez cumplido con el primer objetivo, Se utilizó una ficha para la recopilación de datos en base a la metodología VIZIR y de acuerdo a los daños existentes en la av. Víctor Acosta Segunda Etapa previamente observados. El trazado del tamaño del deterioro se demarco con tiza en los tramos y áreas específicas donde era evidente y se realizó las mediciones correspondientes.

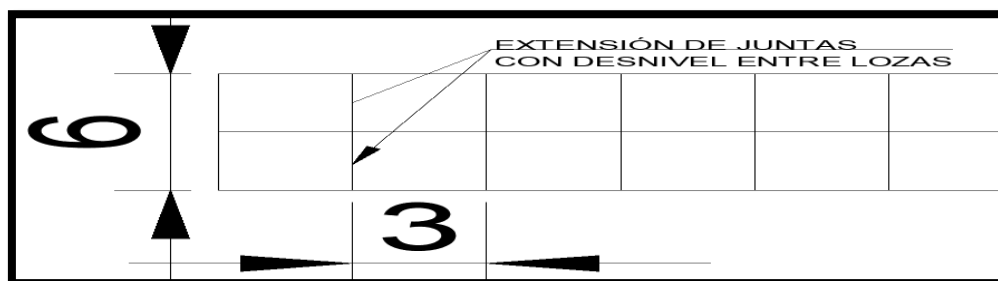
el método de trabajo para asegurar la calidad de estudio consto de las siguientes pautas:

- ✓ Se colocaron conos en las zonas a medir.
- ✓ Se pintaron las zonas dañadas con tiza de color fosforescente.
- ✓ Se comenzó a tomar las medidas de los daños existentes haciendo uso de una wincha y la inspección visual.

Así mismo, se midió el ancho de calzada de la vía, siendo en este caso de 6m y también se midió la longitud de paño de losa, siendo este 3m a cada lado, como se muestra en la siguiente figura 12.

Figura 12

Método de medición del desnivel entre losas



Nota. Fuente: El autor

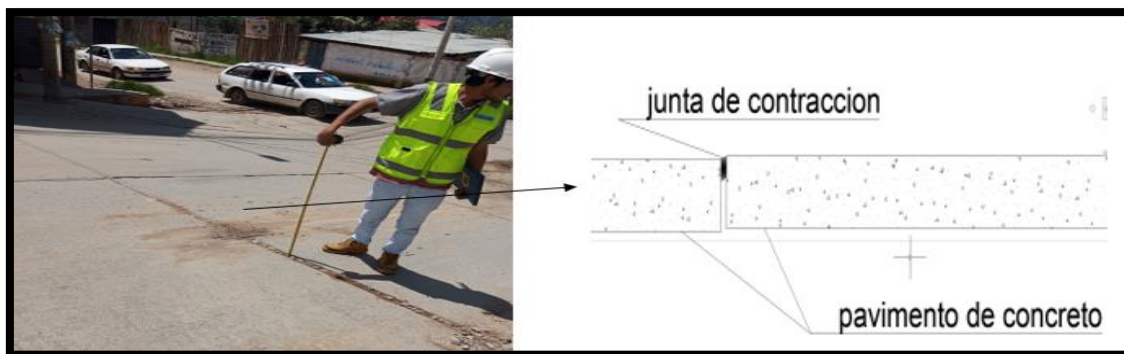
Es así que, identificados y delimitados las áreas de trabajo, se encontraron las siguientes clases de deterioros en las calles cinco al siete son:

1. Desnivel entre losas

Usando una wincha de 5 m se estima la contracción entre losas. en la siguiente figura 13 se muestra el proceso de medida del desnivel.

Figura 13

Proceso de identificación del desnivel entre losas



Nota. Fuente: El autor

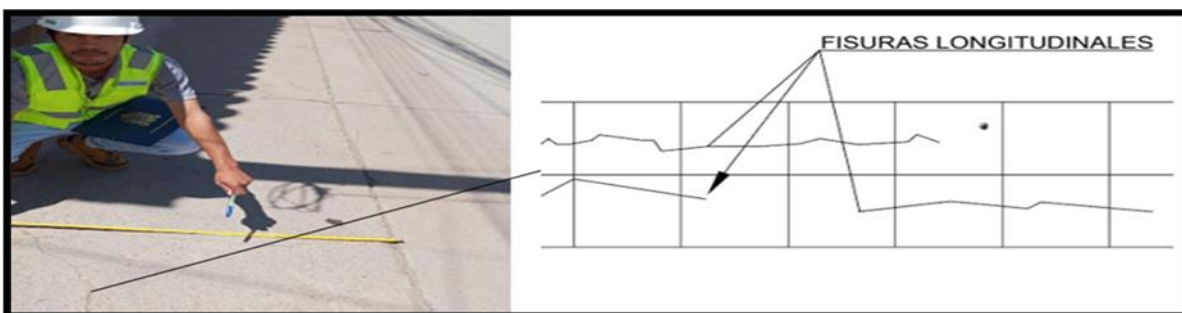
En la figura 13, representa el alzamiento de juntas, esto se ve reflejado en el hundimiento.

2. Fisuras longitudinales

Usando una wincha de 5m, se mide la longitud de la fisura de forma horizontal. en la siguiente figura 14 se muestra el proceso de medición.

Figura 14

Identificación de fisuras longitudinales en el pavimento.



Nota. Fuente: El autor

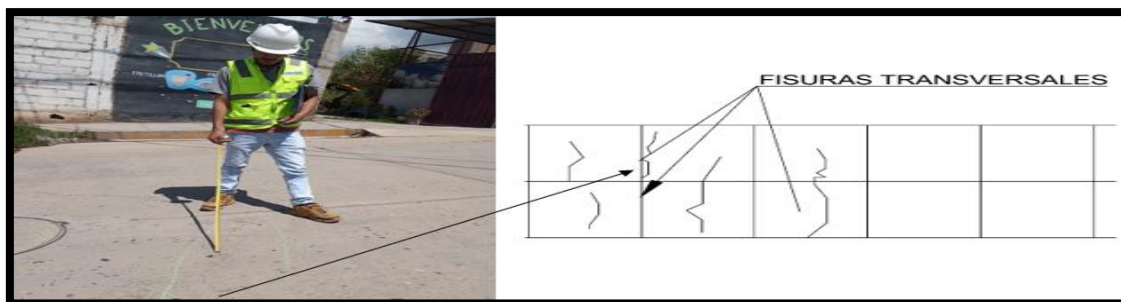
En la figura 14, se presenta la extensión de las fisuras, debió a causas como la temperatura o constante tráfico vehicular.

3. Fisuras transversales

Usando una wincha de 5m y una tiza se demarca el área de afectación del pavimento rígido por acción de la fisura transversal. en la siguiente figura se muestra el proceso.

Figura 15

Identificación de fisuras transversales en el pavimento



Nota. Fuente: El autor

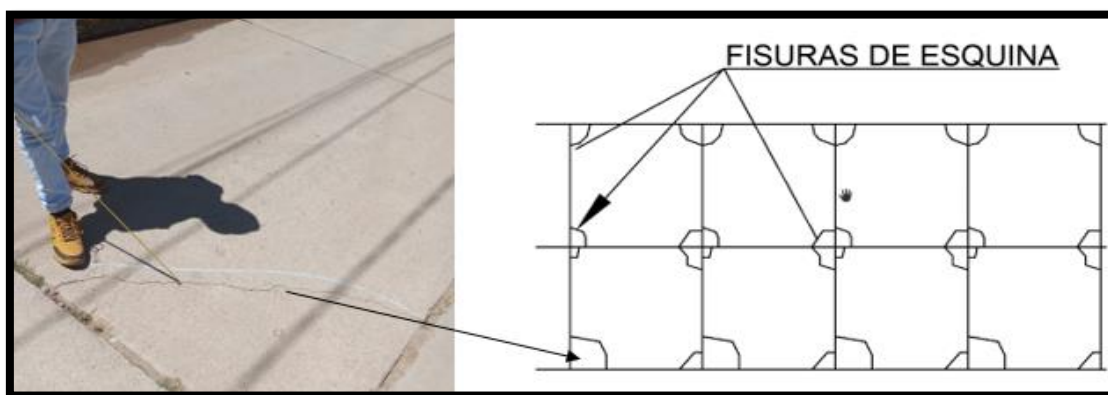
Del mismo modo que en la figura 15, se presenta la extensión de las fisuras transversales, teniendo posibles causas como la temperatura o constante tráfico vehicular.

4. Fisuras de esquina

Usando una wincha de 5m y tiza, se delimita la curvatura de la fisura de esquina en las losas. en la siguiente figura se muestra el proceso aplicado.

Figura 16

Identificación de la fisura de esquina



Nota. Fuente: El autor

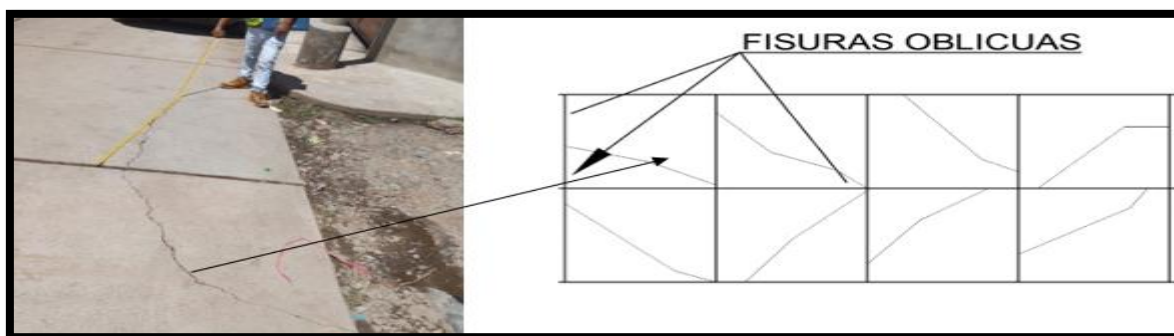
En la figura 16, la aparición de fisuras de esquina tiene causas relacionadas con el alza de la temperatura, fatiga de losa y el tráfico vehicular.

5. Fisuras oblicuas

Usando una wincha de 5m, se mide el alcance entre paños de la fisura oblicua. En la siguiente figura se muestra el proceso aplicado.

Figura 17

Identificación de las fisuras oblicuas



Nota. Fuente: El autor

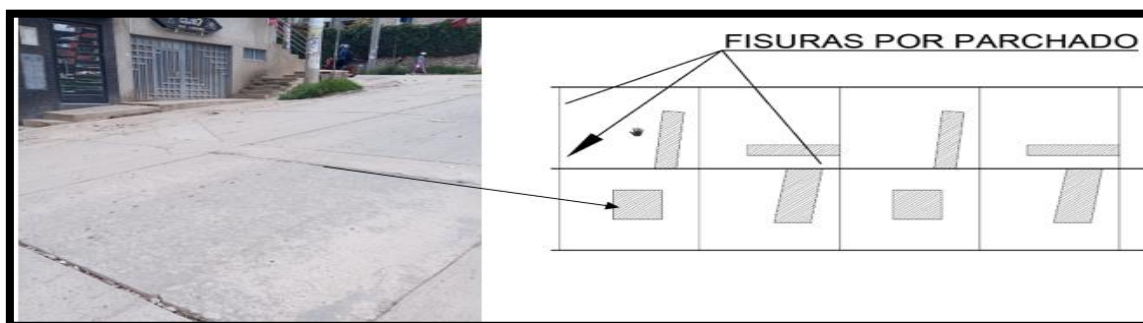
Al igual que la figura 17, las causas de estas fisuras oblicuas, se relacionan con falla de la estructura base, fatiga de losa y el tráfico vehicular.

6. Fisuras por parchado

Usando una wincha de 5m, se mide el alcance de la fisura en el parchado de un paño de pavimento rígido. en la siguiente figura se muestra el proceso aplicado.

Figura 18

Identificación de fisura en parchado de pavimento rígido.



Nota. Fuente: El autor

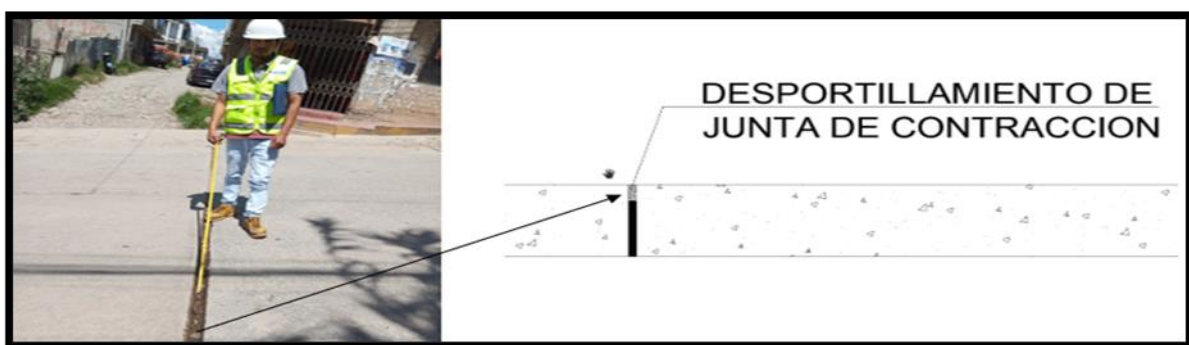
En la figura 18, se presenta las fisuras en el parchado, estas se dan por factores como incompatibilidad de materiales, preparación inadecuada o tráfico pesado.

7. Despostillamiento de juntas

Se identificaron las juntas que presentan astillamientos entre los paños de losa del pavimento rígido. en la siguiente figura se muestra la identificación.

Figura 19

Identificación de despostillamiento en juntas.



Nota. Fuente: El autor

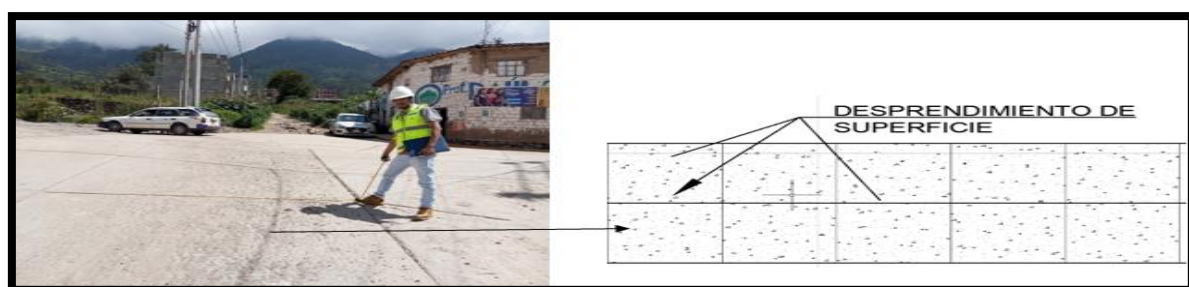
En la figura 19, se represente el astillamiento visible en las juntas de losas, este caso tiene causas relacionadas con la falta de sellado entre juntas.

8. Desprendimientos

Se identificó el alcance del desprendimiento en los tramos del pavimento rígido. en la siguiente figura se muestra el alcance de la falla.

Figura 20

Identificación de fisura en parchado de pavimento rígido.



Nota. Fuente: El autor

En la figura 20, se observa cómo es notorio el desgaste se extiende en varias losas, siendo su punto de concentración, la parte central de la Avenida, sus causas se dan por falta de adherencia o fricción excesiva entre material granular sedimentación de lluvias y llantas de vehículos sobre todo pesados, consecuencia de falta de mantenimiento previo y limpieza de la carpeta de rodadura.

- **Para la obtención de muestras cúbicas de concreto** (prueba de resistencia a la compresión)
 1. Se ubica el lugar donde extraeremos la muestra para la prueba a la compresión (prueba destructiva solo se extraerá lo que ya está fragmentado).
 2. Tallar la muestra a las medidas de 100x 100mm

Figura 21

Herramientas usadas para el tallado de muestra



Nota. Fuente: El autor

Figura 22

Demarcación de la muestra



Nota. Fuente: El autor

Figura 23

Cortado y remoldado de la muestra



Nota. Fuente: El autor

Finalmente culminamos con el procedimiento de rotura de probeta cubica en laboratorio de concreto.

4.6 Análisis de datos

El procedimiento, Se llevó a cabo mediante una hoja de cálculo en Excel, donde se presentan las tablas de contenido, los gráficos de barras y líneas, elaborados en Microsoft Excel, con estos gráficos. Se estimó el desgaste total del pavimento rígido.

Por último, la presentación de la información y resultados, se presentan de acuerdo a los formatos y parámetros exigidos según la normativa vigente.

4.7 Consideraciones éticas

Es éticamente necesario abordar estos problemas para garantizar la seguridad de quienes utilizan la infraestructura vial.

Es importante asegurar que los recursos se distribuyan de manera justa y equitativa para abordar un buen diseño de pavimento rígido, independientemente de factores como el nivel socioeconómico o la población.

Los ingenieros y profesionales encargados del análisis del desgaste, deben respetar los estándares de integridad profesional. Esto implica realizar análisis imparciales y objetivos, Para asegurar la exactitud y fiabilidad de los informes producidos.

Por último, los datos recopilados de campo para los estudios básicos no serán adulterados o manipulados, por lo cual toda la información obtenida será directa, verídica y real, por la zona de trabajo elegida.

V Resultados y discusión

5.1 Resultados

5.1.1 Resultado del objetivo general

Analizar el nivel de desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en las cuadras cinco al siete de la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023.

Para dar una respuesta integrada al objetivo general de la investigación se complementó con tres metodologías (PCI, VIZIR, IRI) así dar un valor final integrando las tres metodologías y una prueba de compresión simple para ver la evolución de la resistencia a la compresión del concreto en la carpeta de rodadura el cual se plasma en conclusiones usando un criterio de promedio de las tres metodologías.

Tramos del pavimento

Se identificaron la ubicación de los tramos y áreas donde existe daños superficiales en el pavimento rígido de la Avenida, clasificados según el orden de las calles, como se aprecia en la siguiente tabla 14.

Tabla 12

Caracterización de las calles 5 – 7

n° de cuadra	Longitud del pavimento	Tipo de pavimento	Descripción
5	184.24m	rígido	Ubicada entre las Avenidas 4 de noviembre y av. el arco.
6	169.95m	rígido	Ubicada entre las Avenidas av. el arco. y av. los claveles
7	134.52m	rígido	Ubicada entre las Avenidas av. los claveles y vía evitamiento

Nota. Fuente: El autor

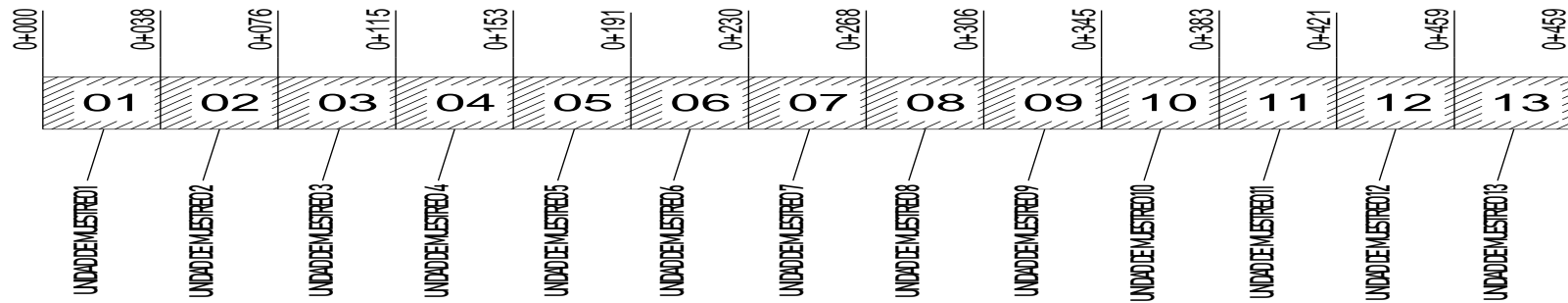
se puede ver en la tabla 12, la identificación de la longitud y ubicación de cada tramo, fue un indicador para determinar el nivel de severidad del desgaste superficial del pavimento rígido en cada cuadra.

Determinación de las unidades de muestreo

La vía cuenta con un ancho de 6.0 m Por consiguiente elegimos como unidad muestral 38.3 como se muestra en figura 24.

Figura 24

Unidades de muestreo para la metodología VIZIR



Nota. Fuente: El autor

Por lo tanto, tendremos 13 unidades de muestro resultado de dividir la longitud de la vía entre la longitud de la unidad de muestro.

$$\text{Unidades de muestro} = \frac{\text{Longitud de vía}}{\text{longitud de unidad muestral}} = \frac{488.71}{38} = 13 \text{ und}$$

5.1.2 Resultados del objetivo específico 1

Determinar mediante la metodología VIZIR el grado de desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023.

Tabla 13

Resultados metodología VIZIR por unidad de muestreo

<u>UNIDAD DE MUESTREO 1</u>											
PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	PORCENTAJE	GRAVEDAD PROMEDIO	IF	ID	IS	CALIFICACIÓN VIZIR	CUADRA	TRAMO
00+000	00+038	A	DEL	5.22%	2		2				
00+000	00+038	B	FLJ	0.79%	1	1					
00+000	00+038	B	FTL	0.39%	2	2					
00+000	00+038	B	FE	0.10%	1	1		5	MALO	1	inicio
00+000	00+038	B	FO	0.42%	2	2					
00+000	00+038	B	ROP	2.35%	2	2					
00+000	00+038	B	DJ	59.21%	2	4					
00+000	00+038	B	D	9.52%	2	2					
		PROMEDIO		78.00%		2.10	2				
<u>UNIDAD DE MUESTREO 2</u>											
PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	PORCENTAJE	GRAVEDAD PROMEDIO	IF	ID	IS	CALIFICACIÓN VIZIR	CUADRA	TRAMO
00+038	00+077	A	DEL	4.35%	2		2				
00+038	00+077	B	FLJ	0.50%	1	1		5	MALO	1	inicio
00+038	00+077	B	FTL	0.38%	2	2					

00+038	00+077	B	FE	0.09%	1	1					
00+038	00+077	B	FO	0.40%	2	2					
00+038	00+077	B	ROP	0.94%	2	2					
00+038	00+077	B	DJ	56.58%	2	4					
00+038	00+077	B	D	3.14%	2	2					
		PROMEDIO		66.39%			2.05	2			

UNIDAD DE MUESTREO 3

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	PORCENTAJE	GRAVEDAD PROMEDIO	IF	ID	IS	CALIFICACIÓN VIZIR	CUADRA	TRAMO
00+077	00+115	A	DEL	4.00%	2		1				
00+077	00+115	B	FLJ	0.46%	1	2					
00+077	00+115	B	FTL	0.40%	2	2					
00+077	00+115	B	FE	0.06%	1	1		3	MALO	1	inicio
00+077	00+115	B	FO	0.40%	2	2					
00+077	00+115	B	ROP	1.00%	2	2					
00+077	00+115	B	DJ	52.63%	2	4					
00+077	00+115	B	D	3.03%	2	2					
		PROMEDIO		62.00%			2.14	1			

UNIDAD DE MUESTREO 4

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	PORCENTAJE	GRAVEDAD PROMEDIO	IF	ID	IS	CALIFICACIÓN VIZIR	CUADRA	TRAMO
00+115	00+153	A	DEL	3.52%	1		1				
00+115	00+153	B	FLJ	0.30%	1	1					
00+115	00+153	B	FTL	0.17%	1	1					
00+115	00+153	B	FE	0.10%	1	1		3	REGULAR	1	INICIO
00+115	00+153	B	FO	0.13%	1	1					
00+115	00+153	B	ROP	0.98%	1	1					
00+115	00+153	B	DJ	46.05%	2	2					

00+115	00+153	B	D	2.87%	1	1						
		PROMEDIO		54.13%		1.14	1					

UNIDAD DE MUESTREO 5

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	PORCENTAJE	GRAVEDAD PROMEDIO	IF	ID	IS	CALIFICACIÓN VIZIR	CUADRA	TRAMO
00+153	00+192	A	DEL	4.26%	1		1				
00+153	00+192	B	FLJ	0.21%	1	1					
00+153	00+192	B	FTL	0.23%	1	1					
00+153	00+192	B	FE	0.06%	1	1		3	REGULAR	2	intermedio
00+153	00+192	B	FO	0.09%	1	1					
00+153	00+192	B	ROP	1.15%	1	1					
00+153	00+192	B	DJ	39.47%	2	2					
00+153	00+192	B	D	1.89%	1	1					
		PROMEDIO		47.37%		1.14	1				

UNIDAD DE MUESTREO 6

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	PORCENTAJE	GRAVEDAD PROMEDIO	IF	ID	IS	CALIFICACIÓN VIZIR	CUADRA	TRAMO
00+192	00+230	A	DEL	4.44%	1		1				
00+192	00+230	B	FLJ	0.22%	1	1					
00+192	00+230	B	FTL	0.24%	1	1					
00+192	00+230	B	FE	0.09%	1	1		3	REGULAR	2	intermedio
00+192	00+230	B	FO	0.09%	1	1					
00+192	00+230	B	ROP	1.23%	1	1					
00+192	00+230	B	DJ	46.05%	2	2					
00+192	00+230	B	D	2.48%	1	1					
		PROMEDIO		54.84%		1.14	1				

UNIDAD DE MUESTREO 7

					PORCENTAJE	IF	ID	IS			CUADRA	TRAMO
--	--	--	--	--	------------	----	----	----	--	--	--------	-------

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA		GRAVEDAD PROMEDIO				CALIFICACIÓN VIZIR		
00+230	00+268	A	DEL	4.40%	2		1				
00+230	00+268	B	FLJ	0.26%	1	1					
00+230	00+268	B	FTL	0.23%	2	2					
00+230	00+268	B	FE	0.11%	1	1		5	MALO	2	intermedio
00+230	00+268	B	FO	0.09%	2	2					
00+230	00+268	B	ROP	1.10%	2	2					
00+230	00+268	B	DJ	52.63%	2	4					
00+230	00+268	B	D	2.42%	2	2					
		PROMEDIO		61.23%		2.00	1				

UNIDAD DE MUESTREO 8

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	PORCENTAJE	GRAVEDAD PROMEDIO	IF	ID	IS	CALIFICACIÓN VIZIR	CUADRA	TRAMO
00+268	00+306	A	DEL	3.22%	1		1				
00+268	00+306	B	FLJ	0.14%	1	1					
00+268	00+306	B	FTL	0.24%	1	1					
00+268	00+306	B	FE	0.05%	1	1					
00+268	00+306	B	FO	0.09%	1	1		3	REGULAR	2	intermedio
00+268	00+306	B	ROP	2.35%	1	1					
00+268	00+306	B	DJ	39.47%	2	2					
00+268	00+306	B	D	0.85%	1	1					
		PROMEDIO		46.41%		1.14	1				

UNIDAD DE MUESTREO 9

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	PORCENTAJE	GRAVEDAD PROMEDIO	IF	ID	IS	CALIFICACIÓN VIZIR	CUADRA	TRAMO
00+306	00+345	A	DEL	3.31%	2		2				
00+306	00+345	B	FLJ	0.11%	1	1		3	REGULAR	2	intermedio
00+306	00+345	B	FTL	0.15%	1	1					

00+306	00+345	B	FE	0.05%	2	1					
00+306	00+345	B	ROP	1.57%	1	1					
00+306	00+345	B	DJ	43.42%	2	2					
00+306	00+345	B	D	0.98%	1	1					
PROMEDIO				49.59%			1.17	2			

UNIDAD DE MUESTREO 10

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	PORCENTAJE	GRAVEDAD PROMEDIO	IF	ID	IS	CALIFICACIÓN VIZIR	CUADRA	TRAMO
00+345	00+383	A	DEL	1.65%	1		1				
00+345	00+383	B	FLJ	0.09%	1	1					
00+345	00+383	B	FTL	0.12%	1	1		3	REGULAR	3	final
00+345	00+383	B	FE	0.03%	2	1					
00+345	00+383	B	ROP	1.57%	1	1					
00+345	00+383	B	DJ	32.89%	2	2					
PROMEDIO				36.36%			1.2	1			

UNIDAD DE MUESTREO 11

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	PORCENTAJE	GRAVEDAD PROMEDIO	IF	ID	IS	CALIFICACIÓN VIZIR	CUADRA	TRAMO
00+383	00+421	A	DEL	2.87%	1		1				
00+383	00+421	B	FLJ	0.11%	1	1					
00+383	00+421	B	FTL	0.10%	1	1		3	REGULAR	3	final
00+383	00+421	B	FE	0.05%	2	1					
00+383	00+421	B	ROP	1.46%	1	1					
00+383	00+421	B	DJ	42.11%	2	2					
PROMEDIO				46.70%			1.2	1			

UNIDAD DE MUESTREO 12

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	PORCENTAJE	GRAVEDAD PROMEDIO	IF	ID	IS	CALIFICACIÓN VIZIR	CUADRA	TRAMO
--------------------	------------------	---------------	-----------------	------------	-------------------	----	----	----	--------------------	--------	-------

00+421	00+460	A	DEL	2.74%	1	1					
00+421	00+460	B	FLJ	0.10%	1	1					
00+421	00+460	B	FTL	0.08%	1	1	3	REGULAR	3	final	
00+421	00+460	B	FE	0.05%	2	1					
00+421	00+460	B	ROP	2.90%	1	1					
00+421	00+460	B	DJ	32.89%	2	2					
		PROMEDIO		38.77%		1.2	1				
UNIDAD DE MUESTREO 13											
PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	PORCENTAJE	GRAVEDAD PROMEDIO	IF	ID	IS	CALIFICACIÓN VIZIR	CUADRA	TRAMO
00+460	00+489	A	DEL	3.95%	1		1				
00+460	00+489	B	FLJ	0.14%	1	1					
00+460	00+489	B	FTL	0.10%	1	1		3	REGULAR	3	final
00+460	00+489	B	FE	0.09%	2	1					
00+460	00+489	B	ROP	4.12%	1	1					
00+460	00+489	B	DJ	34.21%	2	2					
		PROMEDIO		42.61%		1.2					

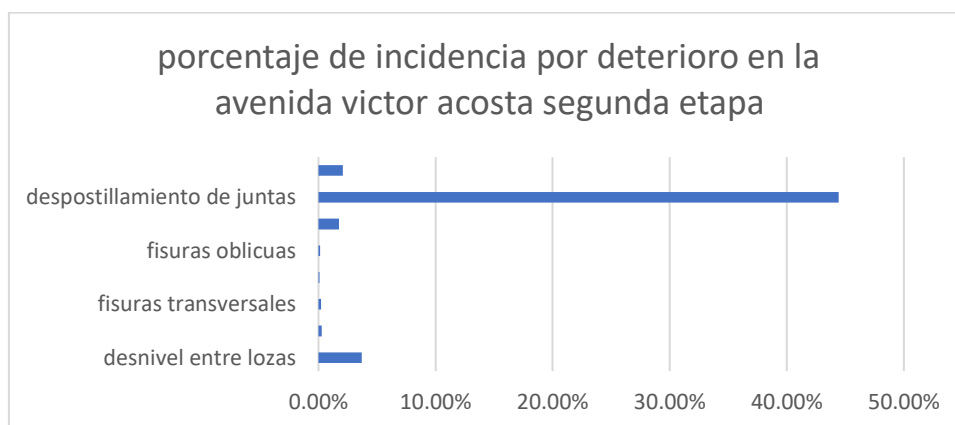
Nota. Fuente: El autor

Tabla 14*Valores VIZIR en la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa*

Cuadra	Unidades de muestreo	Valor vizir	Valor vizir por cuadra	Calificación por cuadra
7	unidad de muestreo 1	5	4.5	MALO
	unidad de muestreo 2	5		
	unidad de muestreo 3	5		
	unidad de muestreo 4	3		
6	unidad de muestreo 5	3	3.0	REGULAR
	unidad de muestreo 6	3		
	unidad de muestreo 7	5		
	unidad de muestreo 8	1		
5	unidad de muestreo 9	3	3.0	REGULAR
	unidad de muestreo 10	3		
	unidad de muestreo 11	3		
	unidad de muestreo 12	3		
	unidad de muestreo 13	3		
	promedio	3.46		
REGULAR				

Nota. Fuente: El autor

Se usa el criterio de promediar los valores cuantitativos de las diferentes unidades de muestreo y en promedio la calidad de la superficie de rodadura es regular lo que indica es que si existe desgaste superficial además podemos acotar:

Figura 25*Porcentaje de incidencia de cada tipo de daño en la vía*

Nota. Fuente: El autor

Se puede apreciar en la figura 25 el porcentaje con mayor incidencia es del daño despostillamiento de juntas lo que refleja que existe desgaste superficial del pavimento rígido en la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa , cabe precisar que aparentemente es un daño insignificante y de menor impacto hacia la estructura del pavimento rígido sin embargo es un punto débil que presenta el pavimento rígido ya que es por ahí que ingresa el agua debilitando la capa de la base y permitiendo filtración .

Seguido a ello tenemos la falla desnivel entre lozas que claramente se podría deducir que es debido a la infiltración de agua hacia las capas que soportan al pavimento rígido.

5.1.3 Resultados del objetivo específico 2

Determinar mediante la metodología PCI el grado de desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023.

Número total de unidades de muestreo (n) por kilometro

$$N=1000/ (10*3) =16.26$$

$$N=33$$

Número mínimo de unidades de muestreo por kilometro

$$n = \frac{33 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (33-1) + 15^2} = 17.47 = 18$$

Intervalo de muestreo

$$i = N/n = 33/18 = 1.83$$

$$i=2$$

Figura 26*Intervalos para las unidades de muestreo*

00+039	00+060	00+090	00+120	00+150	00+180	00+210	00+240	00+270	00+300	00+330	00+360	00+390	00+420	00+450	00+480	00+510
00+000	00+030	00+060	00+090	00+120	00+150	00+180	00+210	00+240	00+270	00+300	00+330	00+360	00+390	00+420	00+450	00+480

Nota. Fuente: El autor

Por lo tanto, significa que tendremos 6 unidades de muestreo en intervalos de cada 2 tramos como se puede distinguir en la anterior figura 26.

Tabla 15*Resultados de los valores PCI en las unidades de muestreo*

Inicio	Final	Unidad de muestra	Área de muestra	Numero de lozas	PCI	Calificación	Cuadra	Promedio por cuadra	Calificación por cuadra	
00+000	00+039	1	180M2	20	38.5	MALO	7	42.2	REGULAR	
00+090	00+129	2	180M2	20	45.9	REGULAR				
00+180	00+219	3	180M2	20	49	REGULAR	6	54.5	REGULAR	
00+270	00+309	4	180M2	20	60	BUENO				
00+360	00+399	5	180M2	20	61.9	BUENO	5	61.95	BUENO	
00+450	00+489	6	180M2	20	62	BUENO				
PCI promedio					52.9	REGULAR				

Nota. Fuente: El autor

En promedio la condición de la vía es regular al igual que en la metodología VIZIR lo que refleja un desgaste superficial del pavimento rígido.

5.1.4 Resultados del objetivo específico 3

Verificar mediante la metodología IRI el grado de rugosidad del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023.

Una vez realizado el segundo objetivo, se procedió a determinar la condición del pavimento rígido, para ello se realizó la prueba de condición IRI y el modelo del perfil

longitudinal en el software proval 3.6, cuyos procedimientos de cálculo y diseño se muestran a continuación:

- Para calcular el IRI característico (IRI_c) al 85% de confiabilidad se utiliza la siguiente fórmula, según el manual de carreteras mantenimiento o conservación vial:

$$IRI_c = IRI_p + 1.036 \times ds$$

donde:

IRI_c: IRI característico

IRI_p: IRI promedio

ds: desviación estándar

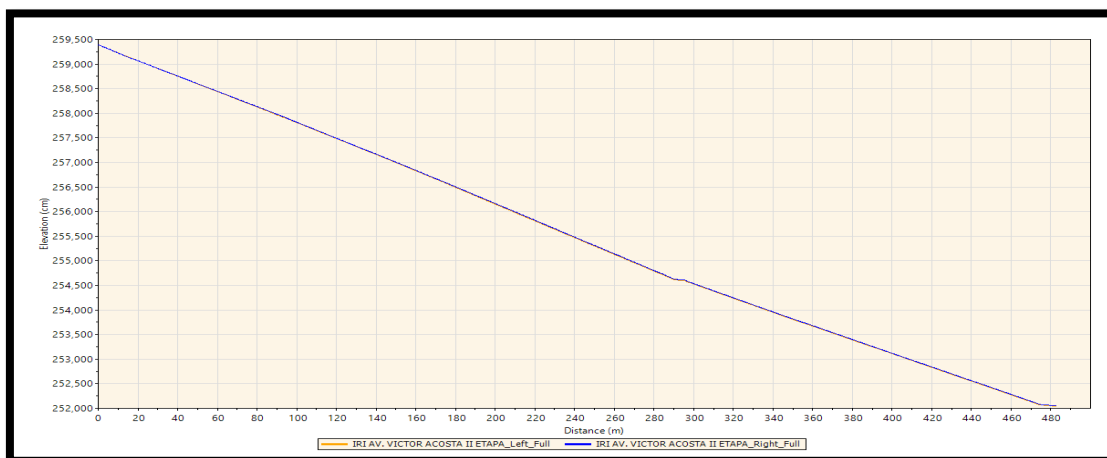
- Las alturas o cotas de los perfiles obtenidos de campo y fueron reacomodadas en el programa Excel, con la compensación de error permisible, pasados a block de notas para que puedan ser importados sin inconvenientes al software proval 3.6, ya que de esta manera el programa reconoce los datos.

a. Resultados del valor IRI

El diseño en el software proval 3.6, dio como resultado el perfil longitudinal del pavimento rígido, el cual se muestra en la figura 27:

Figura 27

Perfil longitudinal



Nota. Fuente: El autor

La figura 27, es la representación gráfica de las cotas de elevación de la vía, ya que esta se encuentra en un terreno inclinado y no en un terreno horizontal.

Luego de haber configurado e importada la data block de notas de las cotas, en valores y márgenes de huella izquierda y derecha, se procedió a crear el cuadro resumen de los valores IRI en la huella izquierda y derecha.

Tabla 16

Resumen de los valores IRI en la huella izquierda

Ensayo	Progresiva		Huella	IRI (m/km)
	km.	km.		
cuadra 1	00+000	00+184	izquierda	4.44
cuadra 2	00+184	00+354	izquierda	3.21
cuadra 3	00+354	00+489	izquierda	4.17
cantidad				3
suma				11.82
promedio				3.94
desviación estándar				0.65

Nota. Fuente: El autor

Tabla 17

Resumen de los valores IRI en la huella derecha

Ensayo	Progresiva		Huella	IRI (m/km)
	km.	km.		
cuadra 1	00+000	00+184	derecha	3.57
cuadra 2	00+184	00+354	derecha	3.52
cuadra 3	00+354	00+489	derecha	3.98
cantidad				3
suma				11.07
promedio				3.69
desviación estándar				0.25

Nota. Fuente: El autor

Una vez identificado los valores IRI en la huella izquierda y derecha, se determinaron los índices de rugosidad internacional característico (IRI_c) para las 3 cuadras de a av. Víctor acosta, los cuales son:

Tabla 18*Resultado IRIC de la cuadra 1*

Nombre de la vía	Cuadra	Sentido	IRI	IRI promedio	Coefficiente de confiabilidad	Desviación estándar	IRIc	IRIc promedio
Víctor Acosta II etapa	7	izquierda	4.44	4.01	0.7	0.65	4.44	4.44
Víctor Acosta II etapa	7	derecha	3.57		0.7	0.25	4.17	

Nota. Fuente: El autor**Tabla 19***Resultado IRIC de la cuadra 2*

Nombre de la vía	Cuadra	Sentido	IRI	IRI promedio	Coefficiente de confiabilidad	Desviación estándar	IRIc	IRIc promedio
Víctor Acosta II etapa	6	izquierda	3.2	3.37	0.7	0.65	3.8	3.80
Víctor Acosta II etapa	6	derecha	3.5		0.7	0.25	3.5	

Nota. Fuente: El autor**Tabla 20***Resultado IRIC de la cuadra 3*

Nombre de la vía	Cuadra	Sentido	IRI	IRI promedio	Coefficiente de confiabilidad	Desviación estándar	IRIc	IRIc promedio
Víctor acosta II etapa	5	izquierda	4.17	4.08	0.7	0.65	4.51	4.51
Víctor acosta II etapa	5	derecha	3.98		0.7	0.25	4.24	

Nota. Fuente: El autor

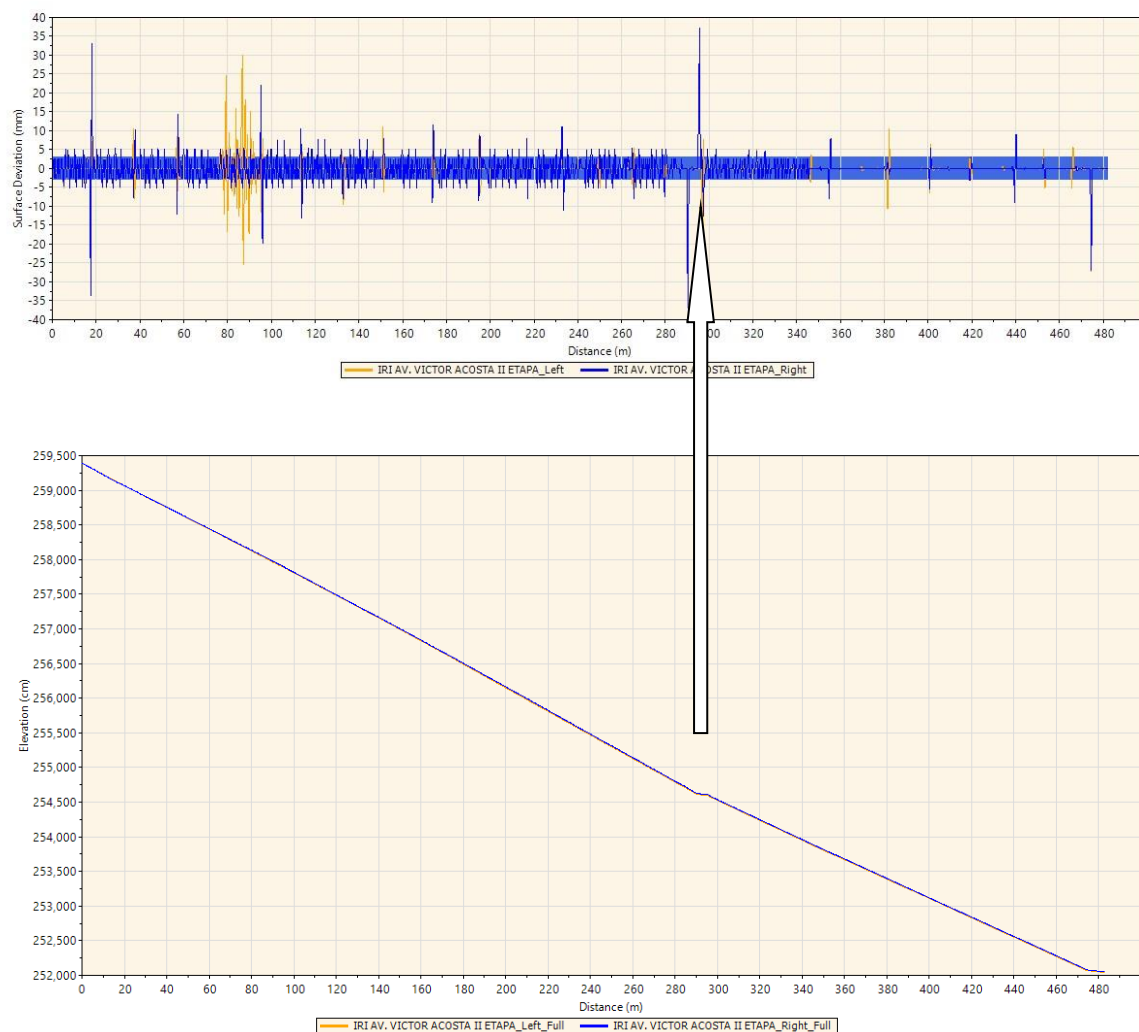
En las tablas 18, 19 y 20, se tiene como resultado los índices de rugosidad internacional característico (IRIc) de cada cuadra, siendo de 4.44 para la cuadra 5, 3.80 para

la cuadra 6 y 4.51 para la cuadra 7, observándose que el de mayor IRIc pertenece a la cuadra 3.

Por último, se tiene la representación gráfica en la regla rodante, por medio del software proval, esta es la representación de todas las cuadras a estudiar de la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa. El cual se muestra a continuación en la figura 28:

Figura 28

Representación de la regla rodante – IRI



Nota. Fuente: El autor

En la figura 28, se puede visualizar una desviación de valores atípicos en el tramo donde hay una intersección de la av. Víctor Acosta Segunda Etapa con la av. el arco, lo cual se observa un cambio brusco de pendientes en esta intersección, el programa asume que el

primer punto de cruce presenta una discontinuidad muy grande y en el grafico presenta un valor IRI muy alto, llegando a influir en el valor IRI promedio de toda la Avenida.

Calidad de rodado

La calidad de rodado en la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa es mala debido a que nos encontramos en los parámetros encima de 4 y la tabla nos indica que la calidad de rodado entre 4 y 5 son malos, se da porque el sellado de las juntas se encuentra completamente deteriorados en las todas las cuadras, lo cual se nota perfectamente al momento de transitar con un vehículo.

Finalmente, el criterio para la evaluación final del valor característico del IRI es, IRI

$$= \frac{4.44+3.80+4.51}{3} = 4.25mm/km \text{ que es un promedio de las tres cuadras.}$$

Esto representa a un nivel de rugosidad malo debido al desnivel entre lozas que hay en la vía y esto se refleja en el porcentaje de daños superficiales figura 25.

5.1.5 Resultados del objetivo específico 4

Verificar la resistencia a la compresión y el espesor actual del pavimento rígido $f'c=210kg/cm^2$ en la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023.

La resistencia a compresión viene dada por la ecuación:

$$F = \frac{fc}{Ac}$$

Donde:

-fc =20400 kg

-F es la carga máxima en rotura, en newtons;

-Ac =100 cm²

$$F = \frac{20507.20}{100}$$

$$F = 205.07kg/cm^2$$

Y el espesor verificado es de 0.20 m.

Se adjunta el procedimiento y resultados del ensayo de rotura de probeta cubica (no destructivo) el ANEXO 10.

5.2 Discusión de resultados

El propósito principal de la tesis es analizar del desgaste superficial de rodadura del pavimento rígido en las cuadras cinco al siete de la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa - Abancay 2023.

Se toma en cuenta las dimensiones de las variables, así se formuló los siguientes objetivos específicos , determinar mediante la metodología VIZIR el grado de desgaste superficial del pavimento rígido en la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa - Abancay 2023, Determinar mediante la metodología PCI el grado de desgaste superficial del pavimento rígido en la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa - Abancay 2023, verificar mediante la metodología IRI el grado de rugosidad del pavimento rígido en la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa - Abancay 2023.

Luego del procedimiento de los trabajos de recolección de datos en campo, trabajo de gabinete y realizando el proceso de métodos de evaluación de la condición vial tanto de VIZIR e PCI E IRI, durante la elaboración de la tesis se determinó que el contenido de ambos llega al mismo resultado; así que dichos métodos PCI Y VIZIR se trabajaron en conjunto en toda la elaboración de la tesis, donde se lograron los objetivos específicos y generales.

En el primer objetivo que es determinar mediante la metodología VIZIR el grado de desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023. En la investigación de Chávez (2018), propone el método VIZIR como una herramienta confiable para evaluar los daños en la pavimentación de su zona de estudio. Argumenta que este método proporciona resultados reales al considerar las condiciones específicas de la pavimentación, lo que sugiere que los datos obtenidos son precisos y útiles para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento vial. Atoche & Tineo (2021), basan su evaluación en un índice de estado promedio del

pavimento de una Avenida, encontrando un valor del 46.8% sugieren que este índice proporciona una guía clara para clasificar las necesidades de reparación de la vía, priorizando su mantenimiento para evitar un deterioro mayor con el tiempo. (2021), la evaluación de la red se puede dividir en tramos específicos que se van a intervenir, los cuales deberán ser desarrollados a nivel de proyecto. De igual manera, se considerarán los tramos que se encuentren en buenas condiciones o que presenten un bajo estado, deberán ser evaluados, permitiendo así detectar sectores de alto riesgo dentro de la vía. Así mismo Pinedo (2021), menciona que el análisis superficial de los pavimentos pasa a ser parte inicial y fundamental para identificar las fallas y la severidad en el pavimento, teniendo el objetivo de definir estrategias y diseñar el plan de intervención más adecuado para una vía específica, ya sea mantenimiento mediante, rehabilitación o construcción. Es así que se corrobora la necesidad de incorporar medidas de mantenimiento preventivo en los tramos con mayor desgaste en las calles 5, 6 y 7 de la Avenida Víctor acosta, como la aplicación de selladores para reforzar la duración de las juntas de dilatación. Asimismo, es importante considerar estrategias para limitar el paso de vehículos pesados en las intersecciones críticas, lo que podría ayudar a mitigar el desgaste superficial en estas tres calles estudiadas.

En el segundo objetivo que es determinar mediante la metodología PCI el grado de desgaste superficial del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023. Según Chuquimango (2019), el pavimento rígido construido a base de agregados y cemento, es susceptible a presentar fallas antes del cumplimiento de su vida útil, principalmente fallas en la capa de rodadura, siendo algunas de estas incluyen Fisuras transversales, fisuras longitudinales, desgaste de agregados, fisuras en las esquinas y parches, entre otras. Estas fallas provocan daños en los vehículos que transitan con regularidad, provocando picaduras en los neumáticos y baja fricción.

De la misma manera afirma Carbajal (2018), Uno de los principales problemas que afecta al departamento de Lambayeque es el mal estado de los pavimentos, ya sean flexibles,

rígidos o mixtos. Esto se refleja en la gran cantidad de grietas, baches y asentamientos que dificultan el tránsito normal de los vehículos en la ciudad, generando problemas como congestión en horas pico y accidentes peatonales. Por ello, es crucial evaluar el pavimento de concreto rígido de la Avenida Chiclayo para identificar los tipos de daños y proponer trabajos de conservación y reparación, considerando el estado actual de la vía. Para este análisis, se aplicará el Método PCI (Pavement Condition Index). En esta investigación los resultados de PCI de la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa reflejan un estado de vía regular sin embargo es recomendable usar independientemente en cada cuadra o también en las unidades de muestreo el estado de vía para asegurar la acción preventiva o correctiva a tomarse en consideración para intervenir en la vía para evitar daños futuros o daños mayores a lo que se tiene actualmente.

En el tercer objetivo que es verificar mediante la metodología IRI el grado de rugosidad del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023. Así mismo, Chuquimango (2019) adopta un enfoque más visual al realizar visitas técnicas para inspeccionar las fallas más destacadas en el pavimento de la Avenida en estudio. su análisis arroja un promedio de afectación del 51.42%, indicando un estado regular del pavimento. En ello se propone intervenciones inmediatas en reconstrucción, rehabilitación y mantenimiento con base en las unidades de muestreo analizadas. por último, Chávez & Peñarreta (2019), determinan el nivel de servicio de la superficie de rodadura de una vía transitada utilizando el índice de regularidad (IRI). su estudio revela un IRI promedio de 3.53 m/km, lo que indica una condición "mala" de la vía, con presencia de baches y rompimientos parciales en algunos tramos. En síntesis, mediante lo observado y en base a los resultados del análisis, a pesar de no encontrarse en un estado aparentemente muy deteriorado la carpeta de rodadura, valores IRI nos indican que este se encuentra con una rugosidad mala esto se da porque el sellado de las juntas, en la investigación de Gonzáles (2021), Garantizar que el estado físico del pavimento puede ser

previsto y calculado utilizando criterios de ingeniería, levantamientos previos y modelos de deterioro apropiados. Para lograr esto, es fundamental disponer de una metodología que den indicadores de desempeño que permita estimar la condición presente y futura del pavimento. Por otra parte, como se mencionó en la calidad del rodado, se encuentra completamente deteriorado las todas las cuadras, lo cual refleja una discontinuidad en el perfil asiéndose evidente en la baja calidad de rodado al momento de transitar con un vehículo.

El cuarto objetivo que es verificar la resistencia a la compresión y el espesor actual del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la Avenida Víctor Acosta segunda etapa - Abancay 2023. Según Tejada y Champi (2020) La resistencia a la compresión influye directamente en el estado de conservación de un pavimento rígido, el tipo de carga a la que se somete y el clima en la que se desempeña se sugiere realizar evaluaciones de forma periódica para llevar a cabo los mantenimientos oportunos.

Se encontró también que el pavimento rígido de la calle Gordon Magne presenta resistencias inferiores a $f'c=210\text{kg/cm}^2$ diseño, siendo el $f'c_{\text{mínimo}}=169.06\text{kg/cm}^2$ y el $f'c_{\text{máximo}}=361.73\text{kg/cm}^2$, se pudo evidenciar que al pasar los años el concreto aún mantiene su resistencia de diseño a excepción de ese valor atípico.

En caso de la presente investigación la resistencia a la compresión tiende a ser ligeramente más baja lo que refleja un comportamiento natural frente al tiempo de servicio que esta tiene.

VI Conclusiones

De acuerdo a las metodologías usadas PCI, VIZIR, IRI para estimar el desgaste superficial del pavimento rígido se concluye lo siguiente:

Conclusión 1 del objetivo general

Para dar una conclusión integrada al objetivo general se plantea el siguiente criterio:

Asignar valores numéricos a las calificaciones cualitativas (“Bueno”, “Regular”, “Malo”) permite hacer comparaciones y operaciones matemáticas que nos brindan una perspectiva cuantitativa de los resultados , Bueno (3): Indica una condición óptima, por lo tanto, tiene el valor numérico más alto, Regular (2): Indica una condición aceptable, pero con necesidad de atención para evitar el deterioro, representando un valor intermedio, Malo (1): Indica una condición deficiente, con urgencia de intervención, por lo cual se le da el valor más bajo.

Al promediar las calificaciones de cada método, obtenemos una visión más completa y equilibrada que incorpora estos tres enfoques. Así, se evita depender exclusivamente de un solo índice, que podría no captar todos los aspectos del desgaste.

Cuadra 5: $(3 \text{ (PCI)} + 2 \text{ (VIZIR)} + 1 \text{ (IRI)}) / 3 = 2.0 \text{ (Regular)}$,Cuadra 6 : $(2 \text{ (PCI)} + 2 \text{ (VIZIR)} + 2 \text{ (IRI)}) / 3 = 2.0 \text{ (Regular)}$,Cuadra 7: $(2 \text{ (PCI)} + 1 \text{ (VIZIR)} + 1 \text{ (IRI)}) / 3 \approx 1.3 \text{ (Malo)}$,El nivel de desgaste superficial varía en las diferentes cuadras de la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa siendo en promedio malo en la cuadra 7, regular en la cuadra 6 y regular en la cuadra 5 pudiendo verificar que estos resultados varían ligeramente de acuerdo a la metodología usada ,se concluye que en las cuadras iniciales y finales de la Avenida el desgaste es máximo esto debido a que en estos tramos se producen mayor fuerza de fricción al partir y frenar los vehículos livianos y pesados que transitan por él.

Conclusión 2 del objetivo específico 1

El desgaste superficial de las cuadras 5,6 y 7 de la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa analizado con la metodología VIZIR teniendo 13 unidades de muestreo en toda la Avenida siendo malo y regular en la cuadra 7 ,malo y regular en la cuadra 6 y regular en la cuadra 5

mostrando un mayor porcentaje el tipo de daño desconchamiento de juntas provocando este porcentaje de daño que los resultados de la metodología VIZIR reflejen desgaste en el estado actual del pavimento ,finalmente se concluye que no solo las fisuras y deterioros más significativos y más perceptibles a la vista son los definitivos para calificar y determinar el estado de una vía sino el conjunto de fallas y deterioros por más pequeños que estos se vean.

Conclusión 3 del objetivo específico 2

El desgaste superficial de las cuadras 5,6 y 7 de la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa analizado con la metodología PCI , teniendo 6 unidades de muestreo en toda la Avenida siendo malo y regular en la cuadra 7 , regular en la cuadra 6 y regular en la cuadra 5 mostrando un mayor porcentaje el tipo de daño desprendimiento de juntas provocando este porcentaje de daño que los resultados de la metodología PCI haciendo este deterioro que los resultados finales en la estimación de daños de la superficie de la carpeta de rodadura reflejen un incremento, finalmente se concluye que no solo las fisuras y deterioros más significativos y más perceptibles a la vista son los definitivos para calificar y determinar el estado de una vía sino el conjunto de fallas y deterioros por más pequeños que estos se vean .

Conclusión 4 del objetivo específico 3

El desgaste superficial de las cuadras 5,6 y 7 de la Avenida Víctor Acosta Segunda Etapa analizado con la metodología IRI teniendo las tres cuadras como unidades de muestreo en toda la Avenida siendo malo en la cuadra 7 ,regular en la cuadra 6 y regular en la cuadra 5 el cual se recolecto los datos de campo mediante un levantamiento topográfico el cual es el método más lento pero a la vez más confiable ,la falla más característica que determina la rugosidad en esta metodología es el desnivel entre losas esto por consecuencia del descascaramiento de juntas. Generando el ingreso de agua por las juntas de debilitando así las capas de subbase del pavimento rígido.

Conclusión 5 del objetivo específico 4

El comportamiento del pavimento rígido frente a La resistencia a la compresión al pasar los años disminuye livianamente puesto a que la resistencia inicial de diseño es de $f'c=210$ kg/cm² ahora refleja una resistencia de $f'c=205.05$ kg/cm² ,dichos resultados son producto del comportamiento del pavimento frente a diversas situaciones de carga ,clima y también del suelo en conclusión los pavimentos rígidos muestran una liviana disminución de su resistencia a la compresión en el transcurso de vida útil que estos tengan reflejando así un desgaste natural .

VII Recomendaciones

Recomendación 1

Actualmente existen diferentes mecanismos e instrumentos automatizados para llevar a cabo el análisis de desgaste superficial sin embargo al momento de realizar este análisis manualmente es recomendable usar al menos dos metodologías para tener la mayor credibilidad de estar próximos al resultado correcto a la vez se debe ser cauteloso y detalloso al momento de tomar los datos en campo, sobre todo realizar la toma de datos de campo en horarios de poco tránsito e utilizar implementos de señalización y seguridad para evitar incidentes o accidentes de tránsito.

Esta metodología de promediar calificaciones individuales para obtener un índice combinado es común en estudios de evaluación de pavimentos. En ingeniería de pavimentos, la integración de índices es una práctica aceptada para simplificar la toma de decisiones, especialmente cuando se utilizan múltiples metodologías que miden aspectos diferentes de la condición del pavimento.

Recomendación 2

Se recomienda incrementar las unidades de muestreo para interpretar adecuadamente los parámetros involucrados en la metodología VIZIR así llevar a cabo un buen procedimiento y acomodo de información los cuales nos darán una calificación del estado de la vía, Focalizar las inspecciones y reparaciones en las cuadras que muestran condiciones "MALO" más frecuentemente, Continuar utilizando la metodología VIZIR para monitorear y evaluar las condiciones del pavimento regularmente, finalmente concluimos la metodología VIZIR es una buena opción al momento de realizar el análisis del desgaste en Avenidas pudiendo anticipar posibles daños de tipo A y B.

Recomendación 3

La metodología PCI ha demostrado ser una herramienta útil para evaluar y comparar las condiciones del pavimento en diferentes cuadras. En este caso, no se encontraron diferencias

significativas en las condiciones del pavimento entre las cuadras 5, 6 y 7. Sin embargo esto sugiere que las condiciones del pavimento son relativamente uniformes en estas áreas. Así mismo es crucial mantener un monitoreo regular para detectar y abordar cualquier deterioro que pueda surgir.

Recomendación 4

La metodología IRI nos brinda resultados que muestran la rugosidad de la vía sin embargo los parámetros finales son bueno ,malo y regular los cuales como en los métodos anteriores claramente se asocia al desgaste y estado de la vía ,existen métodos de recolección de datos de campo más rápido y prácticos en esta investigación se hizo por el método más largo y tedioso se recomienda usar estos métodos más rápidos y prácticos para vías con más longitud .puesto a que si realizamos con un levantamiento con nivel prolongaríamos demasiado el periodo de toma de datos.

Recomendación 5

Para tener mayor precisión al momento de evaluar el parámetro de resistencia a la compresión del pavimento rígido se recomienda usar la herramienta del martillo de Schmidt que es una prueba no destructiva y así tomar más puntos y acercarnos al valor promedio de la resistencia del concreto rígido del pavimento.

Se recomienda tener bastante criterio al momento de extracción de la muestra debido a que estos bloques extraídos de concreto han sido sometidos.

Finalmente se recomienda realizar el sellado de juntas con aditivos sellador de juntas o asfalto periódicamente en un rango de 5 años para evitar filtración de agua a la estructura que conforma la base del pavimento rígido, ya que esta es la falla más incidente que prevalece en la evaluación del desgaste superficial de la Avenida.

También se recomienda verificar el grado de compactación de la estructura base al momento de realizar cortes en el pavimento con la finalidad de instalaciones domiciliarias de agua y desagüe, así evitar asentamientos en esta fracción de pavimento que fue intervenida.

VIII Referencias

- AASHTO, A. A. (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington: AASHTO.
- AEN/CTN83, c. t. (2003). *Ensayos de hormigón endurecido*. España: AENOR.
- Aguilar, J. (2021). Obtenido de Evaluación y mejoramiento del pavimento rígido con el método PCI de la Av. Bolognesi, Distrito de Independencia, Huaraz – 2021: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/75929>
- Arriaga, M., Garnica, P., & Rico, A. (1998). *Índice Internacional de rugosidad en la Red de la Carretera de México*. Mexico. Obtenido de <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt108.pdf>
- Atoche, J., & Tineo, J. (2021). *Evaluación patológica del pavimento rígido en la Avenida San Juan Bellavista Sullana Piura*. Piura: Univercidad Cesar Vallejo. Obtenido de Evaluación patológica del pavimento rígido en la Avenida San Juan Bellavista Sullana Piura: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84533>
- Bazalar, L., & Cadenillas, M. (2019). *Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras aporticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas . Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/628103>
- Bravo, M. C., & Ferro, J. M. (2017). *Evaluación y análisis de pavimentos en la ciudad de Abancay, para proponer una mejor alternativa estructural en el diseño de pavimentos*. ABANCAY: Universidad Tecnológica de los Andes.
- Buitrago, K., & Suarez, L. (2018). *EVALUACION DE DETERIOROS EN PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO 1 EN EL BARRIO ALTOS DEL PEÑÓN DESDE LA CARRERA 12ª #37 - 93 HASTA LA CALLE 40. – DEL MUNICIPIO GIRARDOT-CUNDINAMARCA*. Colombia : IVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA. Obtenido de UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA [tesis de grado]:

<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5704/EVALUACION%20DE%20DETERIOROS%20EN%20PAVIMENTO%20DE%20CONCRETO%20HIDRAULICO%20EN%20EL%20BARRIO%20ALTOS%20DEL%20PE%20C3%91%C3%93N%20DESDE%20LA%20CARRERA%2012%C2%AA%20%2337%20-%2093%20HA2.p>

Capera, C., Parra, H., & Tovar, M. (2021). *Evaluación del Estado del Pavimento rígido en dos tramos del Barrio Jordán 8 Etapa Ibagué - Tolima*. Ibagué: UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/03958392-c569-4b78-9599-2648ce3e190d/content>

Chávez, A., & Peñarreta, L. (2019). *Desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento*. Cuenca: Repositorio Institucional Universidad de Cuenca . Obtenido de Desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32499>

Chávez, G. (2018). *Comparación de las metodologías VISIR y PCI con fines de intervención en la pavimentación del Jr. San Miguel 2da. cuadra Distrito de Abancay, Región Apurímac - 2018*. Andahuaylas: Universidad Alas Peruanas . Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12990/2523>

Choque, E. (2021). *INFOVÍAS: Pavimentos*. Obtenido de Viaspucp: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/viaspucp/2021/04/07/pavimentos-rigidos-y-flexibles/>

Chuquimango, J. (2019). *MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PARA EL ANÁLISIS SUPERFICIAL DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LA PAZ DE LA CUADRA 05 A LA CUADRA 11 DE LA PROVINCIA DE CAJAMARCA*. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unc.edu.pe/bitstr](https://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unc.edu.pe/bitstr)

eam/handle/20.500.14074/4415/TESIS%20JUAN%20RICHARD%20CHUQUIM
 ANGO%20BUSTAMANTE.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Escobar, M., Garcés, J., Giraldo, M., & Hidalgo, J. (2019). *INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTO RÍGIDO DESDE CALLE 2 ESTE # 11B 13*. MEXICO: UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17048/INSPECCION%20VISUAL%20DE%20PAVIMENTO.pdf?sequence=1>

González, C. (2021). Obtenido de Análisis y propuesta d eproyecto de restauración de una pista de pavimento rígido del Área Industrial de la Usina de Itaipu: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/6191>

Herrea, M., Herrea, M., & Rodriguez, H. (2021). *EVALUACIÓN PATOLÓGICA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN EL SEGMENTO DE VÍA UBICADA EN LA CALLE 13B Y 14, CON CARRERA SEXTA DEL MUNICIPIO DE AMBALEMA- TOLIMA*. Ibagué: UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/8f74a139-3c65-4c4b-8f9e-41fc823b5110>

Huang, Y. H. (2004). *Pavement Analysis and Design*. Kentucky.: scientific research.

INVIAS, i. n. (2006). *manual para la inspeccion visual de vias de pavimento rigido*. bogota: ministerio de transportes.

Irigoín, I. (2020). *Evaluacion del deterioro prematuro del pavimento rígido del Av. Micaela Bastidas, Chota, 2019*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de Chota: <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/157>

Kerlinger, F. N. (2002). *Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales*. México: McGraw-Hill.

Lázaro, G. L. (2023). *Pavimentos en el Perú, nuevos retos y tecnologías*. lima : universidad de lima.

Llopis, D. (22 de Mayo de 2020). *Detrioro de pavimentos urbanos*. Obtenido de La carretera como forma de vida: <https://dallocas.blogs.upv.es/2020/05/22/deterioro-de-pavimentos-urbanos/>

LÓPEZ, J. C. (2021). *EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LAS CAUSAS DE DETERIORO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS CALLES DE LA LOTIZACIÓN 22 DE OCTUBRE, CAJAMARCA*. Cajamarca : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.

Marrugo, C. (2014). *Evaluación de la metodología vizir como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles*. Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada [tesis de grado]: <http://hdl.handle.net/10654/12067>

Medina, K. (2016). *Índice de Condición de Pavimento Rígido del Jr. 28 de Julio - Huánuco, aplicando normas ASTM D6433 y del MTC, para su tipo de intervención, 2016*. Huanuco: UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN. Obtenido de Universidad Nacional Hermilio Valdizán [tesis de grado]: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/2854>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial*. Obtenido de MTC : chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglefindmkaj/https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf

ministerio de transportes, c. (2017). *Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito*. colombia: Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas.

Mocondino, J. (11 de Marzo de 2020). *¿Qué son los pavimento y cómo se clasifican?* Obtenido de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-son-los->

pavimento-y-c%C3%B3mo-se-clasifican-jhonn-jairo-mocondino-r-
/?originalSubdomain=es

NEVI. (2012). *Norma para estudios y diseños viales*. Ecuador: Ministerio de transportes y Obras publicas. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf

Pazmiño, H., Cepeda, M., & Rosero, R. (2024). *Evaluación de las características hidráulicas y físicas del pavimento rígido en la Avenida 9 de Octubre ubicada en la ciudad de Riobamba*. Chimborazo: Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de Evaluación de las características hidraulicas y fisicas del pavimento rigido en la Avenida 9 de Octubre ubicada en la ciudad de Riobamba: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/12448/1/Cepeda%20M.%2C%20Rosero%20R.%20%282024%29%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20las%20caracter%C3%ADsticas%20hidr%C3%A1ulicas%20y%20f%C3%ADsicas%20del%20pavimento%20>

Pérez, L. (2016). *EVALUACIÓN VISUAL DE FISURAS TEMPRANAS EN LAS LOSAS DE PAVIMENTO RÍGIDO MR41 EN LA VARIANTE DEL MUNICIPIO DE URRAO (DEP. ANTIOQUIA)*. Obtenido de UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE INGENIERIA [tesis de grado]: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/143453496.pdf>

Pinedo, J. (2021). Obtenido de Análisis superficial del pavimento rígido para la intervención del jr. Cahuide de la ciudad de Pucallpa, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali.: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4949>

Pinilla, J. (2007). *AUSCULTACIÓN, CALIFICACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA CARRETERA SECTOR PUENTE DE LA LIBERTAD – MALTERIA DESDE EL*

K0+000 HASTA EL K6+000 (CÓDIGO 5006. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES [tesis de grado]: chrome-extension://efaidnbmnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3473/julianandrespinillavalencia.2007.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Quispe, J., & Condor, A. (2020). *Condición de superficie de pavimentos rígidos analizados mediante métodos convencionales - calles Andrés Avelino Cáceres y Casa Blanca Santo Tomas, Cusco - 2020*. Arequipa: Universidad Continental. Obtenido de Universidad Continental [tesis de grado]: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9753/4/IV_FIN_105_TI_Quispe_Condor_2020.pdf

Rebolledo, R. (2010). Obtenido de DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS: chrome-extension://efaidnbmnibpcajpcglclefindmkaj/http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf

Roberts, F. L. (1996). *Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction*. estados unidos: National Asphalt Pavement Association Research and Education Foundation.

Romanelli. (2023). *¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LOS PAVIMENTOS DE CARRETERA?* Obtenido de Romanelli: <https://www.romanelli.com.br/es/noticias/quais-sao-os-principais-problemas-encontrados-nos-pavimentos-rodoviaros->

Saavedra, F. &. (2021). Obtenido de Mantenimiento de pavimento rígido y flexible para evitar un desgaste prematuro en vías urbanas: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4748>

Sayers, M. W. (1986). *Guidelines for conducting and calibrating road roughness measurements*. estados unidos: World Bank Technical Paper.

- SAYERS, M. W. (1986). *The International Road Roughness Experiment*. Washington: Committee on Monitoring, Evaluation and Data Storage.
- Sayers, M., & Karamihas, M. (1998). *The Profiling of International Roughness Index (IRI) Based on Lagrangian Method*. UU.EE.: World Journal of Engineering and Technology.
- Serment, M. (2021). *XIX 006 a Pavimentos Rígidos y Flexibles Ventajas y Desventajas*. Mexico: Universidad Villa de Oropesa. Obtenido de <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-villa-de-oropesa/metodos-de-investigacion/xix-006-a-pavimentos-rigidos-y-flexibles-ventajas-y-desventajas/65584858>
- tejada, m. c., & jorje javier soto champi. (2020). *Análisis de la resistencia a la compresión del pavimento rígido mediante el esclerómetro y su incidencia en el grado de conservación- cusco*. cusco: universidad cesar vallejo.
- universiti. (2014). *tecana american*.
- Uribe, E. (2014). *Análisis del comportamiento de la carpeta asfáltica en el puente el Cortijo ubicado en la ciudad de Bogotá D.C*. Nueva Granada: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de Unversidad Militar Nueva Granada: <http://hdl.handle.net/10654/12164>
- VIAS, M. D. (2006). *MANUAL PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS*. BOGOTA.
- Zhou, F. H. (2019). *Evaluation of pavement roughness and its impact on driving safety*. estados unidos: Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements.