



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Civil
Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

**Fallas estructurales mediante las técnicas PCI y VIZIR del pavimento asfáltico en la
Avenida los Naturales, Huaral, 2023**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Estiven Víctor, Ruiz Camarena

Asesor

Mg. Kevin Arturo, Ascoy Flores

Huacho – Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Facultad de Ingeniería Civil
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Estiven Victor Ruiz Camarena	48522095	27/11/2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Kevin Arturo Ascoy Flores	46781063	0000-0003-2452-4805
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Juan Orlando Chuquilin Arbildo	33577662	0000-0002-0551-5498
Roman Aguirre Ortiz	31618099	0000-0001-9549-133X
Jaime Ulices Romero Menacho	32930138	0000-0003-0876-7727

FALLAS ESTRUCTURALES MEDIANTE LAS TÉCNICAS PCI Y VIZIR DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LA AVENIDA LOS NATURALES, HUARAL, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repository.ucc.edu.co Fuente de Internet	3%
2	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%

**FALLAS ESTRUCTURALES MEDIANTE LAS TÉCNICAS PCI Y VIZIR DEL
PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LA AVENIDA LOS NATURALES, HUARAL, 2023**

JURADO DE TESIS Y ASESOR

M(o). Chuquilin Arbildo Juan Orlando

PRESIDENTE

M(o). Aguirre Ortiz Román

SECRETARIO

Mg. Romero Menacho Jaime Ulices

VOCAL

M(o). Ascoy Flores Kevin Arturo

ASESOR DE TESIS

Dedicatoria

A Dios, quien me acompaño en todo momento para cumplir cada objetivo a pesar de los obstáculos; a mis padres por impulsarme, confiar en mí y permanecer cerca, impartíendome valores para ser un profesional con éxito; asimismo a mi hijo por ser mi motivo de superación.

Estiven Víctor Ruiz Camarena

Agradecimiento

A la Universidad UNJFSC por ser mi hogar de aprendizaje.

A mi querido hijo, que es a la vez mi inspiración y mi motor para seguir avanzando y de esta manera luchar por un futuro mejor.

A mi asesor, Mg. Ascoy Flores Kevin Arturo, por su confianza, su ayuda genuina y su amistad brindada.

Estiven Víctor Ruiz Camarena

Índice

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen.....	xvii
Abstract.....	xviii
Introducción.....	xix
Capítulo I: Planteamiento del Problema.....	1
Descripción de la realidad problemática.....	1
Formulación del problema.....	3
Problema General.....	3
Problemas Específicos.....	3
Objetivos de la investigación.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Justificación de la investigación.....	4
Delimitaciones del estudio.....	4
Viabilidad del estudio.....	5
Capítulo II: Marco Teórico.....	6
Antecedentes de la investigación.....	6
Investigaciones internacionales.....	6
Investigaciones nacionales.....	8
Bases teóricas.....	10
Bases filosóficas.....	72
Definición de Términos Básicos.....	73
Hipótesis de investigación.....	74

Hipótesis general.	74
Hipótesis específicas.....	74
Operacionalización de las variables	75
Capítulo III: Metodología	76
Diseño metodológico.....	76
Población y Muestra.....	77
Población.	77
Muestra.	77
Técnicas de Recolección de Datos	78
Técnicas para el Procesamiento de la Información.....	79
Capítulo IV: Resultados	81
Análisis de resultados.....	81
Contrastación de la hipótesis.....	86
Capítulo V: Discusión.....	87
Discusión de Resultados.....	87
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones.....	89
Conclusiones	89
Recomendaciones.....	90
Referencias.....	91
Fuentes documentales	91
Fuentes bibliográficas	92
Fuentes hemerográficas.....	94
Fuentes electrónicas	94
Anexos	95
Anexo 01: Matriz de Consistencia	96

Anexo 02: Instrumentos de Recolección de Datos.....	97
Anexo 03: Curvas de valor deducido para asfalto.....	99
Anexo 04: Determinación del índice de deterioro superficial (Is).....	109
Anexo 05: Fichas de Observaciones Inspeccionadas.....	110
Anexo 06: Panel Fotográfico.....	120
Anexo 07: Plano.....	130

Índice de Figuras

Figura 1 Rango de calificación PCI y colores sugeridos.	12
Figura 2 Grado de gravedad (L) - Piel de cocodrilo.	13
Figura 3 Grado de gravedad (M) - Piel de cocodrilo.	14
Figura 4 Grado de gravedad (H) - Piel de cocodrilo.	14
Figura 5 Grado de gravedad (L) - Exudación.	15
Figura 6 Grado de gravedad (M) - Exudación.	15
Figura 7 Grado de gravedad (H) - Exudación.	16
Figura 8 Grado de gravedad: (L) - Fisuras en bloque.	16
Figura 9 Grado de gravedad (M) - Fisuras en bloque.	17
Figura 10 Grado de gravedad (H) - Fisuras en bloque.	17
Figura 11 Grado de gravedad (L) - Abultamientos y hundimientos.	18
Figura 12 Grado de gravedad (M) - Abultamientos y hundimientos.	18
Figura 13 Grado de gravedad (H) - Abultamientos y hundimientos.	19
Figura 14 Grado de gravedad (L) - Corrugación.	19
Figura 15 Grado de gravedad (M) - Corrugación.	20
Figura 16 Grado de gravedad (H) - Corrugación.	20
Figura 17 Grado de gravedad (L) – Depresión.	21
Figura 18 Grado de gravedad (M) – Depresión.	21
Figura 19 Grado de gravedad (H) – Depresión.	22
Figura 20 Grado de gravedad (L) - Fisura de borde.	22
Figura 21 Grado de gravedad (M) - Fisura de borde.	23
Figura 22 Grado de gravedad (H) - Fisura de borde.	23
Figura 23 Grado de gravedad (L) - Fisura de reflexión de junta.	24
Figura 24 Grado de gravedad (M) - Fisura de reflexión de junta.	24

Figura 25 Grado de gravedad (H) - Fisura de reflexión de junta.....	25
Figura 26 Grado de gravedad (L) - Desnivel carril, berma.....	25
Figura 27 Grado de gravedad (M) - Desnivel carril, berma.	26
Figura 28 Grado de gravedad (H) - Desnivel carril, berma.	26
Figura 29 Grado de gravedad (L) - Fisuras longitudinales y transversales.	27
Figura 30 Grado de gravedad (M) - Fisuras longitudinales y transversales.	27
Figura 31 Grado de gravedad (H) - Fisuras longitudinales y transversales.....	28
Figura 32 Grado de gravedad (L) - Parcheo.	28
Figura 33 Grado de gravedad (M) - Parcheo.	29
Figura 34 Grado de gravedad (H) - Parcheo.....	29
Figura 35 Falla tipo agregado pulido.	30
Figura 36 Grado de gravedad (L) - Baches.....	31
Figura 37 Grado de gravedad (M) - Baches.....	31
Figura 38 Grado de gravedad (H) - Baches.	32
Figura 39 Grado de gravedad (L) - Cruce de vía férrea.....	32
Figura 40 Grado de gravedad (M) - Cruce de vía férrea.....	33
Figura 41 Grado de gravedad (H) - Cruce de vía férrea.	33
Figura 42 Grado de gravedad (L) - Ahuellamiento.	34
Figura 43 Grado de gravedad (M) - Ahuellamiento.	34
Figura 44 Grado de gravedad (H) - Ahuellamiento.	35
Figura 45 Grado de gravedad (L) - Desplazamiento.	35
Figura 46 Grado de gravedad (M) - Desplazamiento.	36
Figura 47 Grado de gravedad (H) - Desplazamiento.....	36
Figura 48 Grado de gravedad (L) - Fisura parabólica.....	37
Figura 49 Grado de gravedad (M) - Fisura parabólica.	37

Figura 50 Grado de gravedad (H) - Fisura parabólica.	38
Figura 51 Grado de gravedad (L), (M) y (H) - Hinchamiento.....	38
Figura 52 Grado de gravedad (L) - Desprendimiento de agregados.....	39
Figura 53 Grado de gravedad (M) - Desprendimiento de agregados.....	40
Figura 54 Grado de gravedad (H) - Desprendimiento de agregados.	40
Figura 55 Rango de calificación VIZIR y colores sugeridos.....	43
Figura 56 Grado de gravedad (1) - Ahuellamiento.....	44
Figura 57 Grado de gravedad (2) - Ahuellamiento.....	44
Figura 58 Grado de gravedad (3) - Ahuellamiento.....	44
Figura 59 Nivel de severidad (1) - Depresiones longitudinales y transversales.....	45
Figura 60 Nivel de severidad (2) - Depresiones longitudinales y transversales.....	45
Figura 61 Nivel de severidad (3) - Depresiones longitudinales y transversales.....	46
Figura 62 Nivel de gravedad (1) - Fisuras longitudinales por fatiga.	46
Figura 63 Nivel de gravedad (2) - Fisuras longitudinales por fatiga.	47
Figura 64 Nivel de gravedad (3) - Fisuras longitudinales por fatiga.	47
Figura 65 Nivel de gravedad (1) - Fisuras piel de cocodrilo.	48
Figura 66 Nivel de gravedad (2) - Fisuras piel de cocodrilo.	48
Figura 67 Nivel de gravedad (3) - Fisuras piel de cocodrilo.	48
Figura 68 Grado de gravedad (1) - Baches y parcheo.	49
Figura 69 Grado de gravedad (2) - Baches y parcheo.	49
Figura 70 Grado de gravedad (3) - Baches y parcheo.	50
Figura 71 Nivel de gravedad (1) - Fisura longitudinal y transversal junta.....	50
Figura 72 Nivel de gravedad (2) - Fisura longitudinal y transversal junta.....	51
Figura 73 Nivel de gravedad (3) - Fisura longitudinal y transversal junta.....	51
Figura 74 Nivel de gravedad (1) - Grietas de contracción térmica.....	52

Figura 75 Nivel de gravedad (2) - Grietas de contracción térmica.....	52
Figura 76 Nivel de gravedad (3) - Grietas de contracción térmica.....	52
Figura 77 Nivel de gravedad (1) - Fisuras parabólicas.....	53
Figura 78 Nivel de gravedad (2) - Fisuras parabólicas.....	53
Figura 79 Nivel de gravedad (3) - Fisuras parabólicas.....	54
Figura 80 Nivel de gravedad (1) - Grietas de borde.....	54
Figura 81 Nivel de gravedad (2) - Grietas de borde.....	55
Figura 82 Nivel de gravedad (3) - Grietas de borde.....	55
Figura 83 Nivel de gravedad (1) - Ojos de pescado.....	56
Figura 84 Nivel de gravedad (2) - Ojos de pescado.....	56
Figura 85 Nivel de gravedad (3) - Ojos de pescado.....	56
Figura 86 Nivel de gravedad (1) - Desplazamiento de mezcla.....	57
Figura 87 Nivel de gravedad (2) - Desplazamiento de mezcla.....	57
Figura 88 Nivel de gravedad (3) - Desplazamiento de mezcla.....	58
Figura 89 Nivel de gravedad (1) - Pérdida de película de ligante.....	58
Figura 90 Nivel de gravedad (2) - Pérdida de película de ligante.....	59
Figura 91 Nivel de gravedad (3) - Pérdida de película de ligante.....	59
Figura 92 Nivel de gravedad (1) - Pérdida de agregados.....	60
Figura 93 Nivel de gravedad (2) - Pérdida de agregados.....	60
Figura 94 Nivel de gravedad (3) - Pérdida de agregados.....	60
Figura 95 Nivel de gravedad (1) - Descascaramientos.....	61
Figura 96 Nivel de gravedad (2) - Descascaramientos.....	61
Figura 97 Nivel de gravedad (3) - Descascaramientos.....	62
Figura 98 Nivel de gravedad (1), (2) y (3) - Pulimento de agregados.....	62
Figura 99 Nivel de gravedad (1) - Exudación.....	63

Figura 100 Nivel de gravedad (2) - Exudación.....	63
Figura 101 Nivel de gravedad (3) - Exudación.....	64
Figura 102 Nivel de gravedad (1) - Afloramiento de mortero.....	64
Figura 103 Nivel de gravedad (2) - Afloramiento de mortero.....	65
Figura 104 Nivel de gravedad (3) - Afloramiento de mortero.....	65
Figura 105 Nivel de gravedad (1) - Afloramiento de agua.....	66
Figura 106 Nivel de gravedad (2) - Afloramiento de agua.....	66
Figura 107 Nivel de gravedad (3) - Afloramiento de agua.....	66
Figura 108 Nivel de gravedad (1) - Desintegración de bordes.....	67
Figura 109 Nivel de gravedad (2) - Desintegración de bordes.....	67
Figura 110 Nivel de gravedad (3) - Desintegración de bordes.....	68
Figura 111 Nivel de gravedad (1) - Escalonamiento entre calzada y berma.....	68
Figura 112 Nivel de gravedad (2) - Escalonamiento entre calzada y berma.....	69
Figura 113 Nivel de gravedad (3) - Escalonamiento entre calzada y berma.....	69
Figura 114 Nivel de gravedad (1) - Erosión de berma.....	70
Figura 115 Nivel de gravedad (2) - Erosión de berma.....	70
Figura 116 Nivel de gravedad (3) - Erosión de berma.....	70
Figura 117 Nivel de gravedad (1), (2) y (3) - Segregación.....	71
Figura 118 Flujograma del procedimiento metodológico.....	79

Índice de Tablas

<i>Tabla 1</i> Rango de clasificación PCI.....	12
Tabla 2 Grado de gravedad para baches.	30
<i>Tabla 3</i> Rango de clasificación VIZIR.	43
<i>Tabla 4</i> Resumen de evaluación de la avenida, mediante la técnica PCI.	81
<i>Tabla 5</i> Resumen de evaluación de la avenida, mediante la técnica VIZIR.....	83
<i>Tabla 6</i> Resumen comparativo, mediante las técnicas PCI y VIZIR.	85

Resumen

Objetivo: Determinar la condición en la que se encuentran actualmente las fallas estructurales mediante las técnicas PCI y VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral, 2023. **Métodos:** La investigación fue descriptivo, no experimental y cuantitativo. La población estudiada fueron 1600 metros de longitud de vía de la avenida Los Naturales, desde la intersección con la avenida Jorge Chávez hasta la intersección con la carretera Fujimori en el distrito de Huaral, la técnica utilizada es la observación y el instrumento de medición empleado es la ficha de observación. **Resultados:** Mediante la técnica PCI se obtuvo un valor promedio de 60,82 calificando su condición como Bueno; mientras que mediante la técnica VIZIR se obtuvo un valor promedio de 2,18 calificando su condición como Buena. Se verifica que existe una similitud entre estas dos técnicas en la evaluación de la avenida. **Conclusión:** se concluyó que ambas técnicas son aptas para la evaluación del pavimento flexible, pero la técnica más efectiva y confiable es el PCI, ya que su aplicación y calificación son más completas, por lo que sus resultados son más cercanos a la realidad.

Palabras claves: Pavimento Flexible, PCI y VIZIR.

Abstract

Objective: Determine the condition in which the structural failures are currently found using PCI and VIZIR techniques of the asphalt pavement on Los Naturales Avenue, Huaral, 2023 **Methods:** The research was descriptive, not experimental and quantitative. The population studied was 1600 meters of road length from Los Naturales Avenue, from the intersection with Jorge Chávez Avenue to the intersection with Fujimori highway in the Huaral district, the technique used is observation and the measurement instrument used is observation sheet. **Results:** By means of the PCI technique, an average value of 60,82 was obtained, qualifying its condition as Good; while by means of the VIZIR technique, an average value of 2,18 was obtained, qualifying its condition as Good. It is verified that there is a similarity between these two techniques in the evaluation of the avenue. **Conclusion:** It was concluded that both techniques are suitable for the evaluation of flexible pavement, but the most effective and reliable technique is the PCI, since its application and qualification are more complete, so its results are closer to reality.

Key words: Flexible Pavement, PCI and VIZIR.

Introducción

La gran mayoría de las vías de tránsito están compuestas por pavimento flexible, son una de las pocas infraestructuras que presentan un diseño limitado, puesto que sus fallas están pronosticadas luego del término de la obra.

Actualmente en nuestro país las vías se encuentran en precarias condiciones sin ninguna atención por parte de las autoridades competentes, como es el caso de la avenida Los Naturales en Huaral, siendo los afectados directos los ciudadanos y transportistas; puesto que estos deterioros generan un gran malestar e incomodidad, accidentes y daños en sus vehículos.

En el Capítulo I. Se describe el planteamiento del problema; descripción de la realidad problemática, formulación del problema general y específicos, objetivos generales y específicos, justificaciones, delimitaciones y viabilidad de la investigación.

En el Capítulo II. Se describe el marco teórico; antecedentes, bases teóricas y filosóficas, definiciones conceptuales y Operacionalización de variables en la investigación.

En el Capítulo III. Se presenta la metodología; diseño metodológico, población y muestra, técnica e instrumento de medición empleados en la recopilación de datos.

En el Capítulo IV. Se hallan los resultados; análisis de resultados mediante tablas.

En el Capítulo V. Se muestran la discusión de resultados mediante comparaciones de resultados con diferentes autores de los antecedentes indicados.

En el Capítulo VI. Se describen las conclusiones y recomendaciones a las cuales se llegaron en la presente investigación.

Por último, se consideran las referencias bibliográficas y los anexos.

Capítulo I: Planteamiento del Problema

Descripción de la realidad problemática

Las fallas estructurales en pavimentos asfálticos son una cuestión de gran intensidad, en el presente trabajo la importancia que se le brinda a este problema es vital, ya que se desea estudiar a profundidad este problema.

El presente estudio trata de enfocarse en la avenida Los Naturales en el distrito de Huaral, se observa que gran parte de la avenida se encuentra en precarias condiciones, es decir el pavimento está deteriorado, las cuales presentan distintos tipos de fallas en el pavimento. Según informaciones referidas por algunos diarios informativos de nuestro país, se logra evidenciar que ciudadanos y transportistas sienten una gran malestar e incomodidad por el mal estado en la que se encuentran un gran número de calles y avenidas, donde el 28 de junio del 2017, el vocero de los vehículos menores manifestó, que el mal estado de las pistas afecta seriamente a sus vehículos, el ciudadano realizo un llamado a los líderes municipales de la provincia de Huaral solicitando su intervención inmediata para este problema (HuaralenLinea, 2017).

En el departamento de Lima, el problema de fallas estructurales en los pavimentos es muy notorio, pues según información referido por Guzmán (2016), menciona que en el distrito de la Victoria más del 80% de las pistas se encuentran en muy mal estado, puesto que recorrer las calles a bordo de un vehículo es una actividad que requiere habilidad, pues los conductores

deben esquivar los deterioros que presentan las pistas. Los ciudadanos, quienes transitan por el distrito expresaron su malestar debido a que las pistas deterioradas dañan sus vehículos y no permiten una adecuada transitabilidad.

En el Perú, el problema de fallas en los pavimentos también es evidente y preocupante, ya que nuestro país vive afectado por la excesiva circulación de vehículos como de personas y a esto se le suma el mal diseño y proceso constructivo de las carreteras pavimentadas, ya que se logra observar distintos deterioros en los pavimentos que necesitan ser estudiados para determinar las causas y de acuerdo a ello, brindar posibles soluciones como un mantenimiento continuo al pavimento.

A nivel mundial, según informaciones referidas por algunos diarios informativos de nuestro país, se evidencia que, América Latina cuenta con varios millones de kilómetros de infraestructura vial. Sin embargo, la cantidad de vías pavimentadas son muy bajas, la construcción de nuevas obras viales es de suma importancia como el mantenimiento de estas, mucho más en la región latinoamericana. Del mismo modo, conocer las causas más habituales que incurren en los pavimentos, analizando algunas posibles soluciones es necesario y de mucha importancia, no solo para llevar a cabo una intervención inmediata, sino para evitar que este problema en los pavimentos se repita en el futuro (Gan@Más, 2018).

Si no se adoptan medidas necesarias que permitan mejorar el pavimento en las vías, es muy probable que en el futuro la población se vea aún más afectada, debido a que estas fallas en el pavimento seguirán generando accidentes automovilísticos, daños en los vehículos, retrasos con el tiempo de viaje, asimismo afectando de forma considerable a dicho pavimento, y si no se les brinda un mantenimiento continuo y adecuado, el deterioro puede llegar a alcanzar niveles altos de fallas en los pavimentos.

Corresponde a las autoridades municipales analizar el pronóstico de la situación y evitar que la situación continúe igual, de lo contrario la sociedad tendrá serios problemas. Se determinará qué tipo de fallos han estado perjudicando al pavimento asfáltico, para así poder identificar posibles soluciones que involucre un bajo costo, como una de ellas sería brindar un mantenimiento continuo y adecuado, con el propósito que esta no se vea afectada en gran magnitud.

Formulación del problema

Problema General.

¿En qué condición se encuentran actualmente las fallas estructurales mediante las técnicas PCI y VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral, 2023?

Problemas Específicos.

¿En qué condición superficial se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica PCI del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral, 2023?

¿En qué condición superficial se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral, 2023?

Objetivos de la investigación

Objetivo General.

Determinar la condición en la que se encuentran actualmente las fallas estructurales mediante las técnicas PCI y VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral, 2023.

Objetivos Específicos.

Conocer la condición superficial en la que se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica PCI del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral, 2023.

Conocer la condición superficial en la que se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral, 2023.

Justificación de la investigación

De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), refieren que: “justificar una investigación consiste en explicar las razones sobre lo importante que significa llevar a cabo dicho estudio” (p. 45).

Justificación teórica.

Esta indagación se realizó con el anhelo de proporcionar y desarrollar la información existente con respecto a la variable de estudio, lo que permitirá desarrollar soluciones más eficaces y sostenibles.

Justificación práctica.

Esta indagación se realizó teniendo en consideración que es primordial percibir de forma sustancial la problemática observada en la avenida Los Naturales, distrito y provincia de Huaral que están generando a los transportistas costos y deterioros en sus vehículos al hacer uso de esta vía.

Justificación social.

Esta indagación es provechosa para la población que haga uso de la avenida Los Naturales, puesto que el problema hallado se dará de conocimiento a la jurisdicción competente.

Delimitaciones del estudio

Delimitación temporal.

Se realizó desde enero hasta octubre del 2023, conforme al cronograma establecido.

Delimitación de espacio.

Se realizó en la vía de la avenida Los Naturales, Huaral, Lima provincia.

Delimitación poblacional.

Comprometió a los habitantes colindantes al lugar de estudio, a los conductores que transitan y hacen uso de la carretera de la avenida Los Naturales.

Viabilidad del estudio

Es una investigación accesible, pues se consigue la acometida en la realidad problemática, ya que el investigador reside en el lugar donde se realiza el estudio, a nivel personal se dispone de tiempo e intelecto necesario que requiere la investigación.

A nivel institucional, la municipalidad nos proporciona acceso a información primaria y documentación necesaria, por lo que contamos con el respaldo y colaboración para la investigación.

Así mismo se cuenta con los recursos económicos propios del investigador, de manera que, se puede cubrir los gastos generados por el proyecto.

Capítulo II: Marco Teórico

Antecedentes de la investigación

Investigaciones internacionales.

Castro y Contreras (2021), en la indagación: “Evaluación Funcional del tramo vial Km 01+00 al Km 03+600 Espinal - Suarez mediante la metodología del PCI”, mencionan lo siguiente:

- **Objetivo:** Evaluar la eficacia de la vía con el método PCI.
- **Resultado:** Valor promedio PCI 73,65 clasificado como Muy Bueno.
- **Conclusiones:** El pavimento se encuentra en muy buen estado y debe recibir mejoramiento debido al exceso del tránsito en la vía.

Choez (2022), en la indagación: “Determinación de Índice de condición de Pavimento Flexible de la calle Macará de Cantón Jipijapa por medio de la Metodología PCI”, mencionan lo siguiente:

- **Objetivo:** Determinar la situación del pavimento con técnica PCI.
- **Resultado:** Valor promedio PCI 85,33 clasificado como Excelente.
- **Conclusiones:** Aunque existan fallas de severidad moderada el pavimento se encuentra en buen estado y debe de recibir mantenimiento para evitar futuras fallas.

Guzmán y Gaitán (2018), en la indagación: “Evaluación de deterioros en Pavimentos Asfálticos mediante la metodología VIZIR - INVIAS 2013 sobre tramo K 0+000 - K 01+000 de la vía de acceso Municipio de Espinal - Coello”, mencionan lo siguiente:

- **Objetivo:** Evaluar la desintegración y el nivel de gravedad del pavimento por medio del método VIZIR.
- **Resultado:** Valor promedio VIZIR 4 clasificado como Marginal.
- **Conclusiones:** La vía posee fallas estructurales y funcionales (63 tipo A y 16 tipo B) en el mismo orden.

Ballesteros y Benavides (2018), en la investigación: “Evaluación y Análisis de deterioros en pavimentos asfálticos mediante la metodología VIZIR - INVIAS 2013 sobre el tramo K 5+000 al K 7+000 de la vía que comunica los municipios de Melgar - Icononzo (Tolima)”, mencionan lo siguiente:

- **Objetivo:** Evaluar el pavimento aplicando el método VIZIR.
- **Resultado:** Valor promedio VIZIR 3 clasificado como Marginal.
- **Conclusiones:** La vía posee fallas estructurales y funcionales (35 tipo A y 33 tipo B) en el mismo orden.

Ponce (2017), en la investigación: “Análisis comparativo de los resultados entre los métodos VIZIR y PCI aplicados a un tramo de 1,6 Km vía Jipijapa - Chade”, mencionan lo siguiente:

- **Objetivo:** Comparar las técnicas PCI y VIZIR.
- **Resultado:** Valor promedio VIZIR 4,35 clasificado como Deficiente y PCI 38,07 clasificado como Malo.
- **Conclusiones:** El método PCI es más exhaustiva en su análisis porque tiene en cuenta todos los fallos, el VIZIR no tiene en cuenta los fallos de tipo B, sólo los de tipo A.

Investigaciones nacionales.

Capristan y Sánchez (2022), en la indagación: “Evaluación de la condición superficial del pavimento flexible mediante la metodología PCI de la carretera, tramo: distrito de Paiján a Macabí Alto del departamento la Libertad - 2022”, mencionan lo siguiente:

- **Objetivo:** Determinar la condición con método PCI del pavimento.
- **Resultado:** Valor promedio PCI 38,77 clasificado como Malo.
- **Conclusiones:** El tramo estudiado presenta defectos, la mayoría de ellos elevados, lo que se traduce en una seguridad vial insuficiente.

Payé (2019), en la indagación: “Evaluación Estructural con la metodología PCI del Pavimento Flexible deteriorado por la transitabilidad y funcionamiento de las obras de drenaje en la Av. Tacna de la ciudad de Juliaca”, mencionan lo siguiente:

- **Objetivo:** Determinar su pavimento asfáltico por la técnica PCI.
- **Resultado:** Valor promedio PCI 29 y 24 clasificado como Malo y Muy Malo de forma respectiva.
- **Conclusiones:** Se debe disponer con un proyecto de administración adecuadamente planificado para el sostenimiento y recuperación de pavimentos en toda la ciudad.

Prada (2022), en la investigación: “Evaluación del Pavimento Flexible aplicando la metodología VIZIR y los impactos ambientales en la avenida Independencia, Santiago Metropolitana, Chile, 2021”, mencionan lo siguiente:

- **Objetivo:** Determinar la condición con metodología VIZIR del pavimento.
- **Resultado:** Valor VIZIR 5 cuya clasificación es Deficiente.
- **Conclusiones:** El pavimento se encuentra en un estado deficiente y los impactos ambientales son moderados.

Villegas (2020), en la investigación: “Evaluación superficial mediante el método VIZIR para mejorar el pavimento flexible de la carretera Celendín - Balsas, Cajamarca - 2020”, mencionan lo siguiente:

- **Objetivo:** Determinar la condición con métodos VIZIR y PCI del pavimento.
- **Resultado:** Valor promedio de PCI 68 clasificado como Bueno y VIZIR 3 clasificado como Regular.
- **Conclusiones:** Ambos métodos tienen diferentes parámetros de evaluación.

Atahui y Morales (2020), en la investigación: “Evaluación de la condición del pavimento flexible aplicando las metodologías VIZIR y PCI para proponer alternativas de mantenimientos - Av. Malecón Checa”, mencionan lo siguiente:

- **Objetivo:** Determinar la condición con métodos VIZIR Y PCI del pavimento.
- **Resultado:** Valor promedio VIZIR 2,46 clasificado como Bueno y PCI 82,27 clasificado como Muy Bueno.
- **Conclusiones:** A través de las actividades comparativas de los métodos, se distinguió que la avenida solicita mantenimiento.

Bases teóricas

Fallas estructurales.

De acuerdo con Jinchuña (2020), refiere que son defectos en la construcción del pavimento que provocan deficiencias en la superficie de la carretera, es decir, una o varias capas constituyentes que deben soportar las diversas tensiones a las que las someten el tráfico y el medio ambiente.

De acuerdo con Atahui y Morales (2020), refieren que los daños en las capas estructurales del pavimento hacen que éste sea menos capaz de soportar y dispersar las tensiones provocadas por el tráfico a nivel del pavimento. Esta situación se conoce como daño estructural.

De acuerdo con Torres (2021), refiere que son problemas en las capas del pavimento encargadas de resistir y dispersar las cargas provocadas por los impactos directos del tráfico. Como resultado, se envían a través de los niveles más bajos del pavimento en menor medida y de forma más uniforme.

De acuerdo con Ccasa, Ccasa, y Tipo (2021), refieren que la mayoría de las veces, se ocasionan mucho antes del final de la vida útil, y entonces se debe a pavimentos más finos, materiales de calidad inferior o una combinación de dichos componentes junto a un desagüe inadecuado y una compactación deficiente.

Este tipo de falla mayormente se debe a que el volumen de tráfico que ha soportado la construcción supera la cantidad prevista en función de su vida útil; en esta ocasión se sostiene que la estructura ha cumplido su función prevista.

Método PCI.

De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que el método se basa en la degradación superficial observada, asimismo revelan la estabilidad estructural y el estado funcional del pavimento. Ofrece una base racional e imparcial para elegir la prioridad del mantenimiento y las reparaciones, así como su necesidad.

De acuerdo con Vásquez (2002), refiere que es la técnica más minuciosa para examinar imparcialmente los pavimentos asfálticos y de concreto, entre las guías actuales de gerencia de carreteras. La técnica es sencilla de aplicar y no necesita materiales adicionales, aparte de las que ya incluye el sistema.

De acuerdo con Atahui y Morales (2020), refieren que el proceso consiste en evaluar visualmente el pavimento para determinar el tipo y gravedad de los defectos presentes.

De acuerdo con Huaco (2018), refiere que se desarrolló para adquirir una estimación que cuantifique la situación del pavimento para su correspondiente reparación y saneamiento, así como un indicador de la sólida estructura del asfalto y de la situación de funcionamiento superficial.

Este método fue creado para dar una medida sólida estructural del asfalto y de su situación operativa superficial. Para su cálculo toma en cuenta factores como tipos, gravedad y cantidad de deterioros que pueden apreciarse durante una inspección visual del asfalto.

Rango de clasificación (PCI). De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que es una escala de 0 a 100 utilizada para calificar el estado del pavimento, siendo 0 el peor estado posible y 100 el mejor estado posible.

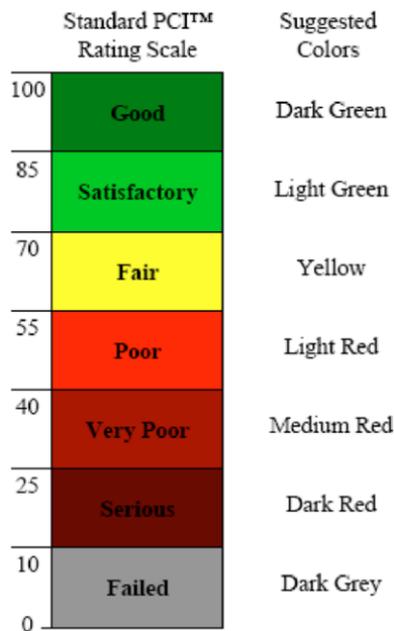


Figura 1 Rango de calificación PCI y colores sugeridos.

Fuente: Adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

Tabla 1

Rango de clasificación PCI.

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

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

Tipos de fallas.

1. *Fisuras piel de cocodrilo (fatiga)*. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que es un patrón de fracturas interconectadas en una superficie de pavimento asfáltico que resulta de la presión frecuente del tráfico. Al estar sometidas a cargas de tráfico pesadas repetidamente, las fracturas se unen para producir una serie de piezas donde los márgenes externos tienden a formar ángulos agudos dentro de sí mismos, adoptando finalmente la apariencia de red de gallinero.

Su nivel de severidad se define como bajo (L) cuando las fisuras son finas y no están descascarilladas, medio (M) cuando las fisuras siguen siendo finas, pero ligeramente descascarilladas y alto (H) cuando las fisuras están bien delimitadas y descascarilladas en las orillas.

Su medición es realizada en (m² o ft²) de región deteriorada.



Figura 2 Grado de gravedad (L) - Piel de cocodrilo.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 3 Grado de gravedad (M) - Piel de cocodrilo.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 4 Grado de gravedad (H) - Piel de cocodrilo.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

2. *Exudación*. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que se manifiesta como una capa bituminosa en la región del pavimento, el cual produce una región transparente, reluciente e irradiante que típicamente se convierte viscoso. Los volúmenes excesivos de asfalto o alquitrán en la junta, el empleo abundante con sellado asfáltico, el escaso volumen de huecos o mezcla de estos factores pueden dar lugar a la exudación.

Su nivel de severidad es bajo (L) cuando el asfalto no se adhiere en las llantas de los carros solo unos pocos días al año, es medio (M) cuando el asfalto se pega en las llantas de los carros

solo unas semanas al año y alto (H) cuando una cuantía voluminosa se adhiere en los neumáticos de los carros como mínimo unas semanas durante el año.

Su medición es realizada en (m^2 o ft^2) de área deteriorada.



Figura 5 Grado de gravedad (L) - Exudación.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 6 Grado de gravedad (M) - Exudación.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 7 Grado de gravedad (H) - Exudación.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

3. *Fisuras en bloque.* De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que son grietas unidas que separan el asfalto en secciones esencialmente de forma rectangular, lo que demuestra el endurecimiento del asfalto. Se producen por medio de la conmovición de hormigón asfáltico y variaciones diarias de temple, dando lugar a periodos diarios de tensión unitaria.

Su nivel de gravedad se define según los bloques: bajo (L), medio (M) y alto (H).

Su medición es realizada en (m^2 o ft^2) de área deteriorada.



Figura 8 Grado de gravedad: (L) - Fisuras en bloque.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 9 Grado de gravedad (M) - Fisuras en bloque.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 10 Grado de gravedad (H) - Fisuras en bloque.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

4. Abultamientos y hundimientos. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que son alteraciones de la superficie del pavimento que son menores, confinadas y ascendentes. Son diferentes a los desplazamientos porque estos últimos son provocados por un pavimento inestable. Los pequeños desplazamientos repentinos con dirección debajo de la superficie asfáltica son conocidos como hundimientos.

Su nivel de gravedad se define de la clase de tránsito: bajo (L), medio (M) y alto (H).

Su medición es realizada en (m o ft).



Figura 11 Grado de gravedad (L) - Abultamientos y hundimientos.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 12 Grado de gravedad (M) - Abultamientos y hundimientos.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

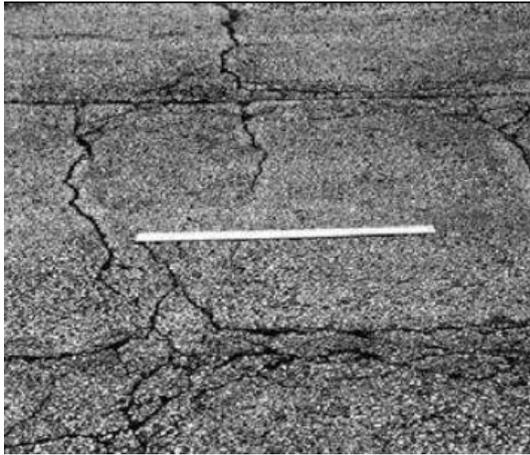


Figura 13 Grado de gravedad (H) - Abultamientos y hundimientos.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

5. *Corrugación*. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que es un conjunto de crestas y depresiones espaciadas irregularmente que recorren la longitud del pavimento a distancias relativamente cortas (menos de 3m). Este tipo de colapso suele producirse tanto por el movimiento del tráfico como por la inestabilidad de la base o superficie del pavimento.

Su nivel de gravedad se define de la clase de tránsito: bajo (L), medio (M) y alto (H).

Su medición es realizada en (m^2 o ft^2) de área deteriorada.



Figura 14 Grado de gravedad (L) - Corrugación.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 15 Grado de gravedad (M) - Corrugación.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 16 Grado de gravedad (H) - Corrugación.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

6. *Depresión*. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que son partes de pavimento con elevaciones ligeramente inferiores a las que lo rodean. Estas pequeñas depresiones suelen pasar desapercibidas hasta después de un aguacero, cuando el agua acumulada crea una región de "baño de pájaros". Las depresiones se deben al asentamiento del subsuelo o a técnicas de construcción inadecuadas.

Su nivel de severidad se define según su máxima profundidad: bajo (L) 13 - 25mm, medio (M) 25 - 50mm y alto (H) > 50mm.

Su medición es realizada en (m^2 o ft^2) de área deteriorada.



Figura 17 Grado de gravedad (L) – Depresión.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 18 Grado de gravedad (M) – Depresión.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 19 Grado de gravedad (H) – Depresión.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

7. *Fisura de borde*. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que suelen situarse entre 0.3m y 0.5m del margen del asfalto. Las cargas de tráfico aceleran este colapso, y su causa fundamental es la congelación del cemento en lugares cercanos al margen, lo que lo debilita.

Su nivel de severidad es bajo (L) cuando no presenta desprendimiento, medio (M) presenta algunos desprendimientos y alto (H) presenta desprendimiento en gran magnitud.

Su medición es realizada en (m o ft).



Figura 20 Grado de gravedad (L) - Fisura de borde.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 21 Grado de gravedad (M) - Fisura de borde.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 22 Grado de gravedad (H) - Fisura de borde.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

8. *Fisura de reflexión de junta.* Según las indicaciones de ASTM D6433-18 (2018), refiere que se produce exclusivamente en pavimentos asfálticos basados en losas de hormigón. A pesar de que el elevado volumen de tráfico podría provocar la degradación de la superficie asfáltica que rodea la fisura, este deterioro no se relaciona con las consecuencias de la acometida.

Su nivel de severidad es bajo (L) cuando presenta una fisura rellena de cualquier anchura, o una sin rellenar no mayor de 10mm (3/8 pulgada), medio (M) presenta grieta sin rellenar de anchura $\geq 10\text{mm}$ y no mayor a 75mm y alto (H) presenta fisura sin rellenar de anchura $> 75\text{mm}$ o alguna anchura cercana a 100mm.

Su medición es realizada en (m o ft).



Figura 23 Grado de gravedad (L) - Fisura de reflexión de junta.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 24 Grado de gravedad (M) - Fisura de reflexión de junta.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 25 Grado de gravedad (H) - Fisura de reflexión de junta.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

9. *Desnivel carril – berma.* De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que es la caída en altura desde el margen de la vía asfaltada hasta la acera. Este deterioro es ocasionado como consecuencia de la corrosión, la construcción de aceras sin corregir correctamente la pendiente.

Su nivel de gravedad se realiza según la variación de elevación de asfalto y acera: bajo (L) $> 25\text{mm}$ y $< 50\text{mm}$, medio (M) $> 50\text{mm}$ y $< 100\text{mm}$, y alto (H) $> 100\text{mm}$.

Su medición es realizada en (m o ft).



Figura 26 Grado de gravedad (L) - Desnivel carril, berma.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 27 Grado de gravedad (M) - Desnivel carril, berma.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

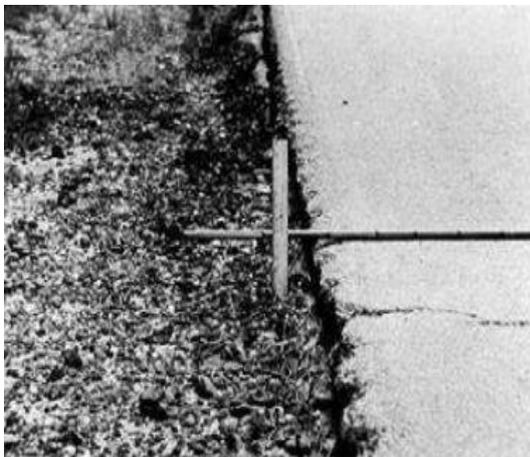


Figura 28 Grado de gravedad (H) - Desnivel carril, berma.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

10. Fisuras longitudinales y transversales. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que las grietas transversales discurren paralelo a la anchura del pavimento, formando aquel ángulo cercano directo con el eje de la vía asfaltada sobre la que se construyó, mientras que las longitudinales discurren paralelo con el eje base del asfalto sobre la que se construyó.

Su nivel de severidad es bajo (L) cuando presenta una fisura rellena de cualquier anchura o una sin rellenar no mayor de 10 mm (3/8 pulgada), medio (M) presenta fisura sin rellenar de anchura $\geq 10\text{mm}$ y $< 75\text{mm}$ y alto (H) presenta fisura sin rellenar de anchura $> 75\text{mm}$ (3 pulgadas) o cualquier anchura de 100mm (4 pulgadas).

Su medición es realizada en (m o ft).



Figura 29 Grado de gravedad (L) - Fisuras longitudinales y transversales.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 30 Grado de gravedad (M) - Fisuras longitudinales y transversales.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 31 Grado de gravedad (H) - Fisuras longitudinales y transversales.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

11. Parcheo. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que se trata de una sección de pavimento a la que se ha añadido material fresco para su reparación. Una zona parcheada o adyacente no suele funcionar adecuadamente como una porción de pavimento original.

Su nivel de severidad es bajo (L) cuando el deterioro presenta buenas condiciones, medio (M) parche deteriorado moderadamente y alto (H) parche muy deteriorado.

Su medición es realizada en (m^2 o ft^2) de área deteriorada.



Figura 32 Grado de gravedad (L) - Parcheo.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 33 Grado de gravedad (M) - Parcheo.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 34 Grado de gravedad (H) - Parcheo.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

12. Agregado pulido. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que las pruebas muestran que el esparcimiento del agregado es mínimo sobre la vía y liso sobre la superficie, es probable que sea el resultado de cargas de tráfico repetitivas y debe tenerse en cuenta. Cuando los resultados de una prueba de resistencia al deslizamiento son malos o significativamente inferiores a los de evaluaciones anteriores, se sospecha de esta forma de falla.

No existe nivel de severidad.

Su medición es realizada en (m² o ft²) de área deteriorada.

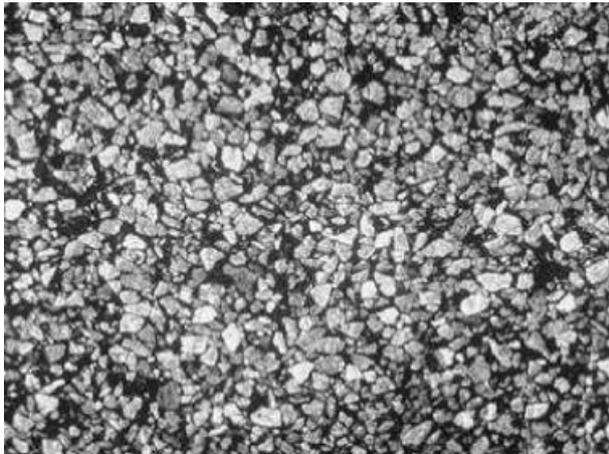


Figura 35 Falla tipo agregado pulido.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

13. *Baches*. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que son pequeños cráteres en la región del pavimento que suelen tener un diámetro de poco más de 750mm. Estos suelen tener lados verticales y bordes afilados próximos a la parte superior.

Su nivel de gravedad está detallado en el cuadro siguiente:

Tabla 2

Grado de gravedad para baches.

Máxima profundidad	Diámetro promedio (mm) (pulgada)		
	100 a 200 mm (4 a 8 pulgadas)	100 a 200 mm (4 a 8 pulgadas)	100 a 200 mm (4 a 8 pulgadas)
13 a ≤ 25 mm (1/2 a 1 pulgada)	L	L	M
> 25 y ≤ 50 mm (1 a 2 pulgadas)	L	M	H
> 50 mm (2 pulgadas)	M	M	H

Fuente: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

Para baches < a 750mm de diámetro, el nivel de severidad se determina de acuerdo a lo establecido en la tabla 2.

Para baches > a 750mm el área se determina en m² y se divide entre 0.5 m² para calcular la cantidad de baches existentes. Si la profundidad de los baches es ≤ a 25mm se consideran de mediana severidad, si es > a 25mm se consideran de alta severidad.

Estas fallas se cuentan y registran en lugar de medirse.



Figura 36 Grado de gravedad (L) - Baches.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 37 Grado de gravedad (M) - Baches.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 38 Grado de gravedad (H) - Baches.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

14. Cruce de vía férrea. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que son crestas, depresiones, o ambas cosas, que rodean los rieles o se encuentran en sus proximidades.

Su grado de gravedad se define según la clase de tráfico: bajo (L), medio (M) y alto (H).

Su medición es realizada en (m^2 o ft^2) de área deteriorada.



Figura 39 Grado de gravedad (L) - Cruce de vía férrea.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 40 Grado de gravedad (M) - Cruce de vía férrea.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 41 Grado de gravedad (H) - Cruce de vía férrea.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

15. Ahuellamiento. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que es un pequeño hundimiento dejado por las llantas. El levantamiento del asfalto puede producirse en los bordes del deterioro, aunque con frecuencia estos sólo son perceptibles cuando llueve y las huellas están sumergidas en el agua. Es una subrasante o estrato que ha sufrido una deformación persistente del pavimento que suele producirse por el desplazamiento periférico de los componentes causados por el tráfico pesado.

Su nivel de gravedad es bajo (L) cuando está ubicado en la categoría entre 6 y 13mm, medio (M) entre 13 y 25mm y alto (H) > 25mm.



Figura 44 Grado de gravedad (H) - Ahuellamiento.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

16. Desplazamiento. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que es una porción superficial del pavimento que ha sido desplazada longitudinal y permanentemente debido a las cargas del tráfico. Se crea una vibración breve al ras del pavimento cuando el tráfico presiona contra ella. Normalmente, ocurren en pavimentos con mezclas asfálticas líquidas erráticas.

Su nivel de gravedad se define según la clase de tráfico: bajo (L), medio (M) y alto (H).

Su medición es realizada en (m^2 o ft^2) de área deteriorada.



Figura 45 Grado de gravedad (L) - Desplazamiento.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 46 Grado de gravedad (M) - Desplazamiento.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 47 Grado de gravedad (H) - Desplazamiento.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

17. Fisura parabólica o por deslizamiento. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que son fisuras con apariencia de media luna, suelen estar presentes en sentido oblicuo al sentido del tráfico. Estos deterioros están causados por el frenaje de las llantas, los cambios de rumbo, el escurrimiento o la alteración superficial del asfalto. A menudo, es en capas sobrepuestas donde se produce este deterioro.

Su nivel de severidad es bajo (L) cuando la anchura promedio es no mayor a 10mm (3/8 pulgada), medio (M) cuando la anchura promedio es ≥ 10 y < 40 mm ($\geq 3/8$ y $< 1\frac{1}{2}$ pulgada) o

descascarillada moderadamente y alto (H) cuando la anchura promedio es $> 40\text{mm}$ ($1\frac{1}{2}$ pulgada) o con fragmentos removidos.

Su medición es realizada en (m^2 o ft^2) de área deteriorada.



Figura 48 Grado de gravedad (L) - Fisura parabólica.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 49 Grado de gravedad (M) - Fisura parabólica.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

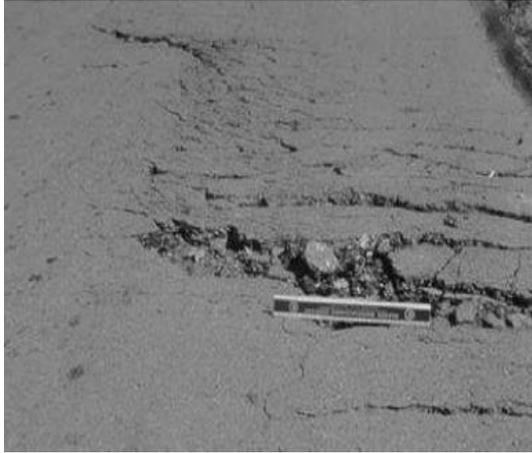


Figura 50 Grado de gravedad (H) - Fisura parabólica.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

18. Hinchamiento. De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que se distingue por una protuberancia ascendente en la región del asfalto y una vibración prolongada constante mayor a 3m (10 ft). Además de este deterioro, puede producirse un agrietamiento de la superficie.

Su grado de gravedad se define según la clase de tráfico: bajo (L), medio (M) y alto (H).

Su medición es realizada en (m² o ft²) de área deteriorada.

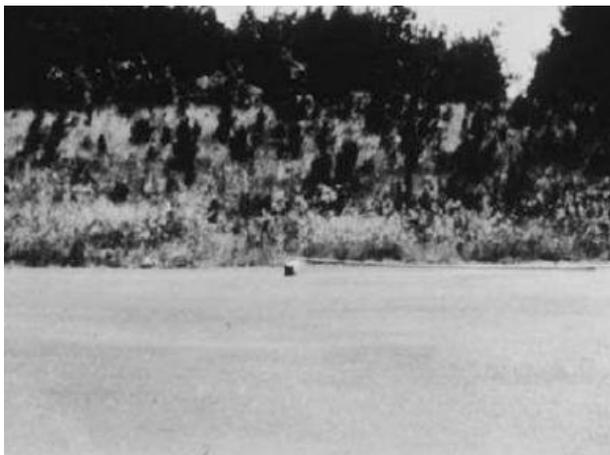


Figura 51 Grado de gravedad (L), (M) y (H) - Hinchamiento.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

19. *Desprendimiento de agregados.* De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que son el desgaste superficial del pavimento causado por la eliminación del agregado y ligante asfáltico perdido, también conocido como breca. Estos deterioros pueden indicar una aleación de mala condición o que el aglomerante ha sufrido un endurecimiento severo.

Su grado de gravedad es bajo (L) cuando el agregado a iniciado a separarse mostrando agujeros y en caso de derramamiento de aceite estas manchas son evidentes con superficie dura, medio (M) cuando el agregado se va separando y superficie lisa en caso de fuga de aceite y alto (H) cuando la separación de agregados son de gran magnitud con contextura muy áspero y drásticamente agujereada (< 10mm, 4 pulgadas) de espesor y (13mm, 1/2 pulgada) de abismo y en suceso de fuga de aceite el agregado a dado inicio a perderse.

Su medición es realizada en (m² o ft²) de área deteriorada.

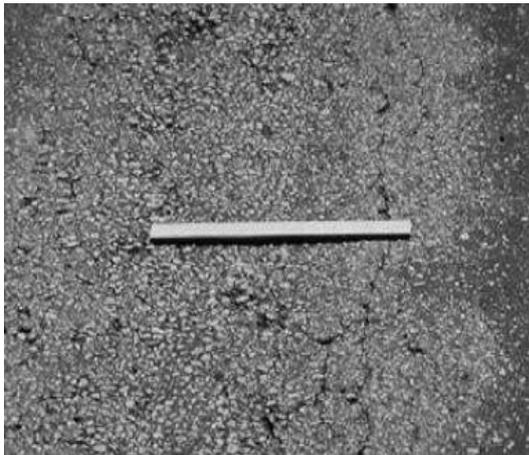


Figura 52 Grado de gravedad (L) - Desprendimiento de agregados.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 53 Grado de gravedad (M) - Desprendimiento de agregados.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).



Figura 54 Grado de gravedad (H) - Desprendimiento de agregados.

Nota: Adaptado desde (ASTM D6433-18, 2018).

Procedimiento de Cálculo.

Paso 1: Inspección visual en campo.

Registre el número total de fallas para cada nivel de gravedad. Según el tipo, estos daños pueden cuantificarse en términos de área, cantidad o longitud.

Para operar porcentualmente la densidad de conjugación entre tipo y gravedad de falla, divida la cantidad total de esta por la superficie general de muestreo y multiplique por 100 lo obtenido anteriormente.

Paso 2: Establecer los valores deducidos (VD).

Utilizando los gráficos de curvas de valores derivados de fallas, calcule el (VD) para cada conjugación entre tipo y nivel de gravedad (ver Anexo 03).

Paso 3: Establecer el máximo número aceptable de valores deducidos (m).

Si nadie o un único (VD) es superior a dos, se utiliza el (VDT) a cambio del (VDC) máximo; en caso contrario, proseguir los pasos descritos.

Se establece por medio de la ecuación:

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - HDV) \leq 10$$

Siendo:

m: Máximo número aceptable de (VD).

HDV: Mayor (VD) individual para la unidad de muestra.

De acuerdo con ASTM D6433-18 (2018), refiere que los números de (VD) de cada deterioro, incluido su componente fraccionario, se reduce a la cantidad máxima (m). Todos los valores sustraídos deben utilizarse si el número de valores sustraídos es inferior a (m).

Paso 4: Determinar el valor deducido corregido máximo (VDC).

Determine la cantidad de valores deducidos que se obtienen cuando $q > 2$.

Determine el valor deducido total (VDT) realizando la suma total de los valores deducidos de forma individual.

Determine el (VDC) utilizando la curva de corrección de (VD) (ver Anexo 03).

Repita el proceso hasta que q sea igual a 1 y, a continuación, reduzca a 2 el menor (VD) individual que sea superior a 2.

El mayor (VDC) es el (VDC) máximo.

Paso 5: Realizar la operación, aplicando la ecuación ($PCI = 100 - \text{máx. VDC}$), para cada tramo inspeccionado.

Método VIZIR.

De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que es un enfoque desarrollado en Francia que se utiliza para clasificar y cuantificar la degradación en asfaltos, con el objetivo de mostrar el estado superficial de la carretera en un tiempo indicado

De acuerdo con Ballesteros y Benavides (2018), refieren que es un sistema manejable que distingue claramente entre deterioro estructural y funcional. Este método estima el estado de la calzada por medio del (Is), que tiene una estimación sin dimensiones y se determina en función del tanto por ciento de la ruta que se ha visto afectada en relación con la longitud de la ruta del lugar de estudio.

De acuerdo con Ponce (2017), refiere que este método divide los daños que suelen sufrir los pavimentos asfálticos en dos grupos: estructurales (A) y superficiales (B). Para calcular el (Is), no se tienen en cuenta los daños estructurales.

De acuerdo con Guzmán y Gaitán (2018), refieren que es de utilidad para estimar el (Is) del asfalto y ofrecer diferentes opciones de reparación.

Es una herramienta más sencilla que caracterizará más fácilmente los daños de un segmento específico que haya que analizar; la evaluación rápida con base técnica del estado de la carretera es posible gracias a la sencillez y categorización del análisis. Debido a su estrategia de simplificación, se deja de lado el análisis de los deterioros funcionales, lo que repercute negativamente en la evaluación, ya que estos deterioros pueden ser bastante elevados y, si se ignoran, podrían dar lugar a diversas interpretaciones y resultados.

Rango de calificación (VIZIR). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que es una escala de 1 a 7 utilizada para calificar el estado del pavimento, siendo 1 el peor estado posible y 7 el mejor estado posible.

1 - 2		Buena
3 - 4		Marginal
5 - 7		Deficiente

Figura 55 Rango de calificación VIZIR y colores sugeridos.

Fuente: Adaptado de (INVIAS, 2008).

Tabla 3

Rango de clasificación VIZIR.

Rango	Clasificación
1 y 2	Bueno
3 y 4	Marginal
5, 6 y 7	Deficiente

Fuente: Adaptado de (INVIAS, 2008).

Fallas tipo A en pavimentos asfálticos.

Ahuellamiento (AH). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que es un deterioro longitudinal constante en lugares limitados, normalmente en el sentido de movimiento de las llantas de los carros, que puede producir levantamientos en lugares cercanos a lo largo de la depresión.

Su nivel de gravedad se define según la profundidad del deterioro: (1) < a 20mm, (2) de 20mm a 40mm y (3) > a 40mm.

Su medición es realizada en (m) de área deteriorada.

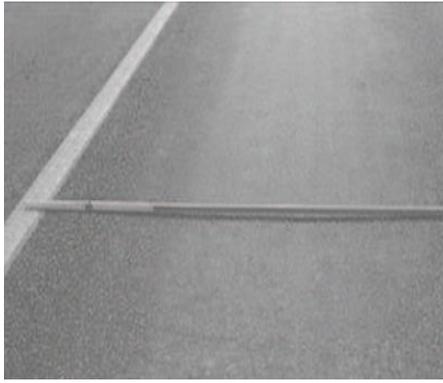


Figura 56 Grado de gravedad (1) - Ahuellamiento.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 57 Grado de gravedad (2) - Ahuellamiento.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 58 Grado de gravedad (3) - Ahuellamiento.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Depresiones longitudinales (DL) y transversales (DT). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que son posibles deterioros dirigidas tanto longitudinal como transversalmente.

Su nivel de gravedad se define según la profundidad del deterioro: (1) < a 20mm, (2) de 20mm a 40mm y (3) > a 40mm.

Su medición es realizada en (m) de área deteriorada.



Figura 59 Nivel de severidad (1) - Depresiones longitudinales y transversales.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 60 Nivel de severidad (2) - Depresiones longitudinales y transversales.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 61 Nivel de severidad (3) - Depresiones longitudinales y transversales.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Fisuras longitudinales por fatiga (FLF). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que son deterioros equidistantes al eje de la carretera ubicadas en las regiones vulnerables a las cargas del tráfico. Empiezan en la superficie de la capa y van por debajo.

Su nivel de gravedad es (1) cuando presenta grietas finas $< 10\text{mm}$, (2) con grietas abiertas ramificadas y (3) con grietas muy abiertas y ramificadas con márgenes desbordados.

Su medición es realizada en (m) de área deteriorada.



Figura 62 Nivel de gravedad (1) - Fisuras longitudinales por fatiga.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 63 Nivel de gravedad (2) - Fisuras longitudinales por fatiga.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 64 Nivel de gravedad (3) - Fisuras longitudinales por fatiga.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Fisuras de piel de cocodrilo (FPC). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que son polígonos irregulares con ángulos agudos formados por una red de fisuras interconectadas que suelen encontrarse en lugares con mucho tráfico.

Su nivel de gravedad es (1) presenta redes grandes $> 500\text{mm}$ fisuras finas sin material perdido, (2) redes de mayor densidad $< 500\text{mm}$, creación de huecos con material perdido y (3) redes de mayor densidad con fisuras muy separados $< 200\text{mm}$ con material perdido.

Su medición es realizada en (m) de área deteriorada.



Figura 65 Nivel de gravedad (1) - Fisuras piel de cocodrilo.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 66 Nivel de gravedad (2) - Fisuras piel de cocodrilo.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 67 Nivel de gravedad (3) - Fisuras piel de cocodrilo.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Baches y parcheo (reparaciones) (B). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que son áreas donde se ha retirado el pavimento y se ha reconstruido con materiales que suelen ser idénticos a los del pavimento.

Su nivel de gravedad es (1) cuando presenta reconstrucción general de un deterioro tipo B del pavimento, (2) reparación adecuada de un deterioro tipo A y (3) presencia de fallas en lugares resanados de un deterioro tipo A.

Su medición es realizada en (m) de área deteriorada.



Figura 68 Grado de gravedad (1) - Baches y parcheo.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 69 Grado de gravedad (2) - Baches y parcheo.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 70 Grado de gravedad (3) - Baches y parcheo.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Fallas tipo B en pavimentos asfálticos.

Fisura longitudinal y transversal junta de construcción (FLJ) (FTJ). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que son fracturas transversales y longitudinales en las juntas de la edificación.

Su nivel de gravedad es (1) presenta grietas suaves < 10mm, (2) grietas anchas sin desapego ramificada y (3) ancha con desapego.



Figura 71 Nivel de gravedad (1) - Fisura longitudinal y transversal junta.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 72 Nivel de gravedad (2) - Fisura longitudinal y transversal junta.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 73 Nivel de gravedad (3) - Fisura longitudinal y transversal junta.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Grietas de contracción térmica (FCT). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que este tipo de degradación provoca la aparición de diversas grietas en diferentes áreas del pavimento, principalmente grietas transversales y en bloque. No implican repeticiones de carga.

Su nivel de gravedad es (1) presenta grietas suaves $< 10\text{mm}$, (2) grietas anchas $\geq 10\text{mm}$ o finas con desapego y (3) grietas anchas $\geq 10\text{mm}$ con desapegos.



Figura 74 Nivel de gravedad (1) - Grietas de contracción térmica.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 75 Nivel de gravedad (2) - Grietas de contracción térmica.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 76 Nivel de gravedad (3) - Grietas de contracción térmica.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Fisuras parabólicas (FP). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que se producen al detener, girar o desplazar lentamente grandes cargas, lo que provoca deslizamientos y deformaciones del estrato superior del asfalto.

Su nivel de gravedad es (1) presenta grietas suaves $< 10\text{mm}$, (2) grietas anchas $\geq 10\text{mm}$ sin desapego y (3) grietas anchas $\geq 10\text{mm}$ con desapegos.



Figura 77 Nivel de gravedad (1) - Fisuras parabólicas.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 78 Nivel de gravedad (2) - Fisuras parabólicas.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 79 Nivel de gravedad (3) - Fisuras parabólicas.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Grietas de borde (FB). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que suelen ser continuas, tienen tendencia a discurrir en una sola dirección y están situadas en paralelo al margen del asfalto.

Su nivel de gravedad es (1) presenta grietas suaves $< 10\text{mm}$, (2) grietas anchas $\geq 10\text{mm}$ sin desapego y (3) grietas anchas $\geq 10\text{mm}$ con desapegos.



Figura 80 Nivel de gravedad (1) - Grietas de borde.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 81 Nivel de gravedad (2) - Grietas de borde.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 82 Nivel de gravedad (3) - Grietas de borde.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Ojos de pescado (O). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que son aberturas con una apariencia más o menos redonda que se desarrollan como resultado de la separación de piezas relacionadas con el tráfico, desniveles o disgregación de la aleación asfáltica.

Su nivel de severidad es (1) presenta cuantía < 5 con diámetro $\leq 300\text{mm}$, (2) cuantía de 5 a 10 con diámetro $\leq 100\text{mm}$ de igual modo cuantía < 5 con diámetro $\leq 1000\text{mm}$ y (3) cuantía > 10 con diámetro $\leq 300\text{mm}$ de igual modo cuantía de 5 a 10 con diámetro $\leq 1000\text{mm}$.



Figura 83 Nivel de gravedad (1) - Ojos de pescado.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 84 Nivel de gravedad (2) - Ojos de pescado.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 85 Nivel de gravedad (3) - Ojos de pescado.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Desplazamiento o Ahuellamiento de mezcla (DM). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que se producen únicamente en estratos asfálticos.

Su nivel de gravedad se define según su profundidad: (1) $< 20\text{mm}$, (2) $\leq 40\text{mm}$ de igual modo $\geq 20\text{mm}$ (3) $> 40\text{mm}$.



Figura 86 Nivel de gravedad (1) - Desplazamiento de mezcla.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

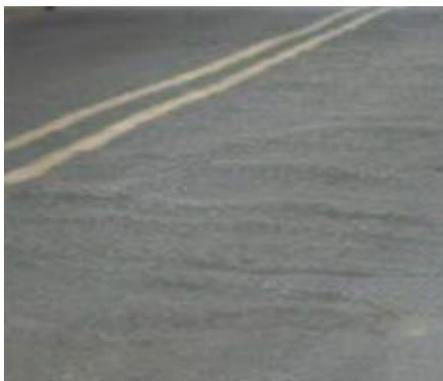


Figura 87 Nivel de gravedad (2) - Desplazamiento de mezcla.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 88 Nivel de gravedad (3) - Desplazamiento de mezcla.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Pérdida de la película de ligante (PL). Según las indicaciones de INVIAS (2008), refiere que es la separación gradual de la película del aglomerante asfáltico que cubre los áridos pétreos. Este proceso se desarrolla en respuesta al tráfico y factores climáticos.

Su nivel de gravedad se define según las pérdidas: (1) retiradas, (2) constantes y (3) totales y bien evidentes.



Figura 89 Nivel de gravedad (1) - Pérdida de película de ligante.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 90 Nivel de gravedad (2) - Pérdida de película de ligante.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 91 Nivel de gravedad (3) - Pérdida de película de ligante.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Pérdida de agregados (PA). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que es la separación graduada de los áridos pétreos, desapegando el estrato de rodamiento.

Su nivel de gravedad se define según las pérdidas: (1) retiradas, (2) constantes y (3) totales y bien evidentes.



Figura 92 Nivel de gravedad (1) - Pérdida de agregados.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

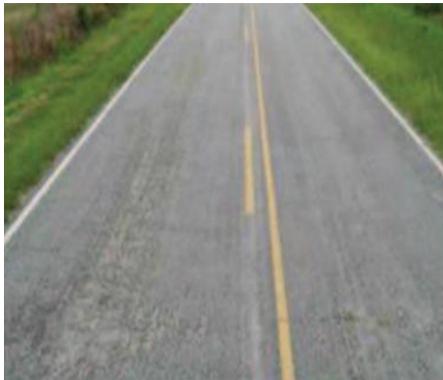


Figura 93 Nivel de gravedad (2) - Pérdida de agregados.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 94 Nivel de gravedad (3) - Pérdida de agregados.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Descascaramientos (D). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que compete al extravió de fracciones de estrato asfáltico en la parte superior sin afectar a los estratos inferiores.

Su nivel de gravedad se define según su profundidad y área: (1) $\leq 25\text{mm}$ con $\leq 0.8 \text{ m}^2$, (2) $\leq 25\text{mm}$ con $> 0.8 \text{ m}^2$, $> 25\text{mm}$ con $\leq 0.8 \text{ m}^2$ y (3) $> 25\text{mm}$ con área $> 0.8 \text{ m}^2$.



Figura 95 Nivel de gravedad (1) - Descascaramientos.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 96 Nivel de gravedad (2) - Descascaramientos.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 97 Nivel de gravedad (3) - Descascaramientos.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Pulimento de agregados (PU). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que se demuestra por existencia de áridos exhibido con aspectos pulidos en regiones asfaltadas, creando áreas suaves que logran tener un impacto en la resistencia al deslizamiento.

Su nivel de gravedad es (1) presenta una longitud $< 10\%$ de 100m en la calzada, (2) longitud $\geq 10\%$ a $< 50\%$ de 100m en la calzada y (3) longitud $\geq 50\%$ de 100m en la calzada.



Figura 98 Nivel de gravedad (1), (2) y (3) - Pulimento de agregados.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Exudación (EX). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que hay una capa libre de asfalto cerca de la superficie, que tiene una apariencia brillante y pegajosa que, cuando la superficie está mojada, provoca pérdidas de fricción considerables.

Su nivel de gravedad es (1) cuando se presenta en un área específica, (2) de forma continua por donde transitan los neumáticos de los carros y (3) de aspecto continuo y demasiado evidente en diferentes superficies.



Figura 99 Nivel de gravedad (1) - Exudación.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 100 Nivel de gravedad (2) - Exudación.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 101 Nivel de gravedad (3) - Exudación.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Afloramiento de mortero (AM). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que corresponde a la infiltración de agua y partículas finas desde el estrato base hasta la superficie.

Su nivel de gravedad es (1) cuando se presenta apenas evidente, (2) profundo y (3) demasiado profundo.



Figura 102 Nivel de gravedad (1) - Afloramiento de mortero.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 103 Nivel de gravedad (2) - Afloramiento de mortero.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 104 Nivel de gravedad (3) - Afloramiento de mortero.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Afloramiento de agua (AA). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que se aprecia cuando hay líquido en la superficie asfáltica incluso cuando no llueve. Tanto las regiones segregadas como las fisuras del pavimento exhiben el afloramiento.

Su nivel de gravedad es (1) cuando se presenta apenas evidente, (2) profundo y (3) demasiado profundo.



Figura 105 Nivel de gravedad (1) - Afloramiento de agua.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 106 Nivel de gravedad (2) - Afloramiento de agua.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 107 Nivel de gravedad (3) - Afloramiento de agua.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Desintegración de los bordes del pavimento (DB). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que esta degradación es producida cuando las bermas no están pavimentadas y los coches aparcan habitualmente sobre ellas o conducen peligrosamente cerca de la orilla de la calzada.

Su nivel de gravedad es (1) presenta erosión en sectores puntuales, (2) afecta la calzada en una anchura $\geq 500\text{mm}$ y (3) desaparición del asfalto revestido.



Figura 108 Nivel de gravedad (1) - Desintegración de bordes.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 109 Nivel de gravedad (2) - Desintegración de bordes.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 110 Nivel de gravedad (3) - Desintegración de bordes.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Escalonamiento entre calzada y berma (ECB). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que es producida por la disimilitud de elevación entre las aceras y el asfalto.

Su nivel de gravedad es (1) presenta una diferencia de nivel $>$ a 10mm, pero $<$ a 50 mm, (2) $>$ a 50mm, pero $<$ a 100mm y (3) $>$ a 100mm.



Figura 111 Nivel de gravedad (1) - Escalonamiento entre calzada y berma.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 112 Nivel de gravedad (2) - Escalonamiento entre calzada y berma.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 113 Nivel de gravedad (3) - Escalonamiento entre calzada y berma.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Erosión de las bermas (EB). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que es producida por la devastación de aceras asfaltas y no asfaltadas.

Su nivel de gravedad es (1) presenta erosión apenas evidente, (2) erosión evidente y (3) erosión muy evidente extrema.



Figura 114 Nivel de gravedad (1) - Erosión de berma.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 115 Nivel de gravedad (2) - Erosión de berma.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).



Figura 116 Nivel de gravedad (3) - Erosión de berma.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Segregación (S). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que se define por una inadecuada distribución de áridos finos y gruesos, dando lugar a la escasez de uniformidad en características y cualidades de la aleación asfáltica.

Su nivel de gravedad es (1) presenta una longitud $< 10\%$ de 100m en la calzada, (2) longitud $\geq 10\%$ a $< 50\%$ de 100m en la calzada y (3) longitud $\geq 50\%$ de 100m en la calzada.



Figura 117 Nivel de gravedad (1), (2) y (3) - Segregación.

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Procedimiento de cálculo.

De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que se mezclan los índices de deformación (I_d) y fisura (I_f), juntos producen un indicador de apreciación inicial del asfalto que debería ser rectificado para el caso de deformación del pavimento.

La técnica VIZIR utiliza dos indicadores para estimar la situación superficial del asfalto:

Índice de fisuración (I_f). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que es una cifra entera fluctuante de 1 a 5, en función del tamaño y la gravedad de las fracturas estructurales actuales presentes. El mayor de los dos valores producidos debe utilizarse en estimaciones separadas para las fracturas en piel de cocodrilo y las grietas longitudinales por fatiga (ver Anexo 04).

Índice de deformación (Id). De acuerdo con INVIAS (2008), refiere que es una cifra entera fluctuante de 1 a 5, en función del tamaño y la gravedad de las fracturas estructurales actuales presentes (ver Anexo 04).

Índice de deterioro superficial (Is). Según INVIAS (2008), refiere que es una cifra entera fluctuante de 1 a 7, modificado en base al tamaño y condición de la labor de parcheo (ver Anexo 04).

Bases filosóficas

ASTM D6433-18. De acuerdo con Aceropedia (2022), refiere que una de las entidades de gran magnitud a nivel mundial que crea y difunde acuerdos deliberados de normas técnicas para una serie de componentes, mercancías, métodos y servicios es la norma ASTM, también distinguida como Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM International). Se refiere a un documento creado y construido de acuerdo con los fundamentos de consentimiento de la organización y que cumple los procesos y normas de la ASTM.

INVIAS. De acuerdo con INVIAS (2020), refiere que es un organismo nacional adjunto al Ministerio de Transporte, encomendado de llevar a cabo las políticas, planificación, programas y proyectos infraestructurales de transporte de índole vial, fluvial, férreo y marítimo, acorde con las directrices impartidas por el Gobierno Nacional. Utiliza tecnología sustentable para atender las necesidades de conexión, accesibilidad y traslado de los transeúntes, así como intelecto humano competente, completo, idealista y aplicado, colaborando a incrementar la capacidad competitiva e innovación infraestructural.

Definición de Términos Básicos

Pavimento flexible. Están contruidos con material granular y una capa superior de material asfáltico. Con la ayuda de este pavimento, las cargas pueden dispersarse por igual a través de su estructura, evitando cualquier ruptura estructural (Ccasa, Ccasa, y Tipo, 2021)

Falla estructural. Son defectos en la construcción del pavimento que provocan deficiencias en la superficie de la carretera, es decir, una o varias capas constituyentes que deben soportar las diversas tensiones a las que las someten el tráfico y el medio ambiente (Jinchuña, 2020).

PCI. Se basa en la degradación superficial observada, asimismo revelan la estabilidad estructural y el estado funcional del pavimento. Ofrece una base racional e imparcial para elegir la prioridad del mantenimiento y las reparaciones, así como su necesidad (ASTM D6433-18, 2018).

VIZIR. Es un enfoque desarrollado en Francia que se utiliza para clasificar y cuantificar la degradación en asfaltos, con el objetivo de mostrar el estado superficial de la carretera en un tiempo indicado (INVIAS, 2008).

Tramo de vía. Es una fracción distinguible de pavimento que existe como una sola unidad y sirve a un propósito concreto (ASTM D6433-18, 2018).

Piel de cocodrilo. Es aquel patrón de fisuras vinculadas en la superficie del pavimento asfáltico que resulta de la presión frecuente del tráfico (ASTM D6433-18, 2018).

Ahuellamiento. Es un pequeño hundimiento dejado por las llantas. El levantamiento del asfalto puede producirse en los bordes del deterioro, aunque con frecuencia estos sólo son perceptibles cuando llueve y las huellas están sumergidas en el agua (ASTM D6433-18, 2018).

Ojo de pescado. Son aberturas con una apariencia más o menos redonda que se desarrollan como resultado de la separación de piezas relacionadas con el tráfico, depresiones o desintegración de la aleación asfáltica (INVIAS, 2008).

Exudación. Se manifiesta como una capa bituminosa en la superficie del pavimento, que produce una región transparente, reluciente e irradiante que típicamente se convierte viscoso (ASTM D6433-18, 2018).

Parcheo. Se trata de una sección de pavimento a la que se ha añadido material fresco para su reparación. Independientemente de lo bien que funcione, un parche es un deterioro (una zona parcheada o adyacente no suele funcionar tan bien como una sección de pavimento original) (ASTM D6433-18, 2018).

Hipótesis de investigación

Hipótesis general.

Teniendo en cuenta que la investigación actual tiene un carácter descriptivo y no se pretende realizar predicciones o estimaciones sobre las características de nuestra variable, no se considera. Según Hernández y Mendoza (2018), refieren que: “en las investigaciones de alcance descriptivo no siempre debemos establecer hipótesis, solamente se plantean hipótesis cuando se intenta pronosticar una cifra, un dato o un hecho” (p. 124).

Hipótesis específicas.

Teniendo en cuenta que la investigación actual tiene un carácter descriptivo y no se pretende realizar predicciones o estimaciones sobre las características de nuestra variable, no se considera. Según Hernández y Mendoza (2018), refieren que: “en las investigaciones de alcance descriptivo no siempre debemos establecer hipótesis, solamente se plantean hipótesis cuando se intenta pronosticar una cifra, un dato o un hecho” (p. 124).

Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Fallas Estructurales	Según MTC (2013), menciona que: “las fallas estructurales comprenden los defectos de la superficie de rodadura cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir afecta a una o más capas del pavimento” (p. 195).	Mediante un examen óptico, las técnicas PCI y VIZIR están diseñadas para estimar la situación del pavimento asfáltico en la superficie y, a continuación, enumerar los numerosos tipos de daños que ya se han producido.	PCI	Rango de Calificación (PCI).
			VIZIR	Rango de Calificación (VIZIR).

Capítulo III: Metodología

Diseño metodológico

Tipo de investigación.

Se trata de estudio básico, ya que intenta poner al descubierto las peculiaridades que se dan en la realidad y que influyen en un área determinada. Según Ortiz y García (2016), mencionan que: “la investigación tipo básico tiene como objetivo particular construir la información obtenida a partir de la realidad” (p. 38).

Nivel de investigación.

Dado que permite observar la variable de investigación y sus aspectos, se trata de un estudio descriptivo. Según Hernández y Mendoza (2018), refieren que: “la investigación de nivel descriptivo consiste en describir las características, propiedades, cualidades internas y externas de los acontecimientos del mundo real, en un espacio temporal y un tiempo verificable determinado” (p. 108).

Diseño de investigación.

Dado que la variable de estudio no se altera, no se trata de un estudio experimental. Según las indicaciones de Hernández y Mendoza (2018), refieren que: “la investigación no experimental es aquel cuya variable de estudio carece de manipulación. Asimismo, los sucesos

observados tal y como se presentan en la realidad y en un tiempo determinado, son estudiados luego de su acontecimiento” (p. 175).

Enfoque de investigación.

Es una investigación con enfoque cuantitativo, pues está adaptado a las cualidades y exigencias que requiere la indagación. Según Hernández y Mendoza (2018), refieren que: “la investigación con enfoque cuantitativo se desprende de una idea delimitada, de la cual se define su objetivo y pregunta de investigación, posteriormente se revisan estudios y se construye un marco teórico” (p. 6).

Población y Muestra

Población.

La población es 1600 metros de longitud de vía de la avenida Los Naturales, desde la intersección con la avenida Jorge Chávez hasta la intersección con la carretera Fujimori en el distrito de Huaral. De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), refieren que: “la población es la totalidad de sujetos que poseen ciertas cualidades comunes observables en un espacio y momento determinado” (p. 198).

Muestra.

La muestra es 1600 metros de longitud de vía de la avenida Los Naturales, desde la intersección con la avenida Jorge Chávez hasta la intersección con la carretera Fujimori en el distrito de Huaral. De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), refieren que: “la muestra es un subconjunto de la población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de esta, si se desean generalizar los resultados” (p. 196).

Técnicas de Recolección de Datos

Según las indicaciones de Hernández y Mendoza (2018), refieren que: “las técnicas son empleados como mecanismos procedimentales y estratégicos, de tal forma que escogerlas y tomarlas resulte sencillo para el investigador” (p. 226).

Es un estudio de fuente primaria, debido a que la información se obtuvo directamente a través del contacto inmediato con el propósito de análisis. Se utilizó la observación de campo. De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), refieren que: “la observación consiste en captar las cualidades, propiedades y características del objeto de estudio, a través del uso de los sentidos” (p. 290).

Instrumento.

Se utilizó el formato de inspección en campo. Según Hernández y Mendoza (2018), refieren que: “la ficha de observación se aplica para registrar aquellos datos generados directamente entre el observador y la realidad que se observa” (p. 290).

Técnicas para el Procesamiento de la Información

A continuación, se desarrolló el siguiente esquema:

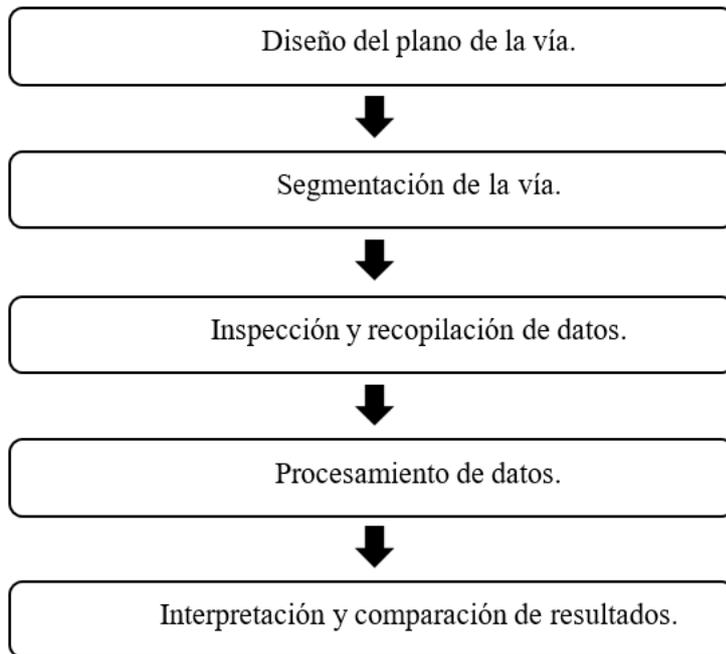


Figura 118 Flujograma del procedimiento metodológico.

Fuente: Propio.

Diseño del plano de la vía. Se realizará un dibujo a detalle con el software AutoCAD que nos representará la vía de la avenida los Naturales, así como otros aspectos relevantes para la investigación.

Segmentación de la vía. Para ambos procedimientos, la carretera tiene un ancho de 7.30 metros y se dividirá en unidades de muestreo (secciones) de 40.00 metros examinando cada una de ellas.

Inspección y recopilación de datos. La inspección visual se realizará teniendo en cuenta un conocimiento básico de los distintos tipos de fallas, y los datos se recopilarán sobre el terreno utilizando fichas de observación.

Procesamiento de datos. Se procesarán los datos recogidos haciendo uso de los formatos de cálculo por cada método como se muestra a detalle en el capítulo IV, este punto será realizado en gabinete.

Interpretación y comparación de resultados. Con los datos procesados se realizará la comparación entre estos dos métodos indicados.

Capítulo IV: Resultados

Análisis de resultados

Cumpliendo con el objetivo específico de conocer la condición superficial en la que se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica PCI del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral - 2023, se obtuvieron los siguientes resultados:

En los tramos del 0+000 al 1+600 km, se evaluaron 40 unidades de muestreos realizados con un área de 292,00 m² calculando su valor PCI y su condición en cada tramo.

Tabla 4

Resumen de evaluación de la avenida, mediante la técnica PCI.

Área de Muestreo (m ²)	Unidad de Muestreo	Abscisa Inicial	Abscisa Final	PCI	Condición
292,00	M – 01	0+000	0+040	53,00	Regular
292,00	M – 02	0+040	0+080	23,00	Muy Malo
292,00	M – 03	0+080	0+120	9,00	Fallado
292,00	M – 04	0+120	0+160	46,00	Regular
292,00	M – 05	0+160	0+200	54,00	Regular
292,00	M – 06	0+200	0+240	46,00	Regular
292,00	M – 07	0+240	0+280	44,00	Regular
292,00	M – 08	0+280	0+320	32,00	Malo
292,00	M – 09	0+320	0+360	40,00	Malo
292,00	M – 10	0+360	0+400	53,00	Regular

Área de Muestreo (m2)	Unidad de Muestreo	Abscisa Inicial	Abscisa Final	PCI	Condición
292,00	M – 11	0+400	0+440	11,00	Muy Malo
292,00	M – 12	0+440	0+480	2,00	Fallado
292,00	M – 13	0+480	0+520	12,00	Muy Malo
292,00	M – 14	0+520	0+560	20,00	Muy Malo
292,00	M – 15	0+560	0+600	91,00	Excelente
292,00	M – 16	0+600	0+640	59,00	Bueno
292,00	M – 17	0+640	0+680	66,00	Bueno
292,00	M – 18	0+680	0+720	75,00	Muy Bueno
292,00	M – 19	0+720	0+760	91,00	Excelente
292,00	M – 20	0+760	0+800	59,00	Bueno
292,00	M – 21	0+800	0+840	48,00	Regular
292,00	M – 22	0+840	0+880	94,00	Excelente
292,00	M – 23	0+880	0+920	28,00	Malo
292,00	M – 24	0+920	0+960	97,70	Excelente
292,00	M – 25	0+960	1+000	100,00	Excelente
292,00	M – 26	1+000	1+040	100,00	Excelente
292,00	M – 27	1+040	1+080	100,00	Excelente
292,00	M – 28	1+080	1+120	100,00	Excelente
292,00	M – 29	1+120	1+160	41,80	Regular
292,00	M – 30	1+160	1+200	100,00	Excelente
292,00	M – 31	1+200	1+240	50,80	Regular
292,00	M – 32	1+240	1+280	82,20	Muy Bueno
292,00	M – 33	1+280	1+320	100,00	Excelente
292,00	M – 34	1+320	1+360	40,50	Regular
292,00	M – 35	1+360	1+400	82,00	Muy Bueno
292,00	M – 36	1+400	1+440	100,00	Excelente
292,00	M – 37	1+440	1+480	59,00	Bueno
292,00	M – 38	1+480	1+520	90,20	Excelente
292,00	M – 39	1+520	1+560	90,40	Excelente
292,00	M – 40	1+560	1+600	42,00	Regular
Condición Final				60,82	Bueno

Fuente: Propio.

Para esta tabla de resumen, se visibiliza que, en las 40 unidades de muestreos realizados mediante la técnica PCI se alcanza un valor promedio de 60,82 clasificando la condición del pavimento asfáltico como Bueno.

Cumpliendo con el objetivo específico de conocer la condición superficial en la que se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral – 2023, se obtuvieron los siguientes resultados:

En los tramos del 0+000 al 1+600 km, se evaluaron 40 unidades de muestreo realizados con un área de 292,00 m² calculando su valor VIZIR y su condición en cada tramo.

Tabla 5

Resumen de evaluación de la avenida, mediante la técnica VIZIR.

Área de Muestreo (m ²)	Unidad de Muestreo	Abscisa Inicial	Abscisa Final	VIZIR	Condición
292,00	M – 01	0+000	0+040	2,00	Buena
292,00	M – 02	0+040	0+080	3,00	Marginal
292,00	M – 03	0+080	0+120	2,00	Buena
292,00	M – 04	0+120	0+160	2,00	Buena
292,00	M – 05	0+160	0+200	2,00	Buena
292,00	M – 06	0+200	0+240	2,00	Buena
292,00	M – 07	0+240	0+280	3,00	Marginal
292,00	M – 08	0+280	0+320	2,00	Buena
292,00	M – 09	0+320	0+360	3,00	Marginal
292,00	M – 10	0+360	0+400	2,00	Buena
292,00	M – 11	0+400	0+440	2,00	Buena
292,00	M – 12	0+440	0+480	4,00	Marginal
292,00	M – 13	0+480	0+520	3,00	Marginal
292,00	M – 14	0+520	0+560	4,00	Marginal
292,00	M – 15	0+560	0+600	1,00	Buena
292,00	M – 16	0+600	0+640	3,00	Marginal
292,00	M – 17	0+640	0+680	2,00	Buena
292,00	M – 18	0+680	0+720	2,00	Buena

Área de Muestreo (m2)	Unidad de Muestreo	Abscisa Inicial	Abscisa Final	VIZIR	Condición
292,00	M – 19	0+720	0+760	2,00	Buena
292,00	M – 20	0+760	0+800	2,00	Buena
292,00	M – 21	0+800	0+840	3,00	Marginal
292,00	M – 22	0+840	0+880	2,00	Buena
292,00	M – 23	0+880	0+920	4,00	Marginal
292,00	M – 24	0+920	0+960	2,00	Buena
292,00	M – 25	0+960	1+000	1,00	Buena
292,00	M – 26	1+000	1+040	1,00	Buena
292,00	M – 27	1+040	1+080	2,00	Buena
292,00	M – 28	1+080	1+120	1,00	Buena
292,00	M – 29	1+120	1+160	4,00	Marginal
292,00	M – 30	1+160	1+200	1,00	Buena
292,00	M – 31	1+200	1+240	3,00	Marginal
292,00	M – 32	1+240	1+280	1,00	Buena
292,00	M – 33	1+280	1+320	1,00	Buena
292,00	M – 34	1+320	1+360	3,00	Marginal
292,00	M – 35	1+360	1+400	2,00	Buena
292,00	M – 36	1+400	1+440	1,00	Buena
292,00	M – 37	1+440	1+480	2,00	Buena
292,00	M – 38	1+480	1+520	1,00	Buena
292,00	M – 39	1+520	1+560	1,00	Buena
292,00	M – 40	1+560	1+600	3,00	Marginal
Condición Final				2,18	Buena

Fuente: Propio.

Para esta tabla de resumen, se visibiliza que, en las 40 unidades de muestreos realizados mediante la técnica VIZIR nos resulta un valor promedio de 2,18 calificando la condición del pavimento asfáltico como Buena.

Cumpliendo con el objetivo general de determinar la condición en la que se encuentran actualmente las fallas estructurales mediante las técnicas PCI y VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral – 2023, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 6

Resumen comparativo, mediante las técnicas PCI y VIZIR.

Unidad de Muestreo	PCI	Condición	VIZIR	Condición
M – 01	53,00	Regular	2,00	Buena
M – 02	23,00	Muy Malo	3,00	Marginal
M – 03	9,00	Fallado	2,00	Buena
M – 04	46,00	Regular	2,00	Buena
M – 05	54,00	Regular	2,00	Buena
M – 06	46,00	Regular	2,00	Buena
M – 07	44,00	Regular	3,00	Marginal
M – 08	32,00	Malo	2,00	Buena
M – 09	40,00	Malo	3,00	Marginal
M – 10	53,00	Regular	2,00	Buena
M – 11	11,00	Muy Malo	2,00	Buena
M – 12	2,00	Fallado	4,00	Marginal
M – 13	12,00	Muy Malo	3,00	Marginal
M – 14	20,00	Muy Malo	4,00	Marginal
M – 15	91,00	Excelente	1,00	Buena
M – 16	59,00	Bueno	3,00	Marginal
M – 17	66,00	Bueno	2,00	Buena
M – 18	75,00	Muy Bueno	2,00	Buena
M – 19	91,00	Excelente	2,00	Buena
M – 20	59,00	Bueno	2,00	Buena
M – 21	48,00	Regular	3,00	Marginal
M – 22	94,00	Excelente	2,00	Buena
M – 23	28,00	Malo	4,00	Marginal
M – 24	97,70	Excelente	2,00	Buena
M – 25	100,00	Excelente	1,00	Buena
M – 26	100,00	Excelente	1,00	Buena
M – 27	100,00	Excelente	2,00	Buena
M – 28	100,00	Excelente	1,00	Buena
M – 29	41,80	Regular	4,00	Marginal
M – 30	100,00	Excelente	1,00	Buena
M – 31	50,80	Regular	3,00	Marginal

Unidad de Muestreo	PCI	Condición	VIZIR	Condición
M – 32	82,20	Muy Bueno	1,00	Buena
M – 33	100,00	Excelente	1,00	Buena
M – 34	40,50	Regular	3,00	Marginal
M – 35	82,00	Muy Bueno	2,00	Buena
M – 36	100,00	Excelente	1,00	Buena
M – 37	59,00	Bueno	2,00	Buena
M – 38	90,20	Excelente	1,00	Buena
M – 39	90,40	Excelente	1,00	Buena
M – 40	42,00	Regular	3,00	Marginal
Condición Final	60,82	Bueno	2,18	Buena

Fuente: Propio.

Para esta tabla de resumen, se visualiza que, mediante la técnica PCI se obtiene un valor promedio de 60,82 calificando su condición como Bueno; mientras que mediante la técnica VIZIR se obtuvo un valor promedio de 2,18 calificando su condición como Buena. Se verifica que existe una similitud entre estas dos técnicas en la evaluación de la avenida.

La técnica más efectiva y confiable es el PCI, porque nos brinda un rango de calificación más detallado, constituido por 7 rangos para calificar desde 0 (Fallado) hasta 100 (excelente); mientras la técnica VIZIR nos brinda un rango de calificación muy reducido, constituido por 3 rangos para calificar desde 1 (Buena) hasta 7 (Mala).

Contrastación de la hipótesis

No se planteó contrastación de hipótesis, porque la presente investigación fue de carácter descriptivo y no se pretende realizar predicciones o estimaciones sobre las características de nuestra variable. Según Hernández y Mendoza (2018), refieren que: “en las investigaciones de alcance descriptivo no siempre debemos establecer hipótesis, solamente se plantean hipótesis cuando se intenta pronosticar una cifra, un dato o un hecho” (p. 124).

Capítulo V: Discusión

Discusión de Resultados

Del objetivo específico de conocer la condición superficial en la que se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica PCI del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral – 2023, el resultado obtenido mediante la técnica PCI es un valor promedio de 60,82 calificado como Bueno. Este resultado tiene similitud con la investigación realizada por Castro y Contreras (2021), quienes obtuvieron como resultado un valor promedio PCI de 73,65 calificado como Muy Bueno. Por otro lado Choez (2022), obtuvo como resultado un valor promedio PCI de 85,33 calificado como Excelente. A su vez Capristan y Sánchez (2022), obtuvo como resultado un valor promedio PCI de 38,77 calificado como Malo. Así mismo Payé (2019), obtuvo como resultado valores promedios PCI de 29,00 y 24,00 calificado como Malo y Muy Malo respectivamente.

Del objetivo específico de conocer la condición superficial en la que se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral – 2023, el resultado obtenido mediante la técnica VIZIR es un valor promedio de 2,18 calificado como Buena. Este resultado tiene similitud con la investigación realizada por Guzmán y Gaitán (2018), quienes obtuvieron como resultado un valor promedio VIZIR de 4,00 calificado como Marginal. Por otro lado Ballesteros y Benavides (2018), obtuvo como

resultado un valor promedio VIZIR de 3,00 calificado como Marginal. A su vez Prada (2022), obtuvo como resultado un valor promedio VIZIR de 5,00 calificado como Deficiente. Así mismo Villegas (2020), obtuvo como resultado un valor promedio PCI de 68,00 y VIZIR de 3,00 calificados como Bueno y Marginal respectivamente.

Del objetivo general de determinar la condición en la que se encuentran actualmente las fallas estructurales mediante las técnicas PCI y VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral – 2023, el resultado obtenido mediante las técnicas PCI y VIZIR son un valor promedio de 60,82 calificado como Bueno y 2,18 calificado como Buena respectivamente. Este resultado tiene similitud con la investigación realizada por Ponce (2017), quien obtuvo como resultado un valor promedio PCI de 38,07 y VIZIR de 4,35 calificados como Malo y Deficiente respectivamente. Así mismo Atahui y Morales (2020), obtuvieron como resultado un valor promedio PCI de 82,27 y VIZIR de 2,46 calificados como Muy Bueno y Buena respectivamente.

Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Para el objetivo específico de conocer la condición superficial en la que se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica PCI del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral – 2023, se cumplió el desarrollo obteniéndose como resultado un valor promedio PCI de 60,82 calificado como Bueno.

Para el objetivo específico de conocer la condición superficial en la que se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral – 2023, se cumplió el desarrollo obteniéndose como resultado un valor promedio VIZIR de 2,18 calificado como Buena.

Para el objetivo general de determinar la condición en la que se encuentran actualmente las fallas estructurales mediante las técnicas PCI y VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral – 2023, se cumplió obteniéndose como resultado que la técnica más efectiva, confiable y compleja es el PCI, porque nos brinda un rango de calificación más completo; mientras que la técnica más sencilla y simple es el VIZIR, ya que nos brinda un rango de calificación muy reducido.

Recomendaciones

Para el objetivo específico de conocer la condición superficial en la que se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica PCI del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral – 2023, se recomienda realizar la inspección general de toda la vía tomando como muestras áreas menores a 300,00 m² para obtener resultados más cercanos a la realidad; así mismo utilizar la norma ASTM D6433-18 para el uso correcto de dicha técnica.

Para el objetivo específico de conocer la condición superficial en la que se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral – 2023, se recomienda realizar la recopilación de datos de ambos carriles con muestras menores a 100,00 m de longitud para un resultado más exacto; así mismo utilizar la guía del Instituto Nacional de Vías para el uso correcto de dicha técnica.

Para el objetivo general de determinar la condición en la que se encuentran actualmente las fallas estructurales mediante las técnicas PCI y VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral – 2023, se recomienda utilizar la técnica PCI porque es más efectiva, confiable y completa que nos arroja un resultado más cercano a la realidad; así mismo realizar mantenimientos rutinarios o preventivos en cada falla encontrada en la vía, de esta forma evitar que estos deterioros aumenten su nivel de gravedad.

Referencias

Fuentes documentales

ASTM D6433-18. (2018). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. Estados Unidos: ASTM Internacional.

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill Education.

INVIAS. (2008). *Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras*. Colombia: Instituto Nacional de Vías.

MTC. (2013). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima - Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

Ortiz, F., & García, M. (2016). *Metodología de la Investigación: El proceso y sus técnicas*. México: Limusa.

Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales: Ingepav.

Fuentes bibliográficas

- Atahui, J. y Morales, G. (2020). Evaluación de la condición del pavimento flexible aplicando las metodologías VIZIR y PCI para proponer alternativas de mantenimientos - Av. Malecón Checa. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Ballesteros, L. y Benavides, Y. (2018). Evaluación y Análisis de deterioros en pavimentos asfálticos mediante la metodología VIZIR - INVIAS 2013 sobre el tramo K 5+000 al K 7+000 de la vía que comunica los municipios de Melgar - Icononzo (Tolima). (*Tesis de Pregrado*). Universidad Piloto de Colombia, Girardot, Colombia.
- Capristan, A. y Sánchez, J. (2022). Evaluación de la condición superficial del pavimento flexible mediante la metodología PCI de la carretera, tramo: distrito de Paiján a Macabí Alto del departamento la Libertad 2022. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Castro, N. y Contreras, A. (2021). Evaluación Funcional del tramo vial Km 01+00 al Km 03+600 Espinal - Suarez mediante la metodología del PCI. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Piloto de Colombia, Girardot, Colombia.
- Ccasa, A. Ccasa, F., y Tipo, L. (2021). Evaluación de Factores Técnicos Viales y Falla Estructural en el Pavimento de la Av. Leoncio Prado, Puno, 2021. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Privada de Trujillo, Trujillo - Perú.
- Chávez, G. (2018). 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. *Título profesional de Ingeniera Civil*. Universidad Alas Peruanas, Andahuaylas - Perú.

- Choez, V. (2022). Determinación de Índice de condición de Pavimento Flexible de la calle Macará de Cantón Jipijapa por medio de la Metodología PCI. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.
- Guzmán, O. y Gaitán, J. (2018). Evaluación de deterioros en Pavimentos Asfálticos mediante la metodología VIZIR - INVIAS 2013 sobre tramo K 0+000 - K 01+000 de la vía de acceso Municipio de Espinal - Coello. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Piloto de Colombia, Girardot, Colombia.
- Huaco, J. (2018). Determinación y Evaluación de las patologías en el Pavimento Flexible de las cuadras N° 1 a la N° 5 de la calle Chepa Santos, Distrito de la Unión, Piura, febrero del 2018. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Piura - Perú.
- Jinchuña, M. (2020). Evaluación por Deflectometría y la Rugosidad del Pavimento Flexible para mejorar la Transitabilidad Vehicular en la Av. Billinghamurst, tramo: Av. Bolognesi - Av. Tarapacá - Tacna, 2019. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Privada de Tacna, Tacna - Perú.
- Payé, S. (2019). Evaluación Estructural con la metodología PCI del Pavimento Flexible deteriorado por la transitabilidad y funcionamiento de las obras de drenaje en la Av. Tacna de la ciudad de Juliaca. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez, Juliaca, Perú.
- Ponce, L. (2017). Análisis comparativo de los resultados entre los métodos VIZIR y PCI aplicados a un tramo de 1.6 Km vía Jipijapa - Chade. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

Prada, R. (2022). Evaluación del Pavimento Flexible aplicando la metodología VIZIR y los impactos ambientales en la avenida Independencia, Santiago Metropolitana, Chile, 2021. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Torres, W. (2021). Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el Método Pavement Condition Index en la carretera Mazamari - Pangoa, Provincia de Satipo. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Peruana los Andes, Huancayo - Perú.

Villegas, E. (2020). Evaluación superficial mediante el método VIZIR para mejorar el pavimento flexible de la carretera Celendín - Balsas, Cajamarca - 2020. (*Tesis de Pregrado*). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Fuentes hemerográficas

Fuentes electrónicas

Aceropedia. (2022). *Norma ASTM Internacional*. Obtenido de Aceropedia: La enciclopedia del Acero: <https://aceropedia.com/definicion/norma-astm/>

Gan@Más. (02 de Noviembre de 2018). *América Latina tiene déficit de infraestructura y mantenimiento vial*. Obtenido de *Revistaganamás*: [América Latina tiene déficit de infraestructura y mantenimiento vial - Gan@Más \(revistaganamas.com.pe\)](http://revistaganamas.com.pe)

Guzmán, I. (09 de Noviembre de 2016). *La Victoria: el 80% de las pistas están deterioradas*. Obtenido de Correo: <https://diariocorreo.pe/peru/la-victoria-el-80-de-las-pistas-estan-deterioradas-710042/>

HuaralenLinea. (28 de Junio de 2017). *Reclama por mal estado de las pistas en Huaral*. Obtenido de Huaral TV: <https://hualenlinea.com/2017/06/28/reclama-por-mal-estado-de-las-pistas-en-huaral/>

INVIAS. (24 de Agosto de 2020). *Instituto Nacional de Vías*. Obtenido de GOV.CO: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/mision-y-vision>

Anexos

Anexo 01: Matriz de Consistencia

Título. “Fallas Estructurales mediante las Técnicas PCI y VIZIR del Pavimento Asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral, 2023”.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema general:	Objetivo general:				Tipo: Básico.
¿En qué condición se encuentran actualmente las fallas estructurales mediante las técnicas PCI y VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral, 2023?	Determinar la condición en la que se encuentran actualmente las fallas estructurales mediante las técnicas PCI y VIZIR del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral, 2023.			PCI	Rango de Condición (PCI).
					Nivel: Descriptivo.
					Diseño: No experimental.
					Enfoque: Cuantitativo.
Problemas específicos:	Objetivos específicos:				
¿En qué condición superficial se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica PCI del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral, 2023?	Conocer la condición superficial en la que se encuentran las fallas estructurales mediante la técnica PCI del pavimento asfáltico en la avenida Los Naturales, Huaral, 2023.	Fallas Estructurales			Población: 1600 metros de longitud de vía de la Av. Los Naturales, Huaral.
					Muestra: 1600 metros de longitud de vía de la Av. Los Naturales, Huaral.
				VIZIR	Rango de Condición (VIZIR).
					Técnica: Observación.
					Instrumento: Ficha de observación.

Ficha de Observación (VIZIR).

FORMATO DE REGISTRO DE CAMPO, INVENTARIO DE DETERIOROS EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS (VIZIR)														
Nombre de la Carretera: _____			Proyecto: _____											
Código de la Carretera: _____			PR: _____			PR: _____			Fecha: _____			Levantado por: _____		
Tipo de Via: _____				Tipo de Sección: _____				Hoja: _____ de _____						
Ancho de Calzada (m): _____				Área Muestreo (m2): _____				Berma: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>						
Número de Carriles: _____				Carril _____				Existencia de Árboles: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>						

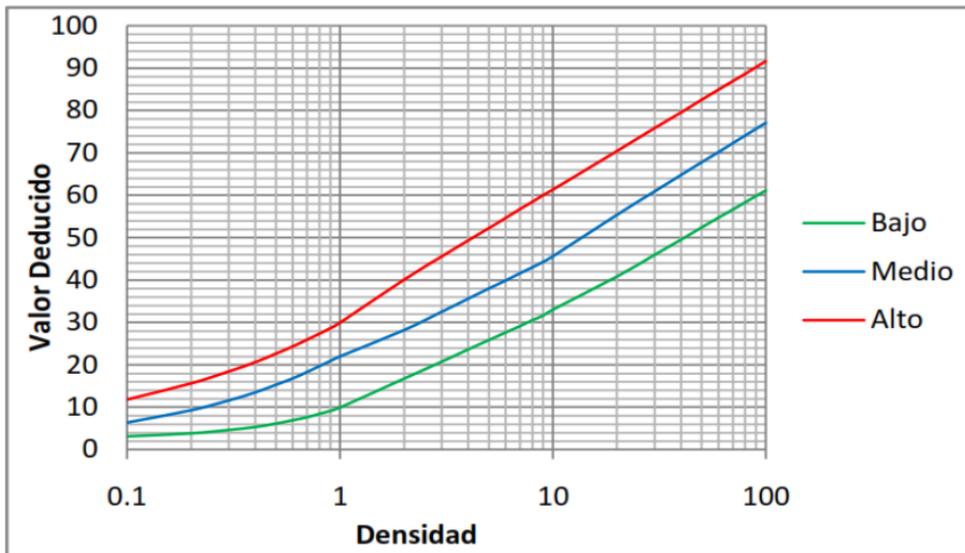


PR	Abscisa (m)											Esquema		
Deterioro Tipo A (Condición Estructural)	Ahuellamiento (AH)													
	Depresiones o hundimientos longitudinales (DL)													
	Depresiones o hundimientos transversales (DT)													
	Fisuras longitudinales (FLF)													
	Fisuras piel de cocodrilo (FPC)													
	Bacheos y parcheos (B)													
Deterioro Tipo B (Condición Funcional)	Fisura longitudinal junta de construcción (FLJ)													
	Fisura transversal junta de construcción (FTJ)													
	Fisura de contracción térmica (FCT)													
	Fisuras parabólicas (FP)													
	Fisuras de borde (FB)													
	Ojos de pescado (O)													
	Desplazamiento o ahuellamiento de mezcla (DM)													
	Pérdida de la película de ligante (PL)													
	Pérdida de agregado (PA)													
	Descascaramiento (D)													
	Pulimento de agregados (PU)													
	Exudación (EX)													
	Afloramiento de mortero (AM)													
	Afloramiento de agua (AA)													
Desintegración de los bordes del pavimento (DB)														
Escalonamiento entre calzada y berma (ECB)														
Erosión de las bermas (EB)														
Segregación (S)														
											Rangos de calificación (VIZIR)			
											1 - 2	Buena		
											3 - 4	Marginal		
											5 - 7	Deficiente		
Fallas Existentes					Cálculo de Is									
PR	Tipo de Falla	Severidad	Área Total	Densidad (%)	If	If - Tramo	Id	Id - Tramo	Primer Is	Corrección	Is			
Nivel de severidad: (1) - (2) - (3)					Condición del estado del pavimento									
Observación														

Nota: Propio, adaptado de (INVIAS, 2008).

Anexo 03: Curvas de valor deducido y corrección de valor deducido para pavimento asfáltico

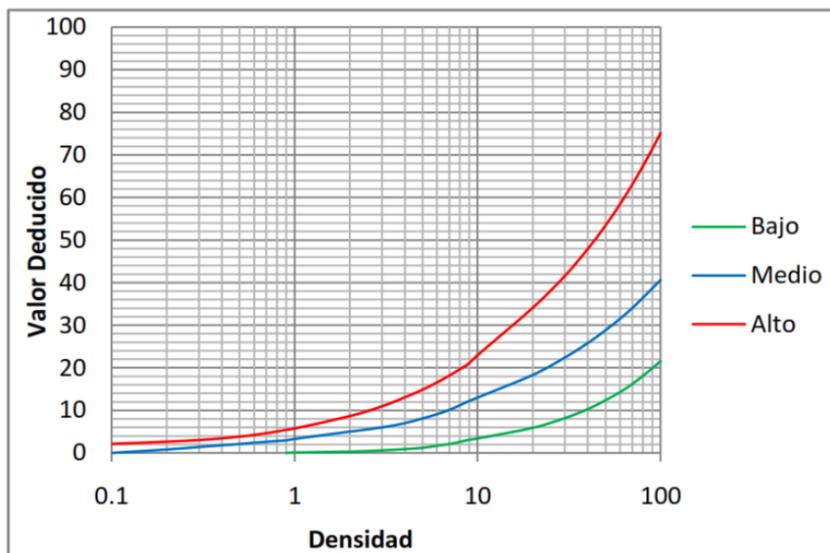
1. Piel de cocodrilo.



Gráfica 1 Curva de valor deducido para falla Piel de cocodrilo.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

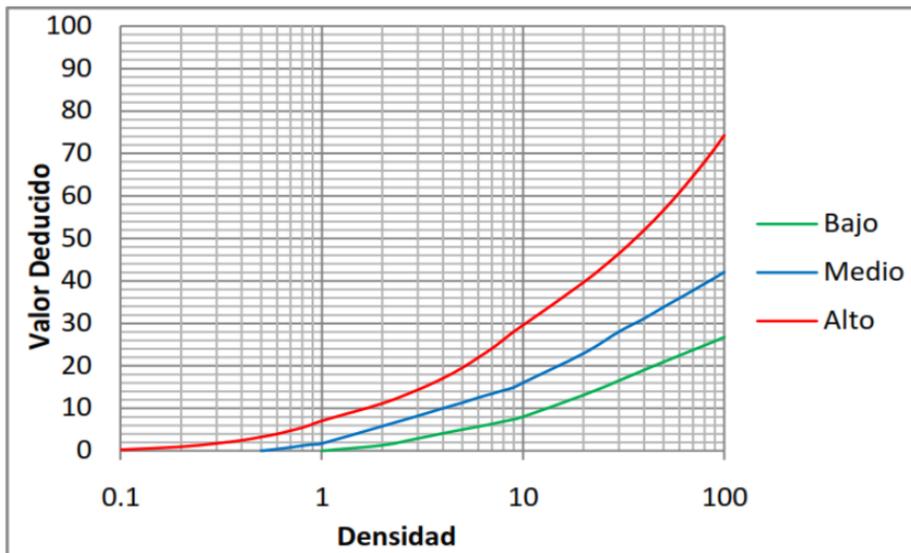
2. Exudación.



Gráfica 2 Curva de valor deducido para falla Exudación.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

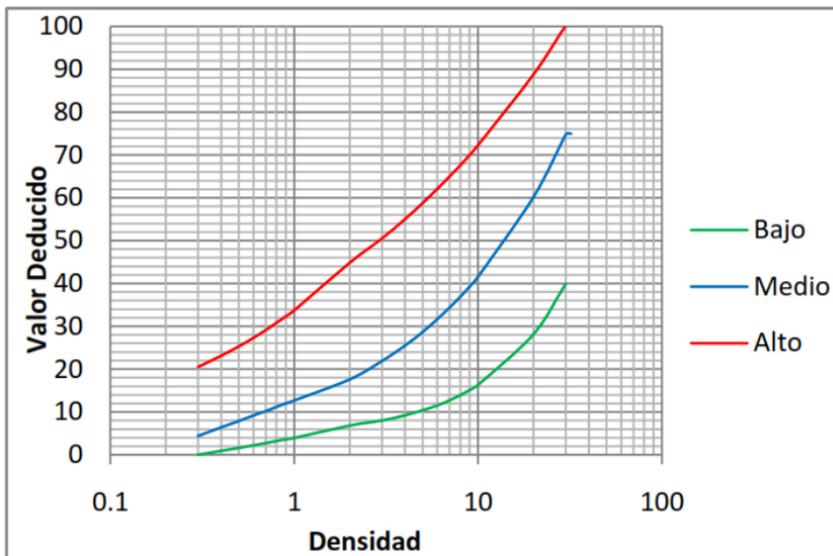
3. Agrietamiento en bloque.



Gráfica 3 Curva de valor deducido para falla Agrietamiento en bloque.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

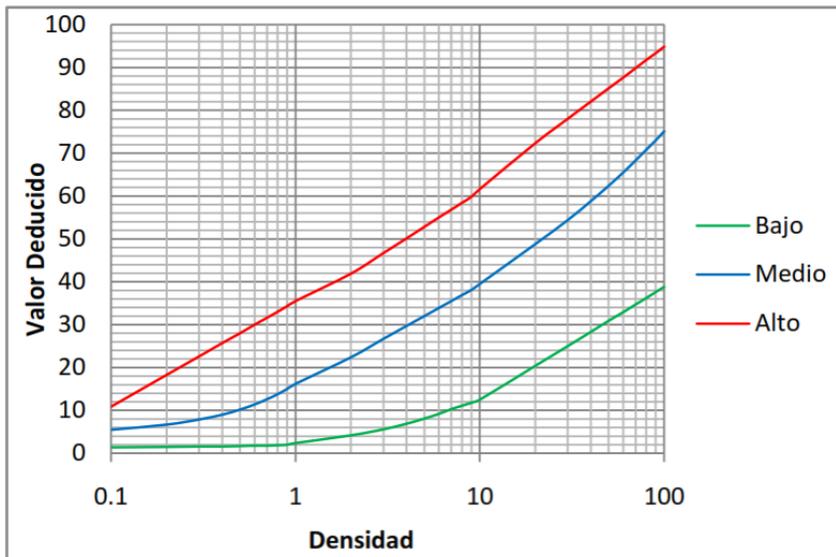
4. Abultamientos y hundimientos.



Gráfica 4 Curva de valor deducido para falla Abultamientos y hundimientos.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

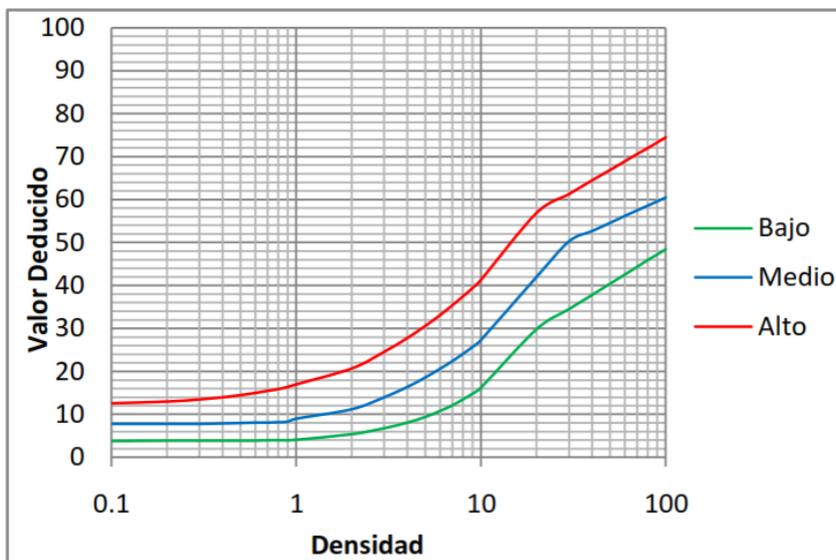
5. Corrugación.



Gráfica 5 Curva de valor deducido para falla Corrugación.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

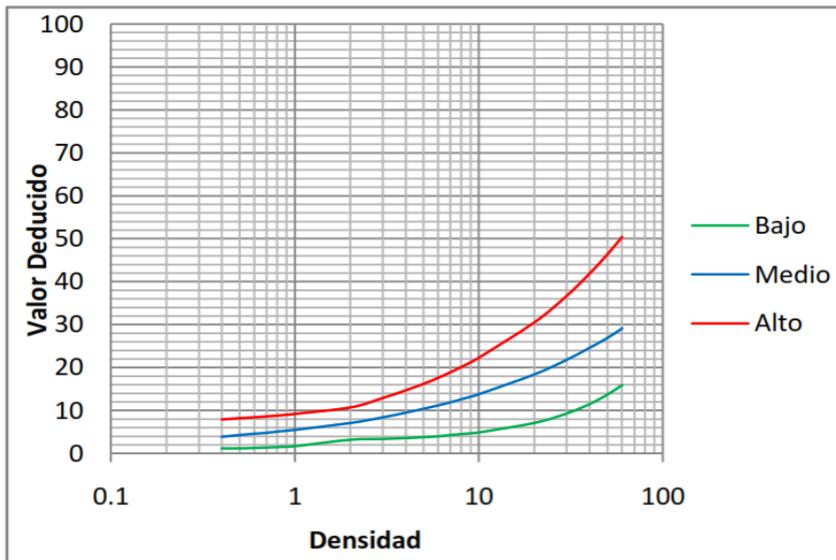
6. Depresión.



Gráfica 6 Curva de valor deducido para falla Depresión.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

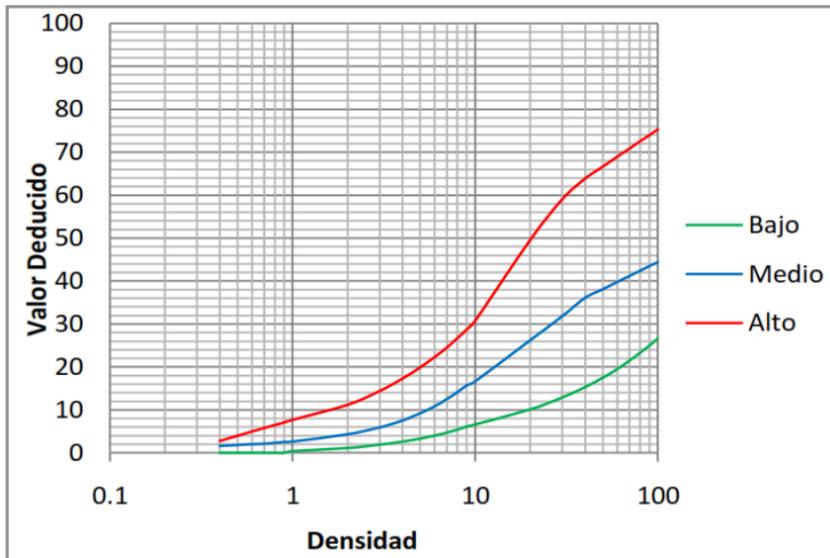
7. Grieta de borde.



Gráfica 7 Curva de valor deducido para falla Grieta de borde.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

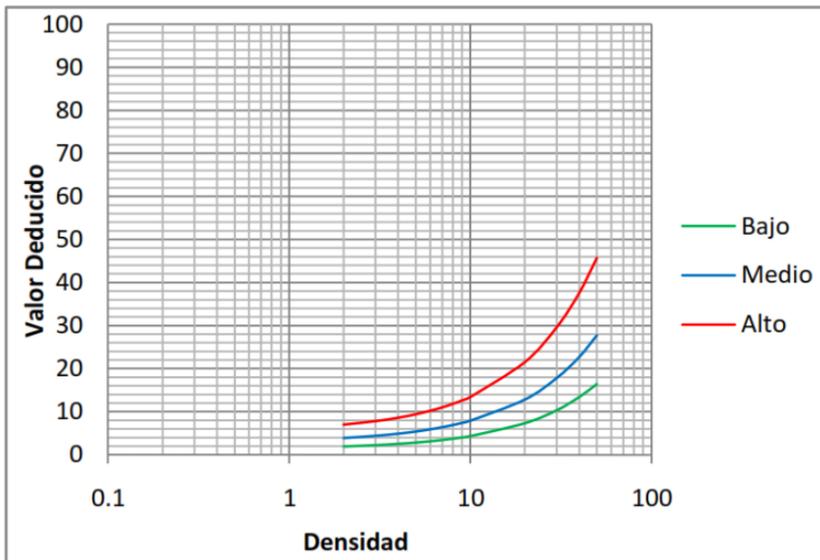
8. Grieta de reflexión de junta.



Gráfica 8 Curva de valor deducido para falla Grieta de reflexión de junta.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

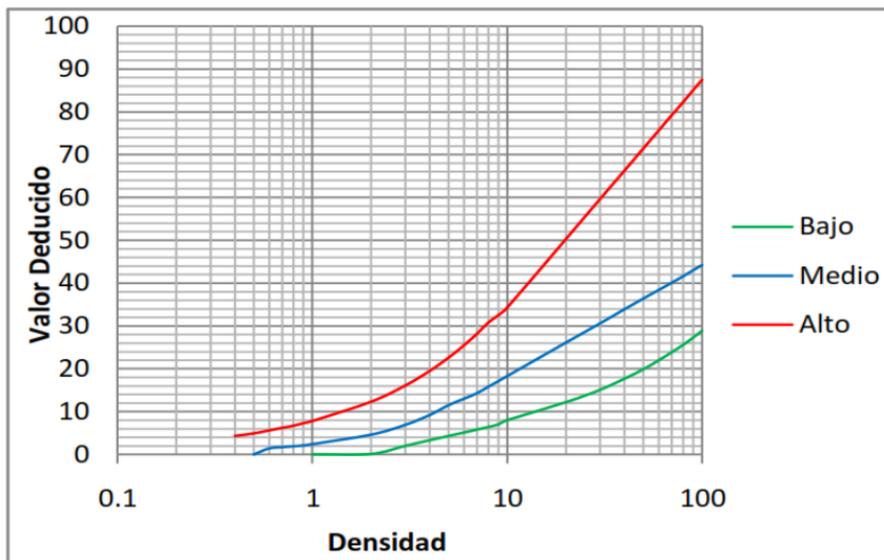
9. Desnivel carril / berma.



Gráfica 9 Curva de valor deducido para falla Desnivel carril / berma.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

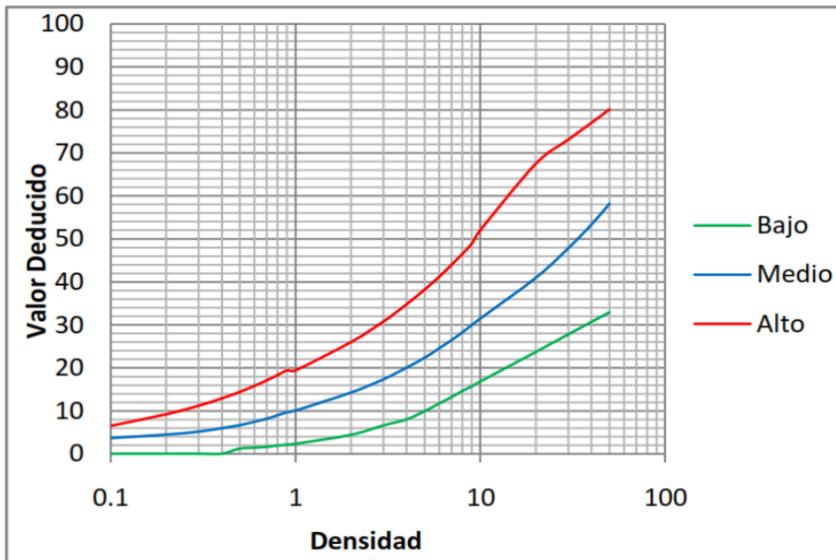
10. Grietas longitudinales y transversales.



Gráfica 10 Curva de valor deducido para falla Grietas longitudinales y transversales.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

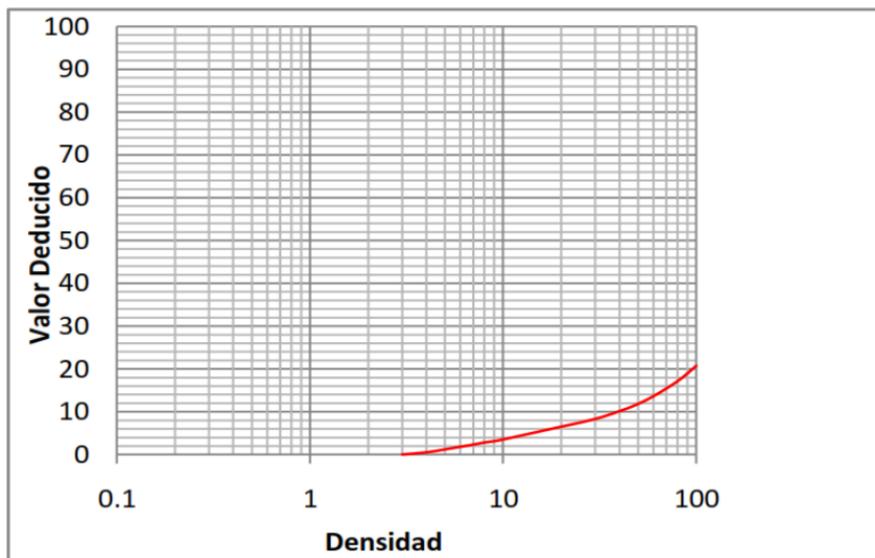
11. Parcheo.



Gráfica 11 Curva de valor deducido para falla Parcheo.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

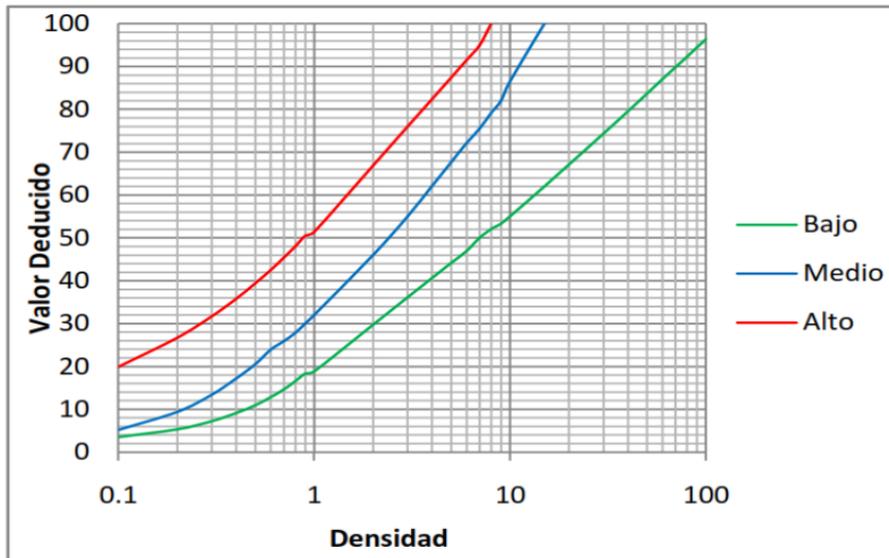
12. Pulimiento de agregados.



Gráfica 12 Curva de valor deducido para falla Pulimiento de agregados.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

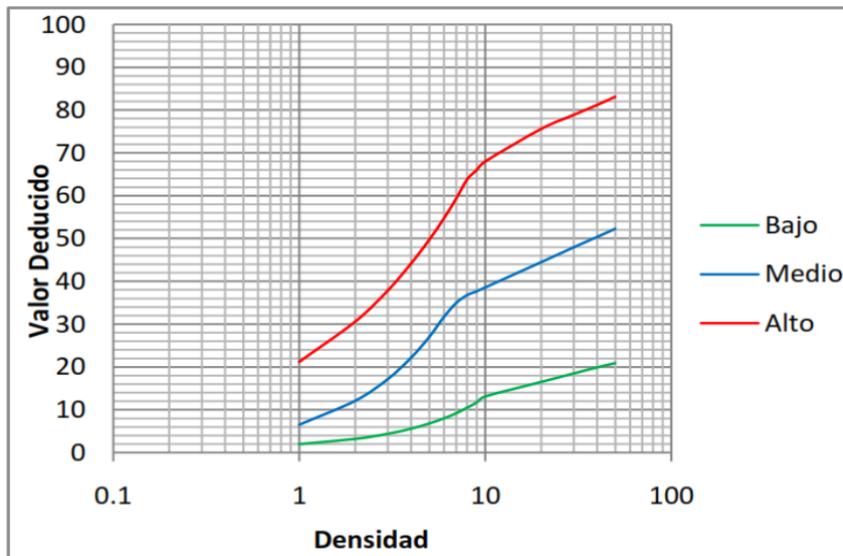
13. Huecos.



Gráfica 13 Curva de valor deducido para falla Huecos.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

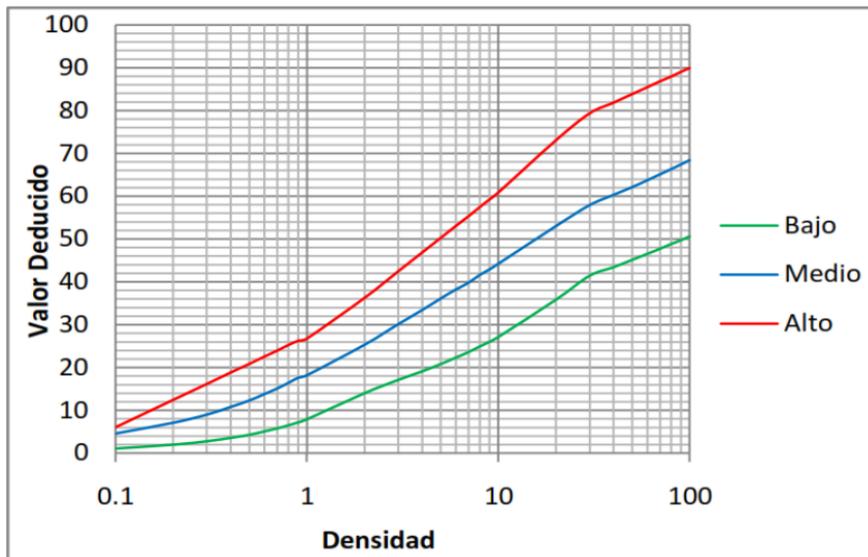
14. Cruce de vía.



Gráfica 14 Curva de valor deducido para falla Cruce de vía.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

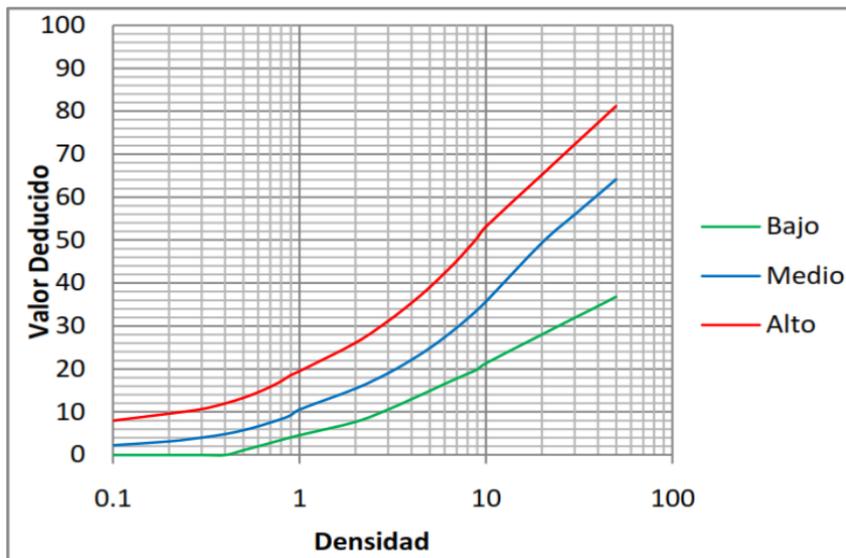
15. Ahuellamiento.



Gráfica 15 Curva de valor deducido para falla Ahuellamiento.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

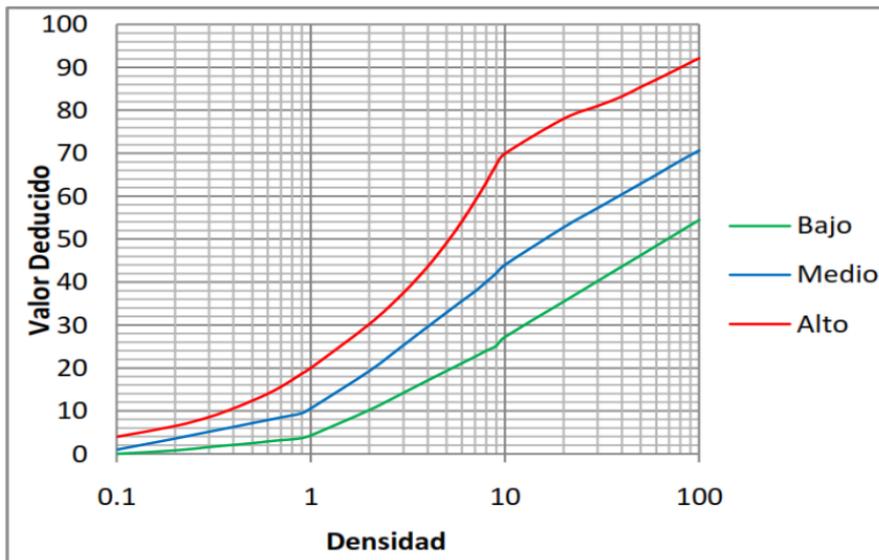
16. Desplazamiento.



Gráfica 16 Curva de valor deducido para falla Desplazamiento.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

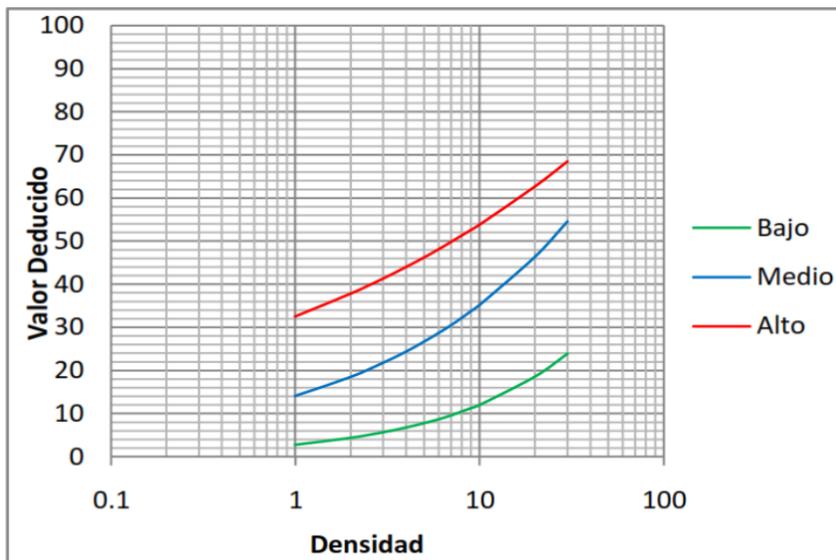
17. Grieta parabólica.



Gráfica 17 Curva de valor deducido para falla Grieta parabólica.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

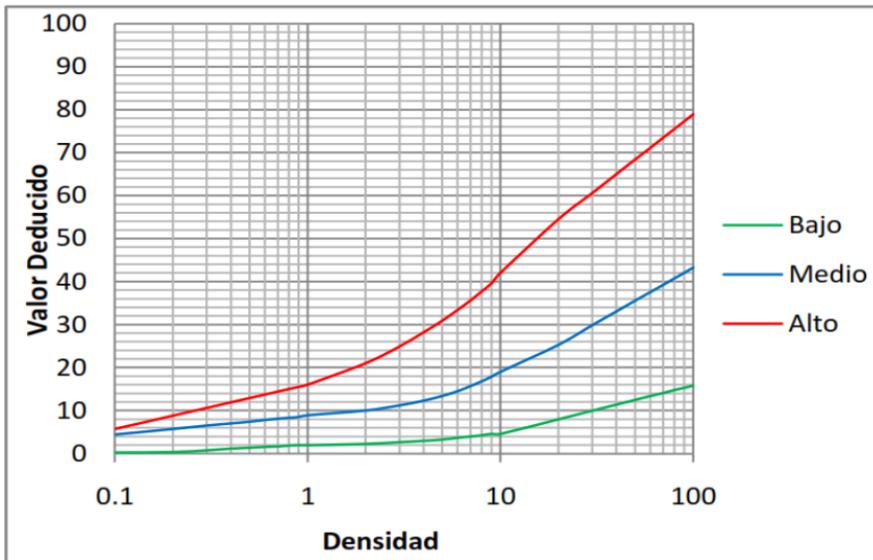
18. Hinchamiento.



Gráfica 18 Curva de valor deducido para falla Hinchamiento.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

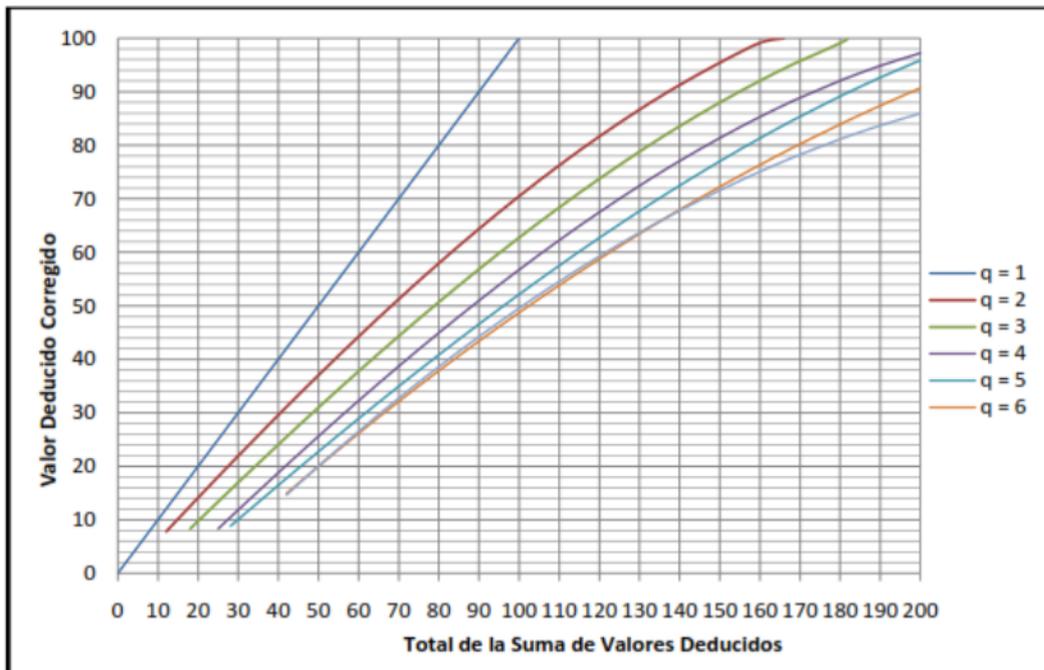
19. Desprendimiento de agregados.



Gráfica 19 Curva de valor deducido para falla Desprendimiento de agregados.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

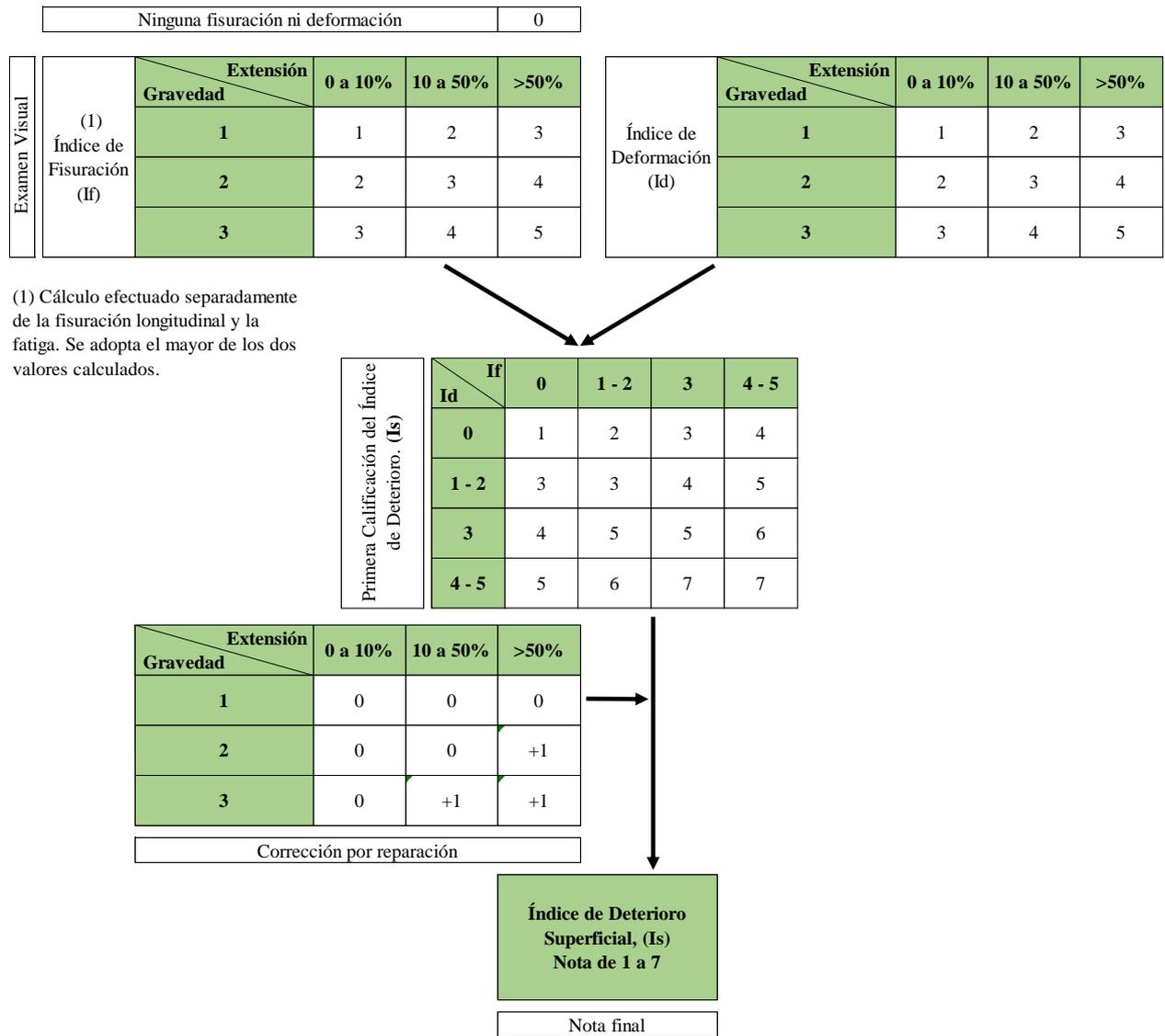
Curva de corrección de valor deducido (CDV).



Gráfica 20 Curva de corrección de valor deducido para pavimento asfáltico.

Nota: Propio, adaptado de (ASTM D6433-18, 2018).

Anexo 04: Determinación del índice de deterioro superficial (Is)



Gráfica 21 Determinación del índice de deterioro superficial (Is).

Nota: Adaptado desde (INVIAS, 2008).

Anexo 05: Fichas de Observaciones Inspeccionadas

Procesamiento de datos del tramo 0+000 al 0+040, muestra 01.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - 01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO								
Urbana	0 + 000	M - 01								
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m2)								
	0 + 040	292								
INSPECCIONADA POR				FECHA						
Ruiz Camarena Estiven Víctor				31/03/2023						
No.	Daño		No.	Daño		Rangos de Calificación (PCI)				
1	Piel de cocodrilo.		11	Parcheo.		100 - 85	Excelente			
2	Exudación.		12	Pulimento de agregados.		85 - 70	Muy Bueno			
3	Agrietamiento en bloque.		13	Huecos.		70 - 55	Bueno			
4	Abultamientos y hundimientos.		14	Cruce de vía férrea.		55 - 40	Regular			
5	Corrugación.		15	Ahuellamiento.		40 - 25	Malo			
6	Depresión.		16	Desplazamiento.		25 - 10	Muy Malo			
7	Grieta de borde.		17	Grieta parabólica (slippage).		10 - 0	Fallado			
8	Grieta de reflexión de junta.		18	Hinchamiento.						
9	Desnivel carril / berma.		19	Desprendimiento de agregados.						
10	Grietas long y transversal.									
Nivel de severidad: Bajo (L) - Medio (M) - Alto (H)										
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido
10	M	6.90	0.90	3.80				11.60	3.97	20.00
1	L	5.76						5.76	1.97	16.00
Número de valores deducidos > 2 (q):				2		Total VD			36.00	
Valores deducidos más alto (HDV _i):				20.00						
Número máximo de valores				8.35						

FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

N°	Valores deducidos					VDT	q	VDC
1	62.10	44.60	14.20	14.10	1.45	136.45	5	71.00
2	62.10	44.60	14.20	14.10	2.00	137.00	4	21.00
3	62.10	44.60	14.20	2.00	2.00	124.90	3	75.00
4	62.10	44.60	2.00	2.00	2.00	112.70	2	77.00
5	62.10	2.00	2.00	2.00	2.00	70.10	1	70.10
Máx. VDC								77.00

Índice de condición del pavimento (PCI)	PCI = 100 - (Máx. VDC)	23.00
Condición del estado del pavimento	MUY MALO	

FORMATO DE REGISTRO DE CAMPO, INVENTARIO DE DETERIOROS EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS (VIZIR)

Nombre de la Carretera: Avenida Los Naturales **Proyecto:**
Código de la Carretera: M - 01 **PR:** 0 + 000 **PR:** 0 + 040 **Fecha:** 31/03/2023 **Levantado por:** Ruiz Camarena Estiven Víctor
Tipo de Vía: Primaria **Tipo de Sección:** Calzada **Hoja:** 1 de 40
Ancho de Calzada (m): 7.3 **Área Muestreo (m2):** 292 **Berma:** SI NO
Número de Carriles: 2 **Carril:** Ambos **Existencia de Árboles:** SI NO



PR Abscisa (m)										Esquema	
Deterioro Tipo A (Condición Estructural)	Ahuellamiento (AH)										
	Depresiones o hundimientos longitudinales (DL)										
	Depresiones o hundimientos transversales (DT)										
	Fisuras longitudinales (FLF)										
	Fisuras piel de cocodrilo (FPC)	1	5.76								
	Bacheos y parcheos (B)										
Deterioro Tipo B (Condición Funcional)	Fisura longitudinal junta de construcción (FLJ)	2	3.80								
	Fisura transversal junta de construcción (FTJ)	2	2	6.90	0.90						
	Fisura de contracción térmica (FCT)										
	Fisuras parabólicas (FP)										
	Fisuras de borde (FB)										
	Ojos de pescado (O)										
	Desplazamiento o ahuellamiento de mezcla (DM)										
	Pérdida de la película de ligante (PL)										
	Pérdida de agregado (PA)										
	Descascaramiento (D)										
	Pulimento de agregados (PU)										
	Exudación (EX)										
	Afloramiento de mortero (AM)										
	Afloramiento de agua (AA)										
	Desintegración de los bordes del pavimento (DB)										
	Escalonamiento entre calzada y berma (ECB)										
	Erosión de las bermas (EB)										
Segregación (S)											
										Rangos de calificación (VIZIR)	
										1 - 2	Buena
										3 - 4	Marginal
										5 - 7	Deficiente
Fallas Existentes					Cálculo de Is						
PR	Tipo de Falla	Severidad	Área Total	Densidad (%)	If	If - Tramo	Id	Id - Tramo	Primer Is	Corrección	Is
0 + 000 0 + 040	FPC	1	5.76	1.97	1	1	0	0	2	0	2
	FLJ	2	3.80	1.30	0						
	FTJ	2	7.80	2.67	0						
Nivel de severidad: (1) - (2) - (3)					Condición del estado del pavimento					BUENA	
Observación		En esta muestra existe fisuraciones, pero no existe deformaciones ni corrección por parcheo por lo que se considera 0.									

Procesamiento de datos del tramo 0+040 al 0+080, muestra 02.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - 01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA																										
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO																														
Urbana		0 + 040		M - 02																														
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		ÁREA MUESTREO (m2)																														
		0 + 080		292																														
INSPECCIONADA POR				FECHA				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Rangos de Calificación (PCI)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100 - 85</td> <td>Excelente</td> <td style="background-color: #008000;"></td> </tr> <tr> <td>85 - 70</td> <td>Muy Bueno</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> </tr> <tr> <td>70 - 55</td> <td>Bueno</td> <td style="background-color: #FFFF00;"></td> </tr> <tr> <td>55 - 40</td> <td>Regular</td> <td style="background-color: #FFD700;"></td> </tr> <tr> <td>40 - 25</td> <td>Malo</td> <td style="background-color: #FF0000;"></td> </tr> <tr> <td>25 - 10</td> <td>Muy Malo</td> <td style="background-color: #FF0000;"></td> </tr> <tr> <td>10 - 0</td> <td>Fallado</td> <td style="background-color: #808080;"></td> </tr> </tbody> </table>			Rangos de Calificación (PCI)			100 - 85	Excelente		85 - 70	Muy Bueno		70 - 55	Bueno		55 - 40	Regular		40 - 25	Malo		25 - 10	Muy Malo		10 - 0	Fallado	
Rangos de Calificación (PCI)																																		
100 - 85	Excelente																																	
85 - 70	Muy Bueno																																	
70 - 55	Bueno																																	
55 - 40	Regular																																	
40 - 25	Malo																																	
25 - 10	Muy Malo																																	
10 - 0	Fallado																																	
Ruiz Camarena Estiven Víctor				31/03/2023																														
No.	Daño	No.	Daño																															
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.																															
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.																															
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.																															
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.																															
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.																															
6	Depresión.	16	Desplazamiento.																															
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage).																															
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.																															
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.																															
10	Grietas long y transversal.																																	
Nivel de severidad: Bajo (L) - Medio (M) - Alto (H)																																		
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido																								
11	M	6.08					6.08	2.08	14.20																									
19	L	16.56					16.56	5.67	2.80																									
11	H	12.78	1.32	1.48	6.39		21.97	7.52	44.60																									
1	M	7.56	90.17				97.73	33.47	62.10																									
13	M	1.00					1.00	0.34	14.10																									
Número de valores deducidos > 2 (q):		5						Total VD		137.80																								
Valores deducidos más alto (HDVi):		62.10																																
Número máximo de valores		4.48																																

FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

N°	Valores deducidos						VDT	q	VDC
1	62.10	44.60	14.20	14.10	1.45		136.45	5	71.00
2	62.10	44.60	14.20	14.10	2.00		137.00	4	21.00
3	62.10	44.60	14.20	2.00	2.00		124.90	3	75.00
4	62.10	44.60	2.00	2.00	2.00		112.70	2	77.00
5	62.10	2.00	2.00	2.00	2.00		70.10	1	70.10
Máx. VDC									77.00

Índice de condición del pavimento (PCI)	PCI = 100 - (Máx. VDC)	23.00
Condición del estado del pavimento	MUY MALO	

FORMATO DE REGISTRO DE CAMPO, INVENTARIO DE DETERIOROS EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS (VIZIR)

Nombre de la Carretera: Avenida Los Naturales **Proyecto:**
Código de la Carretera: M - 02 **PR:** 0 + 040 **PR:** 0 + 080 **Fecha:** 31/03/2023 **Levantado por:** Ruiz Camarena Estiven Víctor
Tipo de Vía: Primaria **Tipo de Sección:** Calzada **Hoja:** 2 **de** 40
Ancho de Calzada (m): 7.3 **Área Muestreo (m2):** 292 **Berma:** SI NO
Número de Carriles: 2 **Carril:** Ambos **Existencia de Árboles:** SI NO



PR Abscisa (m)										Esquema				
Deterioro Tipo A (Condición Estructural)	Ahuellamiento (AH)									Esquema				
	Depresiones o hundimientos longitudinales (DL)													
	Depresiones o hundimientos transversales (DT)													
	Fisuras longitudinales (FLF)													
	Fisuras piel de cocodrilo (FPC)	2	2											
		7.56	90.17											
	Bacheos y parcheos (B)	2	3	3	3	3								
6.08		12.78	1.32	1.48	6.39									
Deterioro Tipo B (Condición Funcional)	Fisura longitudinal junta de construcción (FLJ)													
	Fisura transversal junta de construcción (FTJ)													
	Fisura de contracción térmica (FCT)													
	Fisuras parabólicas (FP)													
	Fisuras de borde (FB)													
	Ojos de pescado (O)	2												
		1												
	Desplazamiento o ahuellamiento de mezcla (DM)													
	Pérdida de la película de ligante (PL)													
	Pérdida de agregado (PA)	1												
		16.56												
	Descascaramiento (D)													
	Pulimento de agregados (PU)													
	Exudación (EX)													
	Afloramiento de mortero (AM)													
	Afloramiento de agua (AA)													
	Desintegración de los bordes del pavimento (DB)													
	Escalonamiento entre calzada y berma (ECB)													
	Erosión de las bermas (EB)													
	Segregación (S)													
										Rangos de calificación (VIZIR)				
										1 - 2	Buena			
										3 - 4	Marginal			
										5 - 7	Deficiente			
Fallas Existentes					Cálculo de Is									
PR	Tipo de Falla	Severidad	Área Total	Densidad (%)	If	If - Tramo	Id	Id - Tramo	Primer Is	Corrección	Is			
0 + 040 0 + 080	FPC	2	97.73	33.47	3	3	0	0	3	0	3			
	B	2	6.08	2.08	0		0							
	B	3	21.97	7.52	0		0							
	O	2	1.00	0.34	0									
	PA	1	16.56	5.67	0									
Nivel de severidad: (1) - (2) - (3)					Condición del estado del pavimento					MARGINAL				
Observación		En esta muestra no existe deformaciones, pero existe fisuraciones y corrección por parcheo que es 0.												

Procesamiento de datos del tramo 0+080 al 0+120, muestra 03.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - 01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA		
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO						
Urbana		0 + 080		M - 03						
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		ÁREA MUESTREO (m2)						
		0 + 120		292						
INSPECCIONADA POR				FECHA						
Ruiz Camarena Estiven Víctor				31/03/2023						
No.	Daño			No.	Daño			Rangos de Calificación (PCI)		
1	Piel de cocodrilo.			11	Parcheo.			100 - 85	Excelente	
2	Exudación.			12	Pulimento de agregados.			85 - 70	Muy Bueno	
3	Agrietamiento en bloque.			13	Huecos.			70 - 55	Bueno	
4	Abultamientos y hundimientos.			14	Cruce de vía férrea.			55 - 40	Regular	
5	Corrugación.			15	Ahuellamiento.			40 - 25	Malo	
6	Depresión.			16	Desplazamiento.			25 - 10	Muy Malo	
7	Grieta de borde.			17	Grieta parabólica (slippage).			10 - 0	Fallado	
8	Grieta de reflexión de junta.			18	Hinchamiento.					
9	Desnivel carril / berma.			19	Desprendimiento de agregados.					
10	Grietas long y transversal.									
Nivel de severidad: Bajo (L) - Medio (M) - Alto (H)										
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido
11	H	11.36	4.13	3.12	2.46			21.07	7.22	44.20
13	H	4.00						4.00	1.37	56.00
1	L	22.60	0.24	0.30	22.68			45.82	15.69	55.00
10	M	0.75						0.75	0.26	0.00
13	M	1.00						1.00	0.34	14.10
10	H	1.90						1.90	0.65	6.20
Número de valores deducidos > 2 (q):				5		Total VD			175.50	
Valores deducidos más alto (HDVi):				56.00						
Número máximo de valores				5.04						
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO										
N°	Valores deducidos						VDT	q	VDC	
1	56.00	55.00	44.20	14.10	6.20		175.50	5	87.00	
2	56.00	55.00	44.20	14.10	2.00		171.30	4	89.00	
3	56.00	55.00	44.20	2.00	2.00		159.20	3	91.00	
4	56.00	55.00	2.00	2.00	2.00		117.00	2	81.00	
5	56.00	2.00	2.00	2.00	2.00		64.00	1	65.00	
								Máx. VDC	91.00	
Índice de condición del pavimento (PCI)							PCI = 100 - (Máx. VDC)		9.00	
Condición del estado del pavimento							FALLADO			

FORMATO DE REGISTRO DE CAMPO, INVENTARIO DE DETERIOROS EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS (VIZIR)

Nombre de la Carretera: Avenida Los Naturales **Proyecto:**
Código de la Carretera: M - 03 **PR:** 0 + 080 **PR:** 0 + 120 **Fecha:** 31/03/2023 **Levantado por:** Ruiz Camarena Estiven Víctor
Tipo de Vía: Primaria **Tipo de Sección:** Calzada **Hoja:** 3 **de** 40
Ancho de Calzada (m): 7.3 **Área Muestreo (m2):** 292 **Berma:** SI NO
Número de Carriles: 2 **Carril:** Ambos **Existencia de Árboles:** SI NO



PR Abscisa (m)										Esquema				
Deterioro Tipo A (Condición Estructural)	Ahuellamiento (AH)									Esquema				
	Depresiones o hundimientos longitudinales (DL)													
	Depresiones o hundimientos transversales (DT)													
	Fisuras longitudinales (FLF)													
	Fisuras piel de cocodrilo (FPC)	1	1	1	1									
		22.60	0.24	0.30	22.68									
	Bacheos y parcheos (B)	3	3	3	3									
11.36		4.13	3.12	2.46										
Deterioro Tipo B (Condición Funcional)	Fisura longitudinal junta de construcción (FLJ)	2	3											
	Fisura transversal junta de construcción (FTJ)	0.75	1.90											
	Fisura de contracción térmica (FCT)													
	Fisuras parabólicas (FP)													
	Fisuras de borde (FB)													
	Ojos de pescado (O)	3	2											
		4	1											
	Desplazamiento o ahuellamiento de mezcla (DM)													
	Pérdida de la película de ligante (PL)													
	Pérdida de agregado (PA)													
	Descascaramiento (D)													
	Pulimento de agregados (PU)													
	Exudación (EX)													
	Afloramiento de mortero (AM)													
	Afloramiento de agua (AA)													
	Desintegración de los bordes del pavimento (DB)													
	Escalonamiento entre calzada y berma (ECB)													
	Erosión de las bermas (EB)													
	Segregación (S)													
											Rangos de calificación (VIZIR)			
										1 - 2	Buena			
										3 - 4	Marginal			
										5 - 7	Deficiente			
Fallas Existentes					Cálculo de Is									
PR	Tipo de Falla	Severidad	Área Total	Densidad (%)	If	If - Tramo	Id	Id - Tramo	Primer Is	Corrección	Is			
0 + 080 0 + 120	FPC	1	45.82	15.69	2	2	0	0	2	0	2			
	B	3	21.07	7.22	0		0							
	FLJ	2	0.75	0.26	0		0							
	FLJ	3	1.90	0.65	0		0							
	O	3	4.00	1.37	0		0							
	O	2	1	0.34	0		0							
Nivel de severidad: (1) - (2) - (3)					Condición del estado del pavimento					BUENA				
Observación		En esta muestra no existe deformaciones, pero existe fisuraciones y corrección por parcheo que es 0.												

Procesamiento de datos del tramo 0+120 al 0+160, muestra 04.

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI - 01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA				
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO								
Urbana	0 + 120	M - 04								
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m2)								
	0 + 160	292								
INSPECCIONADA POR			FECHA							
Ruiz Camarena Estiven Víctor			31/03/2023							
No.	Daño	No.	Daño							
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.							
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.							
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.							
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.							
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.							
6	Depresión.	16	Desplazamiento.							
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage).							
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.							
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.							
10	Grietas long y transversal.									
Nivel de severidad: Bajo (L) - Medio (M) - Alto (H)						Rangos de Calificación (PCI)				
						100 - 85	Excelente			
						85 - 70	Muy Bueno			
						70 - 55	Bueno			
						55 - 40	Regular			
						40 - 25	Malo			
						25 - 10	Muy Malo			
						10 - 0	Fallado			
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido	
10	H	1.50					1.50	0.51	4.10	
1	L	1.87	1.43				3.30	1.13	10.00	
1	M	1.25					1.25	0.43	13.90	
10	M	11.10					11.10	3.80	3.90	
11	M	1.74	13.02	4.18	6.93		25.87	8.86	29.00	
11	H	13.49					13.49	4.62	37.00	
Número de valores deducidos > 2 (q):		6					Total VD		97.90	
Valores deducidos más alto (HDVi):		37.00								
Número máximo de valores		6.79								

FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

Nº	Valores deducidos						VDT	q	VDC
1	37.00	29.00	13.90	10.00	4.10	3.90	97.90	6	47.00
2	37.00	29.00	13.90	10.00	4.10	2	96.00	5	49.00
3	37.00	29.00	13.90	10.00	2	2	93.90	4	52.00
4	37.00	29.00	13.90	2	2	2	85.90	3	54.00
5	37.00	29.00	2	2	2	2	74.00	2	54.00
6	37.00	2	2	2	2	2	47.00	1	48.00
Máx. VDC								54.00	

Índice de condición del pavimento (PCI)	PCI = 100 - (Máx. VDC)	46.00
Condición del estado del pavimento	REGULAR	

Procesamiento de datos del tramo 0+160 al 0+200, muestra 05.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - 01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA																											
ZONA	ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO																																
Urbana	0 + 160		M - 05																																
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL		ÁREA MUESTREO (m2)																																
	0 + 200		292																																
INSPECCIONADA POR			FECHA																																
Ruiz Camarena Estiven Víctor			31/03/2023																																
No.	Daño		No.	Daño					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Rangos de Calificación (PCI)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100 - 85</td> <td>Excelente</td> <td style="background-color: green;"></td> </tr> <tr> <td>85 - 70</td> <td>Muy Bueno</td> <td style="background-color: lightgreen;"></td> </tr> <tr> <td>70 - 55</td> <td>Bueno</td> <td style="background-color: yellow;"></td> </tr> <tr> <td>55 - 40</td> <td>Regular</td> <td style="background-color: orange;"></td> </tr> <tr> <td>40 - 25</td> <td>Malo</td> <td style="background-color: red;"></td> </tr> <tr> <td>25 - 10</td> <td>Muy Malo</td> <td style="background-color: darkred;"></td> </tr> <tr> <td>10 - 0</td> <td>Fallado</td> <td style="background-color: gray;"></td> </tr> </tbody> </table>			Rangos de Calificación (PCI)			100 - 85	Excelente		85 - 70	Muy Bueno		70 - 55	Bueno		55 - 40	Regular		40 - 25	Malo		25 - 10	Muy Malo		10 - 0	Fallado	
Rangos de Calificación (PCI)																																			
100 - 85	Excelente																																		
85 - 70	Muy Bueno																																		
70 - 55	Bueno																																		
55 - 40	Regular																																		
40 - 25	Malo																																		
25 - 10	Muy Malo																																		
10 - 0	Fallado																																		
1	Piel de cocodrilo.		11	Parcheo.																															
2	Exudación.		12	Pulimento de agregados.																															
3	Agrietamiento en bloque.		13	Huecos.																															
4	Abultamientos y hundimientos.		14	Cruce de vía férrea.																															
5	Corrugación.		15	Ahuellamiento.																															
6	Depresión.		16	Desplazamiento.																															
7	Grieta de borde.		17	Grieta parabólica (slippage).																															
8	Grieta de reflexión de junta.		18	Hinchamiento.																															
9	Desnivel carril / berma.		19	Desprendimiento de agregados.																															
10	Grietas long y transversal.																																		
Nivel de severidad: Bajo (L) - Medio (M) - Alto (H)																																			
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido																									
11	H	2.16	7.46					9.62	3.29	32.00																									
10	M	1.20	2.10					3.30	1.13	2.10																									
1	L	7.02						7.02	2.40	18.00																									
1	M	0.97	0.93					1.90	0.65	19.00																									
Número de valores deducidos > 2 (q):		4						Total VD		71.10																									
Valores deducidos más alto (HDVi):		32.00																																	
Número máximo de valores		7.24																																	

FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

Nº	Valores deducidos					VDT	q	VDC
1	32.00	19.00	18.00	2.10		71.10	4	40.00
2	32.00	19.00	18.00	2		71.00	3	46.00
3	32.00	19.00	2	2		55.00	2	40.00
4	32.00	2	2	2		38.00	1	37.00
Máx. VDC								46.00

Índice de condición del pavimento (PCI)	PCI = 100 - (Máx. VDC)	54.00
Condición del estado del pavimento	REGULAR	

Anexo 06: Panel Fotográfico



Fotografía 1 Reconocimiento de la vía y medición del ancho de calzada.



Fotografía 2 identificación y medición del tipo de falla parcheo, nivel de severidad alto y bajo.



Fotografía 3 Identificación del tipo de falla piel de cocodrilo, nivel de severidad medio.



Fotografía 4 Identificación del tipo de falla piel de cocodrilo, nivel de severidad medio.



Fotografía 5 Identificación del tipo de falla piel de cocodrilo, nivel de severidad medio.



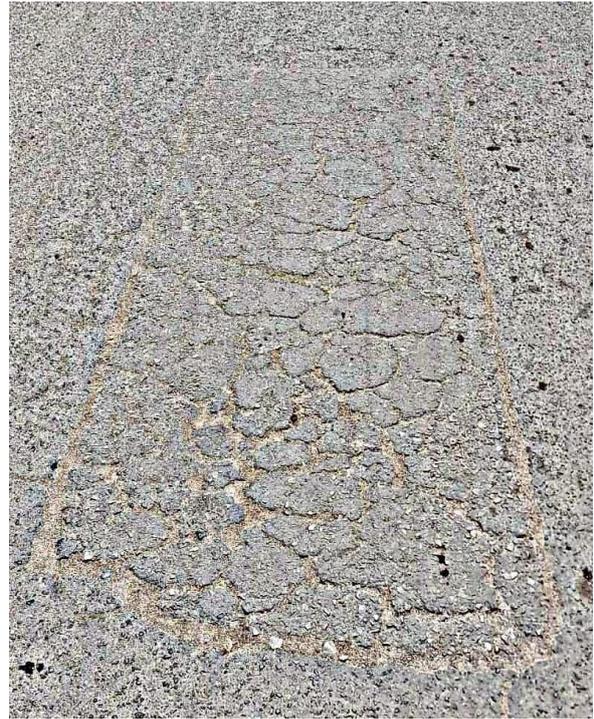
Fotografía 6 Identificación del tipo de falla piel de cocodrilo, nivel de severidad medio.



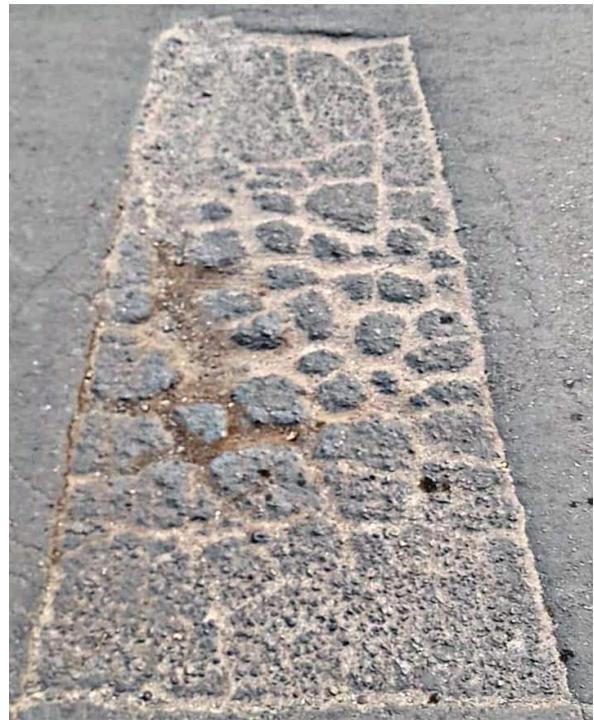
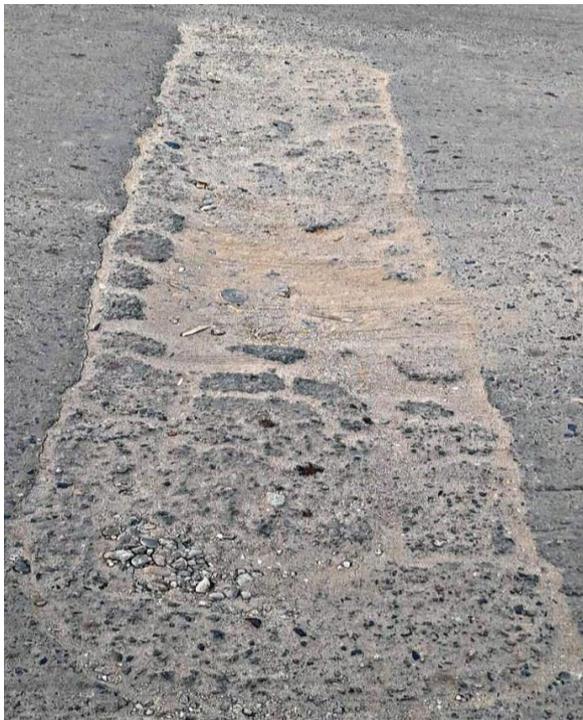
Fotografía 7 Identificación y medición de tipo de falla parcheo, nivel de severidad bajo y alto.



Fotografía 8 Identificación de tipo de falla parcheo, nivel de severidad bajo.



Fotografía 9 Identificación de tipo de falla parcheo, nivel de severidad bajo y medio.



Fotografía 10 Identificación de tipo de falla parcheo, nivel de severidad alto.



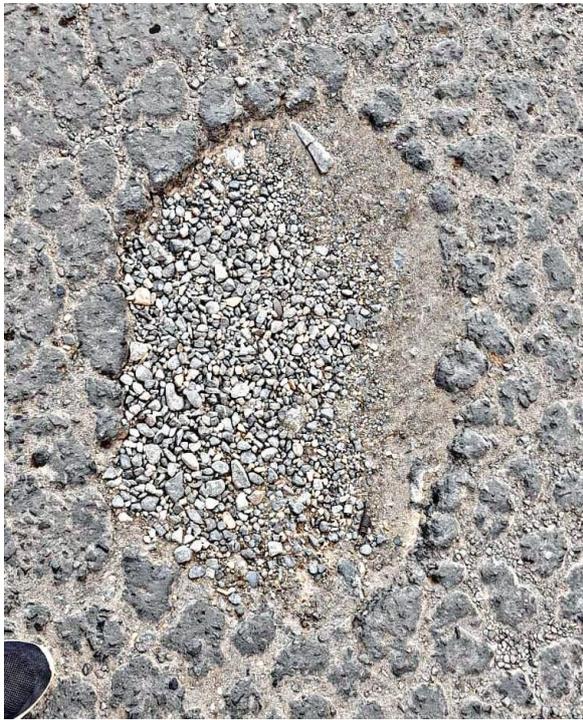
Fotografía 11 Identificación y medición de tipo de falla parcheo, nivel de severidad alto.



Fotografía 12 Identificación y medición de tipo de falla hueco, nivel de severidad alto y medio.



Fotografía 13 Identificación y medición de tipo de falla hueco, nivel de severidad alto.



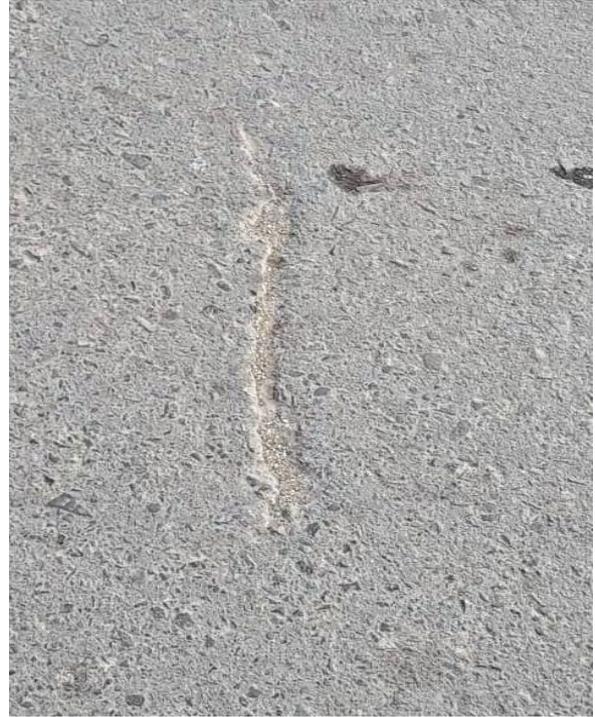
Fotografía 14 Identificación de tipo de falla hueco, nivel de severidad alto.



Fotografía 15 Identificación de tipo de falla hueco, nivel de severidad alto.



Fotografía 16 Identificación y medición de tipo de falla grietas longitudinales y transversales.



Fotografía 17 Identificación de tipo de falla grietas longitudinales y transversales, nivel de severidad alto.



Fotografía 18 Identificación de tipo de falla grietas longitudinales y transversales, nivel de severidad medio.



Fotografía 19 Identificación de tipo de falla grietas longitudinales y transversales, nivel de severidad medio.



Fotografía 20 Identificación de tipos de fallas parcheo y hueco, nivel de severidad alto.

Anexo 07: Plano

