



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING
MEDIANTE LOS MÉTODOS PCI Y VIZIR EN LA AV. ALISOS
ENTRE 617 - 175 DISTRITO SAN MARTÍN DE PORRES EN
EL AÑO 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Edward Saeed Quijano Cruz
Roberto Hernan Rondon Mendoza

Asesor:

Ing. Julio Christian Quesada Llanto
<https://orcid.org/0000-0003-4366-4926>

Lima - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Julio Christian Quesada Llanto	42831273
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 2	Wilder Alexander Calixtro Calixtro	06803344
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 3	Gerson Elias Vega Rivera	10390118
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

INFORME DE SIMILITUD

IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING MEDIANTE LOS MÉTODOS PCI Y VIZIR EN LA AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO SAN MARTÍN DE PORRES EN EL AÑO 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

6%

★ es.slideshare.net

Fuente de Internet

DEDICATORIA

A nuestros familiares, por darnos el apoyo, consejos y sobre todo su dedicación día a día para seguir adelante y luchar por nuestras propias metas y visiones.

A nuestros colegas, gracias por guiarnos y brindarnos su apoyo incondicionalmente durante el camino de nuestra investigación.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a la Universidad Privada del Norte, por llevar a cabo nuestra enseñanza para poder aplicarlas en nuestro día a día a lo largo de nuestra carrera profesional.

En especial, a nuestros padres, tíos y hermanos de quienes siempre recibimos su apoyo y tolerancia a lo largo de nuestro proyecto.

ÍNDICE

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE	6
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	13
RESUMEN	14
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	15
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Marco teórico	16
1.2.1. Antecedentes nacionales	16
1.2.2. Antecedentes internacionales	17
1.3. Marco conceptual	19
1.3.1 Falla tipo piel de cocodrilo	20
1.3.2 Falla tipo exudación	21
1.3.3 Falla tipo agrietamiento en bloque	21
1.3.4 Falla tipo por abultamiento y hundimiento	22
1.3.5 Falla tipo corrugación	22
1.3.6 Falla tipo depresión	23
1.3.7 Falla tipo grieta de borde	23

1.3.8	Falla tipo Reflexión Junta	24
1.3.9	Falla tipo desnivel berma	24
1.3.10	Falla tipo longitudinales y transversales	25
1.3.11	Falla tipo parcheo y acometidos de servicios públicos	26
1.3.12	Falla tipo pulimiento de agregados	26
1.3.13	Falla tipo huecos	26
1.3.14	Falla tipo cruce de vía férrea	27
1.3.15	Falla tipo ahuellamiento	28
1.3.16	Falla tipo desplazamiento	28
1.3.17	Falla tipo grietas parabólicas	29
1.3.18	Falla tipo hinchamiento	29
1.4.	Justificación de estudio	40
1.5.	Problema de investigación	41
1.6.	Limitaciones de la Investigación	41
1.7.	Objetivos de la investigación	42
1.8.	Hipótesis de la investigación	42
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA		43
2.1.	Tipo de investigación	43
2.2.	Diseño de investigación	43
2.3.	Población y muestra	43
2.4.	Técnicas de recolección de datos	43
2.5.	Instrumentos de recolección de datos	44
2.6.	Método de análisis de datos	44

2.7. Operacionalización de variables	69
CAPÍTULO III: RESULTADOS	70
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	86
Referencias	88
Anexos	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Niveles de severidad</i>	26
Tabla 2 Clasificación del PCI.....	30
Tabla 3 Fallas según PCI.....	30
Tabla 4 Tipos de deterioro del tipo A.....	32
Tabla 5 Tipos de deterioro del tipo B.....	32
Tabla 6 Niveles de gravedad de los daños del tipo A.....	34
Tabla 7 Niveles de gravedad de los daños del tipo B.....	35
Tabla 8 Rango según metodología VIZIR	37
Tabla 9 <i>Clasificación del Whitetopping, según el espesor de hormigón y la adherencia</i>	40
Tabla 10 Cálculo del índice de fisuración	46
Tabla 11 Cálculo del índice de deformación.....	47
Tabla 12 Cálculo del índice superficial de deterioro	48
Tabla 13 Cálculo de Determinación de categoría de tráfico.....	53
Tabla 14 Factor de distribución direccional y de carril	56
Tabla 15 Determinación del factor de distribución de carriles de diseño	57
Tabla 16 Determinación del nivel de fiabilidad	57
Tabla 17 Determinación del porcentaje recomendado de losas agrietadas	58
Tabla 18 Tipos de suelo de la subrasante y valores de soporte aproximados	58
Tabla 19 Coeficientes estructurales de las capas de pavimento	60
Tabla 20 Resultados según la metodología VIZIR	70
Tabla 21 Resumen de resultados con la metodología PCI	73
Tabla 22 Aforamiento según MTC 2018.....	77
Tabla 23 Propuesta de diseño de capa de refuerzo de concreto.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura total del pavimento flexible	19
Figura 2 Estructura total del pavimento rígido.....	20
Figura 3 Estructura típica de reparación por la técnica de Whitetopping.....	39
Figura 4 Ficha de visión e inspección de zonas e itinerarios en riesgo VIZIR.....	45
Figura 5 Desarrollo de ficha VIZIR para el índice de fisuración.....	46
Figura 6 Desarrollo de ficha VIZIR para el índice de deformación	47
Figura 7 Ficha de exploración de la condición por unidad de muestreo PCI.....	49
Figura 8 Desarrollo de la ficha PCI para el valor deducido de fallas	50
Figura 9 Desarrollo de la ficha PCI para la condición del pavimento.....	51
Figura 10 Proyección de variación porcentual del PBI	53
Figura 11 Proyección de tasa de crecimiento de PBI Nacional y regional	54
Figura 12 Variación de tasa de crecimiento del PBI Nacional	55
Figura 13 Variación de tasa de crecimiento del PBI	55
Figura 14 Correlación potencial $RAC=0.60$ (ZR)	59
Figura 15 Colocación de datos en el interfaz del software Pavement Designer.....	62
Figura 16 Elección de vía existente en el interfaz del software pavement designer	62
Figura 17 Procesamiento y filtración de datos (Curvas de nivel).....	63
Figura 18 Generamiento de superficie en función de las curvas de nivel filtradas.....	63
Figura 19 Corregir la triangulación de la superficie existente en zonas donde no representa la topografía existente.....	63
Figura 20 Topografía base procesada.	64
Figura 21 Alineamiento del tramo a evaluar – Alisos Tramo 1 – 195 m.	64
Figura 22 Vista de perfil del terreno existente.....	65
Figura 23 Creación de la rasante de diseño de la rehabilitación proyectada	65
Figura 24 Creación del corredor que dará paso al modelamiento de la superficie en el programa Civil 3D.	66
Figura 25 Creación de superficie final.....	66

Figura 26	Generación de vistas transversales a partir de la obtención de la superficie modelada.	67
Figura 27	Laminado que comprende las vistas de planta, perfil y sección típica de todo el recorrido	68
Figura 28	Resumen de resultados de VIZIR según Is	72
Figura 29	Resumen de resultados de VIZIR según “Is”	73
Figura 30	Resumen PCI	75
Figura 31	Índice de condición que predomina	76
Figura 32	Porcentaje de flujo vehicular en el tramo analizado	82
Figura 33	Resumen de resultados de VIZIR según Is	85
Figura 34	Ubicación de la vía en estudio	94
Figura 35	Cálculos de la metodología VIZIR	96
Figura 36	Cálculos de la metodología VIZIR	97
Figura 37	Cálculos de la metodología VIZIR	98
Figura 38	Cálculos de la metodología VIZIR	99
Figura 39	Cálculos de la metodología VIZIR	100
Figura 40	Cálculos de la metodología VIZIR	101
Figura 41	Cálculos de la metodología VIZIR	102
Figura 42	Cálculos de la metodología VIZIR	103
Figura 43	Cálculos de la metodología VIZIR	104
Figura 44	<i>Cálculos de la metodología pci</i>	105
Figura 45	Cálculos de la metodología pci	106
Figura 46	<i>Cálculos de la metodología pci</i>	107
Figura 47	Cálculos de la metodología pci	108
Figura 48	Cálculos de la metodología pci	109
Figura 49	Cálculos de la metodología pci	110
Figura 50	Cálculos de la metodología pci	111
Figura 51	Vía en estudio	112
Figura 52	Vía en estudio	112
Figura 53	Vía en estudio	113

Figura 54 Vía en estudio	113
Figura 55 Vía en estudio	114
Figura 56 Vía en estudio	114
Figura 57 Vía en estudio	115
Figura 58 Vía en estudio	115
Figura 59 Vía en estudio	116
Figura 60 Vía en estudio	116
Figura 61 Vía en estudio	117
Figura 62 Vía en estudio	117
Figura 63 Vía en estudio	118
Figura 64 Vía en estudio	118
Figura 65 Vía en estudio	119
Figura 66 Vía en estudio	119
Figura 67 Vía en estudio	120
Figura 68 Vía en estudio	120
Figura 69 Vía en estudio	121

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Porcentaje de extensión	44
Ecuación 2. Número de deducciones permisibles	50
Ecuación 3. Índice de serviciabilidad del pavimento	51
Ecuación 4. Espesor del pavimento de concreto (H)	52
Ecuación 5. Número de juntas de contracción (N)	52
Ecuación 6. Módulo de rotura	58
Ecuación 7. Módulo de elasticidad	59

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo implementar la tecnología Whitetopping mediante los métodos PCI y VIZIR en la Av. Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres en el año 2023. El enfoque es cuantitativo, diseño no experimental de corte transversal y de tipo transeccional. Para la ejecución del estudio se realizó la topografía de la superficie y se utilizó las fichas técnicas de Vizir y PCI, en cuanto al análisis de datos se utilizó las tablas de proyección de crecimiento de PBI nacional y regional, diseño de pavimentos según MTC y AASHTO; así como también los requisitos de diseño para la tecnología Whitetopping. Se obtuvo como resultado que, mediante la metodología VIZIR Y PCI, es viable implementar la tecnología Whitetopping en la vía en estudio en los tramos más afectados. Se concluye que, se debe considerar en todo momento los requisitos que solicita el diseño de la tecnología a implementar, esto quiere decir que, si no se contara con la información necesaria para realizar el diseño, esta tecnología no se podría aplicar.

PALABRAS CLAVES: Tecnología Whitetopping, metodología VIZIR y PCI.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el Perú, la realidad en temas de pavimento es similar al de la mayor parte de América Latina, porque es un país con mayor incidencia en accidentes de tránsito diarios. La siniestralidad en la red vial de la ciudad es del 84,841% y esta tasa va en aumento año tras año, ilustrando la realidad de las peligrosas vías en el Perú. Debido a la alta siniestralidad, la parte preventiva es estimar el pavimento en operación para evitar un incremento en esta (Consejo Nacional de Seguridad Vial [CNSV], 2017).

A menudo resulta de un mal diseño de la vía, como errores en el radio de curvatura, el espesor del asfalto, la nula presencia de señales de tránsito o las distancias entre carriles, arcones, entre otros aspectos. El crecimiento y desarrollo del país provocó un aumento de las redes viales nacionales y locales, por tal razón, se debe seleccionar y desarrollar una planificación óptima del mantenimiento vial ideal contra el deterioro prematuro y el mantenimiento deficiente. He aquí la importancia de realizar un análisis de las vías de Lima, precisamente la Av. Alisos entre 617 – 175 ubicada en el distrito de San Martín de Porres, ya que, al ser una vía muy concurrida del distrito, el estudio ayudará a optimizarla para aumentar su vida útil.

Se realizará esta investigación para poder contribuir a un óptimo estado de conservación de la vía antes mencionada para dar a la población un servicio completo, comodidad y seguridad a los que transitan por las diferentes zonas de la ciudad cada día. Cabe resaltar debido a que el nivel de servicio (deterioro estructural y rugosidad) es mucho menor para las capas superficiales realizadas con hormigón asfáltico en caliente, la tecnología Whitetopping (WT) consiste en aplicar una losa de hormigón hidráulico fabricada con Cemento Portland P - 35 generalmente, cuyo espesor varía de 50 mm (peso delgado) a 200 - 250 mm de hormigón, superpuesto sobre el pavimento asfáltico existente (Luna et al., 2019).

Para el análisis de la condición de cualquier pavimento a través de un control visual, existen hoy en día diferentes metodologías, pero para la presente investigación se usarán los métodos PCI (siglas en inglés, Índice de Condición del Pavimento) según Amaya y Rojas (2017): “Su uso es sencillo y no requiere de herramientas de diagnóstico especializadas distintas a las que componen el sistema” (p.33). VIZIR (siglas en inglés, Visión e Inspección de Zonas e Itinerarios en Riesgo) según Amaya y Rojas (2017): “El método de monitorio francés VIZIR es un sistema que se puede utilizar para determinar el estado de la superficie de los pavimentos de tipo flexibles” (p.27). Ambas metodologías ampliamente utilizadas y muy populares en el campo de la gestión de, con la finalidad de detectar fallas superficiales que predominan debido a que como se ve día a día Perú gasta en estructuras de construcción civil, conservación y mejora de vías sin un correcto diseño, análisis o

evaluación, sin embargo, frecuentemente estas alternativas de solución son un derroche de dinero porque no se aplica lo previamente dicho de manera correcta.

Con la utilización de ambas metodologías se busca analizar correctamente el pavimento para poder identificar eficazmente las fallas, tipos, gravedad de las mismas, diagnosticar el estado del pavimento para poder detectar e interpretar el estado actual de la pista de prueba.

El procedimiento del PCI va de 0 a 100, cabe recordar que cuanto mayor sea el número obtenido, mejor será la protección del pavimento, y para la metodología VIZIR el rango es de uno a siete respectivamente, en este caso si el valor numérico es más alto peor es el nivel de conservación de la vía.

Las técnicas y metodologías a utilizar tanto en PCI como en VIZIR resultan muy sencillos de llevar a cabo implementándolos con el MTC 2018. Y así, gracias a este análisis se obtendrá grandes beneficios para la sociedad.

1.2. Marco teórico

1.2.1. Antecedentes nacionales

Se revisó literatura nacional con la finalidad de indagar más a fondo acerca de las metodologías planteadas y se encontró que Rojas (2021) en su estudio de investigación para obtener el título de maestro *Evaluación del estado situacional del pavimento flexible de la vía principal tramo Huancavelica-Izcuchaca, en la provincia de Huancavelica, 2018*; afirmó que el PCI de la carretera tiene 54 valores establecidos como regla en el rango de categorización "Regular", donde mediante la evaluación del pavimento, el número de defectos indicados en la carretera muestra grietas y fisuras en pésimas condiciones. Las trascendentales razones del mal estado de la vía son el alto tráfico, las condiciones climáticas y el bajo rendimiento de la prevención de caídas, lo que afecta la situación del pavimento que es constante. Finalmente, el autor concluyó que algunos consejos para el tránsito es planificar trabajos para la prevención, reparación de prendas rápidas, y para evitar o reducir los accidentes de tránsito, crear líneas de búsqueda en aplicaciones flexibles de gestión de pavimentos, basadas en (SIG - Sistemas de Información Geográfica), en este caso locales.

En su estudio para optar el título de Ingeniero Civil titulado *Determinación del estado de conservación superficial de pavimento flexible aplicando métodos PCI y VIZIR en Avenida Costa Rica y Prolongación César Vallejo, Trujillo*; Murga y Zerpa (2019) se propusieron analizar la superficie de pavimento de conservación utilizando PCI y Metodologías VIZIR, donde se sirvieron de una metodología aplicada y afirmaron que en la evaluación de 28 tramos con 48 muestras, se obtuvieron los siguientes resultados para la Extensión César Vallejo y la Avenida Costa Rica: PCI de 52.06 para condiciones de camino 'normales' y 2.25 para una calificación VIZIR de 'buena'. El

enfoque PCI se consideró un método para determinar y categorizar las fallas observadas de acuerdo con un estándar más alto.

Atahui y Morales (2020) en su investigación para optar el título de Ingeniero Civil con título *Evaluación de la condición del pavimento flexible aplicando las metodologías VIZIR y PCI para proponer alternativas de mantenimientos-Av. Malecón Checa*, evaluaron 37 unidades de muestra a 35,4 m de distancia cada una con 13 unidades de muestra. Es así que los resultados mostraron que el 57 % del estado del pavimento es "bueno" según VIZIR y el 54 % es "bueno" según PCI. De igual forma, al examinar cada defecto superficial, las principales fallas encontradas son grietas longitudinales y agujeros. Además, se dice que el método PCI es más confiable porque captura más fallas superficiales. Finalmente, al comparar los pasos procedimentales de los métodos, se encuentra que se debe mantener el camino.

Gatir (2023) en la tesis *Implementación de Tecnología Whitetopping para la Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos en el Tramo Camino Universitario: Puente Tingo - Cayhuaynita, Distrito de Pillco Marca - Huánuco, 2021*, tuvo el objetivo de determinar si la rehabilitación del pavimento asfáltico utilizando Whitetopping de capas de hormigón era factible. La metodología utilizada fue aplicada con un diseño cuasi experimental. Los resultados obtenidos fueron que al realizar los estudios se toman conteos de vehículos para determinar el ESAL (volumen de tráfico del carril de tráfico) para cada carril, que se utiliza para decidir el espesor de una capa de hormigón que se necesitará verter, y con el diseño de mezcla propuesto, la funcionalidad y el rendimiento del camino puede estar asegurado. El autor arribó a las siguientes conclusiones: el costo de rehabilitación con pavimento flexible convencional sería de S/.292 024.53, y el costo de mantenimiento en el transcurso de 20 años (seis veces) sería de S/.295 457.12, para un gran total de S/.587 499.65; el costo de rehabilitación con tecnología Whitetopping sería de S/.197 876.21, y el costo de mantenimiento en el transcurso de 20 años (seis veces) sería de S/.199 414.40, para un gran total de S/. 397 290.61.

1.2.2. Antecedentes internacionales

De esta manera, se considera importante revisar investigaciones internacionales para así realizar una comparación con nuestra realidad peruana. A nivel internacional, las variables mencionadas han sido estudiadas por diversos autores, como Amaya y Rojas (2017), quienes escribieron la tesis titulada *Análisis comparativo entre metodologías VIZIR y PCI para la auscultación visual de pavimentos flexibles en la ciudad de Bogotá*, donde afirmaron que después de analizar y determinar el estado del pavimento, se obtuvieron resultados parecidos, es decir, hallaron una categorización promedio general para toda la sección de prueba. El método PCI logra una excelente clasificación, mientras que el método VIZIR logra una buena clasificación. Aunque los parámetros de ambos métodos indican buen estado del pavimento, cabe señalar que los carriles 1 y 2, que constituyen el carril libre del tramo de prueba, necesitan en su mayoría mantenimiento y, en algunos aspectos, una renovación total, porque estos carriles son utilizados por vehículos pesados de carga

y de pasajeros. Sin embargo, el buen ajuste en la carretera es una parte importante de las implicaciones analizadas para garantizar confort y seguridad para los ocupantes.

En su estudio Propuesta de Metodología para la evaluación de Pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI), Gonzáles, et al. (2019) precisaron que, con la evaluación, y la investigación efectuada a lo largo de la visualización, la capacidad de carga del pavimento no se degrada. Este estudio es una advertencia para el centro de la autopista y un análisis de soluciones a corto plazo de la densidad del pavimento del cual, durante la inspección del tramo analizado, se encontraron diversos daños, los que fueron identificados según su tipo, número y severidad. Los más comunes fueron las fisuras longitudinales y transversales, las fisuras en masa, las reparaciones compuestas y las descargas, que representaron el 66 % de las fallas ensayadas. Ni una sola unidad de muestreo con un rango "excelente".

El objetivo principal de Luna et al., (2019) en el artículo Aplicación de la tecnología Whitetopping en un tramo de la carretera: circuito sur - topes de Collantes, fue renovar la vía Circuito Sur - Topes de Collantes, ubicado en la provincia de Sancti Spíritus (Cuba), en el Km 9,0 al 10,5, mediante el empleo de Whitetopping, se valieron de la metodología aplicada, cuyos resultados fueron que el uso de la técnica de rehabilitación en la carretera a Topes de Collantes en el municipio de Trinidad, que cuenta con una longitud de 28,0 km y un ancho de calzada de 6,00 m, presenta un trazado en perfil con pendientes de hasta 18 %, y curvas con radios de giro muy pequeños. Debido a estas condiciones, el vial muestra diferentes deterioros tales como: roderas y ondulaciones en el pavimento flexible, que hacían difícil y peligroso el tránsito vehicular. Para la ejecución se procedió siguiendo los pasos de ejecución planteados en técnica constructiva semi mecanizada del Whitetopping convencional. La demolición del tramo de la vía (Km 9,0 al 10,5) se realizó con martillos neumáticos rompedores eliminándose las irregularidades existentes. Se hicieron perforaciones en diferentes partes o zonas del tramo de la vía, para permitir la mejor adherencia de la losa de hormigón masivo convencional (WC) con el pavimento existente. El espesor de capa de la losa de hormigón fue de 20 cm según el proyecto realizado y se utilizaron moldes metálicos que permiten la ejecución del hormigonado mediante la técnica de paños alternos de área: 4 x 3 metros. En las juntas transversales se utilizaron pasadores con barras de acero corrugado y el machihembrado en las juntas longitudinales.

Finalmente, los autores concluyeron que la comparación con el método convencional de repavimentación de pavimento flexible prolonga la vida útil del pavimento funcional en la sección de la carretera entre 15 y 20 años y alarga el tiempo entre reparaciones, lo que reduce los gastos de mantenimiento y brinda una mayor capacidad portante en la estructura de pavimento, obteniéndose una superficie más fuerte y duradera.

En su estudio Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles, Ríos et al., (2020) se propusieron examinar diversos enfoques para evaluar el estado del pavimento, examinando específicamente las fallas superficiales en pavimentos flexibles

utilizando técnicas de procesamiento de imágenes. Todo esto garantiza confiabilidad en circunstancias restringidas y muestra patrones en el uso de cámaras digitales; sin embargo, se recomienda combinar estos datos con textos informativos, lo que permite la categorización amplia de fallas que estos datos requieren. De manera similar, la mayoría de las investigaciones alcanzan tasas de precisión superiores al 80 %; aunque, cabe señalar que ciertos estudios emplean criterios de desempeño alternativos. Además, mediante el estudio de las fisuras se identifican las formas de deterioro del pavimento que se detectan tempranamente.

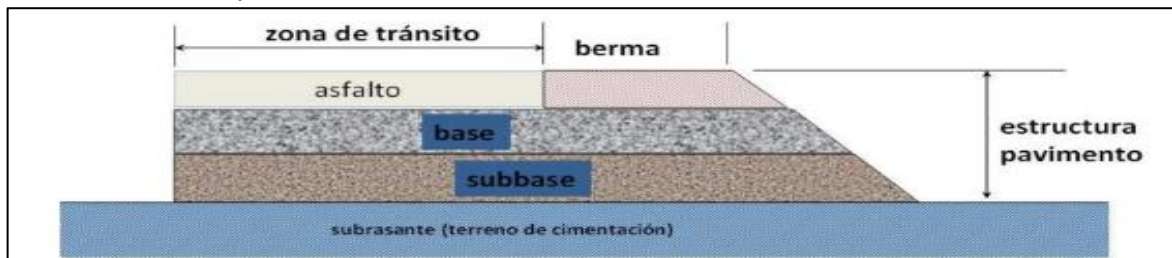
1.3. Marco conceptual

A fin de tener una mejor explicación del tema, dentro del marco teórico en primer lugar se considera importante conocer de manera general qué es un pavimento, es así que según Becerra (2012), los pavimentos son “soluciones específicas de transporte para configuraciones viales que han sido concebidas, diseñadas y construidas”. Un pavimento consta de uno o más niveles de material uniforme o variable (granular) colocado sobre el suelo. Esto le permite obtener el automóvil y pagarlo durante un cierto período de tiempo. Los pisos más altos deben construirse con el material con mayor capacidad de carga, ya que la fuerza generada por el peso del vehículo disminuye con la profundidad, creando un amortiguador natural entre la estructura y la tierra debajo.

En cuanto a la clasificación de los pavimentos, Montejó (2002) afirma que un pavimento flexible está formado por una capa asfáltica soportada por dos capas: la base y la sub - base.

Figura 1

Estructura total del pavimento flexible

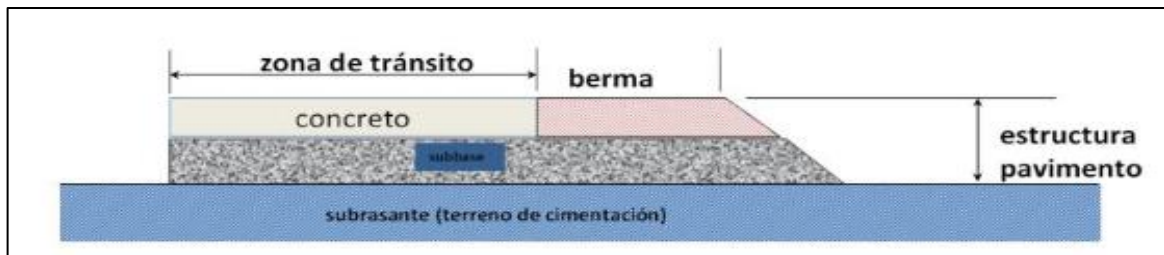


Nota. Vista en corte de la estructura de un pavimento flexible. Obtenido de Becerra, 2012.

De manera similar, una losa de concreto que está soportada por una subrasante o una capa conocida como subbase de pavimento conforma el pavimento rígido (Montejó, 2002).

Figura 2

Estructura total del pavimento rígido



Nota. Vista en corte de la estructura de un pavimento rígido. Obtenido de Becerra, 2012.

Según Morales (2019) el estado del pavimento puede y se deteriorará a lo largo de su vida útil. Las siguientes son algunas de las razones más comunes de la falla del pavimento: (1) Patrones climáticos impredecibles (aguaceros inusuales), (2) Edificios subterráneos y/o falta de derrame de luz adecuado, (3) Una respuesta insuficiente a las reparaciones necesarias del pavimento.

La falla estructural se refiere al daño que se expresa en el rodamiento del vehículo y tiene un efecto sobre su transitabilidad real sin dejarlo completamente inservible. El agrietamiento en el pavimento es el resultado de una variedad de fallas, algunas de las cuales son grupos de estructuras. La tolerancia a la tensión del pavimento se ve severamente disminuida como resultado de este deterioro (Morales, 2019).

En cuanto a falla superficial, en caso que el pavimento sea una transición insegura, un problema estructural se debe a la pérdida de adherencia de algunas o de todas las capas del pavimento, y el daño funcional o estético es intolerable (Ríos et al., 2020).

En cuanto lo que corresponde a tipificación de fallas se tiene lo siguiente:

1.3.1 Falla tipo piel de cocodrilo

Descripción:

Estos problemas fueron causados por el agrietamiento y el deterioro de la superficie asfáltica de la pista debido a las repetidas cargas de tráfico. Por lo tanto, las grietas suelen comenzar en la parte inferior del asfalto liso bajo tensión.

Gravedad:

Baja: Pocos o ningún defecto asociado.

Moderado: El desarrollo posterior de grietas de caimán o telaraña de grado L puede ser algo escamosa.

Alta: crece un patrón o una red de grietas de modo que las astillas son claras y los bordes se están pelando. Algunas obras pueden estar bloqueadas por el tráfico.

Medidas: normalmente m2

Opción de arreglo:

B: La superficie está sellada.

M: cabeza a toda profundidad, carpeta, reconstrucción

R: Algunos parches, carpeta, regeneración.

1.3.2 Falla tipo exudación

Descripción:

Este problema es causado por la superficie reflectante, que está formada por una fina capa de material inferior en la superficie de la pista, que a menudo se vuelve pegajosa.

Gravedad:

Líquenes: La aparición es mínima, se puede rastrear solo algunos días al año.

Moderada: Esto ocurre cuando el alquitrán es muy ligero y solo se puede detectar unos pocos días al año.

Alta: este nivel es común y la mayoría del asfalto se pega a los zapatos y los automóviles durante algunas semanas al año.

Medidas: Habitualmente en m2 de superficie degradada.

Opción de arreglo:

B: No se puede cambiar.

M: Agregar arena y/o árido y torcer al final.

R: El nivel de esta pregunta es muy alto y el alcance es muy amplio.

1.3.3 Falla tipo agrietamiento en bloque

Descripción:

Estas son grietas que dividen la pista en secciones. Sus dimensiones varían desde 30 centímetros x 30 centímetros hasta 3 metros x 3 metros. Se basan principalmente en espasmos de hormigón asfáltico y fluctuaciones del cambio climático (temperatura).

Gravedad:

Baja: Identifica grietas de baja severidad según sus tipos longitudinales y transversales.

Media: Las grietas de resistencia media caracterizan esta categoría.

Alta: Bloques que tienen problemas notables en la identificación de intensidad.

Medida: Generalmente expresada como p2.

Opción de remedio

B: Cubre fisuras mayores de tres milímetros, sello para riego.

M: Repara superficies y sella fisuras, golpes de calor y raspaduras.

R: Reparar superficies y sellar fisuras, golpes de calor y raspaduras.

1.3.4 Falla tipo por abultamiento y hundimiento

Descripción:

Un hoyuelo es un pequeño desplazamiento hacia arriba en la parte superior de la rodilla. No son como los vehículos deportivos en el sentido de que ocurren cuando la carretera está totalmente inestable. La congestión también puede deberse a una amplia gama de circunstancias.

Gravedad:

Baja: proporciona una configuración de flujo bajo.

Media: sugieren una disponibilidad media.

Alta: Proporciona tráfico de alta calidad.

Medidas: Metros lineales.

Opción de arreglo:

B: No se pueden hacer cambios.

M: Piensa en frío. Profunda o parcialmente cerrada.

R: Piensa (moliendo) en frío. Profunda o parcialmente cerrada.

1.3.5 Falla tipo corrugación

Descripción:

Esto es un problema cuando una serie de crestas y ranuras estrechamente espaciadas están muy próximas, normalmente a menos de 3,0 m de distancia.

Gravedad:

Baja: la ondulación produce un flujo bajo.

Media: este nivel genera tráfico de calidad media.

Alta: hay un tráfico muy grave en este nivel.

Medición: Medido generalmente M2.

Opción de arreglo:

B: No se pueden hacer cambios.

M: Piensa en frío. Profunda o parcialmente cerrada.

R: Piensa (moliendo) en frío. Profunda o parcialmente cerrada.

1.3.6 Falla tipo depresión

Descripción:

Estas son áreas localizadas de pavimento cuya altura es ligeramente inferior al pavimento circundante. Las superficies secas pueden aparecer abolladas debido a las manchas de agua.

Gravedad:

Base: trece a veinticinco milímetros.

Media: veinticinco a cincuenta y un milímetros.

Máxima: de cincuenta y un milímetros a más.

Medida: Habitualmente metros cuadrados.

Opción de arreglo:

B: No se puede cambiar.

M: Agregar arena y/o árido y torcer al final.

R: El nivel es muy alto y el alcance es muy amplio. Parcheo total.

1.3.7 Falla tipo grieta de borde

Descripción:

Las grietas en los bordes paralelos generalmente se ubican a una distancia de 30 a 60 centímetros del borde de la pista. Mayormente es causado por altas cargas de tráfico, posiblemente debido a baches o baches cerca de la carretera que provocan condiciones climáticas más débiles. Esta zona se clasifica según el grado de agrietamiento (a veces se pueden eliminar los escombros).

Gravedad:

Baja: Agrietamiento de bajo a moderado, sin astillas ni descamación. Moderado: agrietamiento moderado con descamación y descamación.

Alta: Los bordes están muy divididos o en capas.

Medida: Las grietas se miden en metros lineales.

Opción de arreglo:

B: No se puede cambiar.

M: Agregar arena y/o árido y torcer al final.

R: El nivel es muy alto y el alcance es muy amplio. Parcheo total.

1.3.8 Falla tipo Reflexión Junta

Descripción:

Sólo las aceras con losas de cemento Portland experimentan esto. No se incluyen los daños reflectantes a otros tipos de cimientos, incluidos los de cal o cemento estabilizados. Estos contratiempos son causados principalmente por láminas de cemento Portland que se mueven debajo de la superficie del asfalto cuando hay calor o humedad.

Gravedad:

Baja: Fisuras grandes sin relleno menos de diez milímetros de ancho.

Moderada: Las fisuras, duras o no, en ocasiones están rodeadas de fisuras de dureza media o alta.

Altura: espacio superior a 76,0 mm

Medida: Suele medirse en metros lineales.

Opción de arreglo:

B: No se puede cambiar.

M: Agregar arena y/o árido y torcer al final.

R: El nivel es muy alto y el alcance es muy amplio. Parcheo total

1.3.9 Falla tipo desnivel berma

Descripción:

La altura del arcén es la diferencia de altura entre el borde del pavimento y el bordillo. Este daño es causado por erosión violenta, sedimentación, etc.

Gravedad:

Baja: La diferencia de altura entre la llanta y el hombro es de 25 a 51 mm.

Media: extrañamente dividida entre 51 mm y 102 mm.

Máxima: La altura debe ser superior a 102 mm.

Medida: normalmente calculada en m.

1.3.10 Falla tipo longitudinales y transversales

Descripción:

Las grietas longitudinales en el eje de circulación o dirección de una estructura pueden ser causadas por:

-Conexión de tráfico deficiente.

-Sobre contracción del material asfáltico originado por bajas temperaturas o robustez del pavimento o ciclos térmicos diarios.

Nivel de severidad:

Bajo: Se determina mediante lo siguiente:

- Grietas sin rellenar de menos de diez milímetros de ancho.

-Relleno de grietas de diferente ancho (en condiciones satisfactorias de relleno).

Medio: Se determina mediante lo siguiente:

- Ancho de fisura sin relleno entre diez milímetros a setenta y seis milímetros.

-Relleno de grietas de diferente ancho hasta setenta y seis milímetros, de pequeñas grietas irregulares que lo rodean.

Alto: Presenta las siguientes condiciones:

- Toda fisura, llena o no, sitiada de una pequeña fisura irregular de peso medio o grande.

- Fisura no rellenada mayor de 76.0 mm de ancho.

Medidas: Se mide en metros cuadrados mayormente.

Nivel de Severidad:

B: Sin necesidad de cambios se puede dejar tal como es encontrado. Marcas agrietadas más de 3.0 mm.

M: Marca de grieta.

A: Grieta.

1.3.11 Falla tipo parcheo y acometidos de servicios públicos

Descripción:

Estos parches son regiones en el camino y son reemplazados por nuevos materiales para optimizar el camino. Sin embargo, el mantenimiento es un problema.

Gravedad:

Baja: El sello está en buenas y satisfactorias condiciones.

Moderada: la capacidad de sellado se reduce ligeramente.

Alta: Sellado deficiente. Se tiene que cambiar.

Medidas: Se calculan para p2.

Opción de arreglo:

B: No se puede cambiar.

M: No hay posibilidad de cambio. Reemplace el sello.

R: Reemplace la junta.

1.3.12 Falla tipo pulimiento de agregados

Descripción:

Este daño es causado por atascos de tráfico repetidos. Cuando las superficies antes mencionadas se sienten suaves, el agarre de los neumáticos de los automóviles en la carretera se reduce significativamente.

Gravedad:

No hay clasificación en este caso. Pero el grado de pulido será importante antes de que se pueda aplicar a nivel de la superficie y se considere una falla predominante.

Opción de arreglo:

Bueno, Moderado y Alto: No se realizó ningún cambio.

1.3.13 Falla tipo huecos

Descripción:

Los baches son pequeños agujeros en el pavimento en forma de cuenco, generalmente de menos de noventa centímetros de diámetro.

Nivel de Severidad:

Tabla 1

Niveles de severidad

MPH	102-203 mm	203-457 mm	457-762 mm
12.7 - 25.4 mm	BUENO	BUENO	MEDIO
Desde 25.4 - 50.8 mm	BUENO	MEDIO	ALTO
Desde 50.8 mm	MEDIO	MEDIO	ALTO

Nota. (Coy Pineda, 2017)

Medición: Las distancias se miden contando las infracciones de gravedad baja, media, alta y se registran por separado.

Opción de arreglo:

B: No se puede cambiar. Compactación parcial o profunda.

M: Sellado parcial o profundo.

R: El Sello Esotérico.

1.3.14 Falla tipo cruce de vía férrea

Descripción:

Los defectos transversales son abolladuras u orificios circundantes.

Gravedad:

Baja: Los cruces crean una calidad de tráfico deficiente.

Media: Intensidad media.

Alta: Alta durabilidad.

Medidas: Área de siega en metros cuadrados de área dañada. Las intersecciones que no afectan la calidad del tráfico no necesitan ser registradas

Opción de arreglo:

B: Sin cambios.

M: Leve o parcialmente cerrado.

A: Sellado superficial o parcial.

1.3.15 Falla tipo ahuellamiento

Descripción:

Es un agujero en la superficie de un círculo. Las olas pueden estar a ambos lados del camino, pero muchas veces solo son visibles cuando el camino está lleno de agua después de la lluvia.

Gravedad:

Fondo: seis a trece milímetros.

Promedio: trece a veinticinco milímetros.

Máximo: de veinticinco milímetros a más.

Medidas: normalmente m², el nivel de dificultad depende de la profundidad del pie.

Opción de arreglo:

B: Sin cambios. Fresado y apilado.

M: Sellado principal ya sea parcial o superficial.

A: Sellado principal ya sea parcial o superficial.

1.3.16 Falla tipo desplazamiento

Descripción:

Este tipo se produce porque las áreas locales de la superficie de la carretera experimentan un movimiento longitudinal constante debido a las diferentes cargas de tráfico en la misma. Esto significa que bloquea el pavimento.

Gravedad:

Baja: reduce la calidad de la transmisión.

Media: Calidad de la transitabilidad de intensidad media.

Máxima: la calidad del tráfico es muy importante.

Medidas: normalmente en metros. Y medida a medida a la hora de calcular la huella.

Opción de arreglo:

B: Sin cambios, molienda.

M: Superficie aproximada o parcialmente reparada. (parreo)

A: Superficies ásperas o parcialmente reparadas. (parreo)

1.3.17 Falla tipo grietas parabólicas

Descripción:

Una pendiente resbaladiza es una explosión similar a la luna. Ocurren cuando el freno o la rotación de las ruedas hacen que la superficie de la carretera se caiga o resbale. A menudo, este daño se produce en presencia de asfalto bajo.

Bajo: Longitud de grieta menor a diez milímetros.

Medio: Ancho de fisura promedio entre diez milímetros a treinta y ocho milímetros. El área alrededor de la explosión también se rompe en pedazos más pequeños.

Alto: Ancho de fisura promedio superior a treinta y ocho milímetros. El área alrededor de la grieta también se rompe para eliminarla rápidamente.

Medida: Mayormente se mide en metros cuadrados.

Opción de arreglo:

B: Fresado y sin cambios.

M: Fresado. Sellado superficial o parcial.

A: Sellado parcial o superficial o Fresado.

1.3.18 Falla tipo hinchamiento

Descripción:

Este tipo de falla es caracterizada por la evidencia hacia la parte superior del pavimento y la formación de una onda frontal de más de 3,0 metros, además de la formación de grietas en la superficie. Por lo tanto, la causa de este daño es el sustrato congelado o posiblemente el suelo hinchado.

Gravedad:

Baja: la inflación da como resultado una baja calidad del tráfico. Los baches más pequeños no siempre son fáciles de detectar, pero puede detectarlos en carreteras con límites de velocidad.

Media: calidad de entrega moderada debido a la hinchazón

Alta: la expansión proporciona una alta calidad de flujo.

Medidas: Suele medirse en metros cuadrados.

Opción de arreglo:

B: Sin cambios, molienda.

M: No se han hecho cambios o regeneración completa.

L: Respuesta con una reconstrucción.

Para evaluar las fallas superficiales que se aprecian en los pavimentos flexibles y rígidos y determinar la condición de estos, definiremos las metodologías Vizir y PCI.

Por el contrario, el PCI identifica objetivamente enfoques de gestión vial actuales, adaptables, confiables y proporciona un proceso de evaluación de pavimentos más exhaustivo. Además de las herramientas que ya forman parte del sistema, esta metodología es sencilla de utilizar y no requiere herramientas específicas adicionales.

Más específicamente, según Vásquez (2002), “el PCI es un índice numérico que va de cero (0) a cien (100) condiciones del pavimento, pasando por un pavimento dañado o en mal estado hasta un pavimento excelente según estos parámetros” (p.2).

Tabla 2

Clasificación del PCI

R	C
85 hasta 100	Nivel Excelente
70 hasta 85	Nivel Muy Bueno
55 hasta 70	Nivel Bueno
40 hasta 55	Nivel Regular
25 hasta 40	Nivel Malo
10 hasta 25	Nivel Muy Malo
0 hasta 10	Nivel Fallado

Nota. R= Rango y C= Categoría; Manual PCI, Vásquez 2002

Categorización de fallas en el pavimento:

Según Vásquez (2002), el proceso PCI tiene como objetivo obtener indicadores globales y regionales del estado estructural del pavimento. Las consultas de daños de las relaciones brindan una comprensión clara de las causas del daño y cómo interactúa con la carga del vehículo o las condiciones climáticas. A continuación, se detallan los tipos de valor evaluados mediante el método:

Tabla 3

Fallas según PCI

Nombre de la falla	Número
Piel de cocodrilo	1
Exudación	2
Agrietamiento en bloque	3
Abultamiento y hundimientos	4
Corrugación	5
Depresión	6
Grieta de borde	7
Grieta de reflexión de junta	8
Desnivel carril/berma	9
Grietas longitudinales y transversales	10
Parcheo	11
Pulimiento de agregados	12
Huecos	13
Cruce de vía férrea	14
Ahuellamiento	15
Desplazamiento	16
Grieta parabólica	17
Hinchamiento	18
Desprendimiento de agregados	19

Nota. Vásquez, 2002

En cuanto al método VIZIR, Morales (2019) afirma:

El nombre proviene del acrónimo francés "Vision Inspection de Zones et Itinéraires Á Risque", que también significa "Visión e inspección de áreas y rutas de riesgo", que es un método para determinar el estado de la superficie en un momento dado y determinar la

condición de la carretera: enfermedad. Homogenizar el área, determinar el tipo de daño, tomar las medidas de daño apropiadas y finalmente determinar el índice de daño superficial a partir de estos datos (p.41).

Para la metodología Vizir es conveniente identificar los tipos de fallas que aplican para esta; que son dos tipos, las de deterioro del tipo A y las de deterioro del tipo B.

Tabla 4

Tipos de deterioro del tipo A

Nombre del deterioro	Código	Unidad de medida
Ahuellamiento	AH	m
Depresiones o hundimiento longitudinales	DL	m
Depresiones o hundimiento transversales	DT	m
Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	m
Fisuras piel de cocodrilo	FPC	m
Bacheos y parcheo	B	m

Nota. Leguizamo, 2007.

Tabla 5

Tipos de deterioro del tipo B

Nombre del deterioro	Código	Unidad de medida
Fisura longitudinal de junta de construcción	FLJ	m
Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	m
Fisura de contracción térmica	FCT	m
Fisuras parabólicas	FP	m
Fisuras de borde	FB	m
Ojos de pescado	OP	m
Desplazamiento, abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	DM	m
Pérdida de la película de ligante	PL	m
Pérdida de agregados	PA	m
Descascaramiento	D	m ²
Pulimiento de agregados	PU	m
Exudación	EX	m
Afloramiento de mortero	AM	m
Afloramiento de agua	AA	m
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	m
Escalonamiento entre calzada y berma	ECB	m
Erosión de las bermas	EB	m
Segregación	S	m

Además, existen diferentes niveles de gravedad para cada tipo de deterioro. Estos están expresados según el tipo de falla teniendo en cuenta en qué situación se encuentra, es decir qué

tan deteriorada esta se ve, evaluando de 1 a 3 en consideración de baja, media y alta. En las Tablas 6 y 7 se encuentran los parámetros a considerar según el tipo de falla existente.

Tabla 6

Niveles de gravedad de los daños del tipo A

NIVEL DE GRAVEDAD			
DETERIORO	1	2	3
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poco importante. Flecha < 20 mm	Deformaciones importantes. Hundimientos localizados o ahuellamientos. 20 mm ≤ Flecha ≤ 40 mm	Deformaciones que afectan de manera importante la comodidad y la seguridad de los usuarios Flecha > 40 mm
Grietas longitudinales por fatiga	Fisuras finas en la banda de rodamiento	Fisuras abiertas y a menudo ramificadas	Fisuras muy ramificadas y/o muy abiertas (grietas). Bordes de fisuras ocasionalmente degradados.
Piel de cocodrilo	Piel de cocodrilo formada por mallas grandes (> 500 mm) con fisuración fina, sin pérdida de materiales	Mallas más densas (> 500 mm) con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimiento y ojos de pescado en formación.	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (< 200 mm) con pérdida ocasional o generalizada de materiales.
Bacheos y Parcheos	Intervención de superficie ligada a deterioros del tipo B	Intervenciones ligadas a deterioros tipo A	
		Comportamiento satisfactorio de la reparación.	Ocurrencia de fallas en las zonas reparadas.

Nota. 1=severidad baja, 2=severidad media, 3=severidad

Tabla 7

Niveles de gravedad de los daños del tipo B

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD					
	1		2		3	
Fisura longitudinal de junta de construcción	Fina y única < 6 mm		- Ancha (≤ 6 mm) sin desprendimiento o - Fina ramificada		Ancha (≤ 6 mm) con desprendimiento o ramificada	
Fisuras de contracción térmica	Fisuras finas < 6 mm		Anchas (≤ 6 mm) sin desprendimiento, o finas con desprendimiento o fisuras ramificadas		Anchas (≤ 6 mm) con desprendimientos	
Fisuras parabólicas	Fisuras finas < 6 mm		Anchas (≤ 6 mm) sin desprendimientos		Anchas (≤ 6 mm) con desprendimientos	
Fisuras de borde	Fisuras finas < 6 mm		Anchas (≤ 6 mm) sin desprendimientos		Anchas (≤ 6 mm) con desprendimientos	
Abultamientos	h z 20 mm		20 mm \leq h \leq 40 mm		h > 40 mm	
Ojos de pescado (por cada 100 m)	Cantidad	≤ 5	5 a 10	< 5	> 10	5 a 10
	Diámetro	≤ 300	≤ 300	≤ 1000	≤ 300	≤ 1000
Desprendimientos: - Pérdida de película de ligante - Pérdida de agregado	Pérdidas aisladas		Pérdidas continuas		Pérdidas generalizadas y muy marcadas	
Descascaramiento	Prof. (mm)	≤ 25	≤ 25	> 25	> 25	
	Área (m ²)	≤ 0.8	> 0.8	≤ 0.8	> 0.8	
Pulimientos agregados	Long. Comprometida < 10% de la sección (100m)		Long. Comprometida $\geq 10\%$ a < 50% de la sección (100m)		Long. Comprometida > 50% de la sección (100m)	
Exudación	Puntual, área específica		Continúa sobre las trayectorias por donde circulan las ruedas del vehículo			
Afloramientos: - De mortero - De agua	Localizados y apenas perceptibles		Intensos		Muy intensos	

Desintegración de los bordes del pavimento	Inicio de la desintegración, sectores localizados	La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o más	Erosión extrema que conduce a la desintegración del revestimiento asfáltico
Escalonamiento entre calzadas y berma	Desnivel entre 10 mm a 50 mm	Desnivel entre 50 y 100 mm	Desnivel superior a 100 mm
Erosión de las bermas	Erosión incipiente	Erosión pronunciada	La erosión pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios
Segregación	Long. Comprometida < 10% de la sección (100m)	Long. Comprometida \geq 10% a < 50% de la sección (100m)	Long. Comprometida > 50% de la sección (100m)

Nota. 1=severidad baja, 2=severidad media, 3=severidad

Parámetros de calificación:

La severidad indica el grado de condición de la vía en estudio. Su calificación según los parámetros establecidos, siendo tres la exacerbación más grave, dos moderados y uno la menos grave (Leguizamo, 2007).

Categorización de fallas en el pavimento:

La degradación se define como un cambio producido en una superficie de pavimento asfáltico, que suele ser detectable a simple vista y puede atribuirse a la falta de innovación y procesos de fabricación y calidad de los materiales (Leguizamo, 2007).

Procedimiento de cálculos:

Morales (2019) afirma que, para establecer el índice de degradación superficial "Is", desde 1 a 7, las clasificaciones se enumeran en la Tabla 8. Como paso previo, hay que calcular el índice de fisuración, que estriba de la severidad y evalúa el desarrollo de grietas por fatiga longitudinal y grietas de cocodrilo para el prototipo de estructura en la sección transversal. Luego que se alcanzan los valores, se obtiene el valor 'If' más alto para el índice de ráfaga mayor, es decir, 'If Maximum'.

Tabla 8*Rango según metodología VIZIR*

Nivel	Nombre
1 hasta 2	Nivel Bueno
3 hasta 4	Nivel Malo
5 hasta 7	Nivel Deficiente

Nota. Leguizamo, 2007

Conservación periódica:

Es un conjunto de actividades planificadas periódicamente (a menudo a lo largo de un año) con el objetivo de prevenir el deterioro de la vía, así como restaurar y mantener la usabilidad de la misma. Según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Conservación Vial (2007), se realizan las siguientes actividades: "Aplicación de capas de refuerzo o revestimientos sobre superficies asfálticas y reparación de los diversos elementos físicos de la vía". Según el Manual de Mantenimiento Vial o Road Maintenance Manual (2018), el mantenimiento periódico se enfoca en mantener los elementos que componen los caminos y bermas, sus ajustes precisos. También establece que las acciones a realizar incluyen la aplicación de sellos o micro recubrimientos y si se requiere refuerzo, el brazo de intervención debe planificar acciones anuales. Las acciones consideradas son:

- **Fresado de capas de asfalto:** Esta actividad tiene como objetivo alisar superficies deformadas, eliminar elevaciones y ondulaciones, reducir surcos o restaurar las superficies del pavimento y la condición estructural antes de otras operaciones. Su intervención consiste en cortar total o parcialmente la superficie del pavimento.

- **Micro fresado de capa asfáltica,** también conocido como cepillado superficial, que tiene como objetivo eliminar las irregularidades en la capa superficial del pavimento para restaurar la estructura y el estado de la superficie del pavimento para garantizar un nivel óptimo de servicio. Este paso 42 incluye cortar la superficie de la capa superficial del pavimento.

- **Sellador bituminoso:** El objetivo de la intervención es prevenir o corregir daños y así restaurar el estado de la superficie del pavimento, mejorar su impermeabilidad o restaurarlo. El sellador asfáltico se usa cuando hay muestra síntomas de degradación debido al desgaste, aplicación insuficiente de asfalto o envejecimiento del pavimento; por lo tanto, promueve un adecuado tránsito vehicular. Las principales tecnologías son: sellado con arena-asfalto, lechada asfáltica, tratamiento superficial simple, sellado con emulsificación asfáltica.

- **Recapeos asfálticos:** Esta actividad consiste en la colocación de una o más capas de mezcla asfáltica sobre la superficie de la calzada, cuyo objeto es restaurar la superficie y estructura

del firme de la calzada para que el tránsito de vehículos sea seguro, cómodo y económico. Su intervención se lleva a cabo cuando la superficie de la carretera se encuentra en condiciones normales, es decir el valor de IRI está entre 2,8 m/km y 4,0 m/km (Condori y Goyzueta, 2019).

Por lo demás, la tecnología Whitetopping, según Luna et al. (2019), es un método para prolongar la vida útil de un pavimento existente mediante la aplicación de una losa de hormigón hidráulico en la parte superior. Es un método probado y verdadero utilizado en varias naciones del primer mundo para restaurar el servicio de carreteras de forma rápida y económica.

El Topping Blanco Convencional (W.C.) aprovecha la resistencia del pavimento existente utilizando como base hormigón regular. Ultra Thin Whitetopping (U.T.W.) es un acabado blanco más delgado que está hecho de hormigón de alta resistencia reforzado con malla de acero.

No es necesario excavar ni realizar ningún otro movimiento de tierra para su instalación; en cambio, los pavimentos de asfalto a menudo se reparan y limpian antes del fresado, si es necesario, y luego se construye una losa de concreto encima (Luna et al., 2019).

Se deben cumplir ciertos requisitos para que el método Whitetopping de restauración de carreteras tenga éxito.

El asfalto existente ha sido fresado a un espesor superior a 7,5 cm y solo ha sufrido daños superficiales, por lo que la mayor parte de su estructura no se encuentra afectada.

Según Luna et al. (2019) las ventajas de la tecnología Whitetopping:

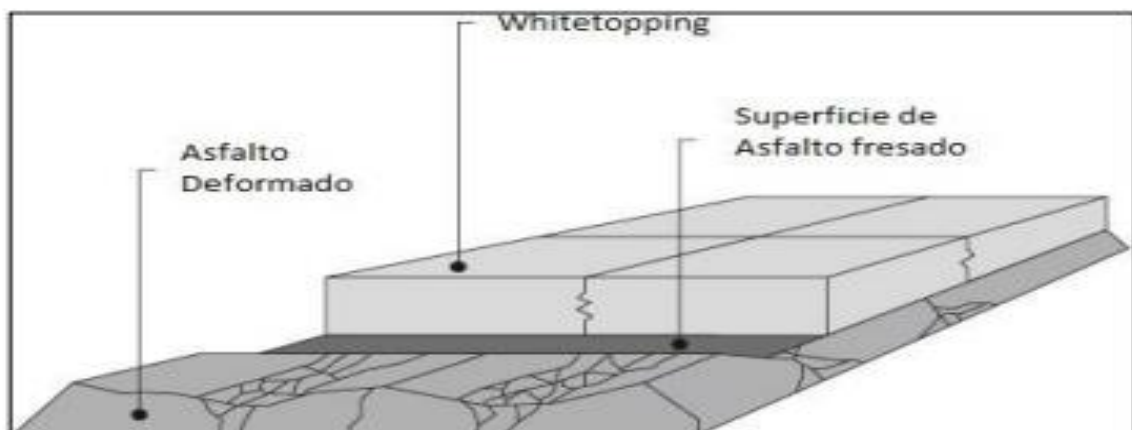
1. Puede ser utilizada en pavimentos asfálticos en cualquier estado de deterioro de la superficie, desde los casos más leves que requieren solo un parche hasta los casos más severos que requieren que se elimine toda la superficie antes de colocar el concreto.
2. Para evitar deslizamientos de tierra peligrosos que podrían provocar accidentes, el concreto hidráulico proporciona una superficie más robusta y duradera que no desarrolla surcos ni ondulaciones cuando se somete a cargas severas.
3. En tercer lugar, hace que la superficie de la carretera sea más segura al mejorar el drenaje y reducir el riesgo de "rociado posterior" causado por la acumulación de agua en las imperfecciones de los pavimentos flexibles.
4. Aunque el gasto inicial es mayor que el de la restauración del hormigón asfáltico, a lo largo de todo su ciclo de vida (construcción más conservación), cuesta menos.
5. La vida útil del pavimento se prolonga entre 15 y 20 años con poco mantenimiento.
6. El pavimento será más fácil de ver con mal tiempo, lo que podría incluso reducir la necesidad de una costosa iluminación nocturna.

7. Las cargas normales del tráfico de diseño se pueden aumentar con confianza sabiendo que la losa de hormigón puede soportar el peso adicional sin agrietarse ni romperse.
8. Debido a su durabilidad y resistencia a los combustibles y lubricantes, se puede confiar en estos pavimentos para mantener la superficie rodante de la carretera en condiciones óptimas durante su vida útil.
9. Las zonas de peaje, los ramales de enlace, las intersecciones señalizadas, las paradas de autobús, los estacionamientos de aeropuertos, los extremos de las pistas de aterrizaje, las áreas de carga portuarias y otros lugares donde el tráfico comienza y se detiene con frecuencia o donde los vehículos pesados están estacionados durante largos períodos de tiempo pueden beneficiarse de esta solución.
10. En contraste con el lento y arriesgado proceso de emplear hormigón asfáltico caliente (HAC), este método permite construir pavimentos de hormigón incluso después de fuertes lluvias.
11. Es un método que se puede poner en marcha más rápidamente que el estándar.

Cabe precisar que el Whitetopping es una técnica para volver a hacer pavimento flexible. Fue creada en Estados Unidos y desde 1918 se utilizó inicialmente en carreteras, aeropuertos y otros lugares. Cuando se colocan losas de concreto sobre él, el clima, el tráfico y la humedad pueden dañarlo. Las carreteras con daños superficiales menores se pueden restaurar con este tipo de restauración, que también ayuda a mejorar la comodidad del usuario y los costos de operación al extender la vida útil de la carretera, reducir los costos de mantenimiento, corregir las deformaciones longitudinales y transversales y aumentar los niveles de servicio.

Figura 3

Estructura típica de reparación por la técnica de Whitetopping



Nota. Arias y Aragués (2019)

En cuanto a tecnología, las siguientes son las categorías más comunes según el espesor: las losas convencionales tienen un espesor superior a 20 cm; las losas delgadas tienen un espesor de entre 10 y 20 cm; y las losas ultrafinas tienen un espesor de entre 5 y 10 cm.

Tabla 9

Clasificación del Whitetopping, según el espesor de hormigón y la adherencia

White Topping	Espesor de Hormigón	Observaciones
Convencional (WC)	≥ 20 cm	No se asume adherencia con capa asfáltica
Delgado (TWT)	entre 10 y 20 cm	Se puede asumir adherencia o no asumir
Ultra - Delgado (UTW)	entre 5 y 10 cm	Se asume adherencia con la capa asfáltica

Nota. Luna et al., 2019

La tecnología Whitetopping ofrece una serie de ventajas tanto para los operadores como para los usuarios de las carreteras. Con los costos actuales, Whitetopping genera ahorros significativos a lo largo del ciclo de vida de una carretera. El costo de reconstruir una carretera con concreto suele ser menor que con asfalto, ya que la capa adicional de cobertura blanca está hecha para durar de 20 a 40 años, lo que reduce los gastos de mantenimiento con el tiempo. Estudios recientes demuestran que, aunque el coste inicial puede ser entre un 5 % y un 10 % mayor, esto se traduce en ahorro en el ciclo de vida de hasta un 30 %.

En la construcción, las arterias urbanas tienen una importante reducción del 20 %, lo que proporciona una mayor resistencia y durabilidad. La capa final blanca es dos o tres veces más larga que el pavimento asfáltico.

En la seguridad, con la implementación de Whitetopping se produce una superficie brillante que refleja hasta tres veces más luz que el asfalto, mejorando la seguridad del conductor.

1.4. Justificación de estudio

Con relación a la justificación de esta investigación, a nivel teórico se utilizarán distintas metodologías para determinar el índice de condición del pavimento en análisis, mediante parámetros ya establecidos y adaptándolos a las características de las vías peruanas.

A nivel social, esta investigación pretendió mejorar la transitabilidad de conductores y peatones que transitan diariamente por la vía en estudio, el cual es de gran importancia pues afecta diariamente a la población para que así se puedan resolver los principales problemas que tiene el servicio vial.

A nivel práctico, el estudio reconoció las características de la vía en análisis con la aplicación y desarrollo de los métodos y conocimientos adquiridos, para proponer la rehabilitación de la misma y así dar un mejor servicio vial para de esta manera mejorar el bienestar de los habitantes del distrito de San Martín de Porres.

A nivel metodológico servirá como base a futuras investigaciones con similares características de la vía en análisis, así como referencia bibliográfica para otros investigadores.

A nivel económico, este estudio evaluó las vías previamente con la finalidad de disminuir los costos de mantenimiento o rediseño de vías logrando extender su vida útil.

1.5. Problema de investigación

Para la investigación, el **problema general** planteado es: ¿De qué manera se realiza la implementación de la tecnología Whitetopping mediante los métodos PCI Y VIZIR en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima en el año 2023? Y como **problemas específicos** se exponen los siguientes: (1)¿De qué manera se realiza el procedimiento de inspección visual y la evaluación de fallas que predominan al aplicar las metodologías PCI y VIZIR para establecer el índice de condición de pavimento flexible en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima?; (2)¿De qué manera influye el aforamiento con el MTC 2018 en la inspección visual con PCI y VIZIR?; (3)¿Es viable realizar una intervención al tramo más afectado con el método Whitetopping para optimizar la transitabilidad en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima?

1.6. Limitaciones de la Investigación

La presente investigación, a criterio del autor muestra las siguientes limitaciones:

- Las muestras se extraerán de manera aleatoria por cada tramo de la avenida Alisos, para que sea lo más representativa para un mayor entendimiento del público lector. Esto ayudara al autor a ser más puntual en lo que se va a investigar.
- Puesto que el tema presenta una extensa lectura, la presente investigación se centrará netamente en la evolución de las fallas a través de los ficheros PCI Y VIZIR. Posterior a ello proponemos visitas a campo para el levantamiento de datos
- Al ser una avenida transitada Avenida Alisos entre 617 – 175 y por las medidas de seguridad se establece que se vaya en horarios nocturnos para poder tomar datos, esto hace que sea más difícil la recopilación de datos.

1.7. Objetivos de la investigación

De tal forma, esta investigación tiene como **objetivo general** realizar la implementación de la tecnología Whitetopping mediante los métodos PCI Y VIZIR en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima en el año 2023. Así mismo, como **objetivos específicos** busca (1) determinar las fallas que predominan en el pavimento mediante las metodologías PCI y VIZIR obteniendo el índice de condición de pavimento flexible en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima. ; (2) determinar la influencia del aforamiento mediante el MTC 2018 en la inspección visual con PCI y VIZIR; (3) determinar la viabilidad para intervenir al tramo más afectado con el método Whitetopping para optimizar la transitabilidad en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima.

1.8. Hipótesis de la investigación

De acuerdo con lo expuesto, se propone como **hipótesis general**: se realizó la implementación de la tecnología Whitetopping mediante los métodos PCI Y VIZIR en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima en el año 2023, y como **hipótesis específicas** las siguientes: (1) se realizó el procedimiento de inspección visual y la evaluación de fallas que predominan al aplicar las metodologías PCI y VIZIR para establecer el índice de condición de pavimento flexible en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima; (2) se determinó un nivel de influencia considerable del aforamiento con el MTC 2018 en la inspección visual con PCI y VIZIR; (3) se logró analizar la viabilidad para intervenir el tramo más afectado con el método Whitetopping para optimizar la transitabilidad en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, de acuerdo a Hernández y Mendoza (2018) afirman que "utilizar la recopilación de datos para probar hipótesis basadas en mediciones numéricas y análisis estadístico para establecer códigos de práctica y probar la teoría" (p. 4). De esta manera, se puede adquirir una clasificación del estado de la carretera midiendo variables como los patrones de error encontrados en la misma y aplicando los resultados estadísticos. Además de la obtención de datos donde se buscará determinar los parámetros que brindan las metodologías para luego poder analizar estadísticamente el patrón del estado de la vía tipo mixta en estudio.

Por otro lado, teniendo en cuenta lo que indican Arias y Covinos (2021), esta investigación es de nivel explicativo, a causa de que se establecieron vínculos de causa y efecto para determinar la explicación detrás de los hechos, en la presente se utilizará la inspección visual detallándose el proceso de reconocimiento visual de defectos identificados por diferentes métodos de evaluación.

2.2. Diseño de investigación

Según Hernández y Mendoza (2018), esta investigación presenta un diseño del tipo no experimental, debido a que se trata de "observar fenómenos en el medio natural para analizarlos" en estudios no empíricos (p. 152). Y también de tipo transeccional como Hernández y Mendoza (2018) llaman a las "encuestas de recopilación de datos de una sola vez" (p. 154). Esta es una descripción detallada de cómo la información obtenida en el campo a partir de fotografías y trabajo de campo se utilizarán los datos logrados en el análisis y los resultados de este estudio.

2.3. Población y muestra

Según Álvarez (2020), la población, a menudo denominada universo, se estudia mediante un censo, que cuenta a cada miembro del conjunto uno por uno. Para efectos de esta investigación, la población son todas las vías del barrio San Martín de Porres de Lima.

Hernández y Mendoza (2018) afirman que al ser la muestra un subconjunto de la población, debe compartir la mayoría de las características generales de la población; en la presente investigación la muestra será la Av. Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima.

2.4. Técnicas de recolección de datos

Álvarez (2020) precisa que "El instrumento de selección de información es una pieza clave del programa habitual, donde se aplica para conocer diferentes argumentos que nos interesan a través de miembros de estudios científicos". Siendo así que la técnica de recolección de datos será la revisión documentaria y la observación.

2.5. Instrumentos de recolección de datos

En esta investigación los instrumentos empleados son los archivos elaborados en hojas de cálculo (Excel) según la metodología PCI, VIZIR y MTC 2018, este instrumento detallará los resultados que se obtendrán a medida que avancemos con las inspecciones, analizándolas a través de gráficos y tablas. Además, se utilizó la observación directa para determinar las fallas del pavimento mixto. Posteriormente se utilizaron formularios para la recolección de datos en el sitio de estudio, en los cuales se registró: ubicación, sección, tipos de fallas, fecha y tamaño de las unidades de muestra.

2.6. Método de análisis de datos

El procedimiento de la presente investigación en la fase inicial, se trabajó en una oficina; ya que se recopiló información relevante (como libros, artículos y otros estudios); y se eligió la combinación de los términos "Pavimentos flexibles, rígidos y mixto" y "Tecnología Whitetopping" para uso futuro. "PCI y VIZIR", "MTC 2018", etc.

En la etapa de trabajo en campo, se definieron los puntos de control de tránsito mediante estaciones de aforo vehiculares en la vía analizada, así como mediante la inspección del lugar de estudios para determinar las características de todo el tramo que se analizó, se tomaron medidas y se identificaron los puntos de mayor flujo vehicular.

Se realizó el aforo vehicular según el MTC 2018, donde se ubicó como punto estratégico la avenida Túpac Amaru con la intersección de la avenida alisos; donde se determinó el índice medio diario (IMD) y su clasificación vehicular para determinar el tipo de carretera. La clasificación de vehículos que se tomó fueron motos, mototaxis, autos, camionetas, micros, buses, camiones, semitrailers y tráilers. De los cuales determinamos el porcentaje de vehículos que transitan por día, así como también el índice medio anual diario, esto con la finalidad de obtener la clase de vía y nivel de servicio de la vía en estudio.

Se realizaron las inspecciones visuales según las metodologías VIZIR y PCI según las fichas establecidas para cada una. Lo primero que se hizo antes de evaluar el pavimento según las fichas que corresponden a estas metodologías, fue identificar tramos en el pavimento en una longitud total de un kilómetro. Estos se dividieron en secciones de diez metros y, estas a su vez deben ser fácilmente ubicables, a fin de que sea posible la verificación de la información de las fallas existentes y otras inspecciones futuras de la misma unidad de muestra. Lo que sigue, al culminar de definir los tramos, es evaluar detenidamente cada unidad de muestra, registrar el tramo y número de progresiva, registrar el tamaño de la sección evaluada utilizando un odómetro manual. Asimismo, se realizó la evaluación de las fallas, cuantificando el nivel de severidad y registrando todos los datos posibles (longitud, ancho, espesor, fotografía, etc.). La secuencia de evaluación anterior se repitió para todas las demás secciones definidas.

Una vez todos los datos registrados, se procedió a ubicar los valores en la ficha ya definida previamente.

Figura 4

Ficha de visión e inspección de zonas e itinerarios en riesgo VIZIR

VISIÓN E INSPECCIÓN DE ZONAS E ITINERARIOS EN RIESGO (VIZIR)												
NOMBRE DE VÍA:			TRAMO TOTAL:									
EVAULADO POR:			ANCHO DE VÍA:									
FECHA:			LONGITUD:									
PROYECTO/UNIVERSIDAD:			ÁREA DE MUESTRA:									
1. Ahuellamiento (AH)	12. Ojos de pescado											
2. Grietas longitudinal	13. Pérdida de la película de ligante											
3. Piel de cocodrilo (F)	14. Descascamiento											
4. Baches y parcheos	15. Pulimento de agregados											
5. Depresiones o hund	16. Exudación											
6. Grietas longitudinal	17. Afloramiento de mortero											
7. Grietas de contracci	18. Afloramiento de agua											
8. Grietas parabólicas	19. Desintegración de los bordes del pavimento											
9. Grietas de borde	20. Escalonamiento entre calzada y berma											
10. Abultamiento	21. Erosión de bermas											
11. Desplazamiento o	22. Segregación											
FALLAS EXISTENTES						CALCULOS Is						
PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	N. GRAVEDAD	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (mm)	ÁREA	EXTENSIÓN (%)	IF. TRAMO	ID. TRAMO	IRA CALIF.	CORRECCIÓN	IS	ESTADO
TRAMO 0 - 10												
TRAMO 10-20												

Nota. Fuente elaboración propia. Instrumento de ficha VIZIR para evaluación visual del pavimento.

Lo primero que se tiene en cuenta respecto a la metodología VIZIR es que existen 22 tipos de fallas distintas divididas en fallas estructurales de tipo “A” y fallas funcionales de tipo “B” en la que se identifican cada una de ellas expuestas en la vía analizada realizando el procedimiento solo con las fallas de tipo “A” como indica la metodología. La secuencia de evaluación fue la siguiente:

- Nivel de severidad o gravedad: Este valor está expresado según el tipo de falla teniendo en cuenta en qué situación se encuentra, es decir cuán tan deteriorada esta se ve, evaluando de 1 a 3 en consideración de baja, media y alta.
- Extensión: Este valor se expresó en porcentaje teniendo en cuenta las dimensiones y las características de la vía previa a analizar.

Ecuación 1

Porcentaje de extensión

$$\text{Ext \%} = \text{AF} / (\text{L} * \text{A})$$

AF = Área de falla existente

L = Longitud de vía (m)

A = Ancho de vía (m)

- IF (Índice de fisuración): Para el cálculo de IF se consideró sólo las fallas de tipo Grietas longitudinales por fatiga (FLF) y Piel de cocodrilo (FPC) teniendo en cuenta el nivel de gravedad y extensión en donde tendremos que escoger el mayor índice obtenido. Respecto a la figura 5 tenemos fallas con niveles de gravedad 2 y 3 por lo que escogemos el mayor nivel y realizamos la suma de las extensiones de las fallas identificadas teniendo un valor de 18.01 %.

Figura 5

Desarrollo de ficha VIZIR para el índice de fisuración

	PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	N. GRAVEDAD	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (mm)	ÁREA	EXTENCIÓN (%)
	TRAMO 20-30						
GRIETA TRANSVERSAL	0020+0030	2.00	3.00	2.10	0.00	2.10	2.47%
GRIETA LONGITUDINAL	0020+0030	2.00	3.00	2.10	0.00	2.10	2.47%
GRIETA LONGITUDINAL	0020+0030	2.00	3.00	1.50	0.00	1.50	1.76%
GRIETA PARABOLICA	0020+0030	8.00	2.00	2.07	0.00	2.07	2.44%
GRIETA PARABOLICA	0020+0030	8.00	2.00	2.08	0.00	2.08	2.45%
GRIETA LONGITUDINAL	0020+0030	2.00	3.00	2.03	0.00	2.03	2.39%
GRIETA LONGITUDINAL	0020+0030	2.00	2.00	5.00	0.00	5.00	5.88%
HUECO	0020+0030	4.00	3.00	1.30	30.00	0.52	0.61%
PIEL DE COCODRILO	0020+0030	3.00	3.00	5.20	0.00	4.68	5.51%

Nota. Cálculo del índice de fisuración en la progresiva 0+0020 a 0+0030 considerando las fallas de grietas longitudinales por fatiga y piel de cocodrilo.

Después, realizamos la intersección de ambos valores donde según la Tabla 10, obtenemos que el índice de fisuración es igual a 4.

Tabla 10

Cálculo del índice de fisuración

ÍNDICE DE FISURACIÓN			
Gravedad/extensión	0 a 10 %	10 a 50%	> 50%
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5

Nota. Intersección de valores para determinar el índice de fisuración mediante gravedad vs extensión.

- ID (Índice de Deformación): Para el cálculo de ID consideramos sólo las fallas de tipo Ahuellamientos (AH) y Depresiones o hundimientos longitudinales y transversales (DT -DL) teniendo en cuenta el nivel de gravedad y extensión en donde se tiene que escoger el mayor índice obtenido. Respecto a la Figura 6, sólo hay un tipo de falla a considerar con un nivel de gravedad 2 y un valor de extensión de 4.53 %. Por el contrario, si hubiera más tipos de fallas se tendría que escoger el nivel de gravedad mayor y realizar la respectiva suma de extensiones.

Figura 6

Desarrollo de ficha VIZIR para el índice de deformación

	PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	N. GRAVEDAD	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (mm)	ÁREA	EXTENSIÓN (%)
	TRAMO 50-60						
GRIETA POR BLOQUE	0050+0060	14.00	3.00	7.30	0.00	7.30	8.59%
DEFLEXIÓN	0050+0060	5.00	2.00	5.50	0.00	3.85	4.53%

Nota. Cálculo del índice de fisuración en la progresiva 0+0050 a 0+0060 considerando las fallas de ahuellamientos y depresiones o hundimientos longitudinales y transversales.

Después, se realiza la intersección de ambos valores que según la Tabla 11, se obtiene que el índice de deformación es igual a 2.

Tabla 11

Cálculo del índice de deformación

ÍNDICE DE DEFORMACIÓN			
Gravedad/extensión	0 a 10 %	10 a 50%	> 50%
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5

Nota. Intersección de valores para determinar el índice de deformación mediante gravedad vs extensión.

Para finalizar, se realizó el cálculo del IS (Índice Superficial de deterioro) combinando ambos valores “IF” e “ID” obteniendo un valor, el cual determinó el estado de conservación del pavimento existente. Según el valor obtenido en la Tabla 12, se tiene un IS de cinco que implica una condición deficiente.

Tabla 12

Cálculo del índice superficial de deterioro

ÍNDICE DE DETERIORO				
ID/IF	0	1-2	3	4-5
0	1	2	3	4
1-2	3	3	4	5
3	4	5	5	6
4-5	5	6	7	7



Nota. Intersección de valores para determinar el índice superficial de deterioro mediante el índice de deformación vs el índice de fisuración.

Una vez finalizada la evaluación del método VIZIR, se pasa a la evaluación del método PCI. Para calcular el valor PCI medio del tramo, se utilizaron como unidades de muestra todos los tramos de 10 metros previamente separados y fácilmente reconocibles. Esto permitió estimar con mayor precisión el mantenimiento y las reparaciones necesarias.

Una vez teniendo todos los datos registrados, se procede a ubicar los valores en la ficha ya definida previamente.

Figura 8

Desarrollo de la ficha PCI para el valor deducido de fallas

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO (PCI)							
NOMBRE DE LA VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.				SECCIÓN: 0+0010 a 0+0020			
EVALUADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON				Ancho de vía			
FECHA:				Long. Unidad:			
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				Área de muestra:		85	m2
TIPOS DE FALLA							
1. Piel de cocodrilo				11. Parcheo			
2. Exudación				12. Pulimiento de agregados			
3. Agrietamiento en bloque				13. Huecos			
4. Abultamiento en bloque				14. Cruce de vía férrea			
5. Corrugación				15. Ahuellamiento			
6. Depresión				16. Desplazamiento			
7. Grieta de borde				17. Grieta parabólica			
8. Grieta de reflexión de junta				18. Hinchamiento			
9. Desnivel carril/berma				19. Desprendimiento de agregados			
10. Grietas longitudinales y transversales							
Tipo de Falla	Severidad	Cantidades parciales	Total	Densidad (%)	Valor deducido	8.5  10	
10	M	2	3.3	3.88%	20		
10	M	1.3			68		
10	H	6	10.4	12.24%	68		
10	H	4.4			12		
19	M	4	4	4.71%	12		
Número de valores deducidos		Valor deducido más alto			Número Max. De VD		
Nro.	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							Max. VDC
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							

Nota. Elaboración Propia.

Para continuar con el procedimiento, se determina el máximo valor deducido corregido. Para esto, se deben ordenar los valores deducidos en orden descendente. Por ejemplo, en la progresiva 0+0010 a 0+0020 será 68, 20, 12. Luego se determina el número de deducciones permisibles utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 2



Número de deducciones permisibles

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

Para el ejemplo tomado anteriormente: $m = 1 + (9/98) (100-68) = 3.9$, el número de valores deducidos se redujo al máximo admisible hallado previamente, incluyendo la parte fraccionaria. En la progresiva tomada como ejemplo se tuvo: 68, 20, 12, 0; y en este caso la parte fraccionaria 0.9 se multiplica por cero. Acto seguido se calculó el valor deducido total mediante la suma de los valores individuales. Por último, se determina el valor deducido corregido al intersectar en la tabla de curvas de corrección para pavimentos, el valor total deducido con el valor de “q”, del cual se toma el valor máximo para posteriormente hallar el índice de condición de pavimento y finalmente la condición del pavimento, así como se muestra en la ficha seleccionada como ejemplo.

Figura 9

Desarrollo de la ficha PCI para la condición del pavimento

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO (PCI)									
NOMBRE DE LA VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.				SECCIÓN: 0+0010 a 0+0020					
EVALUADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENE				Ancho de vía					
FECHA:				Long. Unidad:					
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				Área de muestra:				85	m2
TIPOS DE FALLA									
1. Piel de cocodrilo	11. Parcheo								
2. Exudación	12. Pulimiento de agregados								
3. Agrietamiento en bloque	13. Huecos								
4. Abultamiento en bloque	14. Cruce de vía férrea								
5. Corrugación	15. Ahuellamiento								
6. Depresión	16. Desplazamiento								
7. Grieta de borde	17. Grieta parabólica								
8. Grieta de reflexión de junta	18. Hinchamiento								
9. Desnivel carril/berma	19. Desprendimiento de agregados								
10. Grietas longitudinales y transversales									
Tipo de Falla	Severidad	Cantidades parciales	Total	Densidad (%)	Valor deducido	10 			
10	M	2	3.3	3.88%	20				
10	M	1.3			68				
10	H	6	10.4	12.24%	68				
10	H	4.4			12				
19	M	4	4	4.71%	12				
Número de valores deducidos		>2	Valor deducido más alto		68	Número Max. De VD	3.9		
Nro.	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC		
1	68	20	12	0	100	4	58		
2	68	20	12	2	102	3	64		
3	68	20	2	2	92	2	62		
4	68	2	2	2	74	1	71		
							Max. VDC	71	
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							29		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO							MALO		

Nota. Elaboración Propia.

Posteriormente, para determinar la viabilidad en los tramos más afectados, se evalúa la implementación de la tecnología Whitetopping cumpliendo los parámetros de diseño previos para determinar que la metodología sea viable. Para esto se comenzó realizando el estudio de tránsito evaluando el tipo de vehículos que circulan por la vía a estudiar, el volumen de tráfico, la carga por eje y otros factores para determinar las necesidades de diseño y dimensiones del pavimento. Luego se continuó hallando el índice de serviciabilidad, el cual mediante el valor que se obtuvo mediante la ecuación del PSI permitió conocer la condición del pavimento.

Ecuación 3

Índice de serviciabilidad del pavimento

$$PSI = (1 - \sum Pi) \times 4.0$$

Asimismo, el espesor del pavimento de concreto es un parámetro crítico en el diseño del Whitetopping. La fórmula para el cálculo del espesor requerido depende de varios factores, como el tráfico esperado y las condiciones del suelo. Una fórmula comúnmente utilizada es la de la Asociación Americana de Carreteras y Transporte (AASHTO):

Ecuación 4

Espesor del pavimento de concreto (H)

$$H = (Z_r + Z_t + Z_s) / p_c$$

También, se necesita obtener el número de juntas de contracción que se utilizan para controlar la fisuración en el pavimento de concreto. La fórmula general para el cálculo del número de juntas de contracción es:

Ecuación 5

Número de juntas de contracción (N)

$$N = L / D$$

Por su parte, la vida útil del pavimento de concreto se calculó utilizando modelos de deterioro específicos, que tienen en cuenta factores como el tráfico, la calidad del concreto, las condiciones climáticas, entre otros. No hay una fórmula única para esto, ya que depende de múltiples variables y modelos.

Posteriormente, se estima la tasa de crecimiento anual de los camiones, que se correlaciona con la tasa de crecimiento del PIB regional. Esto se puede obtener proyectando la diferencia porcentual entre el PIB regional y nacional durante los últimos años.

Tabla 13

Cálculo de Determinación de categoría de tráfico

Categoría de tráfico	Descripción	Tráfico Promedio Diario (TPD)	Tráfico Promedio Diario de Camiones (TPDC)	Cargas máximas por eje (kips)	
				Ejes Simple	Ejes Tándem
Residencial	Calles residenciales	50-800	1-20	22	36
Coleccionista	Calles colectoras	700-5 000	40-1 000	26	44
Arteria menor	Calles arteriales, autopista de baja carga	3 000-15 000+	300-5 000+	30	52
Arteria mayor	Calles arteriales, autopista de alta carga	4 000-50 000+	700-10 000+	34	60

Nota. Adaptado de: Tutu y Lund, 2019 (p. 6).

A continuación, calculamos la tasa de crecimiento anual del tráfico de camiones, o el valor "r", que se deriva de proyectar la variación porcentual del PIB regional y nacional durante los años anteriores. Este valor está relacionado con la tasa de crecimiento anual del PIB regional. BBVA Research proyectó una tasa de crecimiento del PIB nacional del 2,7 % para 2022 y del 2,5 % para 2023, con base en los indicadores económicos más recientes publicados el 6 de diciembre de 2022.

Figura 10

Proyección de variación porcentual del PBI



Nota: El crecimiento el PIB del 2022 es 2.7% y para el año 2023 es de 2.5%. Información obtenida de BBVA Research.

Figura 11

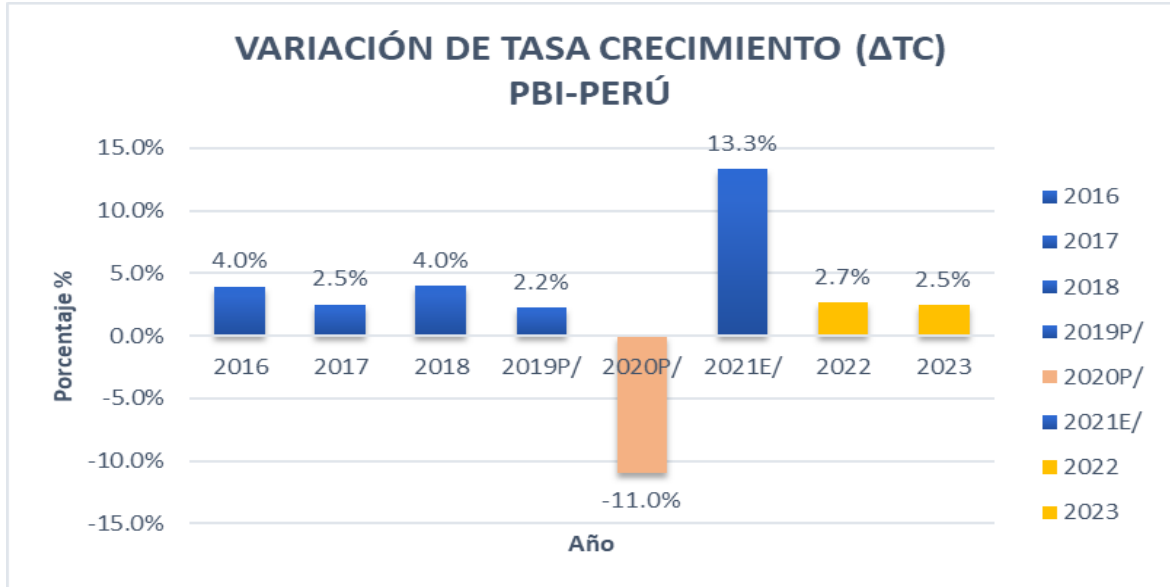
Proyección de tasa de crecimiento de PBI Nacional y regional

La Libertad	14615612	15653801	15716171	16624855	17378414	18712792	19532083	19821258	20274733	20448345	20797558	21840178	22637274	21228380	23403009		
Lambayeque	6880023	7512522	7910362	8449884	8937792	9782672	10138533	10354938	10809529	11080412	11371483	11837862	12113549	11355783	13072161		
Lima	136238703	148415981	148910138	164623842	178742876	189597321	20040691	208022491	214469326	220241329	224691974	234445543	240498497	211793982	242143160		
PC-Callao	13386423	14627416	14288888	15689336	17563803	18070083	19196199	19828477	20209052	20690862	21400320	22229310	22458010	18868542	22199686		
Región Lima	11404858	12488983	11612252	12300019	13562753	13897097	14893394	15468191	15992567	16146749	16285655	17183773	17316831	16336935	17687691		
Provincia de Lima	111447422	121299582	123008998	136634487	147616320	157630141	166311098	172725823	178267707	183403718	187005999	195032460	200723656	176588505	202255783		
Loreto	6910964	7324982	7374935	7906943	7608889	8212422	8506893	8779305	8584514	7602217	8087444	8932782	9336037	8040734	8886191		
Madre de Dios	1864543	1902177	2033411	2229180	2454999	1950139	2240082	1923155	2346810	2663699	2409050	2255653	2124983	1610287	1738171		
Moquegua	7525100	8663619	8436303	8457008	7785269	7756800	8598669	8371348	8693747	8635514	8696704	8785457	8416846	8581157	9010514		
Pasco	5486459	5416732	5040946	4702403	4641887	4880072	4885819	5046668	5211406	5329324	5333755	5337612	5443881	4435254	5258978		
Piura	12651720	13580502	13998851	15106528	16366999	17066135	17746782	18750443	18866671	18924869	18473111	19758433	20626256	18695031	20870378		
Puno	5888474	6328455	6587873	6980479	7384505	7734458	8294320	8487313	8519702	9075999	9434737	9666999	9803780	8703309	9696575		
San Martín	3266254	3598432	3740600	4034361	4245537	4752177	4828116	5173301	5466266	5588107	5944145	6063316	6081464	5862804	6307479		
Tacna	5143137	5016741	4823192	5338879	5466509	5526840	5781849	6094038	6598403	6506248	6584715	7110940	8737472	8505041	8852701		
Tumbes	1637185	1902059	2082047	2307874	2168906	2440755	2491026	2607186	2540855	2507255	2649033	2752958	2919599	2518429	2744790		
Ucayali	3054659	3212843	3243767	3351315	3548168	3882453	3947464	3957775	4163474	4176645	4305190	4440780	4625127	4021825	4567097		
VAB	293189822	318790856	322523652	347414072	369930807	391432954	413533783	423193988	438189192	455722499	467758714	486357099	497181839	443036513	499945636		
IP	23672020	26618399	27397396	31092161	32442212	35162701	38194925	39716922	40458121	42246926	42666329	44420343	46142106	40960444	48348374		
DI	2831473	3460639	2772041	3575225	3883297	4603062	4706063	4397059	3859052	3612049	3790051	3849052	3281044	2740037	3420046		
PBI	319693315	348869894	352693089	382081458	406256316	431198717	456434771	467307969	482506365	501581474	514215094	534626494	546604989	486736994	551714056		
ΔTC PBI-PERÚ	--	9.1%	1.1%	8.3%	6.3%	6.1%	5.9%	2.4%	3.3%	4.0%	2.5%	4.0%	2.2%	-11.0%	13.3%	2.7%	2.5%
ΔTC PBI-HCO	--	8.2%	1.0%	6.8%	5.8%	10.7%	6.0%	3.4%	6.6%	4.5%	9.1%	3.1%	1.2%	-11.0%	9.3%	2.9%	2.6%

Nota. INEI.

Figura 12

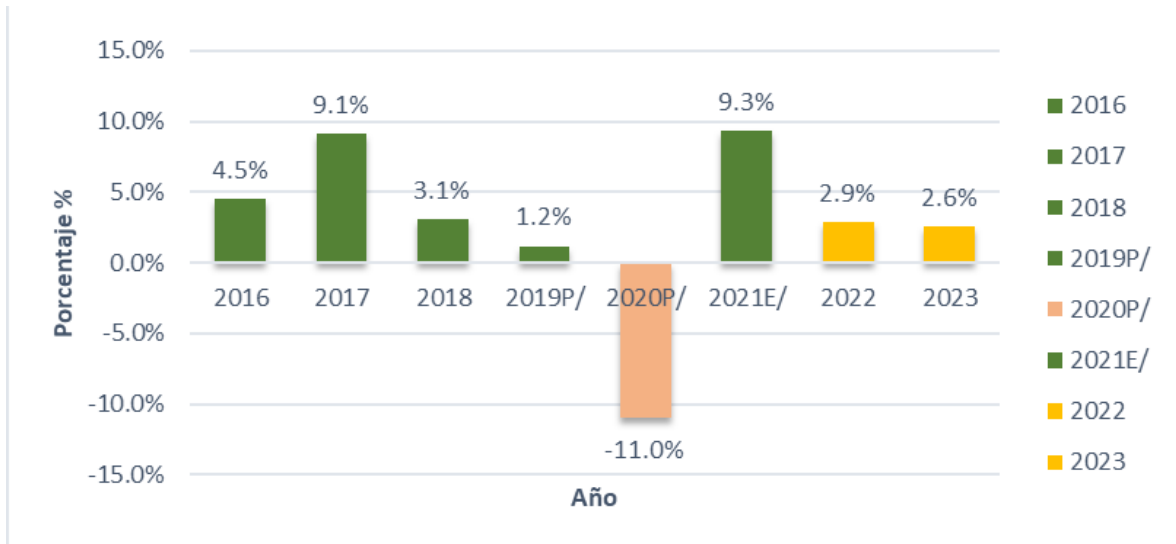
Variación de tasa de crecimiento del PBI Nacional



Nota. Representación gráfica de la tasa de crecimiento del PIB nacional de los años 2016 al 2023.

Figura 13

Variación de tasa de crecimiento del PBI



Nota. Representación gráfica de la tasa de crecimiento del PIB de los años 2016 al 2023.

$$r = 2.6\%$$

La cantidad de automóviles que circulan en una dirección o sentido del tráfico, que se especificará en función del recuento de vehículos del tráfico, es lo que se entiende por distribución direccional y factor de carril de diseño, que luego se calculan.

Tabla 14

Factor de distribución direccional y de carril

Número de Calzada	Número de Sentidos	Número de Carriles	Factor Direccional	Factor Carril	Factor Pondera
1 calzada (para IMD total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Nota. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

A los efectos del diseño del pavimento, se estima que la distribución direccional es del 50 % en cada dirección, lo que significa que las cargas de camiones en ambas direcciones se consideran equivalentes. Sólo será necesario un ajuste adecuado en casos excepcionales en los que existan zonas de alta explotación mineral, donde los camiones viajen cargados en un sentido y regresen vacíos en el otro.

Luego se calcula el porcentaje de camiones que viajan en una sola dirección que utiliza más de un carril de la carretera para determinar el factor de distribución de carriles de diseño:

$$FD = \frac{N \text{ camiones que utilizan mas de un carril}}{N \text{ camiones en una direccion}} \times 100\%$$

FD: es el factor de distribución de carriles de diseño.

Tabla 15

Determinación del factor de distribución de carriles de diseño

Número de carriles (ambos sentidos)	Factor de distribución de carriles típico (%)	Rango de factores de distribución de carriles (%)
2	100	100
4	90	80-100
6	70	60-80
8	50	40-75
10	40	30-60

Nota. Adaptado de: (Tutu y Lund, 2019, p. 6).

El diseño que se sugirió para la capa de refuerzo de concreto hidráulico tiene una vida útil de 20 años.

El siguiente paso fue calcular el nivel de confiabilidad porcentual, que se basa en la clase funcional de la carretera. En este caso, eso significa que es una vía local en una región urbana, por lo tanto, se usará el promedio de las limitaciones de valores sugeridos.

Tabla 16

Determinación del nivel de fiabilidad

Clase funcional	Nivel de fiabilidad (%)	
	Urbano	Rural
Interestatales, autopistas y peajes	85 - 99	80 - 99
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 99	75 - 95
Carreteras locales	50 - 80	50 - 80

Nota. Adaptado de: (Tutu y Lund, 2019, p. 7)

La clase funcional, que en este caso corresponde a calles residenciales, se utiliza para determinar el porcentaje de calles fisuradas. Para ello se utiliza un valor del 25 %.

Tabla 17

Determinación del porcentaje recomendado de losas agrietadas

Clase funcional	Porcentaje de losas agrietadas	Capacidad de servicio
Interestatales, autopistas y peajes	5	2.50
Carreteras estatales, arterias, colectoras	15	2.00–2.25
Calles residenciales	25	2.00

Nota. Adaptado de: (Tutu y Lund, 2019, p. 7)

Además, se determina el módulo de resiliencia de la subrasante, que se calcula al 95 % de la densidad seca máxima (MDS) en base a correlaciones con el índice de carga de California (CBR), en línea con la recomendación ACPA para capas de refuerzo en hormigón.

Los valores de CBR y los de k están conectados en la Tabla 18. Los dos valores comúnmente están vinculados con los tipos de suelo y las circunstancias que sustentan la subrasante. Cuando un proyecto está destinado únicamente a tráfico ligero y una exploración significativa del suelo no es factible o no es económicamente viable dada la escala del proyecto, se puede calcular el valor de k. La estimación fue conservadora para la carretera que se estaba estudiando.

Tabla 18

Tipos de suelo de la subrasante y valores de soporte aproximados

Tipo de Suelo	Soporte	k Mpa/m	CBR
Suelos finos: predominan las partículas tamaño limo y arcillas	Bajo	20-30	2,5 a 3,5
Arenas y gravas arenosas mezcladas con cantidades moderadas de limo y arcilla	Medio	35-45	4,5 a 7,5
Mezclas de arenas con gravas arenosas relativamente libres de finos plásticos	Alto	50-60	8,5 a 12,0

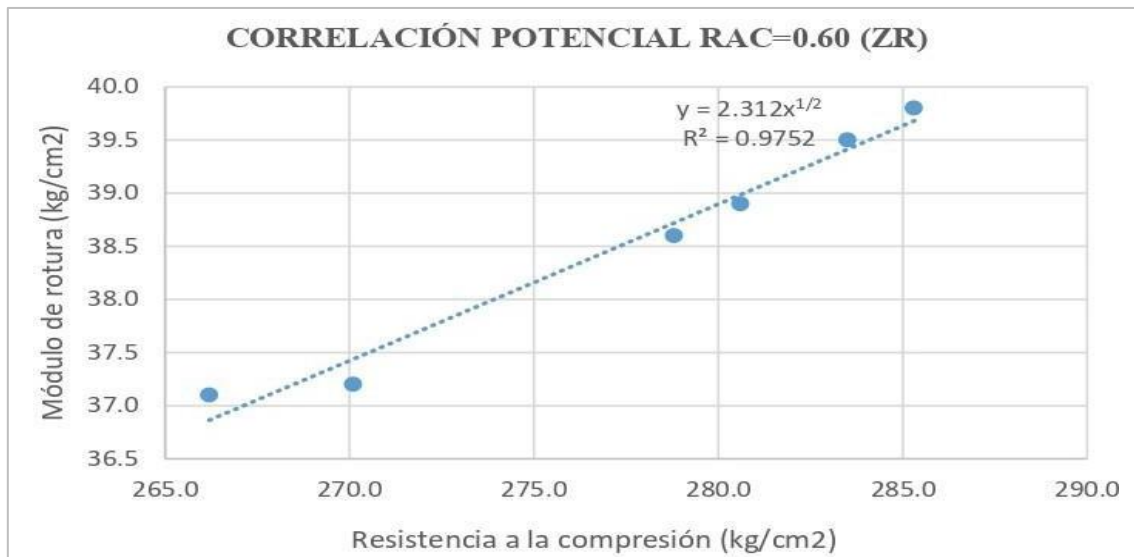
Nota. Adaptado de (American Concrete Institute, 2008), con relación a los rangos de valores para varios tipos de subrasantes.

De manera similar, la resistencia a la flexión del concreto hidráulico que la siguiente fórmula define, es necesaria para el diseño del pavimento para lograr una resistencia a la compresión de 280 kg/cm², que se deriva de las correlaciones entre el módulo de punto de ruptura y la resistencia a la compresión:

$$y = 2.312x^{1/2}.$$

Figura 14

Correlación potencial $RAC=0.60$ (ZR)



Nota. Adaptado de: (Aguirre y Vargas, 2021, p. 59)

La ecuación de potencial que sigue se deriva usando las estimaciones de resistencia a la compresión y módulo de ruptura del concreto hidráulico: El módulo de ruptura para una resistencia a la compresión se encuentra resolviendo $y = 2.312x^{1/2}$, donde las variables "x" e "y" representan la resistencia a la compresión y módulo de rotura, respectivamente de 280 kg/cm².

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

Ecuación 6

Módulo de rotura

$$M_R = 2.312 \times 280^{\frac{1}{2}} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 38.687 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 550 \text{ psi}$$

De manera similar, las unidades psi se utilizan para expresar el módulo de elasticidad del hormigón hidráulico, o E, aunque a veces se considera que 4.000.000 psi, equivale aproximadamente a 6750 x MR.

Ecuación 7

Módulo de elasticidad

$$E = 6750 \times M_R = 6750 \times 550 = 3712500 \text{ psi}$$

De manera similar, el valor del coeficiente estructural se utiliza como dato para determinar el módulo de resiliencia del pavimento asfáltico mediante correlaciones. El valor se da en centímetros en la Tabla 19, mientras que en las tablas guía AASHTO93 se da en pulgadas.

Tabla 19

Coeficientes estructurales de las capas de pavimento

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL ai	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta asfáltica en caliente, módulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20°C (68 °F)		0.170/cm	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Carpeta asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión		0.125/cm	Capa superficial recomendada para tráfico ≤ 1'000,000 EE.
Micro pavimento 25 mm.		0.130/cm	Capa superficial recomendada para tráfico ≤ 1'000,000 EE.
Tratamiento Superficial bicapa		(*)	Capa superficial recomendada para tráfico ≤ 500,000 EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a 8 % y, en vías con curvas pronunciadas, curva de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.

Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	(*)	Capa superficial recomendada para tráfico ≤ 500,000 EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a 8 % y, en vías con curvas pronunciadas, curva de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.
(') no se considera por no tener aporte estructural.		
BASE		
Base granular CBR 80 %, compactada al 100 % de la MDS.	0.052/cm	Capa de base recomendada para tráfico ≤ 10'000,000 EE.
Base granular CBR 100 %, compactada al 100 % de la MDS	0.054/cm	Capa de base recomendada para tráfico ≤ 10'000,000 EE.
Base granular tratada con asfalto (estabilidad Marshall = 1500 lb).	0.115/cm	Capa base recomendada para todos los tipos de tráfico.
Base granular tratada con cementa (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg7cm ²).	0.070/cm	Capa base recomendada para todos los tipos de tráfico.
Base granular tratada con cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg7cm ²)	0.080/cm	Capa base recomendada para todos los tipos de tráfico
SUB BASE		
Sub base granular CBR 40%, compactada al 100 % de la MDS.	0.047/cm	Capa de subbase recomendada con CBR mínimo 40 %, para todos los tipos de tráfico.

Nota. Adaptado de: “Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” (p. 141), en base a los datos de la Guía AASHTO93, por MTC (2014). MTC, Perú

Por lo tanto, se realiza la conversión:

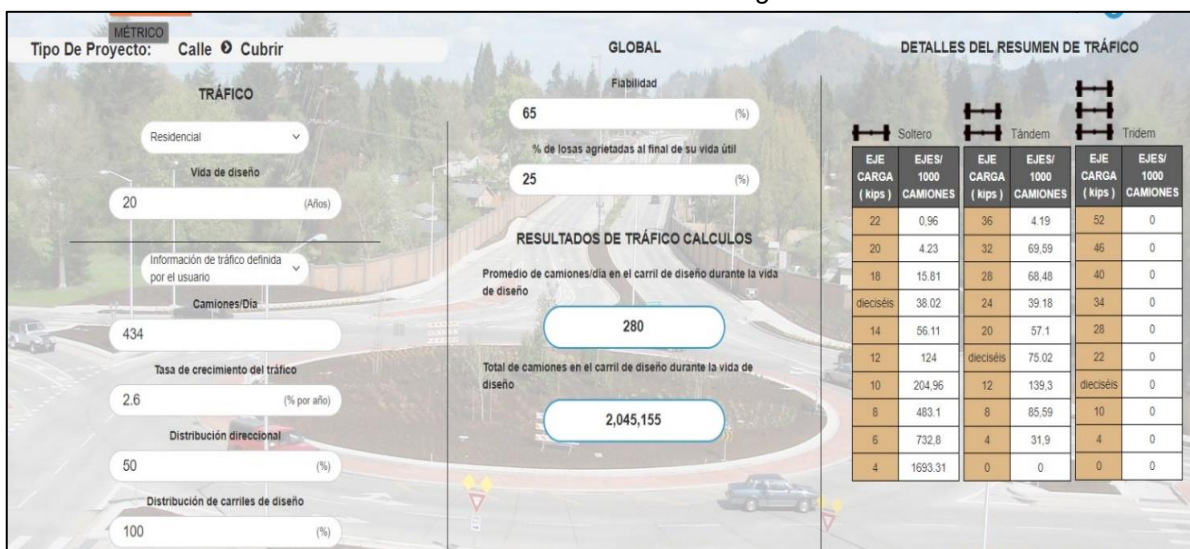
$$a_i = 0.125/\text{cm} = \frac{0.125}{\text{cm}} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg}} = 0.32 \text{ pulg}$$

Al culminar el proceso de cálculos según la norma establecida; como primer paso, se añadió los datos del cuadro de resumen en el orden que se muestra en la Tabla 23 al software pavement designer. Luego el programa calcula automáticamente el promedio y el total de camiones en el carril de diseño durante la vida de útil que se ha propuesto, 20 años.

Como segundo paso de diseño, se eligió el tipo de vía en la que se asentará la capa de concreto hidráulico a proponer, para posteriormente completar dos datos fundamentales que son el porcentaje de CBR y la resistencia a compresión del concreto, que, permitió determinar el espesor de la capa a proponer.

Figura 15

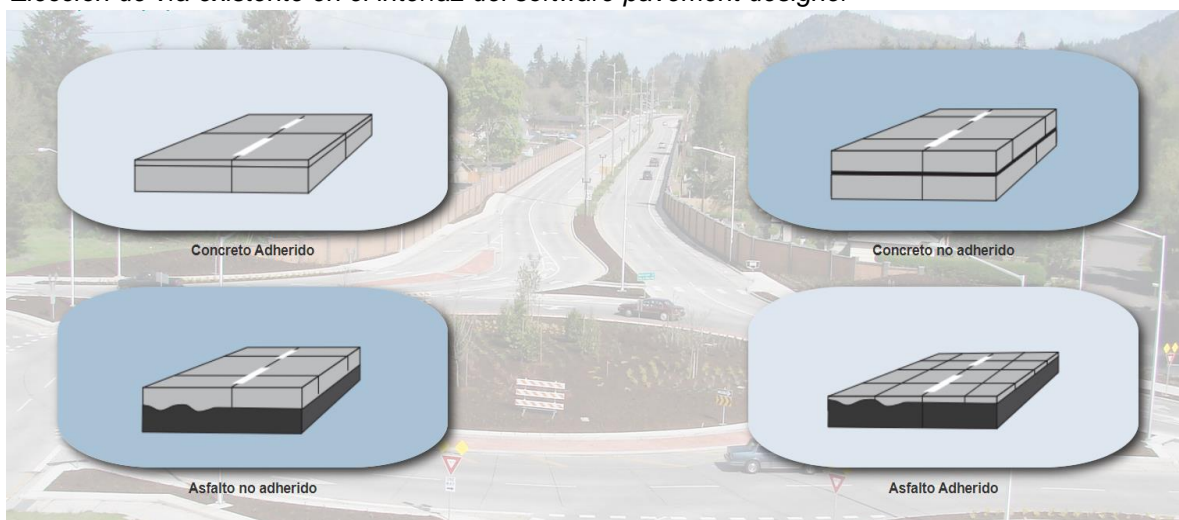
Colocación de datos en el interfaz del software Pavement Designer



Nota. Datos según norma para simulación de diseño

Figura 16

Elección de vía existente en el interfaz del software pavement designer

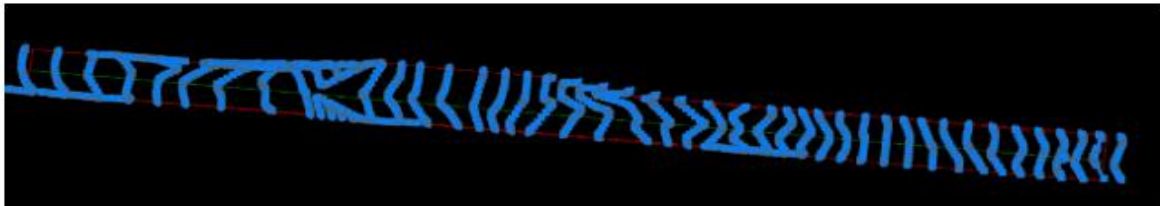


Nota. Elección del tipo de vía existente en la cual se asentará la capa de concreto hidráulico.

Finalmente se realizó la simulación de la rehabilitación del pavimento utilizando softwares de modelado 3D (civil 3D e infra Works). Como primer paso se tuvo que procesar la data recibida del trabajo de topografía, en este caso se revisó la información recibida de las curvas de nivel, estas no debían tener ningún otro objeto en su matriz por lo que se procedió a filtrar.

Figura 17

Procesamiento y filtración de datos (Curvas de nivel).



Nota. Curvas de nivel de la Av. Alisos desde la cuadra 617 a la cuadra 175 del Distrito San Martín de Porres.

Como segundo paso, se generó la superficie en función de las curvas de nivel ya filtradas para proceder a corregir la triangulación de la superficie en zonas donde no se representa la topografía existente.

Figura 18

Generamiento de superficie en función de las curvas de nivel filtradas

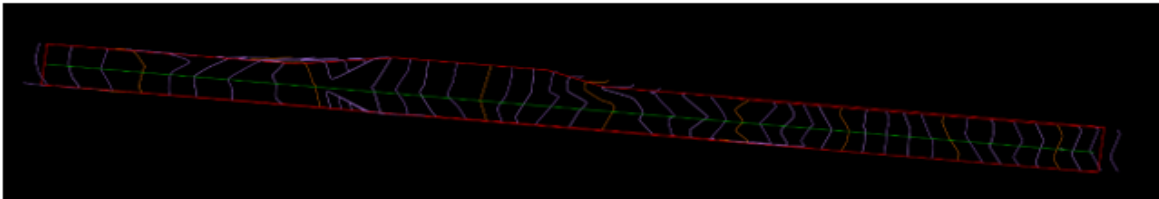
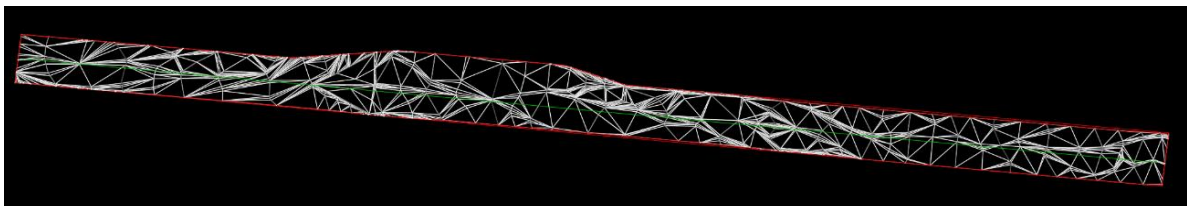


Figura 19

Corregir la triangulación de la superficie existente en zonas donde no representa la topografía existente.



Como tercer paso una vez procesada la topografía base, se generó el alineamiento del tramo 1 en la Av. Alisos creando la rasante de diseño del mejoramiento proyectado.

Figura 20

Topografía base procesada.

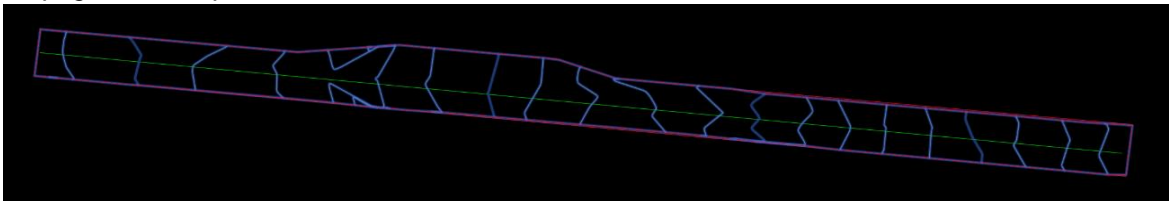
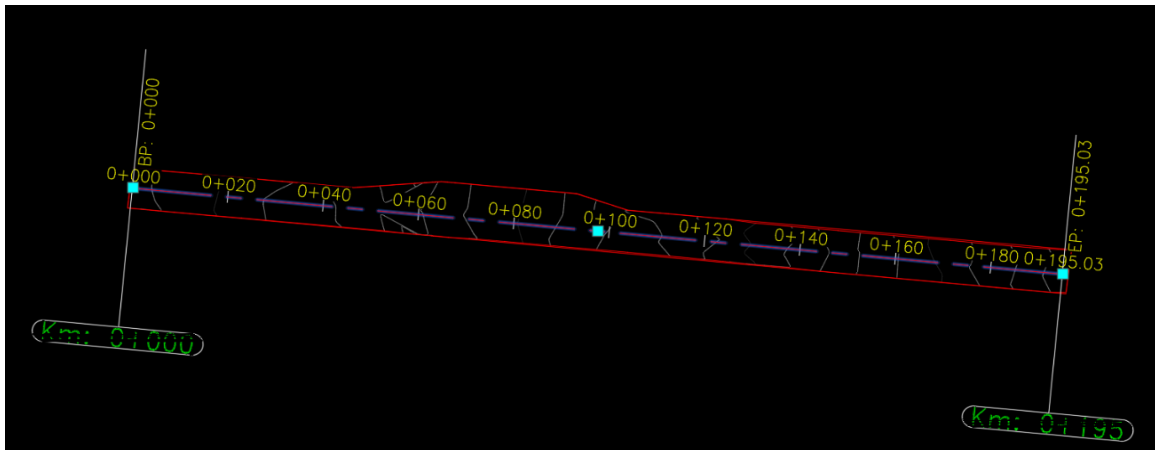


Figura 21

Alineamiento del tramo a evaluar – Alisos Tramo 1 – 195 m.



Posteriormente, se genera la vista de perfil del terreno existente. Luego se procede a crear la rasante de diseño del mejoramiento proyectado.

Figura 22

Vista de perfil del terreno existente.

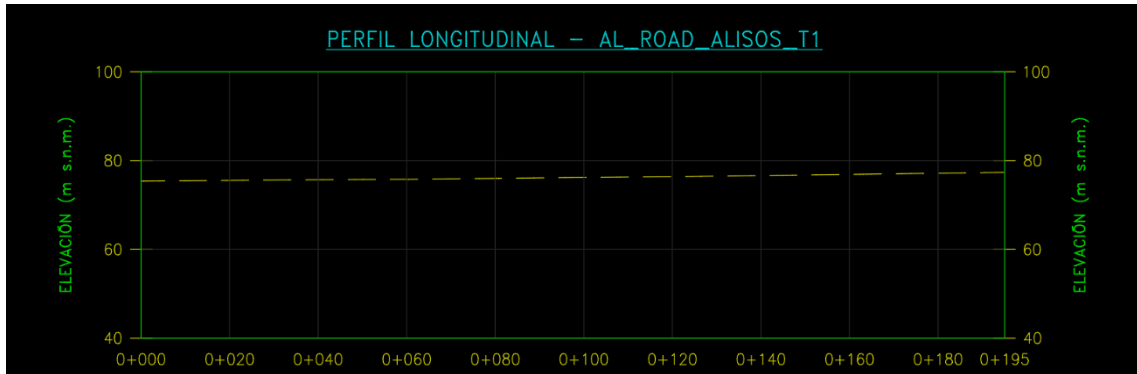
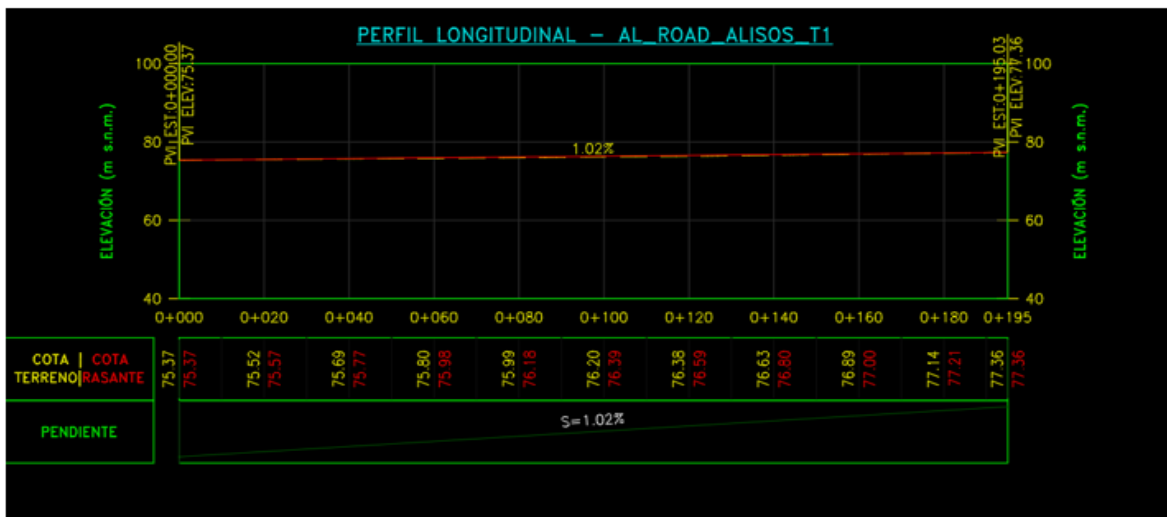


Figura 23



Creación de la rasante de diseño de la rehabilitación proyectada

Al tener esos tres datos mencionados anteriormente, creamos el corredor para el modelamiento de la superficie teniendo en cuenta las secciones y vistas transversales.

Figura 24

Creación del corredor que dará paso al modelamiento de la superficie en el programa Civil 3D.

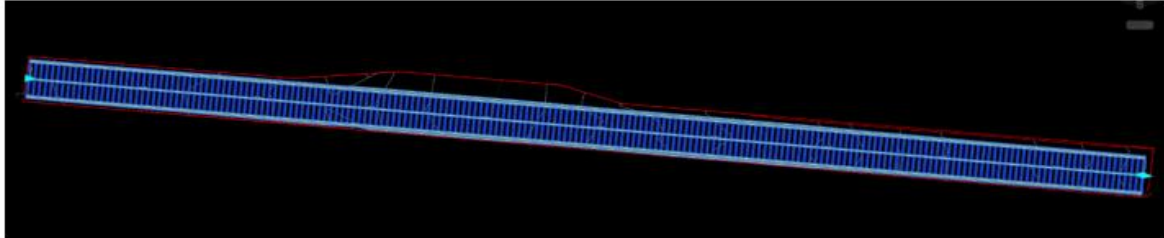
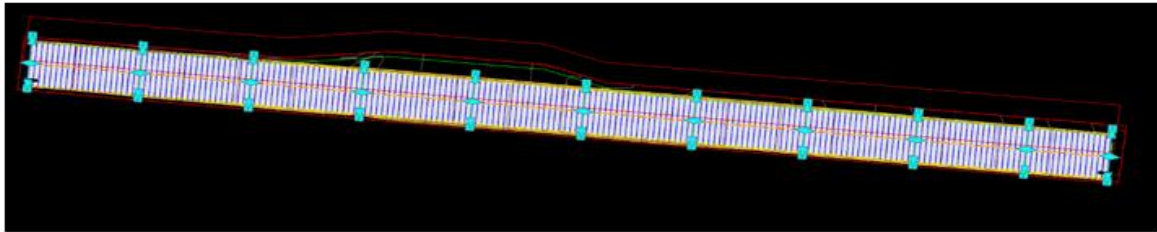


Figura 25

Creación de superficie final



Por último, a partir de la superficie del corredor se generó las secciones y vistas transversales; y posteriormente se culminó generando el laminado correspondiente para obtener los planos necesarios y realizar un recorrido virtual para visualizar la rehabilitación proyectada en la vía de estudio.

Figura 26

Generación de vistas transversales a partir de la obtención de la superficie modelada.

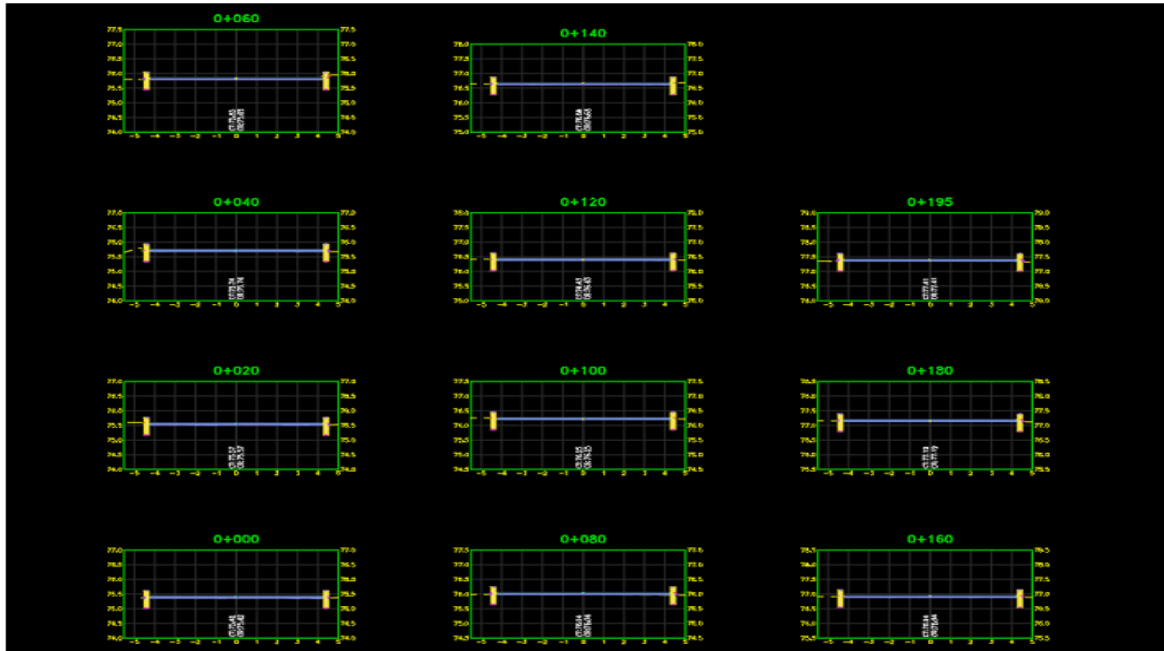
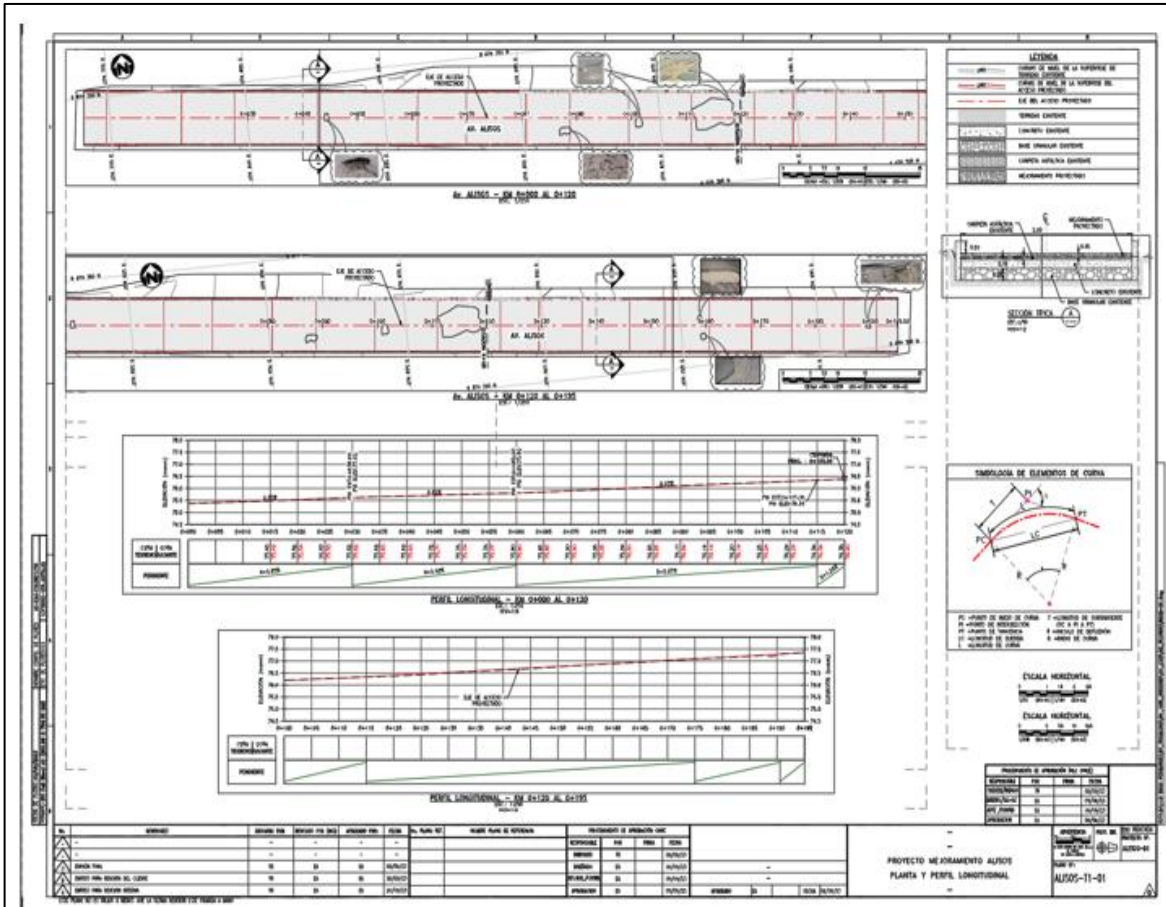


Figura 27

Laminado que comprende las vistas de planta, perfil y sección típica de todo el recorrido



2.7. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente: Los métodos PCI y VIZIR.	Son dos metodologías que se usan para la evaluación de fallas en pavimentos flexibles y rígidos.	Se determina cada estudio tanto del (PCI) y (VIZIR) con el propósito de identificar los tipos de fallas en los tramos 617 – 175 de la av. Alisos. A continuación, se elaboran la topografía de la superficie y se utilizó las fichas técnicas de Vizir y PCI para identificación de fallas.	Estudios de PCI y VIZIR	NTP
			Fichas técnicas	MTC 2018 Fichas técnicas de VIZIR Fichas técnicas de PCI
Variable Dependiente: Tecnología whitetopping	La Whitetopping consiste en colocar encima del pavimento existente una sobre-carpeta o losa de concreto hidráulico, aumentando con ello la vida útil de esta estructura.	Con el fin de realizar el análisis de los datos obtenidos se procede a utilizar la tecnología Whitetopping para mejorar la estabilidad y durabilidad de los tramos 617 – 175 de la AV. ALISOS.	Análisis técnico para la implementación de la tecnología	Tipo de huecos Corrugación Grieta de borde Desnivel berma Desplazamiento
			Análisis comparativo de las fichas técnicas para la viabilidad de la tecnología whitetopping	Formato de aforamiento vehicular

Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

De acuerdo con el objetivo específico 1 acerca de determinar las fallas que predominan en el pavimento mediante las metodologías PCI y VIZIR obteniendo el índice de condición de pavimento flexible en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima.

A continuación, se presentan el resumen de los resultados obtenidos según ambas metodologías, para la verificación del estado actual de la vía en estudio. Como primer análisis de estudio para la vía, se tomó la metodología VIZIR para determinar el índice superficial (Is). En la Tabla 20 se visualiza el resumen de los resultados según la metodología VIZIR, donde se visualiza que el tramo más afectado es 0780 + 0810, que tiene como estado del pavimento DEFICIENTE.

Tabla 20

Resultados según la metodología VIZIR

Tramo	Tipo de falla predominante	IS	Estado
0+0010	Desprendimiento de agregados	1	BUENO
0010+0020	Grieta longitudinal	4	MARGINAL
0020+0030	Grieta longitudinal	4	MARGINAL
0030+0040	Grieta longitudinal	4	MARGINAL
0040+0050	Piel de cocodrilo	3	MARGINAL
0050+0060	Grieta por bloque	3	MARGINAL
0060+0070	Parqueo	4	MARGINAL
0070+0080	Hueco	2	BUENO
0080+0090	Hueco	4	MARGINAL
0090+0100	Hueco	3	MARGINAL
0100+0110	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0110+0120	Hueco	4	MARGINAL
0120+0130	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0130+0140	Grieta longitudinal	4	MARGINAL
0140+0150	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0150+0160	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0160+0170	Parqueo	4	MARGINAL
0170+0180	Parqueo	2	BUENO
0180+0190	Grieta por reflexión de junta	3	MARGINAL

0190+0590	Pavimento nuevo	1	BUENO
0590+0600	Grieta longitudinal	3	MARGINAL
0600+0610	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0610+0620	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0620+0630	Grieta por bloque	4	MARGINAL
0630+0640	Grieta por bloque	1	BUENO
0640+0650	Grieta por bloque	4	MARGINAL
0650+0660	Grieta por bloque	1	BUENO
0660+0670	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0670+0680	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0680+0690	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0690+0700	Parqueo	4	MARGINAL
0700+0710	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0710+0720	Parqueo	4	MARGINAL
0720+0730	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0730+0740	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0740+0750	Grieta por bloque	4	MARGINAL
0750+0760	Parqueo	4	MARGINAL
0760+0770	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0770+0780	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0780+0790	Hundimiento	5	DEFICIENTE
0790+0800	Hundimiento	6	DEFICIENTE
0800+0810	Desprendimiento de agregados	5	DEFICIENTE
0810+0820	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0820+0830	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0830+0840	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0840+0850	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0850+0860	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0860+0870	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0870+0880	Parqueo	4	MARGINAL
0880+0890	Grieta por bloque	4	MARGINAL
0890+0900	Grieta por bloque	4	MARGINAL
0900+0910	Grieta por bloque	4	MARGINAL
0900+0910	Grieta por bloque	4	MARGINAL
0910+0920	Grieta por bloque	4	MARGINAL
0920+0930	Grieta por bloque	4	MARGINAL
0930+0940	Piel de cocodrilo	6	DEFICIENTE
0940+0950	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL

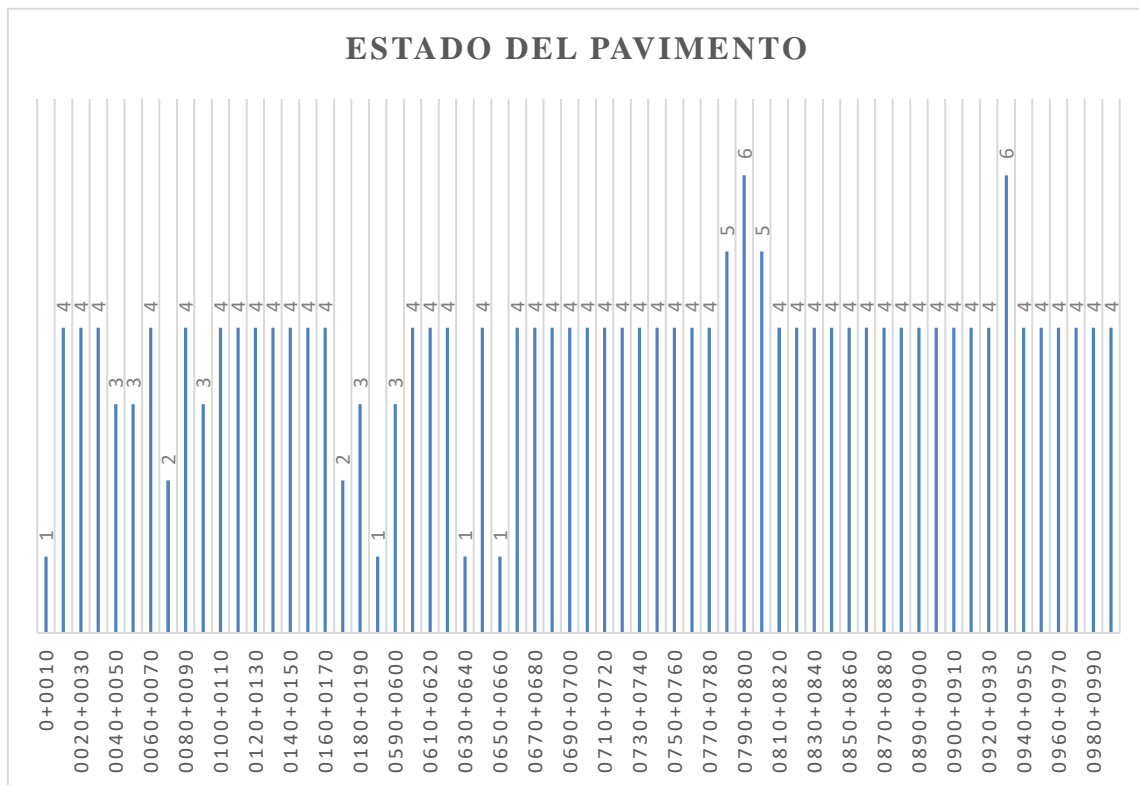
0950+0960	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0960+0970	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0970+0980	Grieta por bloque	4	MARGINAL
0980+0990	Piel de cocodrilo	4	MARGINAL
0990+1000	Pulimiento	4	MARGINAL

Nota. Elaboración propia

En la Figura 28 se visualiza que en la mayoría de los tramos el “Is” es 4, además se visualizan los tramos con mayor deficiencia que son el tramo 0790 + 0800 y 0930 + 0940.

Figura 28

Resumen de resultados de VIZIR según Is

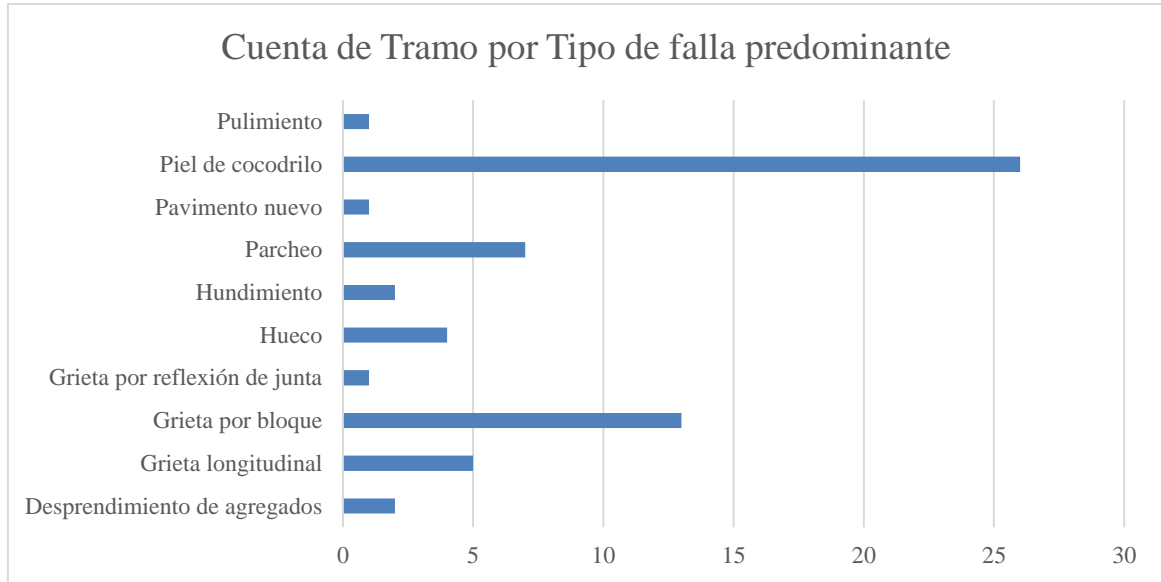


Nota. Elaboración propia

En la Figura 29 se visualiza el resumen de los resultados de VIZIR según el tipo de falla, determinando que la predominante es la de piel de cocodrilo, seguida de la grieta por bloque.

Figura 29

Resumen de resultados de VIZIR según “Is”



Nota. Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados según la metodología VIZIR, la falla predominante después de analizar todos los tramos en una extensión de 1 km, fue piel de cocodrilo y grieta por bloque con un nivel de gravedad promedio de 3 en ambos casos y con un “Is” de 4 teniendo un estado del pavimento MARGINAL.

Como segundo análisis de estudio para la vía, se tomó la metodología PCI para determinar el índice de condición de pavimento (Ic). En la Tabla 21 se visualiza el resumen de los resultados según la metodología PCI, donde se visualiza que el tramo más afectado es 0680 + 0810, que tiene como estado del pavimento FALLADO Y MUY FALLADO.

Tabla 21

Resumen de resultados con la metodología PCI

Tramo	Máx VDC	Índice de condición de pavimento	Condición del pavimento
0+0000 - 0+0010	78	22	Muy malo
0+0010 - 0+0020	71	29	Malo
0+0020 - 0+0030	92	8	Fallado
0+0030 - 0+0040	85	15	Muy malo
0+0040 - 0+0050	98	2	Fallado
0+0050 - 0+0060	42	58	Bueno
0+0060 - 0+0070	70	30	Malo

0+0070 - 0+0080	98	2	Fallado
0+0080 - 0+0090	98	2	Fallado
0+0090 - 0+0100	0	100	Muy pobre
0+0100 - 0+0110	98	2	Fallado
0+0110 - 0+0120	92	8	Fallado
0+0120 - 0+0130	92	8	Fallado
0+0130 - 0+0140	99	1	Fallado
0+0140 - 0+0150	96	4	Fallado
0+0150 - 0+0160	98	2	Fallado
0+0160 - 0+0170	91	9	Fallado
0+0170 - 0+0180	55	45	Regular
0+0180 - 0+0190	98	2	Fallado
0+0190 - 0+0590	0	100	Bueno
0+0590 - 0+0600	89	11	Muy malo
0+0600 - 0+0610	98	2	Fallado
0+0610 - 0+0620	72	28	Malo
0+0620 - 0+0630	98	2	Malo
0+0630 - 0+0640	51	49	Regular
0+0640 - 0+0650	66	34	Malo
0+0650 - 0+0660	54	46	Regular
0+0660 - 0+0670	82	18	Muy malo
0+0670 - 0+0680	91	9	Fallado
0+0680 - 0+0690	91	9	Fallado
0+0690 - 0+0700	86	14	Muy malo
0+0700 - 0+0710	90	10	Fallado
0+0710 - 0+0720	92	8	Fallado
0+0720 - 0+0730	90	10	Fallado
0+0730 - 0+0740	98	2	Fallado
0+0740 - 0+0750	83	17	Muy malo
0+0750 - 0+0760	70	30	Muy malo
0+0760 - 0+0770	89	11	Muy malo
0+0770 - 0+0780	95	5	Fallado
0+0780 - 0+0790	98	2	Fallado
0+0790 - 0+0800	98	2	Fallado
0+0800 - 0+0810	83	17	Muy malo
0+0810 - 0+0820	92	8	Fallado
0+0820 - 0+0830	95	5	Fallado
0+0830 - 0+0840	90	10	Fallado

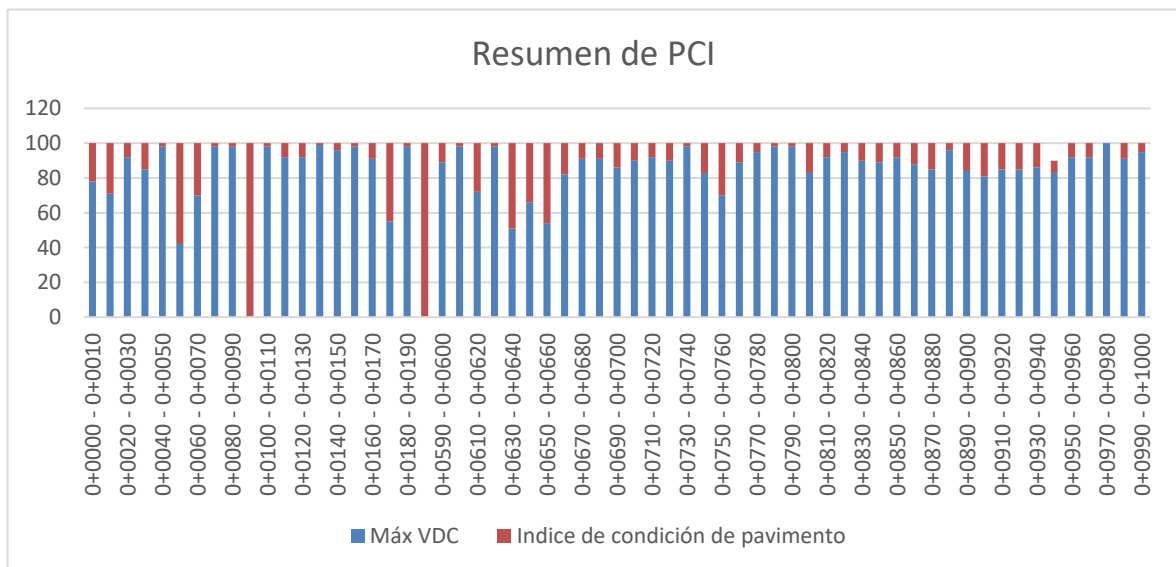
0+0840 - 0+0850	89	11	Muy malo
0+0850 - 0+0860	92	8	Fallado
0+0860 - 0+0870	88	12	Muy malo
0+0870 - 0+0880	85	15	Muy malo
0+0880 - 0+0890	96	4	Fallado
0+0890 - 0+0900	84	16	Muy malo
0+0900 - 0+0910	81	19	Muy malo
0+0910 - 0+0920	85	15	Muy malo
0+0920 - 0+0930	85	15	Muy malo
0+0930 - 0+0940	86	14	Muy malo
0+0940 - 0+0950	83	7	Fallado
0+0950 - 0+0960	92	8	Fallado
0+0960 - 0+0970	92	8	Fallado
0+0970 - 0+0980	100	0	Fallado
0+0980 - 0+0990	91	9	Fallado
0+0990 - 0+1000	95	5	Fallado

Nota. Elaboración Propia

En la Figura 30 se observan los tramos con mayor valor deducido corregido (VDC), además se visualizan los tramos con mayor afectación debido a los resultados de índice de condición de pavimento.

Figura 30

Resumen PCI

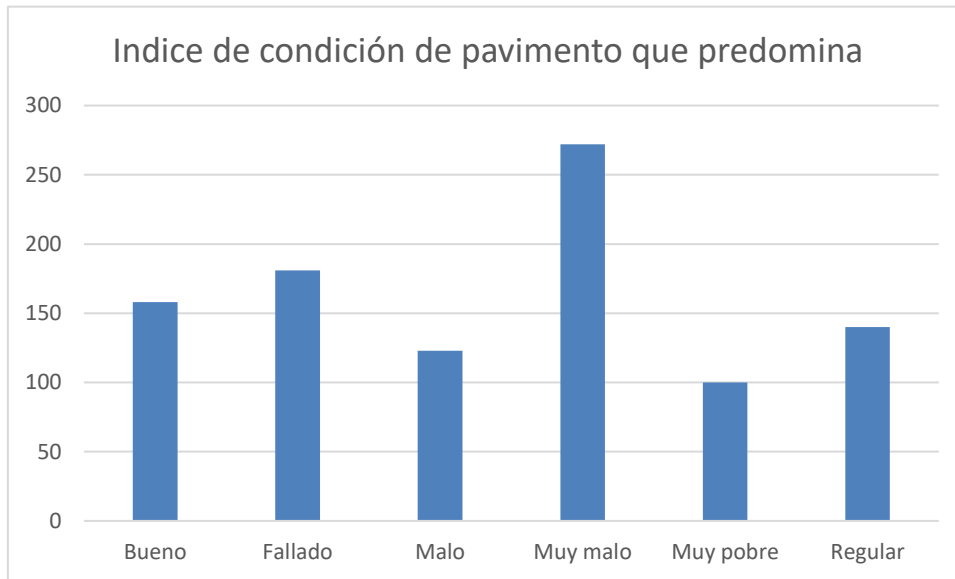


Nota. Elaboración Propia.

En la Figura 31 se visualiza que el índice de condición del pavimento que predomina según la metodología PCI es MUY MALO.

Figura 31

Índice de condición que predomina



Nota. Elaboración propia

De acuerdo con los resultados según la metodología PCI, la condición del pavimento después de analizar todos los tramos en una extensión de 1 km fue de muy malo, que según la metodología, tiene un rango de 25 - 10.

De acuerdo con el objetivo específico 2 acerca de determinar la influencia del aforamiento mediante el MTC 2018 en la inspección visual con PCI y VIZIR, conforme la Tabla 22, el tramo en estudio tiene un total de 11849 veh/día, según el índice medio diario (IMD).

Tabla 22
Aforamiento según MTC 2018

FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR																						
NOMBRE DE VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.													TRAMO TOTAL: 1.00 km (1000.00 m)									
EVALUADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDÓN MENDOZA													ANCHO DE VÍA: P.R Tramo (0 - 10) = 8.50 m ; P.R Tramo (590 - 1000) =6.60 m									
FECHA: 05/06/2023													LONGITUD: 1000 m									
PROYECTO/UNIVERSIDAD: "IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING MEDIANTE LOS MÉTODOS PCI Y VIZIR EN LA AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO SAN MARTIN DE PORRES EN EL AÑO 2023"																						
HOR A	MOT OS	MOT OTAX IS	AUT O	CAMIONETAS			MIC RO	BUS		CAMIÓN			2S1	SEMI TRÁILER					TRÁILER			TO TAL
				PICK UP	MINI VAN	RUR AL Com bi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E		2 S	2 S	3 S	3 S	> = 3 S	2T2	2 T	3 T	
6:00-6:15a m.	22	8	126	18	14	3	0	11	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207

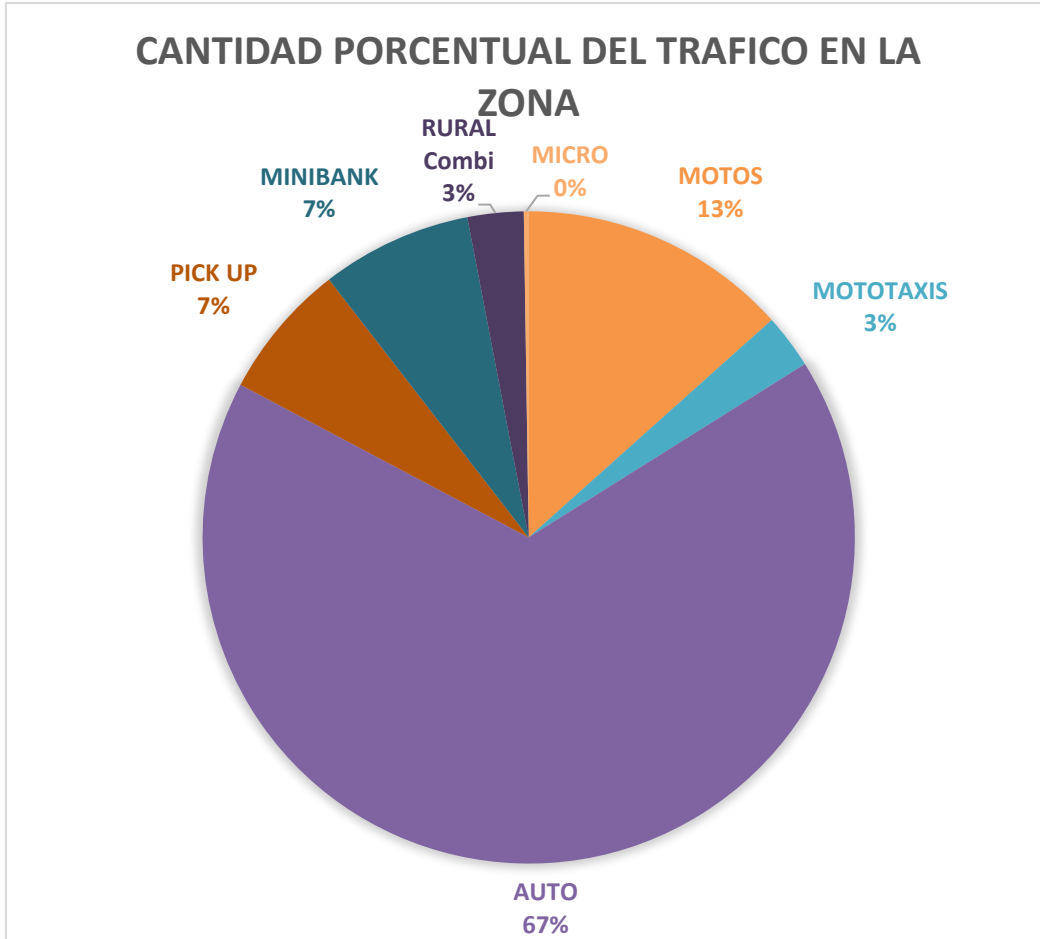
6:15-6:30am.	20	6	133	15	11	1	0	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	197
6:30-6:45am.	27	10	128	16	13	2	0	13	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	215
6:45-7:00am.	24	9	130	14	16	4	1	10	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	212
7:00-7:15am.	20	11	123	15	12	2	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	192
7:15-7:30am.	23	8	120	20	11	6	1	10	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205
7:30-7:45am.	28	7	135	17	16	4	1	12	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231
7:45-8:00am.	30	10	132	13	15	3	0	14	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225
8:00-8:15am.	25	9	127	16	14	4	1	10	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	218
8:15-8:30am.	26	8	129	14	11	6	1	13	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	217
8:30-8:45am.	29	11	133	11	13	7	0	14	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224
8:45-9:00am.	32	9	128	15	14	4	0	16	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	229
9:00-9:15am.	25	5	125	9	16	7	0	10	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205
9:15-9:30am.	27	7	118	13	11	5	0	7	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198
9:30-9:45am.	22	4	100	11	12	3	0	9	0	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	174
9:45-10:00am.	21	5	83	12	13	5	1	6	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155
10:00-10:15am.	20	2	79	9	12	3	0	4	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138
10:15-10:30am.	23	3	111	10	11	3	1	7	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181
10:30-10:45am.	21	1	103	9	13	6	1	9	0	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175
10:45-11:00am.	23	0	136	11	16	8	0	3	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210
11:00-11:15pm	31	10	174	11	14	6	0	11	0	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	274
11:15-11:30pm	21	2	99	12	12	3	0	6	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168

11:30-11:45pm	27	6	117	9	14	3	0	4	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189
11:45-12:00pm	26	9	149	14	21	5	1	6	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	244
12:00-12:15pm	27	6	123	10	22	7	1	8	0	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	219
12:15-12:30pm	24	3	137	16	13	2	0	6	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210
12:30-12:45pm	23	4	112	9	13	6	1	7	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189
12:45-1:00pm	29	5	159	12	12	4	0	7	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	241
2:00-2:15 pm	21	3	82	9	12	4	0	4	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143
2:15-2:30 pm	23	5	75	10	14	6	0	6	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146
2:30-2:45pm	25	6	113	12	16	3	1	7	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193
2:45-3:00pm	29	8	120	16	13	5	1	4	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202
3:00-3:15pm	21	8	132	9	13	9	0	8	0	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213
3:15-3:30pm	20	9	85	9	11	6	1	5	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156
3:30-3:45pm	23	5	94	10	15	4	0	3	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163
3:45-4:00pm	27	4	124	14	17	8	0	8	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210
4:00-4:15pm	24	3	112	10	13	7	0	9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	184
4:15-4:30pm	27	2	120	12	19	4	0	6	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199
4:30-4:45pm	26	3	116	11	14	3	1	4	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	185
4:45-5:00pm	29	4	143	15	15	6	0	4	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223
5:00-5:15pm	21	6	152	14	12	6	0	7	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	226
5:15-5:30pm	20	5	146	13	16	5	1	5	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224
5:30-5:45pm	28	4	150	18	19	7	0	9	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	247
5:45-6:00pm	31	3	162	20	25	10	0	11	0	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	278

En la Figura 32 se visualiza que el tipo de vehículo que predomina circulando en la vía en estudio fue AUTO y los menores fueron MOTOTAXIS y COMBI.

Figura 32

Porcentaje de flujo vehicular en el tramo analizado



Nota. Elaboración propia

Como máxima autoridad de transporte del estado, el Ministerio de Transporte tiene la facultad de establecer y hacer cumplir las normas relativas al mantenimiento de las carreteras. Es importante señalar que el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico”. De acuerdo con las normas de gestión de infraestructura vial nacional autorizadas por el D.S.N. ° 034-2008-MTC, documentos técnicos de carácter normativo que son gestionados a nivel nacional y realizados por la autoridad competente en la gestión de infraestructura nacional, regional y local en todos los niveles de gobierno MTC (2018).

Carreteras Principales: Son vías con carriles separados por una distancia promedio mínima de 6.00 metros y un IMDA (tarifa promedio diaria anual) de más de 6.000 vehículos por día. Cada vía deberá contar con dos o más carriles con un ancho mínimo de 3,60 metros, control total tanto de los puntos de entrada como de salida y tránsito vehicular continuo sin pasos a desnivel ni cruces peatonales, existiendo puentes peatonales en las zonas urbanas. Estos caminos necesitan superficies pavimentadas para un viaje seguro (MTC, 2018).

Para mantener un flujo continuo de tránsito, toda vía secundaria debe contar con dos o más calzadas con un ancho mínimo de 3,60 metros y control de acceso (entrada y salida); también podrán disponer de pasos a nivel para automóviles o pasos de peatones, así como pasos de peatones en zonas urbanas. El volumen medio diario de tráfico en las vías secundarias oscila entre 6.000 y 4.001 vehículos. Estos caminos necesitan superficies pavimentadas para un viaje seguro (MTC, 2018).

Las carreteras de clase I, tienen un IMDA entre 4.000 y 2.000 coches por día y un ancho de vía mínimo de 3,60 m para dos carriles. En entornos metropolitanos, se sugieren puentes peatonales o, al menos, medidas de seguridad vial para aumentar tanto la velocidad como la seguridad operativa. Estos caminos necesitan superficies pavimentadas para un viaje seguro (MTC, 2018).

Las vías de clase II, tienen un volumen de tráfico diario IMDA de entre 2.000 y 400 vehículos y un ancho de vía mínimo de 3,30 m para dos carriles. En las zonas urbanas, los puentes peatonales o, al menos, los equipos de seguridad vial, se recomiendan para aumentar tanto la velocidad como la seguridad en la vía. Estos caminos necesitan superficies pavimentadas para un viaje seguro (MTC, 2018).

Las autopistas Clase III, IMDA tienen dos carriles y al menos 3,00 m de ancho, y ven menos de 400 automóviles todos los días. Estas vías podrán tener carriles de hasta 2,50 m de ancho en circunstancias excepcionales, si se cuenta con la asistencia tecnológica suficiente. En estas calzadas se podrán utilizar los llamados tratamientos "básicos" o "económicos", como estabilizadores de suelos y micro pavimentos. Su geometría debe ajustarse a los dispositivos mínimos de control de tráfico (2018).

Donde según los datos obtenidos en el aforamiento el tramo analizado durante 16 horas, se obtuvo un total de 11849 vehículos por lo cual, según lo anterior corresponde a una vía de clase II y un nivel de servicio F presenta un flujo congestionado porque la demanda excede la capacidad de la ruta, el flujo está interrumpido, la velocidad es menor que la potencia y el flujo es altamente errático. Cuando las operaciones se caracterizan por paradas frecuentes y breves avances, a menudo se forman largas colas. Las condiciones desfavorables de la carretera también pueden provocar exceso de velocidad y problemas con el coche.

De acuerdo con el objetivo específico 3, el cual refiere **determinar la viabilidad** para intervenir al tramo más afectado con el método Whitetopping para optimizar la transitabilidad en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima.

Habiéndose definido los tramos más afectados para realizar la implementación de la tecnología Whitetopping, en donde las fallas predominantes son la de tipo piel de cocodrilo y grieta por bloque, se determina la viabilidad cumpliendo los parámetros de diseño que esta requiere. Por lo que en la Tabla 23 se presenta el resumen de los parámetros de diseño en el software pavement designer.

Tabla 23

Propuesta de diseño de capa de refuerzo de concreto

Parámetros de diseño en el software de Pavement Designer	
Dimensión	Indicador
Clasificación del índice de condición del pavimento existente	PCIS =variante según los cálculos 33.58
Tiempo de vida útil a extender	20 años
Tráfico Promedio Diario (TPD)	vehículos
Tráfico Promedio Diario de Camiones (TPDC)	camiones
Categoría de tráfico	Residencial
Tasa de crecimiento anual del tráfico de camiones	2.60 %
Distribución direccional	50 %
Factor de distribución de carriles de diseño	100 %
Nivel de fiabilidad	65 %
Porcentaje de losas agrietadas al final de la vida útil de diseño	25 %
CBR de la subrasante	32.10 %
Resistencia a la compresión del concreto hidráulico	280 kg/cm ²
Resistencia a la flexión del concreto hidráulico	550 psi
Módulo de elasticidad del concreto hidráulico	3712500 psi

Módulo resiliente del pavimento asfáltico	230972.597 psi
Espesor de la capa asfáltica	1

Nota. Elaboración Propia.

Se realizó el diseño estructural del pavimento mediante el software PAVEMENT DESIGNER, añadiendo los datos del cuadro anterior; el cual nos permitió hallar el espesor de la capa de concreto hidráulico a utilizar que es 2.284 pulg. o 5.80 cm.

Figura 33

Resumen de resultados de VIZIR según Is

The screenshot displays the VIZIR software interface with three main sections: SUBGRADO, CONCRETO, and ESTRUCTURA. The SUBGRADO section shows a CBR value of 95% and a calculated MRSG value of 43,836 psi. The CONCRETO section shows a compressive strength of 280 psi, a modulus of elasticity of 3,712,500 psi, and a calculated flexure resistance of 98 psi. The ESTRUCTURA section shows a subgrade layer with a modulus of 350,000 psi and a thickness of 2 inches, and a calculated composite K value of 2,284 psi/pulg. The interface also includes checkboxes for 'Macrofibras en el hormigón' and 'Soporte de borde', both set to 'Si'.

Nota. Determinación del espesor de diseño simulado de la capa de concreto hidráulico correspondiente a la tecnología Whitetopping.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se determinó la viabilidad de la implementación del Whitetopping de la vía en estudio mediante el cumplimiento de los parámetros de diseño estructural del pavimento mediante el software PAVEMENT DESIGNER obteniendo el espesor de diseño en los tramos más afectados.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La aplicación de los métodos propuestos por Condori y Goyzueta (2019), produjo resultados comparables, lo que permitió determinar el tratamiento vial adecuado. Como resultado se encontró que el pavimento se encuentra en buen estado con un 76 % según el método PCI y un 91 % según el método VIZIR. En las muestras de pavimento de 1000 m esta vez, el pulido de agregados fue la causa más frecuente de falla. El índice de condición del pavimento que predomina en la categorización extremadamente pobre en la técnica PCI del presente estudio, arrojó un índice promedio de 88, que es un valor más objetivo y conservador que coincide con lo observado en el campo. Por el contrario, el método VIZIR proporcionó una media junto con un I_s de 4, la clasificación fue marginal y en la unidad de muestra de 1000 metros lineales, la falla más común es piel de cocodrilo y grieta por bloque con un nivel de gravedad promedio de 3.

Por lo demás, el autor Colana (2021), en su estudio dejó claro que pueden surgir grandes diferencias debido al método de análisis y evaluación del pavimento elegido. Después de comparar los resultados obtenidos por los dos métodos y realizar el análisis en el mismo tramo de carretera, descubrió que algunas de estas carreteras diferían en calidad y condición. Esto indicó una discrepancia en la evaluación de los criterios entre los dos métodos y, en consecuencia, en la elección de las intervenciones. Dado que la mayoría del daño en este escenario se mide en unidades de longitud, el enfoque VIZIR indica objetividad mínima de deterioro del daño ya que el daño se concentra en pequeñas áreas de la carretera. Similar al daño medido en ancho, es posible crear tasas de daño muy altas en una estructura debido a algún daño localizado. En el presente estudio, comparando los dos métodos, una de las principales diferencias entre los métodos utilizados en este trabajo es que el método PCI tiene en cuenta todo el deterioro del pavimento en el cálculo de su condición y genera un índice, donde el estructural difiere de la producida por el método VIZIR, ya que solo evalúa la forma estructural de la degradación, que puede convertirse en un factor muy importante, ya que las vías con daños no estructurales significativos también pueden requerir una intervención urgente, puesto que pueden deteriorar rápidamente el pavimento e incluso comprometer la capacidad de la estructura misma.

García (2022) explica que las técnicas PCI y MCTFPU abogan por el sellado de fisuras y tratamiento superficial de las fisuras mayores en la Avenida Húsares de Junín. PCI sugiere tratamiento de superficie, VIZIR sugiere recubrimiento estructural y MCTFPU sugiere recubrimiento estructural. Esta última técnica también encontró que el PCI sugirió un tratamiento superficial para pulido y separación con agregados, lo cual es aconsejable dado el estado del pavimento y de la vía Jirón Pumacahua, la cual podrá ser restaurada de tres a cinco años. Este enfoque también se recomienda porque la berma contiene inconsistencias. Según el MCTFPU, es un candidato para

una estrategia de mantenimiento preventivo. Mientras que en la presente investigación después de realizar el análisis de la Av. Alisos entre 615 -175, se sugiere como medida de optimización el recapeo asfáltico o la reconstrucción de la vía con un mantenimiento constante por parte de las autoridades pertinentes e implementación del Whitetopping.

Conclusiones

- 2 El análisis del asfalto aplicando las metodologías PCI y VIZIR en la Av. Alisos entre 617 y 175, con el método PCI arrojó un índice promedio de 88, con un índice de condición del pavimento en el que predomina la clasificación muy pobre, que es un valor más objetivo, conservador y consistente con las observaciones de campo; mientras que, el método VIZIR arrojó un promedio con un Is de 4, la clasificación fue marginal en la unidad de muestra de 1000 metros lineales y la falla más común es piel de cocodrilo y grieta por bloque con un nivel de severidad promedio de 3, según el análisis y estudios correspondientes de la vía en estudio.
- 3 El aforamiento del tramo analizado durante 16 horas, obtuvo un total de 11849 vehículos, por lo cual corresponde a una vía de clase II y un nivel de Servicio F, donde se visualiza un flujo congestionado ya que la demanda es mayor que la capacidad vial y se interrumpe la continuidad del flujo.
- 4 En conclusión, según las condiciones de pavimentos, es aplicable el método Whitetopping si se cumple una serie de pasos críticos, caso contrario no se aplica, lo que incluye el diagnóstico del estado actual de la vía, el estudio del tráfico, la consideración de parámetros de diseño y el cálculo del espesor necesario, entre otros aspectos. Además, se deben tener en cuenta las condiciones locales, el tipo de suelo y el clima al diseñar y evaluar el pavimento, la evaluación del pavimento por el método Whitetopping es un proceso fundamental en la ingeniería de carreteras y pavimentos. Este enfoque se utiliza para mejorar la durabilidad y la capacidad de carga de las carreteras existentes o para construir pavimentos nuevos mediante la aplicación de una capa de concreto hidráulico. A través de este proceso, se busca optimizar la vida útil del pavimento y garantizar su adecuación para soportar el tráfico esperado de manera rápida y económica.
- 5 Es importante destacar que el método Whitetopping no es siempre la solución más adecuada, ya que su viabilidad depende de varios factores, como la condición del pavimento existente, el tráfico, el presupuesto y las condiciones del terreno. En algunos casos, puede ser más conveniente realizar otras técnicas de rehabilitación o reconstrucción de pavimentos ya estipuladas.

Referencias

- Aguirre, A. T. y Vargas, R. J. (2021). *Correlación del módulo de rotura y resistencia a la compresión de un concreto para pavimento rígido usando diferentes tipos de agregado grueso y relaciones agua/cemento, Trujillo, 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/29981>
- Alatriza Cruz, P. J. (2018). *Aplicación del diseño del MTC 2014 para optimizar la transitabilidad vehicular en pavimentos rígidos. Proyecto Plazas de peaje Vía Expresa Línea Amarilla-Lima, 2018* [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio digital institucional de la UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34704>
- Álvarez Risco, A. (2020). *Justificación de la Investigación*. Universidad de Lima, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, Carrera de Negocios Internacionales. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10821>
- Amaya Camargo, A. F. y Rojas Guavita, E. E. (2017). *Análisis comparativo entre metodologías VIZIR y PCI para la auscultación visual de pavimentos flexibles en la ciudad de Bogotá* [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Santo Tomás]. Repositorio institucional de la USTA. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/4566>
- American Concrete Institute [ACI] Committee 330. (2008). *Guide for the Design and Construction of Concrete Parking Lots*. https://www.academia.edu/43564591/ACI_330R_08_Guide_for_the_Design_and_Construction_of_Concrete_Parking_Lots
- Arias Gonzáles, J. L. y Covinos Gallardo, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL. <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2260>
- Atahui Contreras, J. C. y Morales Huamán, G. G. (2020). *Evaluación de la condición del pavimento flexible aplicando las metodologías VIZIR y PCI para proponer alternativas de mantenimientos-Av. Malecón Checa* [Tesis para optar título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio institucional de la URP. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3687>
- Ataypoma Crispín, K. R. (2021). *Diagnóstico de la Transitabilidad Vial y Propuesta de Diseño Estructural del Pavimento de la Localidad de Chinchihuasi, con la Metodología AASHTO 93* [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio institucional de la UPLA. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3100>

- Balbín Archi, R. y Chochón Gómez, V. (2019). *Diseño de mezcla asfáltica con material reciclado para la mejora del comportamiento mecánico del pavimento en el tramo KM 90+000 al KM 95+000 de la carretera Canta a Huayllay ubicado en el distrito y provincia de Canta en el departamento de Lima 2019* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad San Martín de Porres]. Repositorio académico de la USMP. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6001>
- Baque Solís, B. S. (2020). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. *Dominio de las Ciencias*, 6(2), 203-228. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1163>
- Carrasco Díaz, S. (2019). *Metodología de la investigación científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Editorial San Marcos E.I.R.L. LTDA. https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1_
- Colana Coayla, R. A. (2021). *Diseño del pavimento flexible utilizando los métodos AASHTO 93 en el Instituto del Asfalto en la Av. Santa Fortunata-Moquegua, 2021* [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. Repositorio digital institucional de la UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/71138>
- Condori Apaza, N. y Goyzueta Masías, S. P. (2019). *Propuesta de estrategias de intervención del pavimento flexible, aplicando las metodologías PCI, VIZIR y PSI, en el tramo paradero grifo Mobil-Ciencias de la salud de la Universidad Andina de la prolongación Av. Manco Cápac de la ciudad del Cusco-2018* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Andina del Cusco]. Repositorio digital de la UANDINA. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/2857>
- Coy Pineda, O. M. (2017). *Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 54A a 53C comparando los métodos VIZIR y PCI* [Tesis para obtener el título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio institucional de la UNIMILITAR. <http://hdl.handle.net/10654/16508>
- De la Cruz Vega, S. A. y Paredes Cahuana, G. A. (2021). Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible para mejora de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín. *Memoria, Investigaciones en Ingeniería*, 21, 108-114. <https://doi.org/10.36561/ING.21.9>
- Fano Descalzi, J. C. y Chávez Céspedes, M. (2017). *Diseño estructural de un pavimento flexible reciclado y mejorado con cemento portland para diferentes dosificaciones en el proyecto de conservación vial de Huancavelica* [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad

Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico de la UPC.
<http://hdl.handle.net/10757/622302>

Fonseca Tovar, L. A. y Sánchez Lozano, M. A. (2019). *Evaluación del comportamiento de residuos de construcción y demolición como base granular en la construcción de pavimentos*. [Monografía de pregrado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio institucional de la UNIPILOTO. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6474>

García Orosco, A. E. (2022). *Análisis comparativo de métodos de evaluación superficial de pavimentos aplicados en vías de acceso al hospital Rebagliati en Lima, Perú* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio institucional de la URP. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5383>

Gatir Murrieta, J. R. (2023). *Implementación de la tecnología whitetopping para la rehabilitación de pavimentos asfálticos en la vía universitaria tramo: Puente Tingo – Cayhuaynita, Distrito de Pillco Marca – Huánuco, 2021* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional de la UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/20.500.14257/4013>

González Fernández, H., Ruiz Caballero, P. y Guerrero Valverde, D. (2019). Propuesta de Metodología para la evaluación de Pavimentos mediante el Índice de condición del pavimento (PCI). *Ciencia en su PC*, 1(4), pp. 58-71. <https://www.redalyc.org/journal/1813/181358738015/html/>

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education. http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf

Leguizamo, P. M. (2007). *Instructivo para la inspección visual y la evaluación de los deterioros de los pavimentos asfálticos de carreteras*. Instituto Nacional de Vías. https://www.academia.edu/24349432/ANEXO_B_Instructivo_para_la_inspecci%C3%B3n_visual_y_la_evaluaci%C3%B3n_de_los_deterioros_de_los_pavimentos_asf%C3%A1lticos_de_carreteras

Luna Castro, M. A., García Depestre, R. A. y Orta Amaro, P. A. (2019). Aplicación de la tecnología whitetopping en un tramo de la carretera: circuito sur - topes de collantes. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 13(3), pp. 1-7. <https://www.redalyc.org/journal/1939/193961007003/html/>

Martínez Escobar, A., Martínez Pardo, J. P. y Puello Salcedo, D. C. (2018). *Evaluación de la percepción del riesgo vial en el desarrollo de actividades de transporte de la empresa*

- Montejo S.A. *Proyectos Mina Pribbenow y el Descanso de Drummond* [Tesis para optar el título especialista en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo, Universidad ECCI]. Repositorio institucional de la ECCI. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2645>
- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Universidad Católica de Colombia. <https://www.libreriaingeniero.com/2018/02/ingenieria-de-pavimentos-alfonso-montejo.html>
- Morales Colca, M. (Junio de 2019). *Comparación de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de fallas del pavimento flexible de la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana Unión]. Repositorio de tesis de la UPEU. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/1956>
- Murga Villanueva, C. F. y Zerpa Rodríguez, R. K. (2019). *Determinación del estado de conservación superficial del pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la avenida Costa Rica y Prolongación César Vallejo, Trujillo* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio de tesis de la UPAO. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5381>
- Ríos Cotazo, N. X., Bacca Cortés, B., Caicedo, Bravo, E. & Orobio Quiñónez, A. (2020). Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles. *Revista Ciencia e Ingeniería neogranadina*, 30(2). <https://doi.org/10.18359/rcin.4385>
- Rojas Carrizales, A. G. (2021). *Evaluación del estado situacional del pavimento flexible de la vía principal tramo Huancavelica – Izcuchaca, en la provincia de Huancavelica, 2018* [Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias de Ingeniería. Universidad Nacional de Huancavelica. Repositorio institucional de la UNH. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3992>
- Silva Balaguera, A., Daza Leguizamón, O. y López Valiente, L. (2018). Gestión de pavimentos basado en sistemas de información geográfica (SIG): una revisión. *Ingeniería Solidaria*, 14(26). <https://doi.org/10.16925/in.v14i26.2417>
- Tutu, K. A. y Lund, N. G. (2019). *MnDOT Pavement Design Manual*. Minnesota Department of Transportation. <https://www.dot.state.mn.us/materials/pvmtdesign/manual.html>
- Vásquez Goicochea, A. Y. (2018). *Evaluación del estado de conservación de las calles del sector Santa Rosa de la ciudad de Bambamarca utilizando los métodos de Índice de conservación del pavimento (PCI) y VIZIR* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional de la UNC. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2531>

Vásquez Varela, L. R. (2002). *Pavement Condition Index (PCI). Para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.* Ingepav Ingeniería de pavimentos.
<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

Anexos

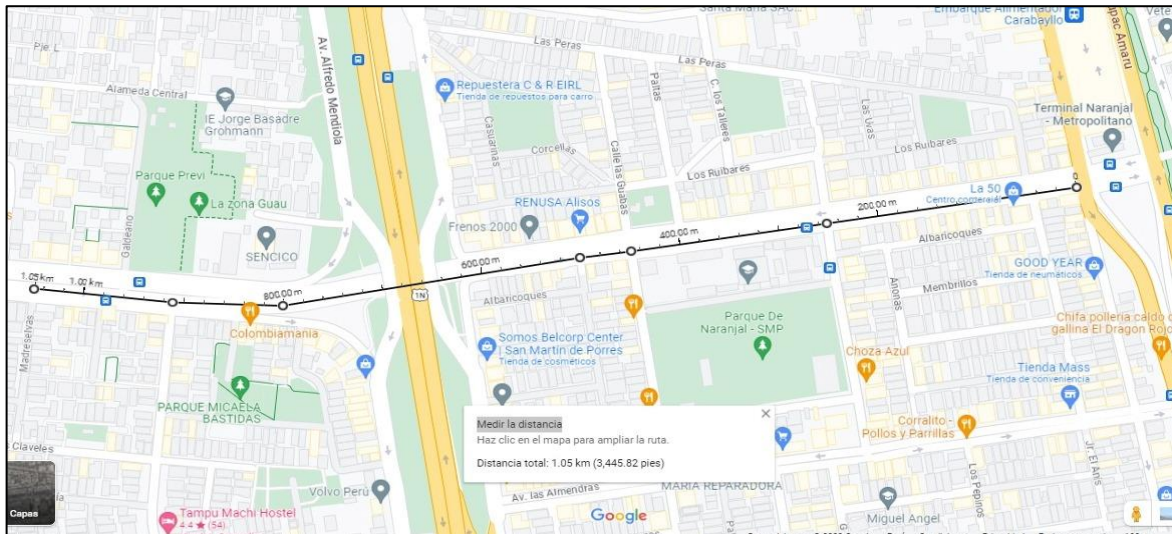
Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Población	Técnicas
¿De qué manera se realiza la implementación de la tecnología Whitetopping mediante los métodos PCI Y VIZIR en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima en el año 2023?	Realizar la implementación de la tecnología Whitetopping mediante los métodos PCI Y VIZIR en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima en el año 2023	Se realizó la implementación de la tecnología Whitetopping mediante los métodos PCI Y VIZIR en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima en el año 2023.	Variable independiente: Los métodos PCI y VIZIR. Variable dependiente: metodología Whitetopping	Todas las vías del barrio de San Martín de Porres	- Revisión documentaria - Observación
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Tipo de investigación	Muestra	Método de análisis de datos
(1)¿De qué manera se realiza el procedimiento de inspección visual y la evaluación de fallas que predominan al aplicar las metodologías PCI y VIZIR para establecer el índice de condición de pavimento flexible en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima?; (2)¿De qué manera influye el aforamiento con el MTC 2018 en la inspección visual con PCI y VIZIR?; (3)¿Es viable realizar una intervención al tramo más afectado con el método Whitetopping para optimizar la transitabilidad en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima?	(1)Determinar las fallas que predominan en el pavimento mediante las metodologías PCI y VIZIR obteniendo el índice de condición de pavimento flexible en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima.; (2)Determinar la influencia del aforamiento mediante el MTC 2018 en la inspección visual con PCI y VIZIR; (3)Determinar la viabilidad para intervenir al tramo más afectado con el método Whitetopping para optimizar la transitabilidad en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima.	(1)Se realizó el procedimiento de inspección visual y la evaluación de fallas que predominan al aplicar las metodologías PCI y VIZIR para establecer el índice de condición de pavimento flexible en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima.; (2)Se determinó un nivel de influencia considerable del aforamiento con el MTC 2018 en la inspección visual con PCI y VIZIR; (3)Se logró analizar la viabilidad para intervenir el tramo más afectado con el método Whitetopping para optimizar la transitabilidad en la Avenida Alisos entre 617 - 175 distrito San Martín de Porres, Lima.	Enfoque: cuantitativo Nivel: Explicativo Diseño: No experimental	La Av. Alisos desde la cuadra 617 a 175 del Distrito de San Martín de Porres.	En campo se definió un punto de control para el conteo vehicular ubicado entre intersección de Túpac Amaru con Av. Alisos. Con la información obtenida se trabajó en gabinete para determinar la clase y nivel de servicio de la vía. Luego se inspeccionó visualmente empleando metodología VIZIR y PCI.

Nota. Matriz de consistencia de la investigación elaborado por los investigadores.

Figura 34

Ubicación de la vía en estudio



Nota. Extraído de Google Maps.

Cálculos de la metodología VIZIR

"IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA WHITETOPPING MEDIANTE LOS MÉTODOS PCI Y VIZIR EN LA AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO SAN MARTÍN DE PORRES EN EL AÑO 2023"

VISIÓN E INSPECCIÓN DE ZONAS E ITINERARIOS EN RIESGO (VIZIR)													
NOMBRE DE VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.				TRAMO TOTAL: 1.00 km (1000.00 m)									
EVALUADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENDOZA				ANCHO DE VÍA: P.R Tramo (0 - 10) = 8.50 m ; P.R Tramo (590 - 1000) =6.60 m									
FECHA: 05/06/2023				LONGITUD: 10.00 m									
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				ÁREA DE MUESTRA: - - - -									
1. Ahuellamiento (AH)			12. Ojos de pescado										
2. Grietas longitudinales por fatiga (FLF)			13. Pérdida de la película de ligante										
3. Piel de cocodrilo (FPC)			14. Descascaramiento										
4. Baches y parcheos			15. Pulimento de agregados										
5. Depresiones o hundimientos long. y transversales (DT - DL)			16. Exudación										
6. Grietas longitudinales de junta de construcción			17. Afloramiento de mortero										
7. Grietas de contracción térmica			18. Afloramiento de agua										
8. Grietas parabólicas			19. Desintegración de los bordes del pavimento										
9. Grietas de borde			20. Escalonamiento entre calzada y berma										
10. Abultamiento			21. Erosión de bermas										
11. Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de mezcla			22. Segregación										
FALLAS EXISTENTES								CALCULOS I _s					
PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	N. GRAVEDAD	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (mm)	ÁREA	EXTENSIÓN (%)	IF. TRAMO	ID. TRAMO	IRA CALIF.	CORRECCIÓN	IS	ESTADO	
TRAMO 0 - 10													
NOMBRES DE FALLA													
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	0+0010	22.0	2.0	10.0	0.0	8.00	9.41%	0	0	1	0	1	BUENO
HUECO	0+0010	4.0	2.0	1.3	20.0	0.39	0.46%						
ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	0+0010	10.0	2.0	2.1	15.0	0.84	0.99%						
GRIETA POR BLOQUE	0+0010	14.0	3.0	9.0	0.0	12.60	14.82%						
TRAMO 10-20													
GRIETA LONGITUDINAL	0010+0020	2.00	2.00	2.00	0.00	2.00	2.35%	4	0	4	0	4	MARGINAL
GRIETA TRANSVERSAL	0010+0020	2.00	2.00	1.30	0.00	1.30	1.53%						
GRIETA LONGITUDINAL	0010+0020	2.00	3.00	6.00	0.00	6.00	7.06%						
GRIETA LONGITUDINAL	0010+0020	2.00	3.00	4.10	0.00	4.10	4.82%						
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	0010+0020	22.00	2.00	10.00	0.00	4.00	4.71%						



Nota. Elaboración propia.

Cálculos de la metodología VIZIR

VISION E INSPECCIÓN DE ZONAS E ITINERARIOS EN RIESGO (VIZIR)													
NOMBRE DE VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.			TRAMO TOTAL: 1.00 km (1000.00 m)										
EVALUADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENDOZ			ANCHO DE VÍA: P.R Tramo (0 - 10) = 8.50 m ; P.R Tramo (590 - 1000) =6.60										
FECHA: 05/06/2023			LONGITUD: 10.00 m										
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			ÁREA DE MUESTRA: - - - -										
1. Ahuellamiento (AH)			12. Ojos de pescado										
2. Grietas longitudinales por fatiga (FLF)			13. Pérdida de la película de ligante										
3. Piel de cocodrilo (FPC)			14. Descascaramiento										
4. Baches y parcheos			15. Pulimento de agregados										
5. Depresiones o hundimientos long. y transversales (DT - DL)			16. Exudación										
6. Grietas longitudinales de junta de construcción			17. Afloramiento de mortero										
7. Grietas de contracción térmica			18. Afloramiento de agua										
8. Grietas parabólicas			19. Desintegración de los bordes del pavimento										
9. Grietas de borde			20. Escalonamiento entre calzada y berma										
10. Abultamiento			21. Erosión de bermas										
11. Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de			22. Segregación										
FALLAS EXISTENTES								CALCULOS I ₁					
PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	N. GRAVEDAD	LONGITU D (m)	PROFUNDIDAD (mm)	ÁREA	EXTENCIÓN (%)	IF. TRAMO	ID. TRAMO	IRA CALIF.	CORRECCIO N	IS	ESTADO	
TRAMO 20-30													
GRIETA TRANSVERSAL	0020+0030	2.00	3.00	2.10	0.00	2.10	2.47%	4	0	4	0	4	MARGINAL
GRIETA LONGITUDINAL	0020+0030	2.00	3.00	2.10	0.00	2.10	2.47%						
GRIETA LONGITUDINAL	0020+0030	2.00	3.00	1.50	0.00	1.50	1.76%						
GRIETA PARABOLICA	0020+0030	8.00	2.00	2.07	0.00	2.07	2.44%						
GRIETA PARABOLICA	0020+0030	8.00	2.00	2.08	0.00	2.08	2.45%						
GRIETA LONGITUDINAL	0020+0030	2.00	3.00	2.03	0.00	2.03	2.39%						
GRIETA LONGITUDINAL	0020+0030	2.00	2.00	5.00	0.00	5.00	5.88%						
HUECO	0020+0030	4.00	3.00	1.30	30.00	0.52	0.61%						
PIEL DE COCODRILO	0020+0030	3.00	3.00	5.20	0.00	4.68	5.51%						
TRAMO 30-40													
GRIETA LONGITUDINAL	0030+0040	2.00	3.00	2.40	0.00	2.40	2.82%	4	0	4	0	4	MARGINAL
GRIETA PARABOLICA	0030+0040	8.00	2.00	2.40	0.00	2.40	2.82%						
GRIETA LONGITUDINAL	0030+0040	2.00	3.00	3.70	0.00	3.70	4.35%						
GRIETA LONGITUDINAL	0030+0040	2.00	3.00	4.40	0.00	4.40	5.18%						
GRIETA TRANSVERSAL	0030+0040	2.00	1.00	1.70	0.00	1.70	2.00%						
GRIETA TRANSVERSAL	0030+0040	2.00	2.00	2.70	0.00	2.70	3.18%						
GRIETA TRANSVERSAL	0030+0040	2.00	3.00	2.30	0.00	2.30	2.71%						
GRIETA LONGITUDINAL	0030+0040	2.00	3.00	3.70	0.00	3.70	4.35%						

Nota. Elaboración propia.

Cálculos de la metodología VIZIR

VISION E INSPECCIÓN DE ZONAS E ITINERARIOS EN RIESGO (VIZIR)																		
NOMBRE DE VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.						TRAMO TOTAL: 1.00 km (1000.00 m)												
EVAUADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENDOZA						ANCHO DE VÍA: P.R Tramo (0 - 10) = 8.50 m ; P.R Tramo (590 - 1000) =6.60 m												
FECHA: 05/06/2023						LONGITUD: 10.00 m												
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						ÁREA DE MUESTRA: - - - -												
1. Ahuellamiento (AH)			12. Ojos de pescado															
2. Grietas longitudinales por fatiga (FLF)			13. Pérdida de la película de ligante															
3. Piel de cocodrilo (FPC)			14. Descascaramiento															
4. Baches y parcheos			15. Pulimento de agregados															
5. Depresiones o hundimientos long. y transversales (DT - DL)			16. Exudación															
6. Grietas longitudinales de junta de construcción			17. Afloramiento de mortero															
7. Grietas de contracción térmica			18. Afloramiento de agua															
8. Grietas parabólicas			19. Desintegración de los bordes del pavimento															
9. Grietas de borde			20. Escalonamiento entre calzada y berma															
10. Abultamiento			21. Erosión de bermas															
11. Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de			22. Segregación															
FALLAS EXISTENTES								CALCULOS I ₁										
PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	N. GRAVEDAD	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (mm)	ÁREA	EXTENCIÓN (%)	IF. TRAMO	ID. TRAMO	IRA CALIF.	CORRECCIÓN	IS	ESTADO						
TRAMO 40-50																		
0040+0050	PIEL DE COCODRILO	3.00	10.00	0.00	20.00	23.53%	3	0	3	0	3	MARGINAL						
0040+0050	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO	19.00	10.00	0.00	8.00	9.41%												
0040+0050	EXUDACION	16.00	0.74	0.00	0.37	0.44%												
0040+0050	EXUDACION	16.00	0.55	0.00	0.17	0.19%												
0040+0050	HUECO	4.00	1.00	70.00	1.10	1.29%												
0040+0050	HUECO	4.00	0.80	50.00	0.48	0.56%												
0040+0050	PIEL DE COCODRILO	3.00	3.50	0.00	3.85	4.53%												
0040+0050	PIEL DE COCODRILO	3.00	2.50	0.00	3.75	4.41%												
TRAMO 50-60																		
0050+0060	GRIETA POR BLOQUE	14.00	7.30	0.00	7.30	8.59%							0	2	3	0	3	MARGINAL
0050+0060	DEFLEXIÓN	5.00	5.50	0.00	3.85	4.53%												
TRAMO 60-70																		
0060+0070	PULIMIENTO	15.00	10.00	0.00	23.00	27.06%	0	3	4	0	4	MARGINAL						
0060+0070	CORRUGADO	2.00	9.40	0.00	49.82	58.61%												
0060+0070	PARCHEO	4.00	5.20	0.00	3.12	3.67%												
0060+0070	PARCHEO	4.00	6.70	0.00	3.35	3.94%												
0060+0070	HUNDIMIENTO	5.00	5.10	25.00	12.24	14.40%												
0060+0070	CORRUGADO	2.00	2.70	0.00	25.65	30.18%												



Nota. Elaboración propia.

Cálculos de la metodología VIZIR

VISIÓN E INSPECCIÓN DE ZONAS E ITINERARIOS EN RIESGO (VIZIR)																		
NOMBRE DE VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.				TRAMO TOTAL: 1.00 km (1000.00 m)														
EVAUADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENDOZA				ANCHO DE VÍA: P.R Tramo (0 - 10) = 8.50 m ; P.R Tramo (590 - 1000) =6.60 m														
FECHA: 05/06/2023				LONGITUD: 10.00 m														
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				ÁREA DE MUESTRA: - - - -														
1. Ahuellamiento (AH)		12. Ojos de pescado																
2. Grietas longitudinales por fatiga (FLF)		13. Pérdida de la película de ligante																
3. Piel de cocodrilo (FPC)		14. Descascaramiento																
4. Baches y parcheos		15. Pulimento de agregados																
5. Depresiones o hundimientos long. y transversales (DT - DL)		16. Exudación																
6. Grietas longitudinales de junta de construcción		17. Afloramiento de mortero																
7. Grietas de contracción térmica		18. Afloramiento de agua																
8. Grietas parabólicas		19. Desintegración de los bordes del pavimento																
9. Grietas de borde		20. Escalonamiento entre calzada y berma																
10. Abultamiento		21. Erosión de bermas																
11. Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de mezcla		22. Segregación																
FALLAS EXISTENTES							CALCULOS I _s											
PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	N. GRAVEDAD	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (mm)	ÁREA	EXTENCIÓN (%)	IF. TRAMO	ID. TRAMO	IRA CALIF.	CORRECCIÓN	IS	ESTADO						
TRAMO 70-80																		
CORRUGADO	0070+0080	2.00	3.30		29.04	34.16%	1	0	2	0	2	BUENO						
HUECO	0070+0080	3.00	0.65	50.00	0.33	0.38%												
HUECO	0070+0080	3.00	0.38	30.00	0.15	0.18%												
PIEL DE COCODRILO	0070+0080	1.00	2.60		2.08	2.45%												
EXUDACIÓN	0070+0080	1.00	1.40		1.40	1.65%												
HUECO	0070+0080	3.00	1.10	30.00	1.43	1.68%												
HUECO	0070+0080	3.00	0.60	50.00	0.21	0.25%												
HUECO	0070+0080	3.00	1.90	60.00	2.09	2.46%												
CORRUGADO	0070+0080	2.00	7.00	0.00	63.70	74.94%												
PARCHEO	0070+0080	1.00	10.00	0.00	6.00	7.06%												
TRAMO 80-90																		
PIEL DE COCODRILO	0080+0090	2.00	9.00		11.70	13.76%							3	0	3	1	4	MARGINAL
HUECO	0080+0090	3.00	2.00	45.00	3.40	4.00%												
HUECO	0080+0090	3.00	2.00	60.00	3.60	4.24%												
PARCHEO	0080+0090	1.00	10.00	0.00	6.00	7.06%												
HUECO	0080+0090	3.00	1.70	70.00	1.87	2.20%												
CORRUGADO	0080+0090	2.00	10.00		32.00	37.65%												



Nota. Elaboración propia.

Cálculos de la metodología VIZIR

VISION E INSPECCION DE ZONAS E ITINERARIOS EN RIESGO (VIZIR)													
NOMBRE DE VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.				TRAMO TOTAL: 1.00 km (1000.00 m)									
EVALUADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENDOZA				ANCHO DE VÍA: P.R Tramo (0 - 10) = 8.50 m ; P.R Tramo (590 - 1000) =6.60 m									
FECHA: 05/06/2023				LONGITUD: 10.00 m									
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				ÁREA DE MUESTRA: - - - -									
1. Ahuellamiento (AH)		12. Ojos de pescado											
2. Grietas longitudinales por fatiga (FLF)		13. Pérdida de la película de ligante											
3. Piel de cocodrilo (FPC)		14. Descascaramiento											
4. Baches y parcheos		15. Pulimento de agregados											
5. Depresiones o hundimientos long. y transversales (DT - DL)		16. Exudación											
6. Grietas longitudinales de junta de construcción		17. Afloramiento de mortero											
7. Grietas de contracción térmica		18. Afloramiento de agua											
8. Grietas parabólicas		19. Desintegración de los bordes del pavimento											
9. Grietas de borde		20. Escalonamiento entre calzada y berma											
10. Abultamiento		21. Erosión de bermas											
11. Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de mezcla		22. Segregación											
FALLAS EXISTENTES								CALCULOS I _s					
PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	N. GRAVEDAD	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (mm)	ÁREA	EXTENSIÓN (%)	IF. TRAMO	ID. TRAMO	I _{RA} CALIF.	CORRECCIÓN	IS	ESTADO	
TRAMO 90-100													
PIEL DE COCODRILO	0090+0100	3.00	2.00	3.40	4.76	5.60%	3	0	3	0	3	MARGINAL	
HUECO	0090+0100	4.00	3.00	0.50	60.00	0.23							
CORRUGADO	0090+0100	2.00	2.00	1.60	26.88	31.62%							
HUECO	0090+0100	4.00	3.00	1.10	30.00	1.87							
ABULTAMIENTO	0090+0100	10.00	2.00	1.60	25.00	3.52							
PARCHEO	0090+0100	4.00	2.00	9.70	0.00	5.82							
HUECO	0090+0100	4.00	3.00	1.00	70.00	1.25							
HUECO	0090+0100	4.00	3.00	1.00	70.00	1.25							
PIEL DE COCODRILO	0090+0100	3.00	3.00	2.10	2.31	2.72%							
PIEL DE COCODRILO	0090+0100	3.00	3.00	2.10	2.31	2.72%							
TRAMO 100-110													
PIEL DE COCODRILO	0100+0110	3.00	2.00	7.40	31.08	36.56%	4	0	4	0	4	MARGINAL	
ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	0100+0110	11.00	2.00	3.30	14.52	17.08%							
PIEL DE COCODRILO	0100+0110	3.00	2.00	5.20	15.60	18.35%							
HUECO	0100+0110	4.00	3.00	1.20	50.00	0.72							



Nota. Elaboración propia.

Figura 40

Cálculos de la metodología VIZIR

VISION E INSPECCIÓN DE ZONAS E ITINERARIOS EN RIESGO (VIZIR)													
NOMBRE DE VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.			TRAMO TOTAL: 1.00 km (1000.00 m)										
EVALUADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENDOZA			ANCHO DE VÍA: P.R Tramo (0 - 10) = 8.50 m ; P.R Tramo (590 - 1000) =6.60 m										
FECHA: 05/06/2023			LONGITUD: 10.00 m										
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			ÁREA DE MUESTRA: - - - -										
1. Ahuellamiento (AH)			12. Ojos de pescado										
2. Grietas longitudinales por fatiga (FLF)			13. Pérdida de la película de ligante										
3. Piel de cocodrilo (FPC)			14. Descascaramiento										
4. Baches y parcheos			15. Pulimento de agregados										
5. Depresiones o hundimientos long. y transversales (DT - DL)			16. Exudación										
6. Grietas longitudinales de junta de construcción			17. Afloramiento de mortero										
7. Grietas de contracción térmica			18. Afloramiento de agua										
8. Grietas parabólicas			19. Desintegración de los bordes del pavimento										
9. Grietas de borde			20. Escalonamiento entre calzada y berma										
10. Abultamiento			21. Erosión de bermas										
11. Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de mezcla			22. Segregación										
FALLAS EXISTENTES							CÁLCULOS I _s						
PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	N. GRAVEDAD	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (mm)	ÁREA	EXTENSIÓN (%)	IF. TRAMO	ID. TRAMO	IRA CALIF.	CORRECCIÓN	IS	ESTADO	
TRAMO 110-120													
PIEL DE COCODRILO	0110+0120	3.00	2.00	7.20		20.88	24.56%	3	0	3	1	4	MARGINAL
ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	0110+0120	11.00	2.00	4.00	20.00	18.00	21.18%						
HUECO	0110+0120	4.00	3.00	0.58	30.00	0.24	0.29%						
HUECO	0110+0120	4.00	3.00	0.30	60.00	0.12	0.14%						
TRAMO 120-130													
PIEL DE COCODRILO	0120+0130	3.00	2.00	10.00		40.00	47.06%	5	0	4	0	4	MARGINAL
HUECO	0120+0130	4.00	3.00	0.76	70.00	0.32	0.38%						
GRIETA LONGITUDINAL	0120+0130	2.00	3.00	10.00		10.00	11.76%						
HUECO	0120+0130	4.00	3.00	0.45	50.00	0.14	0.17%						
PIEL DE COCODRILO	0120+0130	3.00	3.00	10.00		40.00	47.06%						
TRAMO 130-140													
PIEL DE COCODRILO	0130+0140	3.00	1.00	10.00		86.00	101.18%	5	0	4	0	4	MARGINAL
GRIETA LONGITUDINAL	0130+0140	2.00	3.00	7.60		7.60	8.94%						
GRIETA LONGITUDINAL	0130+0140	2.00	2.00	4.80		4.80	5.65%						
TRAMO 140-150													
PIEL DE COCODRILO	0140+0150	3.00	2.00	10.00		36.00	42.35%	5	0	4	0	4	MARGINAL
GRIETA LONGITUDINAL	0140+0150	2.00	3.00	10.00		10.00	11.76%						
HUECO	0140+0150	4.00	3.00	0.88	35.00	0.35	0.41%						
PIEL DE COCODRILO	0140+0150	3.00	2.00	4.10		6.97	8.20%						

Nota. Elaboración propia.

Figura 41

Cálculos de la metodología VIZIR

VISION E INSPECCIÓN DE ZONAS E ITINERARIOS EN RIESGO (VIZIR)																		
NOMBRE DE VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.			TRAMO TOTAL: 1.00 km (1000.00 m)															
EVAUADO POR: SAFED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENDOZA			ANCHO DE VÍA: P.R Tramo (0 - 10) = 8.50 m ; P.R Tramo (590 - 1000) =6.60 m															
FECHA: 05/06/2023			LONGITUD: 10.00 m															
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			ÁREA DE MUESTRA: - - -															
1. Ahuellamiento (AH)			12. Ojos de pescado															
2. Grietas longitudinales por fatiga (FLF)			13. Pérdida de la película de ligante															
3. Piel de cocodrilo (FPC)			14. Descascaramiento															
4. Baches y parcheos			15. Pulimento de agregados															
5. Depresiones o hundimientos long. y transversales (DT - DL)			16. Exudación															
6. Grietas longitudinales de junta de construcción			17. Afloramiento de mortero															
7. Grietas de contracción térmica			18. Afloramiento de agua															
8. Grietas parabólicas			19. Desintegración de los bordes del pavimento															
9. Grietas de borde			20. Escalonamiento entre calzada y berma															
10. Abultamiento			21. Erosión de bermas															
11. Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de mezcla			22. Segregación															
FALLAS EXISTENTES																		
CALCULOS I _s																		
PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	N. GRAVEDAD	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (mm)	ÁREA	EXTENSIÓN (%)	IF. TRAMO	ID. TRAMO	IRA CALIF.	CORRECCIÓN	IS	ESTADO						
TRAMO 150 - 160																		
PIEL DE COCODRILO	0150+0160	3.00	3.90		31.20	36.71%	5	0	4	0	4	MARGINAL						
HUECO	0150+0160	4.00	0.55	20.00	0.61	0.71%												
HUECO	0150+0160	4.00	3.00	70.00	1.00	1.18%												
HUECO	0150+0160	4.00	3.00	50.00	0.54	0.64%												
ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	0150+0160	11.00	2.00	20.00	1.98	2.33%												
PIEL DE COCODRILO	0150+0160	3.00	2.00	5.60	34.72	40.85%												
GRIETA LONGITUDINAL	0150+0160	2.00	3.00	5.00	5.00	5.88%												
TRAMO 160 - 170																		
GRIETA TRANSVERSAL	0160+0170	2.00	1.00	10.00	10.00	11.76%							3	0	3	1	4	MARGINAL
GRIETA LONGITUDINAL	0160+0170	2.00	2.00	9.20	9.20	10.82%												
HUECO	0160+0170	4.00	3.00	0.70	0.35	0.41%												
PARCHEO	0160+0170	4.00	1.00	12.30	9.59	11.29%												
PIEL DE COCODRILO	0160+0170	3.00	2.00	4.90	4.41	5.19%												
TRAMO 170 - 180																		
GRIETA TRANSVERSAL	0170+0180	2.00	1.00	5.20	5.20	6.12%	2	0	2	0	2	BUENO						
GRIETA LONGITUDINAL	0170+0180	2.00	2.00	5.50	5.50	6.47%												
PARCHEO	0170+0180	4.00	1.00	8.80	5.22	6.14%												
GRIETA POR BLOQUE	0170+0180	14.00	3.00	6.00	12.60	14.82%												
PIEL DE COCODRILO	0170+0180	3.00	2.00	1.50	1.80	2.12%												

Nota. Elaboración propia.

Figura 42

Cálculos de la metodología VIZIR

VISION E INSPECCION DE ZONAS E ITINERARIOS EN RIESGO (VIZIR)																		
NOMBRE DE VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.			TRAMO TOTAL: 1.00 km (1000.00 m)															
EVAULADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENDOZA			ANCHO DE VÍA: P.R Tramo (0 - 10) = 8.50 m ; P.R Tramo (590 - 1000) =6.60 m															
FECHA: 05/06/2023			LONGITUD: 10.00 m															
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			ÁREA DE MUESTRA: - - -															
1. Ahuellamiento (AH)			12. Ojos de pescado															
2. Grietas longitudinales por fatiga (FLF)			13. Pérdida de la película de ligante															
3. Piel de cocodrilo (FPC)			14. Descascaramiento															
4. Baches y parcheos			15. Pulimento de agregados															
5. Depresiones o hundimientos long. y transversales (DT - DL)			16. Exudación															
6. Grietas longitudinales de junta de construcción			17. Afloramiento de mortero															
7. Grietas de contracción térmica			18. Afloramiento de agua															
8. Grietas parabólicas			19. Desintegración de los bordes del pavimento															
9. Grietas de borde			20. Escalonamiento entre calzada y berma															
10. Abultamiento			21. Erosión de bermas															
11. Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de mezcla			22. Segregación															
FALLAS EXISTENTES																		
PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	N. GRAVEDAD	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (mm)	ÁREA	EXTENSIÓN (%)	IF. TRAMO	ID. TRAMO	IRA CALIF.	CORRECCIÓN	IS	ESTADO						
TRAMO 180 - 190																		
HUECO	0180+0190	4.00	3.00	0.60	50.00	0.19	0.23%	3	0	3	0	3	MARGINAL					
HUECO	0180+0190	4.00	3.00	0.88	70.00	0.70	0.83%											
HUECO	0180+0190	4.00	3.00	0.51	45.00	0.23	0.27%											
PARCHEO	0180+0190	4.00	2.00	1.02	8.77	10.32%												
GRIETA TRANSVERSAL	0180+0190	2.00	2.00	2.60	2.60	3.06%												
GRIETA LONGITUDINAL	0180+0190	2.00	3.00	6.00	6.00	7.06%												
PIEL DE COCODRILO	0180+0190	3.00	3.00	1.30	1.95	2.29%												
GRIETA POR REFLEXIÓN DE JUNTA	0180+0190	6.00	2.00	8.00	8.00	9.41%												
TRAMO 190-200																		
					0.00	0.00%	0							0	1	0	1	BUENO
					0.00	0.00%												
					0.00	0.00%												
					0.00	0.00%												
TRAMO 200-210																		
					0.00	0.00%	0	0	1	0	1	BUENO						
					0.00	0.00%												
					0.00	0.00%												
					0.00	0.00%												



Nota. Elaboración propia.

Figura 43

Cálculos de la metodología VIZIR



VISIÓN E INSPECCIÓN DE ZONAS E ITINERARIOS EN RIESGO (VIZIR)													
NOMBRE DE VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.				TRAMO TOTAL: 1.00 km (1000.00 m)									
EVALUADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENDOZA				ANCHO DE VÍA: P.R Tramo (0 - 10) = 8.50 m ; P.R Tramo (590 - 1000) =6.60 m									
FECHA: 05/06/2023				LONGITUD: 10.00 m									
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				ÁREA DE MUESTRA: - - - -									
1. Ahuellamiento (AH)		12. Ojos de pescado											
2. Grietas longitudinales por fatiga (FLF)		13. Pérdida de la película de ligante											
3. Piel de cocodrilo (FPC)		14. Descascaramiento											
4. Baches y parcheos		15. Pulimento de agregados											
5. Depresiones o hundimientos long. y transversales (DT - DL)		16. Exudación											
6. Grietas longitudinales de junta de construcción		17. Afloramiento de mortero											
7. Grietas de contracción térmica		18. Afloramiento de agua											
8. Grietas parabólicas		19. Desintegración de los bordes del pavimento											
9. Grietas de borde		20. Escalonamiento entre calzada y berma											
10. Abultamiento		21. Erosión de bermas											
11. Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de mezcla		22. Segregación											
FALLAS EXISTENTES													
PROGRESIVA		TIPO DE FALLA	N. GRAVEDAD	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (mm)	ÁREA	EXTENCIÓN (%)	IF. TRAMO	ID. TRAMO	IRA CALIF.	CORRECCIÓN	IS	ESTADO
TRAMO 960-970													
PIEL DE COCODRILO		0960+0970	3.00	10.00		35.00	53.03%	5	0	4	0	4	MARGINAL
PARCHEO		0960+0970	4.00	10.00		8.00	12.12%						
PIEL DE COCODRILO		0960+0970	3.00	10.00		22.00	33.33%						
GRIETA POR REFLEXIÓN DE JUNTA		0960+0970	6.00	6.50		6.50	9.85%						
TRAMO 970-980													
GRIETA POR BLOQUE		0970+0980	14.00	2.00	10.00	35.00	53.03%	4	0	4	0	4	MARGINAL
PARCHEO		0970+0980	4.00	3.00	10.00	38.00	57.58%						
PIEL DE COCODRILO		0970+0980	3	10		22	33.33%						
TRAMO 980-990													
PIEL DE COCODRILO		0980+0990	3.00	3.00	10.00	35.00	53.03%	5	0	4	0	4	MARGINAL
PARCHEO		0980+0990	4.00	3.00	10.00	8.00	12.12%						
PIEL DE COCODRILO		0980+0990	3.00	3.00	10.00	22.00	33.33%						
TRAMO 990-1000													
PIEL DE COCODRILO		0990+1000	3.00	3.00	10.00	35.00	53.03%	5	0	4	0	4	MARGINAL
PULIMIENTO		0990+1000	15.00	3.00	10.00	35.00	53.03%						
PARCHEO		0990+1000	4.00	3.00	10.00	8.00	12.12%						
PIEL DE COCODRILO		0990+1000	3.00	3.00	10.00	22.00	33.33%						
HUECO		0990+1000	4.00	3.00	0.70	60.00	0.35						



Nota. Elaboración propia

Figura 44



Cálculos de la metodología pci

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO (PCI)							
NOMBRE DE LA VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.			SECCIÓN: 0+0000 a 0+0010				
EVALUADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENDOZA			Ancho de vía				
FECHA:			Long. Unidad:				
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			Área de muestra:			85	m2
TIPOS DE FALLA							
1.Piel de cocodrilo			11.Parqueo				
2.Exudación			12.Pulimiento de agregados				
3.Agrietamiento en bloque			13.Huecos				
4.Abultamiento en bloque			14.Cruce de vía férrea				
5.Corrugación			15.Ahuellamiento				
6.Depresión			16.Desplazamiento				
7.Grieta de borde			17.Grieta parabólica				
8.Grieta de reflexión de junta			18.Hinchamiento				
9.Desnivel carril/berma			19.Desprendimiento de agregados				
10.Grietas longitudinales y transversales							
Tipo de Falla	Severidad	Cantidades parciales	Total	Densidad (%)	Valor deducido	8.5	
19	M	8	8	9%	17		
13	M	0.39	0.39	0.46%	68		
18	M	0.84	0.84	0.99%	12		
3	H	12.6	12.6	14.82%	38		
Número de valores deducidos		> 2	Valor deducido más alto		68	Número Max. De VD	3.9
Nro.	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	68	38	17	10.8	133.8	4	78
2	68	38	17	2	125	3	76
3	68	38	2	2	110	2	74
4	68	2	2	2	74	1	72
						Max. VDC	78
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO						22	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Figura 45



Cálculos de la metodología pci

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO (PCI)									
NOMBRE DE LA VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.				SECCIÓN: 0+0010 a 0+0020					
EVALUADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENDOZA				Ancho de vía					
FECHA:				Long. Unidad:					
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				Área de muestra:		85 m ²			
TIPOS DE FALLA									
1. Piel de cocodrilo			11. Parcheo						
2. Exudación			12. Pulimento de agregados						
3. Agrietamiento en bloque			13. Huecos						
4. Abultamiento en bloque			14. Cruce de vía férrea						
5. Corrugación			15. Ahuellamiento						
6. Depresión			16. Desplazamiento						
7. Grieta de borde			17. Grieta parabólica						
8. Grieta de reflexión de junta			18. Hinchamiento						
9. Desnivel carril/berma			19. Desprendimiento de agregados						
10. Grietas longitudinales y transversales									
Tipo de Falla	Severidad	Cantidades parciales	Total	Densidad (%)	Valor deducido	8.50			
10	M	2	3.3	3.88%	20				
10	M	1.3							
10	H	6	10.4	12.24%	68				
10	H	4.4							
19	M	4	4	4.71%	12				
Número de valores deducidos		>2	Valor deducido más alto		68	Número Max. De VD	3.9		
Nro.	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	68	20	12	0		100	4	58	
2	68	20	12	2		102	3	64	
3	68	20	2	2		92	2	62	
4	68	2	2	2		74	1	71	
								Max. VDC	71
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO								29	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								MALO	

Nota. Elaboración propia

Figura 49



Cálculos de la metodología pci

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO (PCI)											
NOMBRE DE LA VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.					SECCIÓN: 0+0050 a 0+0060						
EVALUADO POR: SAIED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENDOZA					Ancho de vía						
FECHA:					Long. Unidad:						
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					Área de muestra:					85 m ²	
TIPOS DE FALLA											
1.Piel de cocodrilo					11.Parqueo						
2.Exudación					12.Pulimiento de agregados						
3.Agrietamiento en bloque					13.Huecos						
4.Abultamiento en bloque					14.Cruce de vía férrea						
5.Corrugación					15.Ahuellamiento						
6.Depresión					16.Desplazamiento						
7.Grieta de borde					17.Grieta parabólica						
8.Grieta de reflexión de junta					18.Hinchamiento						
9.Desnivel carril/berma					19.Desprendimiento de agregados						
10.Grietas longitudinales y transversales											
Tipo de Falla	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)			Valor deducido	8.50		
3	H	7.3		7.3	8.53%			28			
6	M	3.85		3.85	4.53%			18			
Número de valores deducidos > 2											
Valor deducido más alto											
28											
Número Max. De VD											
7.6											
Nro.	28	18	0	0	0	0	0	0	VDT	q	VDC
1	28	18	0	0	0	0	0	0	46	8	0
2	28	18	0	0	0	0	0	0	48	7	17
3	28	18	0	0	0	0	2	2	50	6	18
4	28	18	0	0	0	2	2	2	52	5	26
5	28	18	0	0	2	2	2	2	54	4	28
6	28	18	0	2	2	2	2	2	56	3	34
7	28	18	2	2	2	2	2	2	58	2	41
8	28	2	2	2	2	2	2	2	42	1	42
										Max. VDC	42
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										58	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										BUENO	

Nota. Elaboración propia

Figura 50

Cálculos de la metodología pci

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO (PCI)									
NOMBRE DE LA VÍA: AV. ALISOS ENTRE 617 - 175 DISTRITO S.M.P.				SECCIÓN: 0+0060 a 0+0070					
EVALUADO POR: SAEED QUIJANO CRUZ / ROBERTO RONDON MENDOZA				Ancho de vía					
FECHA:				Long. Unidad:					
PROYECTO/UNIVERSIDAD: TESIS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				Área de muestra:		85 m ²			
TIPOS DE FALLA									
1. Piel de cocodrilo				11. Parcheo					
2. Exudación				12. Pulimiento de agregados					
3. Agrietamiento en bloque				13. Huecos					
4. Abultamiento en bloque				14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación				15. Ahuellamiento					
6. Depresión				16. Desplazamiento					
7. Grieta de borde				17. Grieta parabólica					
8. Grieta de reflexión de junta				18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma				19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales									
Tipo de Falla	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)		Valor deducido	8.50	
5	L	49.82		75.47	88.79%		38		
5	L	25.65							
6	M	12.24		12.24	14.40%		35		
11	L	3.12		3.12	3.67%		30		
11	M	3.35		3.35	3.94%		20		
12	H	23		23	27.06%		0		
Número de valores deducidos		>2		Valor deducido más alto			38		
Nro.	VALORES DEDUCIDOS				VDT		q	VDC	
1	38	35	30	20	0	0	123	7	60
2	38	35	30	20	0	2	125	6	61
3	38	35	30	20	0	2	127	5	68
4	38	35	30	20	2	2	129	4	70
5	38	35	30	2	2	2	111	3	69
6	38	35	2	2	2	2	83	2	59
7	38	2	2	2	2	2	50	1	49
								Max. VDC	70
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO								30	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								MALO	

Nota. Elaboración propia.

Figura 51

Vía en estudio



Nota. Grietas por bloque y Abultamientos de la Calle Madre Selva a Calle Los Guayaquiles.

Figura 52

Vía en estudio



Nota. Grietas, desprendimientos de agregados, Huecos de la Calle Madre Selva a Calle Los Guayaquiles.

Figura 53

Vía en estudio



Nota. Desprendimiento de agregados, Grietas por bloque, grietas longitudinales de la Calle Los Guayaquiles a Calle Las Granadas.

Figura 54

Vía en estudio



Nota. Grietas por bloque, desprendimiento de agregados, huecos de la Calle Los Guayaquiles a Calle Las Granadas.

Figura 55

Vía en estudio



Nota. Huecos, Pulimientos, exudación, Desprendimiento de agregados de la Calle Las Granadas a Calle Las Amapolas.

Figura 56

Vía en estudio



Nota. Grietas por bloque, piel de cocodrilo, Huecos de la Calle Las Granadas a Calle Las Amapolas.

Figura 57

Vía en estudio



Nota. Huecos, Abultamientos y Hundimientos, Piel de cocodrilo, Grietas longitudinales de la Calle Las Granadas a Calle Las Amapolas.

Figura 58

Vía en estudio



Nota. Huecos, Piel de cocodrilo, Abultamientos y Hundimientos de la Calle Las Granadas a Calle Las Amapolas.

Figura 59

Vía en estudio



Nota. Piel de cocodrilo, Parcheo, Hueco en la Calle Las Guabas, hasta la Calle Las Maracuyas.

Figura 60

Vía en estudio



Nota. Piel de cocodrilo, Parcheo, Grieta por bloque en la Calle Las Guabas hasta la Calle Las Maracuyás.

Figura 61

Vía en estudio



Nota. Piel de cocodrilo, Hueco, Parcheo en la Calle Las Guabas hasta la Calle Las Maracuyás.

Figura 62

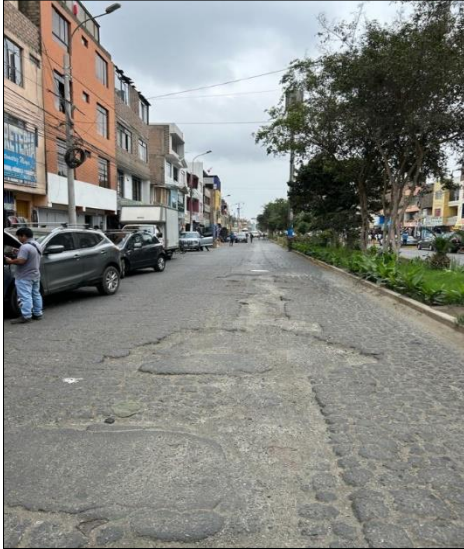
Vía en estudio



Nota. Hueco, Piel de cocodrilo, Parcheo en la Calle Las Guabas hasta la Calle Las Maracuyás.

Figura 63

Vía en estudio



Nota. Piel de cocodrilo, Huevo, hundimientos, Parcheo en la Calle Las Maracuyás hasta la Av. Gerardo Unger.

Figura 64

Vía en estudio



Nota. Piel de cocodrilo, Huecos, Parcheo en la Calle Las Maracuyás hasta la Av. Gerardo Unger.

Figura 65

Vía en estudio



Nota. Huecos, Piel de cocodrilo, Parcheo en la Calle Las Maracuyás hasta la Av. Gerardo Unger.

Figura 66

Vía en estudio



Nota. Levantamiento Topográfico en la Calle Madre Selva hasta la Calle Las Amapolas.

Figura 67

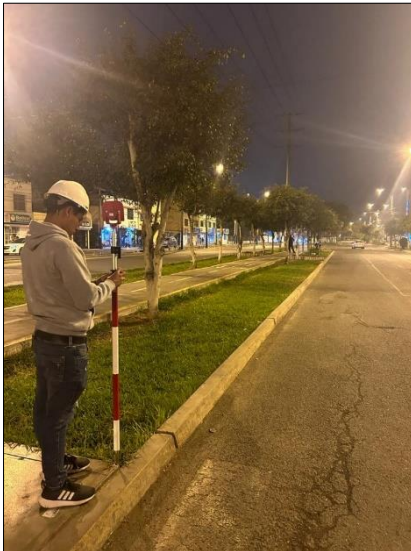
Vía en estudio



Nota. Levantamiento Topográfico en la Calle Madre Selva hasta la Calle Las Amapolas.

Figura 68

Vía en estudio



Nota. Levantamiento Topográfico en la Calle Las Guabas hasta la Av. Gerardo Unger.

Figura 69

Vía en estudio



Nota. Levantamiento topográfico en la Calle Las Guabas hasta la Av. Gerardo Unger.