

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV.
INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024**

TESIS

Presentada por:

Bach. GLADYZ YHENY ALVARADO FLORES

Bach. GINA ALEJANDRA ATENCIO ANCOCALLO

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Tacna – Perú

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN


Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD
NUEVA, TACNA - 2024”

Tesis sustentada y aprobada el día 4 de Marzo del 2025 estando integrado
el Jurado Calificador por:

PRESIDENTE


:
Dr. Ing. Victor Yapuchura Platero

SECRETARIO


:
MSc. Ing. Edgar Chura Arocutipa

VOCAL


:
Dr. Ing. Martin Paucara Rojas

ASESOR DE TESIS


:
Dr. Ing. Martin Paucara Rojas

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **Dr. Ing. Martín Paucara Rojas**, en mi condición de ASESOR acreditado con Resolución de Facultad N° 168-2024-FIAG/UNJBG del 09 de febrero del 2024. Asimismo, con Resolución de Facultad N° 719-2024-FIAG/UNJBG del 25 de septiembre del 2025 se aprueba; Modificar el Título de la Tesis, considerando el NUEVO TÍTULO: “**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024**”, presentado por la Bach. Gladys Yheny Alvarado Flores y Bach. Gina Alejandra Atencio Ancocallo, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y similitud de trabajos de investigación y producción intelectual de la UNJBG; considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual **TURNITIN**, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 7%. Por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis enunciado líneas arriba, la cual esta expedita para continuar con los trámites para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, según corresponda para su publicación en el Repositorio Institucional.

Tacna, 07 de marzo del 2025.



FIRMA ASESOR

Nombres y apellidos : Dr. Ing. Martín Paucara Rojas
DNI : 00451289



Huella dactilar



FIRMA AUTOR: Bach. Gladys Yheny Alvarado Flores



Huella dactilar



FIRMA AUTOR: Bach. Gina Alejandra Atencio Ancocallo



Huella dactilar

DEDICATORIA

Con profundo agradecimiento, dedico este trabajo a:

Mis padres, cuyo amor incondicional, sacrificio y enseñanzas sobre el esfuerzo y la perseverancia han sido la base de cada paso que he dado.

Mis hermanos, por su constante apoyo y por ser una fuente de inspiración que me motiva a alcanzar mis metas.

Mis amigos, compañeros y docentes, quienes me han acompañado en este camino, brindándome su guía y contribuyendo de manera significativa a mi desarrollo profesional y personal.

Y, sobre todo, a Dios, por ser mi fortaleza y fuente de sabiduría en cada desafío superado a lo largo de este importante logro.

A todos ustedes, mi gratitud eterna y este humilde fruto de dedicación y esfuerzo.

Bach. GLADYZ YHENY ALVARADO FLORES

DEDICATORIA

A mis padres Mario y Rosa, por ser mi pilar fundamental, por su amor incondicional y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

Para Trebek, mi hermano, mi gran inspiración. Que mi camino sirva de ejemplo, así como el tuyo me impulsa a ser mejor cada día.

A mis amigos, compañeros y docentes, quienes compartieron conmigo este camino y contribuyeron a mi formación profesional y personal.

Y, especialmente, a Dios, por darme la fortaleza y sabiduría para superar cada desafío en este importante logro.

Con gratitud infinita, dedico este trabajo a todos ustedes.

Bach. GINA ALEJANDRA ATENCIO ANCOCALLO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía constante y por darme la fortaleza necesaria para superar los desafíos que encontré a lo largo de este camino, permitiendo que este logro sea una realidad.

A mis padres, quienes, con su amor incondicional, sacrificio y ejemplo me enseñaron el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mis hermanos, por su apoyo y motivación constante, y a mi Asesor, Dr. Ing. Martin Paucara Rojas, cuya paciencia y conocimientos han dejado una huella imborrable en mi formación.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a mis amigos y compañeros por su compañía y apoyo durante esta etapa, así como a todas las personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron con palabras de aliento y consejos valiosos para alcanzar este objetivo.

Bach. GLADYZ YHENY ALVARADO FLORES

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profunda gratitud a Dios, quien ha sido mi guía inquebrantable y la fuente de fortaleza que me permitió superar cada desafío en este camino, haciendo posible la realización de este logro.

A mis padres Mario y Rosa, por su amor incondicional, sacrificio y ejemplo, que me enseñaron el verdadero significado del esfuerzo y la perseverancia. A mi hermano Trebek, quien me recuerda que la verdadera fuerza está en el apoyo mutuo. Al Dr. Ing. Martín Paucara Rojas, mi asesor, cuya dedicación, paciencia y conocimientos han sido fundamentales en mi formación académica y profesional.

Finalmente, extendiendo mi sincero agradecimiento a mis amigos y compañeros, por su compañía y respaldo a lo largo de esta etapa, así como a todas las personas que, de una u otra forma, me brindaron palabras de aliento y consejos valiosos que contribuyeron a alcanzar este objetivo

Bach. GINA ALEJANDRA ATENCIO ANCOCALLO

ÍNDICE GENERAL

	Página
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	vi
Resumen	xvix
Abstract	xx
Introducción	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Planteamiento del Problema	2
1.2 Formulación del Problema.....	6
1.2.1 Problema general	6
1.2.2 Problemas específicos.....	6
1.3 Justificación de la Investigación.....	6
1.4 Objetivos.....	9
1.4.1 Objetivo general.....	9
1.4.2 Objetivos específicos	10
1.5 Hipótesis	10
1.5.1 Hipótesis general.....	10
1.5.2 Hipótesis específicas.....	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 Antecedentes del problema.....	12
2.2 Bases teóricas.....	20
2.2.1 Implementación del sistema de información geográfica	20

2.2.1.1	Definición SIG	20
2.2.1.2	Sistema de coordenadas	21
2.2.1.3	Captura y preparación de información.....	22
2.2.1.4	Administración de información	23
2.2.1.5	Manipulación y análisis de información.....	24
2.2.1.6	Presentación de la información.....	26
2.2.1.7	Ventajas del SIG en la Ingeniería Civil	27
2.2.1.8	Los SIG y el transporte	28
2.2.2	Drone – Vehículo aéreo no tripulado.....	29
2.2.2.1	Tipo de Drones.....	30
2.2.2.2	Aplicaciones VANT en la infraestructura vial	34
2.2.2.3	Regulación y normativa sobre el uso de los VANT	36
2.2.3	Metodología del Índice de Condición - PCI.....	39
2.2.3.1	Severidad	41
2.2.3.2	Determinación de unidades de muestra	41
2.2.3.3	Determinación del PCI por unidad de muestra.....	43
2.2.3.4	Calificación y tipo de intervención de acuerdo al PCI	43
2.2.4	Rehabilitación del pavimento	44
2.2.4.1	Rehabilitación	44
2.2.4.2	Mantenimiento	45
2.2.4.3	Pavimento	49
2.3	Definición de conceptos	53

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	57
3.1 Tipo y diseño de investigación	57
3.1.1 Tipo de investigación.....	57
3.1.2 Diseño de la investigación	57
3.1.3 Nivel de la investigación.....	58
3.2 Población y/o muestra de estudio	59
3.2.1 Población	59
3.2.2 Muestra	59
3.3 Operacionalización de variables	59
3.3.1 Variable dependiente	59
3.3.2 Variable independiente	60
3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	62
3.4.1 Técnicas	62
3.4.2 Materiales.....	69
3.4.3 Instrumentos.....	70
3.5 Análisis de datos	71
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	72
4.1 Resultados del índice de condición mediante la aplicación de la metodología SIG-VANT	72
4.1.1 Índice de condición obtenido con método SIG-VANT	74
4.2 Resumen de resultados del índice de condición (PCI)	117
4.2.1 Metodología SIG-VANT	117
4.3 Comprobación de la hipótesis.....	119

4.3.1	Comprobación de la hipótesis general	119
4.3.2	Comprobación de la hipótesis específica 01	122
4.3.3	Comprobación de la hipótesis específica 02.....	126
4.3.4	Comprobación de la hipótesis específica 03.....	128
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS		131
5.1	Análisis de los resultados del Índice de Condición obtenido con la metodología SIG-VANT	131
CONCLUSIONES.....		136
RECOMENDACIONES.....		138
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		140
ANEXO I MATRIZ DE CONSISTENCIA		147
ANEXO II PLANO DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....		148
ANEXO III MAPAS GEORREFERENCIADOS UTILIZANDO ARCGIS		150
ANEXO IV CÁLCULO DE PCI OBTENIDOS DE LA METODOLOGIA SIG-PCI		153

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Zona de investigación Av. Internacional, distrito Alto de la Alianza y distrito de Ciudad Nueva.....	5
Figura 2 Interfaz para conocer la descripción de un archivo.	24
Figura 3 Pasos para agregar datos geográficos que permitan mejor visualización de imagen.....	25
Figura 4 Proceso para exportar un raster en forma de polígono.	25
Figura 5 Drone de ala rotatoria.	30
Figura 6 Drone de ala fija.....	32
Figura 7 Drone Phantom 4 pro v2.0 y Ipad 5 mini.	33
Figura 8 Hoja de registro de campo PCI.....	42
Figura 9 Plantillado y puntos de control	65
Figura 10 Plantillado y puntos de control en el pavimento.....	66
Figura 11 Programación de vuelo y calibración de Drone.....	66
Figura 12 Calibración de la cámara del Drone.....	67
Figura 13 Posiciones de la cámara del Drone	67
Figura 14 Ejecución del vuelo para el proceso de captación de imágenes	68
Figura 15 Posiciones de puntos de control en el pavimento cada 500 m.....	68
Figura 16 Visualización general del tramo de investigación Av. Internacional	69
Figura 17 Unidades de muestra para su evaluación	74

Figura 18 Ortofoto de la unidad de muestra 1.....	75
Figura 19 Registro de fallas	75
Figura 20 Ortofoto de la unidad de muestra 7.....	76
Figura 21 Registro de fallas	76
Figura 22 Ortofoto de la unidad de muestra 13.....	77
Figura 23 Registro de fallas.	77
Figura 24 Ortofoto de la unidad de muestra 19.....	78
Figura 25 Registro de fallas	78
Figura 26 Ortofoto de la unidad de muestra 25.....	79
Figura 27 Registro de fallas	79
Figura 28 Ortofoto de la unidad de muestra 31.....	80
Figura 29 Registro de fallas	80
Figura 30 Ortofoto de la unidad de muestra 37.....	81
Figura 31 Registro de fallas	81
Figura 32 Ortofoto de la unidad de muestra 43.....	82
Figura 33 Registro de fallas	82
Figura 34 Ortofoto de la unidad de muestra 49.....	83
Figura 35 Registro de fallas	83
Figura 36 Ortofoto de la unidad de muestra 55.....	84
Figura 37 Registro de fallas	84
Figura 38 Ortofoto de la unidad de muestra 61.....	85

Figura 39 Registro de fallas	85
Figura 40 Ortofoto de la unidad de muestra 67.....	86
Figura 41 Registro de fallas	86
Figura 42 Ortofoto de la unidad de muestra 73.....	87
Figura 43 Registro de fallas	87
Figura 44 Ortofoto de la unidad de muestra 79.....	88
Figura 45 Registro de fallas	88
Figura 46 Implementación de un SIG para determinar PCI.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Ventajas y desventajas del VANT de ala rotatoria	31
Tabla 2 Ventajas y desventajas del VANT de ala fija	32
Tabla 3 Características del Drone Phantom 4 Prov2.0	33
Tabla 4 Usos de los VANT en la inspección de pavimentos	35
Tabla 5 Calificación del estado del pavimento	39
Tabla 6 Tipos de fallas presentes en el pavimento.....	40
Tabla 7 Intervención de acuerdo al PCI.....	43
Tabla 8 Operacionalización de variables	61
Tabla 9 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-1.....	89
Tabla 10 Valor PCI y calificación, Muestra U-1	89
Tabla 11 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-7.....	90
Tabla 12 Valor PCI y calificación, Muestra U-7	90
Tabla 13 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-13.....	91
Tabla 14 Valor PCI y calificación, Muestra U-13	91
Tabla 15 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-19.....	92
Tabla 16 Valor PCI y calificación, Muestra U-19	92
Tabla 17 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-25.....	93
Tabla 18 Valor PCI y calificación, Muestra U-25	93
Tabla 19 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-31.....	94
Tabla 20 Valor PCI y calificación, Muestra U-31	94

Tabla 21 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-37.....	95
Tabla 22 Valor PCI y calificación, Muestra U-37	95
Tabla 23 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-43.....	96
Tabla 24 Valor PCI y calificación, Muestra U-43	96
Tabla 25 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-49.....	97
Tabla 26 Valor PCI y calificación, Muestra U-49	97
Tabla 27 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-55.....	98
Tabla 28 Valor PCI y calificación, Muestra U-55	98
Tabla 29 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-61.....	99
Tabla 30 Valor PCI y calificación, Muestra U-61	99
Tabla 31 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-67.....	100
Tabla 32 Valor PCI y calificación, Muestra U-67	100
Tabla 33 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-73.....	101
Tabla 34 Valor PCI y calificación, Muestra U-73	101
Tabla 35 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-79.....	102
Tabla 36 Valor PCI y calificación, Muestra U-79	102
Tabla 37 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-1.....	103
Tabla 38 Valor PCI y calificación, Muestra U-1	103
Tabla 39 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-7.....	104
Tabla 40 Valor PCI y calificación, Muestra U-7	104
Tabla 41 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-13.....	105

Tabla 42 Valor PCI y calificación, Muestra U-13	105
Tabla 43 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-19.....	106
Tabla 44 Valor PCI y calificación, Muestra U-19	106
Tabla 45 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-25.....	107
Tabla 46 Valor PCI y calificación, Muestra U-25	107
Tabla 47 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-31.....	108
Tabla 48 Valor PCI y calificación, Muestra U-31	108
Tabla 49 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-37.....	109
Tabla 50 Valor PCI y calificación, Muestra U-37	109
Tabla 51 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-43.....	110
Tabla 52 Valor PCI y calificación, Muestra U-43	110
Tabla 53 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-49.....	111
Tabla 54 Valor PCI y calificación, Muestra U-49	111
Tabla 55 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-55.....	112
Tabla 56 Valor PCI y calificación, Muestra U-55	112
Tabla 57 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-61.....	113
Tabla 58 Valor PCI y calificación, Muestra U-61	113
Tabla 59 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-67.....	114
Tabla 60 Valor PCI y calificación, Muestra U-67	114
Tabla 61 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-73.....	115
Tabla 62 Valor PCI y calificación, Muestra U-73	115

Tabla 63 Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-79.....	116
Tabla 64 Valor PCI y calificación, Muestra U-79	116
Tabla 65 Resumen de los resultados del PCI de la calzada derecha en la Av. Internacional.....	117
Tabla 66 Resumen de los resultados del PCI de la calzada izquierda en la Av. Internacional.....	118
Tabla 67 Implementación de un SIG mediante ARCGIS para determinar el índice de condición del pavimento por unidad de muestra.....	121
Tabla 68 Registro de imágenes georreferenciados por unidad de muestra SIG ..	123
Tabla 69 Identificación de las fallas presentes por unidad de muestra SIG.....	127
Tabla 70 Intervención en función del Estado del pavimento.....	129
Tabla 71 Tipo de intervención recomendada en función del valor del estado del pavimento.....	130
Tabla 72 Resumen de los resultados para su análisis del Índice de Condición en la calzada total.....	131

RESUMEN

La investigación "Implementación del Sistema de Información Geográfica para la Rehabilitación de la Av. Internacional-Ciudad Nueva, Tacna-2024" tiene como objetivo desarrollar un sistema que evalúe y gestione el estado del pavimento de esta vía. Se utilizó tecnología de vehículos aéreos no tripulados (VANT) para recolectar datos y calcular el Índice de Condición (PCI) del pavimento, lo que permitió obtener un diagnóstico preciso, donde los resultados indican que la metodología VANT proporciona un PCI más confiable en comparación con métodos tradicionales, mejorando la calidad y eficiencia en la recolección de datos.

La investigación permitió determinar el estado del pavimento de la Av. Internacional el cual presenta un PCI ponderado de 20.40%, clasificado como "Muy Malo", lo que evidencia un deterioro crítico que requiere una intervención inmediata. Las conclusiones destacan que la implementación del SIG y el uso de VANT son herramientas valiosas para modernizar la gestión de infraestructuras viales recomendando a las autoridades y empresas adoptar estas tecnologías para mejorar la planificación y ejecución de proyectos viales. Esta innovación optimiza los recursos y facilita la toma de decisiones informadas para la rehabilitación vial. En resumen, esta investigación contribuye significativamente al avance en la gestión de infraestructuras en Tacna, ofreciendo un modelo replicable para otras regiones.

Palabras Claves: VANT, SIG, PCI, Fallas superficiales y rehabilitación.

ABSTRACT

The research titled *"Implementation of a Geographic Information System for the Rehabilitation of Av. Internacional-Ciudad Nueva, Tacna-2024"* aims to develop a system to evaluate and manage the pavement condition of this roadway. Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technology was employed to collect data and calculate the Pavement Condition Index (PCI), enabling an accurate diagnosis. The results indicate that the UAV methodology provides a more reliable PCI compared to traditional methods, enhancing the quality and efficiency of data collection.

The research determined the condition of the pavement on Av. Internacional, which has a weighted PCI of 20.40%, classified as "Very Poor," indicating critical deterioration that requires immediate intervention. The conclusions highlight that the implementation of GIS and the use of UAVs are valuable tools for modernizing road infrastructure management, recommending that authorities and companies adopt these technologies to enhance the planning and execution of road projects. This innovation optimizes resources and facilitates informed decision-making for road rehabilitation. In summary, this research significantly advances infrastructure management in Tacna, offering a replicable model for other regions.

Keywords: UAV, GIS, PCI, surface defects, and rehabilitation.

INTRODUCCIÓN

La rehabilitación vial es un desafío creciente en muchas ciudades, y Tacna no es la excepción. El deterioro de infraestructuras, causado por el tránsito constante de vehículos pesados, la falta de mantenimiento adecuado y el crecimiento urbano, afectando la calidad del transporte y la seguridad de los usuarios. En este contexto, la implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se presenta como una herramienta innovadora para analizar, gestionar y mejorar el estado del pavimento de vías claves. La investigación tiene como objetivo analizar cómo la implementación del SIG contribuye al cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para planificar la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024.

La investigación está estructurada en cinco capítulos. El Capítulo I aborda el planteamiento del problema, formulando el problema general y específicos, y detalla la justificación e importancia del estudio. El Capítulo II desarrolla el marco teórico, abarcando conceptos claves relacionados con el SIG, la evaluación del pavimento y la rehabilitación vial. El Capítulo III describe la metodología aplicada, incluyendo el diseño de investigación y las técnicas de recolección de datos. En el Capítulo IV, se presentan y analizan los resultados obtenidos del uso del SIG para evaluar el PCI. Finalmente, el Capítulo V discute los hallazgos, concluye la investigación y sugiere recomendaciones para mejorar la planificación y gestión de la rehabilitación de infraestructuras viales en Tacna.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel internacional, el mantenimiento de carreteras se ha convertido en un desafío crítico para garantizar la conectividad eficiente, el desarrollo económico y la seguridad vial, Richkarday (2014) en el informe de la Asociación Mundial de la Carretera ha señalado que la preservación de las vías se considera una prioridad fundamental para garantizar que las redes viales cumplan con las expectativas de la población global en todo el mundo. En el informe del Banco Mundial (2005) recalcó “La importancia de llevar a cabo labores de mantenimiento y mejoras en las carreteras de países en proceso de desarrollo”. (p. 12)

Según la American Society for Testing and Materials (2004), “El pavimento debe proporcionar confort y protección al ser utilizado como superficie de tránsito, además de garantizar un servicio de alta calidad de tal manera que tenga un impacto positivo en la calidad de vida de las personas” (p. 25). En tal sentido, Montejo (2002) nombra algunos requisitos que debe cumplir un pavimento entre las más importantes son: “Ser capaz de resistir las cargas generadas por el tráfico vehicular, ser resistente a los efectos adversos del clima y los agentes de deterioro también ser económico en su construcción y mantenimiento”. (p. 105)

A nivel nacional, los planes de mantenimiento de las redes viales en Perú

abarcen aproximadamente 30 mil kilómetros de carreteras, mientras que más de 40 mil kilómetros carecen de cualquier programa regular de mantenimiento. Lo que es aún más preocupante es que, algunos tramos de carreteras han tenido que ser licitados repetidamente en las últimas décadas debido a la necesidad de una reconstrucción completa, que a su vez se debió a la falta de una política de mantenimiento vial adecuada. (Instituto Peruano de Economía ,2008).

Asimismo, las rutas terrestres del Perú son las vías de comunicación más frecuentemente empleadas en todo el país. Estas carreteras desempeñan un papel crucial al optimizar los tiempos de viaje de los vehículos, gracias a su diseño de superficie adecuada. Por consiguiente, es imperativo contar con un diseño efectivo de esas carreteras, a fin de asegurar su correcto funcionamiento y su capacidad de perdurar en el tiempo.

De igual forma es importante destacar las políticas del sector transporte del estado peruano, en el ámbito de la vialidad, el objetivo es impulsar y maximizar los beneficios obtenidos a través de la mejora de la transitabilidad de las redes viales y la rehabilitación de la infraestructura vial a nivel nacional. Esto se hace con una perspectiva integral, con el propósito de lograr mejoras significativas y alcanzar niveles apropiados de flujo vehicular y gestión en los tres tipos de redes viales: nacional, departamental y local.

En este contexto, Provias Nacional, es la entidad encargada de administrar la Red Vial Nacional, asigna un presupuesto estimado a cada una de sus Unidades

Zonales a través de la Oficina de Programación e Inversiones. Estas unidades tienen la responsabilidad de llevar a cabo labores de mantenimiento en las carreteras dentro de su jurisdicción. Sin embargo, el problema radica en que el presupuesto asignado no se calcula teniendo en cuenta una evaluación exhaustiva de las necesidades de mantenimiento de cada carretera.

Como resultado, cada año, se realizan únicamente tareas de mantenimiento rutinario en ciertos segmentos de la vía, utilizando el presupuesto asignado hasta que se agota. Esto conduce a que los tramos no intervenidos continúen deteriorándose y, eventualmente, necesiten una inversión mucho mayor para su rehabilitación y puesta en funcionamiento.

A nivel local, el departamento de Tacna, cuenta con una red vial que es clave para la conectividad y el desarrollo económico de la región. Dentro de esta red, la Avenida Internacional, ubicada en Ciudad Nueva, desempeña un rol fundamental al conectar diferentes zonas urbanas y periurbanas, facilitando el transporte de personas, bienes y servicios. Sin embargo, esta avenida presenta problemas significativos en su infraestructura, como superficies deterioradas, irregularidades geométricas y una creciente congestión vehicular debido al aumento del tráfico y el paso frecuente de vehículos pesados. Estas deficiencias no solo afectan la calidad del transporte, sino también la seguridad y el bienestar de los usuarios. Además, la falta de un enfoque sistemático para identificar y priorizar las áreas críticas de intervención dificulta una gestión eficiente de su rehabilitación.

En este contexto, resulta esencial desarrollar herramientas innovadoras que mejoren la planificación y ejecución de proyectos de rehabilitación vial. Por ello, esta investigación tiene como objetivo implementar un Sistema de Información Geográfica (SIG) para la rehabilitación de la Avenida Internacional en Ciudad Nueva, Tacna. Este enfoque busca optimizar la gestión del mantenimiento vial mediante el análisis geoespacial, la priorización de zonas críticas y la generación de estrategias de rehabilitación basadas en datos precisos y actualizados.

Figura 1

Zona de investigación Av. Internacional, distrito Alto de la Alianza y distrito de Ciudad Nueva



Nota. La figura muestra el mapa de la zona de investigación Av. Internacional, distrito de Alto de Alianza y distrito Ciudad Nueva. Fuente: Tomado del Google Earth

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Cómo contribuye la implementación de un Sistema de Información Geográfica al cálculo del Índice de Condición para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Qué imágenes georreferenciadas deben priorizarse en la implementación del Sistema de Información Geográfica para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024?
- b) ¿De qué manera el Sistema de Información Geográfica puede optimizar la identificación de los tipos de fallas que requieren intervención en la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024?
- c) ¿Qué beneficios ofrece la integración del Sistema de Información Geográfica en la calificación del estado del pavimento para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024?

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación "Implementación del sistema de información geográfica para la rehabilitación de la Av. Internacional – Ciudad Nueva, Tacna – 2024" se justifica

desde varios enfoques:

1.3.1 En el aspecto teórico

El uso de técnicas de análisis y clasificación de imágenes geoespaciales representa una alternativa innovadora para evaluar el estado de pavimentos. Esta metodología permite obtener una caracterización precisa y detallada del estado de las superficies viales, abarcando áreas más extensas que las cubiertas por métodos tradicionales como el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Los resultados esperados de esta investigación proporcionarán insumos fundamentales para la planificación de programas de gestión vial, facilitando intervenciones oportunas, ya sea para rehabilitación o construcción de carreteras, y superando limitaciones como retrasos en los diagnósticos y falta de mantenimiento regular.

1.3.2 En el aspecto práctico

Esta investigación permite aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica en áreas como pavimentos y caminos. Se utilizarán herramientas como QGIS y otros programas especializados para la identificación espacial de las zonas críticas en la Av. Internacional, apoyándose en un SIG que facilite la entrada, análisis y visualización de datos en tiempo real. De esta manera, se evaluará el estado del pavimento con base en parámetros técnicos que garanticen una toma de decisiones más eficiente y respaldada.

1.3.3 En el aspecto social

Esta investigación busca beneficiar a los usuarios de la Av. Internacional, una arteria vial importante en Alto de la Alianza y Ciudad Nueva. Debido al tránsito frecuente de vehículos pesados, la vía sufre un desgaste acelerado, lo que representa un riesgo para la seguridad de los usuarios y un obstáculo para el tránsito eficiente. La identificación y corrección temprana de anomalías en el pavimento contribuirá a mejorar la calidad de vida de los residentes, así como la experiencia de los visitantes, garantizando un tránsito vehicular más seguro y eficiente.

1.3.4 En el aspecto metodológico

La ausencia de herramientas eficaces para gestionar información técnica hace necesaria la integración de datos visuales con bases de datos estructuradas. En este sentido, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se posicionan como una solución óptima para abordar esta problemática. La presente investigación se fundamenta en la necesidad de mejorar los procesos de rehabilitación de infraestructuras viales y maximizar su eficiencia mediante el uso de tecnologías avanzadas. Estudios previos han demostrado la utilidad de los SIG en la gestión y mantenimiento vial, validando su relevancia en este campo.

1.3.5 En el aspecto económico

La rehabilitación de la Av. Internacional en Alto de la Alianza y Ciudad Nueva, mediante la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG), ofrece beneficios económicos significativos al optimizar los recursos

disponibles para el mantenimiento vial. La metodología basada en SIG permite priorizar intervenciones de manera más precisa, reduciendo costos asociados a diagnósticos erróneos o trabajos innecesarios.

Además, al identificar zonas críticas y planificar estrategias de rehabilitación con base en datos geospaciales, se minimizan los costos de reparación a largo plazo al abordar los problemas antes de que estos se agraven. Esto contribuye a extender la vida útil de la infraestructura vial, disminuyendo los gastos recurrentes en mantenimiento correctivo.

Por otro lado, la mejora en la calidad de la vía beneficia el tránsito vehicular, reduciendo tiempos de traslado y costos operativos para transportistas y usuarios. De esta manera, la implementación del SIG no solo representa una inversión inicial en tecnología y capacitación, sino que genera ahorros significativos tanto para las instituciones responsables de la gestión vial como para la economía local, al facilitar el transporte eficiente de bienes y servicios en la región

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Analizar cómo la implementación de un Sistema de Información Geográfica contribuye al cálculo del índice de Condición para la rehabilitación de la Av.

Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024.

1.4.2 *Objetivos específicos*

- a) Registrar las imágenes georreferenciadas priorizadas en la implementación del Sistema de Información Geográfica para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024.

- b) Evaluar cómo el Sistema de Información Geográfica puede optimizar la identificación de los tipos de fallas que requieren intervención en la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024.

- c) Determinar los beneficios que ofrece la integración del Sistema de Información Geográfica en la calificación del estado del pavimento para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna -2024.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 *Hipótesis general*

La implementación de un Sistema de Información Geográfica contribuye

significativamente al cálculo del Índice de Condición en el proceso de rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024.

1.5.2 Hipótesis específicas

- a) El registro de imágenes georreferenciadas priorizadas en el Sistema de Información Geográfica mejora la precisión y eficiencia para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna, 2024.
- b) El uso del Sistema de Información Geográfica optimiza la identificación de los tipos de fallas que requieren intervención, permitiendo una mejor priorización para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024.
- c) La integración del Sistema de Información Geográfica en la calificación del estado del pavimento genera beneficios significativos al proporcionar datos más precisos para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

a) Revista Científica

De acuerdo con Vasconcelos et al. (2021), artículo publicado en la revista ALCONPAT, se aborda la viabilidad del uso de drones para mapear e inspeccionar patologías en pavimentos asfálticos, comparándolo con el método tradicional. El estudio se llevó a cabo mediante la creación de unidades de muestreo de 20 metros de longitud y 6 metros de ancho, totalizando 20 unidades. En estas, se registraron las patologías presentes y se calculó el Índice Global de Gravedad para el área analizada. Posteriormente, los resultados de las metodologías convencionales y alternativas fueron comparados, considerando las patologías detectadas y el tiempo requerido para las inspecciones. Los hallazgos evidenciaron que el uso de drones es viable para la inspección de patologías en pavimentos asfálticos, cumpliendo con los estándares de la Norma DNIT 006/2003 – PRO, que permite una reducción significativa del tiempo de operación (33,3%) en comparación con el método tradicional.

Según Pucha y Zárate (2020), en su artículo publicado en la revista *Avances: Investigación en Ingeniería* titulado "Evaluación superficial de pavimentos rígidos en carreteras mediante ortoimágenes obtenidas mediante un vehículo aéreo no tripulado", se analiza un método alternativo para evaluar la condición superficial de pavimentos rígidos en redes viales. Este enfoque automatiza la recopilación, el procesamiento y el análisis del estado del pavimento utilizando un vehículo aéreo no tripulado (VANT) y la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI). La investigación, de tipo cuantitativo, no experimental y transversal, determinó que la precisión en el ajuste de las ortoimágenes generadas por el VANT se encuentra dentro de las tolerancias aceptadas, con errores inferiores a 0,03 metros. Además, el error entre las mediciones de campo y las obtenidas a partir de la ortofoto es menor al RMSE calculado con el algoritmo SfM, lo que valida la confiabilidad de las distancias medidas y la evaluación de la condición del pavimento. Se concluye que la técnica basada en VANT es efectiva para detectar y cuantificar deterioros en la superficie de carreteras, proporcionando información precisa y detallada sobre su estado.

Cruz y Gutiérrez (2019), en su artículo publicado en la revista *Métodos y Materiales* titulado "Evaluación superficial de vías urbanas empleando vehículo aéreo no tripulado (VANT)", proponen una metodología alternativa para evaluar el estado superficial de pavimentos en vías urbanas. Este enfoque utiliza imágenes

georreferenciadas capturadas mediante un vehículo aéreo no tripulado (VANT), que posteriormente se procesan para generar una ortofoto y un modelo digital 3D de alta resolución. Estos productos permiten una inspección completa y segura de la vía, identificando el tipo, la severidad y la densidad de los deterioros, datos fundamentales para aplicar el Método Pavement Condition Index (PCI). Los resultados obtenidos en una vía de prueba demuestran que el uso del VANT facilita la recolección de datos de manera más segura, genera planos con información más detallada y precisa, y reduce el riesgo de accidentes para el personal técnico, en comparación con los métodos tradicionales. Este estudio presenta una innovación en los procedimientos de evaluación periódica de pavimentos, con el objetivo de desarrollar estrategias más eficaces para el mantenimiento y la rehabilitación de vías urbanas.

Simancas (2019), en su artículo *DRONES: Tecnología de alto vuelo*, destaca que los drones se han convertido en una herramienta disruptiva, experimentando un crecimiento significativo tanto en aplicaciones como en la disponibilidad de aeronaves. En el ámbito empresarial, los drones ofrecen capacidades de observación y transporte similares a las de un helicóptero, pero con costos considerablemente menores al no requerir un piloto a bordo, lo que hace viables tareas que antes eran demasiado costosas. En el sector de la construcción, su uso se ha centrado principalmente en la inspección de terrenos y edificios, utilizando

cámaras de alta resolución, sensores y sistemas de geolocalización para detectar problemas o defectos estructurales. Sin embargo, su aplicación sigue expandiéndose hacia otras ramas de la ingeniería, como la evaluación de carreteras y puentes. A medida que se amplían las posibilidades comerciales y privadas, y la tecnología continúa innovando, las regulaciones sobre su uso jugarán un papel crucial en determinar la velocidad de desarrollo de nuevas aplicaciones.

Hack, Adey y Wozniak (2018), en su artículo titulado *"Uso de la fotogrametría de vehículos aéreos no tripulados para obtener información topográfica para mejorar la evaluación del riesgo del puente"*, señalan que tanto el nivel de servicio requerido por la infraestructura de transporte como su capacidad cambian con el tiempo. En este contexto, presentan los resultados de una investigación sobre el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) junto con tecnología fotogramétrica moderna para recopilar información topográfica aplicada a la evaluación de riesgos en puentes. En el estudio, se empleó un VANT para capturar imágenes georreferenciadas de un puente de hormigón de un solo tramo. Con estas imágenes y la tecnología fotogramétrica, se generó un modelo tridimensional (3D) del terreno, el cual permitió analizar los riesgos asociados al puente. Además, este modelo fue transformado en una malla computacional, apta para realizar simulaciones de dinámica de fluidos computacional (CFD) durante el proceso de evaluación de riesgos.

Chunsun y Ahmed (2012), en su artículo "*An Unmanned Aerial Vehicle Based Imaging System for 3D Measurement of Unpaved Road Surface Distresses*", presentan un sistema innovador basado en imágenes digitales capturadas mediante vehículos aéreos no tripulados (UAV). Este sistema está diseñado para recopilar de manera eficiente datos sobre las condiciones de las superficies de caminos rurales. A diferencia de otros métodos, la evaluación aérea utiliza imágenes capturadas desde una plataforma no tripulada para generar un modelo tridimensional (3D) de la superficie de los caminos, facilitando la medición de áreas con daños. Los resultados experimentales demuestran que el sistema es altamente prometedor, ofreciendo gran precisión y resultados confiables, lo que lo convierte en una herramienta aplicable en el ámbito de la construcción vial.

b) Tesis de grado

Angarita Arias y Sánchez Archila (2017), en su trabajo de grado titulado "*Comparación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) a partir de información obtenida por métodos fotogramétricos*", llevaron a cabo una investigación sobre la precisión y viabilidad del uso de la fotogrametría con vehículos aéreos no tripulados (UAV) para calcular el IRI en pavimentos. Su estudio comparó esta técnica con métodos tradicionales, como la nivelación topográfica y el escaneo láser, concluyendo que los resultados obtenidos mediante fotogrametría presentan diferencias dentro de límites aceptables respecto a los métodos convencionales. Los

hallazgos destacan la fotogrametría como una metodología prometedora para la evaluación de la rugosidad en pavimentos, al combinar precisión, eficiencia y un enfoque innovador en la recolección de datos.

Martínez P., Lizbeth M., y Narváez T., Santiago D. (2024), en una investigación realizada en la Universidad Nacional de Chimborazo titulada *"Potencial del uso de equipos VANT convencionales para identificar el ciclo de vida útil de vías mediante el método IRI"*, evaluaron la capacidad de los vehículos aéreos no tripulados (VANT) convencionales para determinar la etapa actual del ciclo de vida de los pavimentos utilizando el Índice de Regularidad Internacional (IRI). La metodología incluyó la captura de imágenes aéreas a distintas alturas, las cuales fueron procesadas para generar modelos tridimensionales y ortomosaicos, permitiendo obtener perfiles longitudinales del pavimento.

Para validar los datos obtenidos, se empleó el equipo Merlín, reconocido por su alta precisión en la medición del IRI. Los resultados indicaron que el uso de VANT es una alternativa viable y precisa, logrando un ajuste del 84% en comparación con los métodos tradicionales. Se concluyó que los VANT ofrecen una solución eficiente y económica para la gestión y mantenimiento de pavimentos, destacando la importancia de optimizar la resolución de las imágenes para mejorar la precisión en la determinación del IRI.

Curasi Trujillano (2024), en su tesis titulada *"Determinación de la*

transitabilidad vehicular mediante el uso de vehículos no tripulados y teléfonos inteligentes en la carretera PE-1S, tramo: Emp. TA-644 a Emp. TA-645, Tacna - 2022", exploró el uso de tecnologías modernas para evaluar la transitabilidad vehicular. El estudio implementó metodologías innovadoras basadas en drones y aplicaciones móviles para medir el Índice de Regularidad Internacional (IRI) y el Índice de Condición del Pavimento (PCI). La investigación se llevó a cabo en un tramo de 11.6 km de la carretera PE-1S, obteniendo resultados que demostraron la precisión y fiabilidad de estas tecnologías, además de evidenciar una reducción significativa en los tiempos y costos en comparación con los métodos tradicionales. El autor concluyó que estas metodologías representan una alternativa viable y eficiente para la evaluación y gestión del mantenimiento vial, especialmente en tramos extensos y con alta densidad de tráfico vehicular.

Macedo y Cárdenas (2023), en su investigación, plantean una metodología para gestionar el mantenimiento vial urbano en la ciudad de Tacna. El estudio se enfoca en identificar deficiencias en el pavimento y determinar el tipo de mantenimiento adecuado conforme a la Normativa CE.010 de Pavimentos Urbanos. Los principales indicadores utilizados son los valores de PCI e IRI, que permiten definir la intervención requerida para el pavimento. Los autores concluyen que una metodología eficiente para el mantenimiento vial debería seguir los siguientes pasos: aprobación de un plan de mantenimiento anual, publicación mensual de

avances, implementación de un sistema de gestión de reclamos, y la ejecución de las actividades de mantenimiento en función de su magnitud e importancia.

Cruz y Gutiérrez (2019), desarrollaron una metodología innovadora para evaluar el estado superficial de los pavimentos en zonas urbanas. Su enfoque se basa en el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) para capturar imágenes georreferenciadas, que luego se procesan para generar ortofotos y modelos digitales 3D de alta resolución. Estas herramientas permiten realizar una inspección integral y segura de las vías, identificando el tipo, la severidad y la densidad de los deterioros presentes. Estos datos se utilizan como insumos para aplicar el Método Pavement Condition Index (PCI). Los resultados obtenidos en una vía de prueba demostraron que el uso de VANT permite recolectar datos de manera más segura, generar planos detallados y confiables, y minimizar los riesgos de accidentes para el personal técnico en comparación con los métodos tradicionales. En conclusión, esta metodología representa una alternativa eficaz y vanguardista para realizar evaluaciones periódicas de pavimentos, facilitando el diseño de estrategias óptimas de mantenimiento y rehabilitación para las vías urbanas.

Lapa y Mendoza (2020), en su investigación, se propusieron como objetivo principal desarrollar una plataforma para la sistematización de información sobre pavimentos, empleando herramientas geomáticas con el fin de optimizar la conservación y mejora de la red vial vecinal. Además, buscaron determinar el Índice

de Condición de Pavimento (PCI) tanto en carreteras pavimentadas como no pavimentadas, identificar el tipo de mantenimiento requerido según el estado de los pavimentos, y formular un Plan de Conservación Vial.

Los resultados del estudio permitieron crear una plataforma basada en la recopilación de fotografías georreferenciadas y el análisis de defectos en los pavimentos. Esta herramienta no solo facilita la gestión y toma de decisiones en cuanto a la conservación y mantenimiento de la red vial, sino que también contribuye significativamente a la mejora de la calidad y durabilidad de las vías.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Implementación del sistema de información geográfica

2.2.1.1 Definición SIG

Según Gutiérrez y Gould (2000):

Los SIG representan una tecnología innovadora que forma parte del amplio ámbito de los Sistemas de Información, surgieron como respuesta a la necesidad de acceder a información de manera más rápida para responder preguntas y resolver problemas de forma inmediata. (p.52)

Los SIG permiten la gestión y el análisis de información espacial, lo que los convierte en una herramienta de gran utilidad para geógrafos, geólogos y profesionales de disciplinas como la ingeniería civil y la ingeniería de minas, estos sistemas son considerados herramientas versátiles de propósitos múltiples que

pueden aplicarse en diversas áreas, como la planificación urbana, la gestión catastral, la organización del territorio, la conservación del medio ambiente, la planificación del transporte, el mantenimiento y la administración de instalaciones públicas, el estudio de mercados y otros ámbitos vinculados a la evaluación de una región o área geográfica.

2.2.1.2 Sistema de coordenadas

En el trabajo de investigación de Cardoza (2017), menciona que “La característica principal de la información georreferenciada radica en su capacidad de ubicarse en el espacio, especialmente en el espacio terrestre” (p. 26). Para alcanzar esta ubicación precisa, es necesario utilizar coordenadas que definan su lugar de manera correcta. Esto implica la creación de un sistema de referencia que facilite la representación de estas coordenadas de forma precisa y coherente. Utilizando un modelo preciso para describir la geometría de la Tierra, podemos establecer un sistema de codificación para cada posición en su superficie y asignarles las correspondientes coordenadas, dado que consideramos una superficie de referencia elipsoidal para la Tierra, es razonable emplear los principios de la geometría esférica y utilizarlos como base para establecer el sistema de referencia.

A partir de estos conceptos se derivan la latitud y la longitud, que se emplean para establecer las coordenadas geográficas de un punto. Sin embargo, en ciertas situaciones, la geometría plana resulta más intuitiva y práctica, lo que lleva al desarrollo de las proyecciones cartográficas. Estas proyecciones buscan

representar los elementos de la superficie elipsoidal en una superficie plana y se utilizan en la creación de mapas. Cuando se utiliza una proyección cartográfica, las coordenadas resultantes se transforman en coordenadas cartesianas.

2.2.1.3 Captura y preparación de información

Según Feijó y Valdiviezo (2006), menciona que la obtención de datos para la investigación, ya sean datos gráficos y alfanuméricos, serán procedentes de mapas, mediante la observación del terreno en investigación y a través de imágenes procesadas obtenidas por medio de satélites y fotografías aéreas en datos digitales compatibles.

Además, es fundamental llevar a cabo un análisis exhaustivo y una definición detallada de las funciones y requisitos del SIG. También es importante identificar a los usuarios previstos, comprender sus necesidades y evaluar su nivel de familiaridad con el sistema. Durante esta etapa, se establecen con precisión varios procesos que deben ser claramente delineados y definidos:

- a) Recopilación: Identificando novedosas fuentes de información, que cumplan las necesidades y requerimientos de nuestro estudio, lo que conlleva al mismo tiempo un análisis de calidad de nuestra información para que pueda ser considerada y constituir el SIG.

b) Transformación: Una vez que se haya identificado la información en función de su formato, es necesario realizar un proceso de transformación. Esta transformación puede llevarse a cabo a través de diversos mecanismos:

- De formato digital a un formato analógico, implica tomar la información que se encuentra en papel y utilizar herramientas como una mesa digitalizadora o digitalización en pantalla.
- De formato digital o formato digital, implica adaptar la información que se encuentra en un formato diferente al del SIG al cual se desea integrar la información.

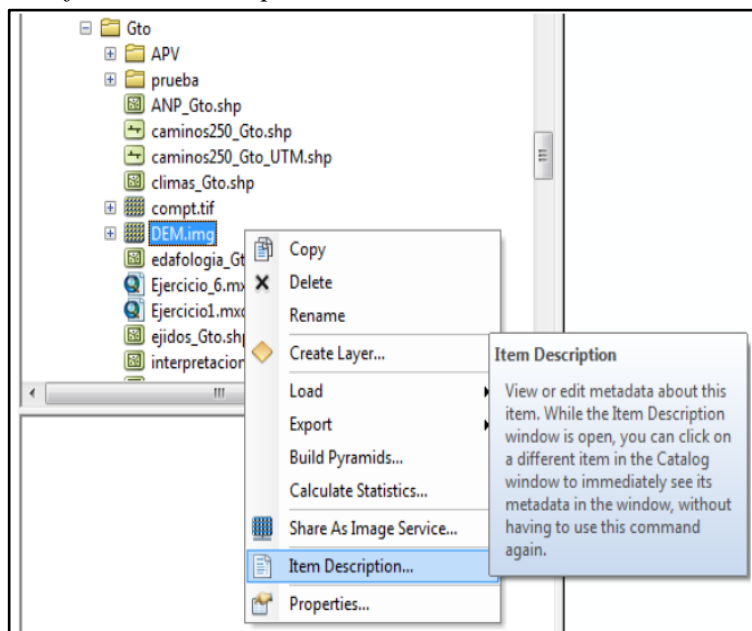
Homologación, requiere que la información que se va a integrar mantenga el mismo nivel de detalle de acuerdo con la escala del SIG actual. Además, debe estar en el mismo sistema de referencia espacial para asegurar la coherencia y compatibilidad de los datos.

2.2.1.4 Administración de información

Según Pérez y Ortega (2013), muestra en su Manual, en base a un ejemplo aplicativo, el procedimiento para poder organizar los datos geográficos para nuestra investigación en un SIG llamado ArcGIS, iniciando la conexión de datos al ArcCatalog.

Figura 2

Interfaz de la descripción de un archivo



Nota: La figura muestra el interfaz para conocer la descripción de un archivo.

Fuente: Manual ArcGIS Básico 10 (2013).

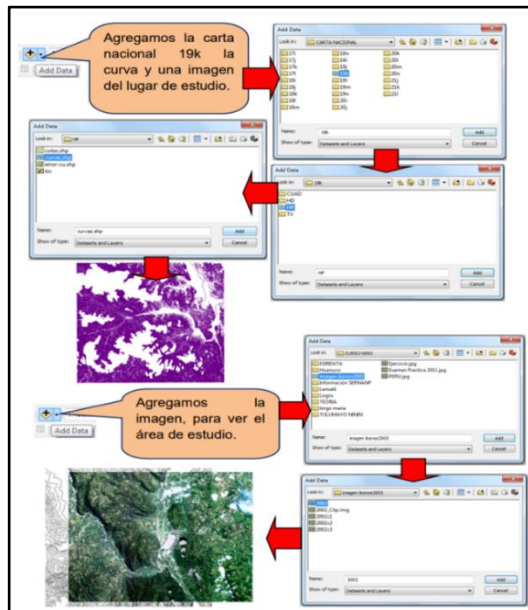
2.2.1.5 Manipulación y análisis de información

Según Puerta et al. (2011), en su manual de uso del ArcGIS BASICO 10, expresa los distintos procedimientos que se deben utilizar o aplicar para analizar la información en el Software ArcGIS.

Aplicando el interfaz interno del ArcGIS, en su Capítulo IX Análisis espacial en ArcGIS 10, nos muestra los siguientes análisis que podemos realizar con las imágenes tomadas de muestra.

Figura 3

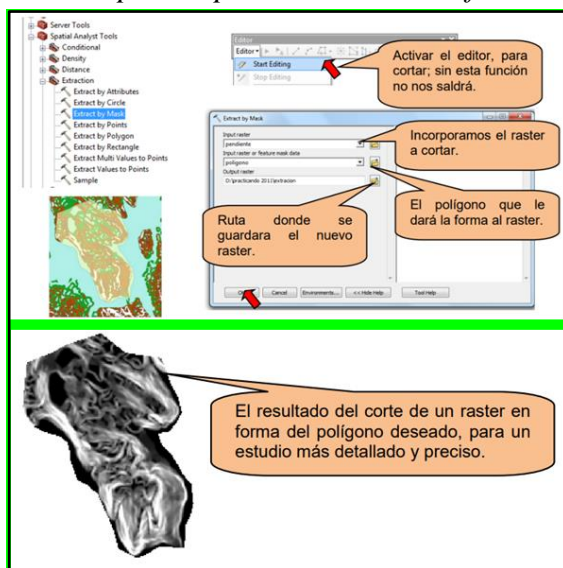
Pasos para agregar datos geográficos que permitan mejor visualización de imagen



Nota: La figura muestra el interfaz para agregar datos geográficos.
Fuente: Manual ArcGIS Básico 10 (2013).

Figura 4

Proceso para exportar un raster en forma de polígono



Nota: La figura muestra el interfaz para exportar un raster en forma de polígono.
Fuente: Manual ArcGIS Básico 10 (2013).

2.2.1.6 Presentación de la información

Según Brewer (2015) señala que para asegurar que la información geográfica analizada se presente de una manera efectiva, legible y comprensible para los usuarios, futuros profesionales interesados en el tema y población en general, se debe considerar lo siguiente:

- a) Seleccionar una paleta de colores apropiada es de suma importancia para una presentación efectiva de los datos geográficos en el mapa. Es recomendable utilizar combinaciones de colores distintivas y armoniosas que transmitan la información de manera clara y legible.
- b) Resalta la importancia de emplear símbolos e iconos que sean fácilmente reconocibles y comprensibles para los usuarios del mapa. Esto implica utilizar símbolos estandarizados y asegurarse de que representen de manera precisa los datos geográficos, brindando así una simbología clara y coherente.
- c) Establecer una jerarquía visual adecuada en la presentación de la información geográfica es fundamental, sugiriendo utilizar tamaños y estilos de fuente distintivos para resaltar elementos clave, como títulos, etiquetas y leyendas. Esto permitirá a los usuarios comprender rápidamente la importancia relativa de los elementos representados en el mapa.
- d) Igualmente, es aconsejable ofrecer una leyenda que sea precisa y fácil de entender, explicando el significado de los símbolos empleados en el mapa.

Esto simplificará la interpretación de los datos por parte de los usuarios y les brindará una comprensión adecuada del contexto y la información representada en el mapa.

2.2.1.7 Ventajas del SIG en la Ingeniería Civil

Según BiBlus (2022), hace mención de distintas características que hacen ventajoso el uso y aplicación de los SIG en la Ingeniería Civil, como, por ejemplo:

- a) Mejora de toma de decisiones: La presencia de información específica y detallada simplifica y fundamenta el proceso de toma de decisiones. Esto conduce a decisiones más precisas y respaldadas por una base de datos sólida, lo que facilita una toma de decisiones informada.
- b) Optimización de recursos: El resultado directo de una planificación, análisis y comunicación efectivos es la reducción de gastos y el incremento de la eficiencia. Esto se traduce en una mayor eficiencia y optimización de recursos gracias a una planificación y análisis exhaustivos.
- c) Mejor comunicación: El principal propósito de estructurar la información de manera que sea fácil de visualizar es garantizar la comprensión de todo el proceso, al mismo tiempo que simplifica la comunicación y la colaboración entre los diferentes profesionales involucrados; como técnicos, contratistas y la administración pública. Esta práctica permite una mejor comprensión y colaboración, promoviendo así un intercambio de información fluido y eficiente.

d) Base de datos accesible: La información de la base de datos es accesible de manera sencilla para todos los usuarios autorizados, permitiéndoles acceder a ella desde cualquier ubicación y en cualquier momento. Esto garantiza la disponibilidad de la información de forma remota y en tiempo real para los usuarios autorizados, sin limitaciones geográficas ni restricciones temporales.

2.2.1.8 Los SIG y el transporte

Según Gutiérrez y Gould (2000) la implicancia del uso de los SIG en el transporte se involucra más en los siguientes aspectos:

- a) El mantenimiento y la preservación de las infraestructuras de transporte se han vuelto cada vez más comunes, lo que ha llevado a la creación de inventarios detallados de carreteras. Estos inventarios abarcan una amplia gama de datos característicos, que incluyen aspectos como la geometría de las carreteras, la señalización, el estado de conservación del pavimento, el volumen de tráfico, los registros de accidentes, entre otros.
- b) En el ámbito del trazado de infraestructuras lineales, estas herramientas son de gran utilidad. Pueden aplicarse de manera eficaz en el diseño de proyectos como carreteras, ferrocarriles y tendidos eléctricos. Por ejemplo, cuando se utiliza un modelo raster, se aprovecha su capacidad para calcular las rutas más cortas teniendo en cuenta las características de la superficie, lo que facilita la determinación de trazados que minimizan costos

constructivos, gastos de expropiación o impactos ambientales. Además, es factible trabajar con una sola superficie de fricción que considere simultáneamente estos tres criterios mencionados, asignando los pesos correspondientes según las necesidades específicas del proyecto

2.2.2 Drone – Vehículo aéreo no tripulado

Un Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT), también conocido como UAV por sus siglas en inglés (*Unmanned Aerial Vehicle*), es un sistema de vuelo que opera sin la necesidad de un piloto a bordo. Este tipo de aeronave es guiada mediante sensores integrados y un enlace de comunicación, permitiendo su control remoto por un operador en tierra o su operación autónoma según misiones preprogramadas (Benito, 2015).

Los drones, una categoría específica de VANT, son aeronaves controladas de forma remota que, según su finalidad, se clasifican de manera diferente. Cuando se utilizan con fines comerciales o profesionales, se consideran drones propiamente dichos. En cambio, si su uso es exclusivamente deportivo o recreativo, se denominan aeromodelos, y su regulación se ajusta a la normativa correspondiente a esta categoría. Es importante destacar que, como aeronaves, los drones están sujetos a la legislación aeronáutica vigente en Perú y a las normativas internacionales aplicables al sector aeronáutico (UAVDACH, 2024).

Los vehículos aéreos no tripulados (VANT) son aeronaves diseñadas para

operar sin la necesidad de un piloto a bordo. Pueden ser controlados de forma remota desde una estación en tierra o programados previamente para ejecutar vuelos de manera completamente autónoma (Suziedelyte, 2016).

2.2.2.1 Tipo de drones

Los drones pueden clasificarse según diversas características específicas.

- **Drones de ala rotatoria**

Estos dispositivos están equipados con hélices que giran para permitir despegues y aterrizajes verticales, así como mantener una posición fija en el aire. Destacan por su capacidad de vuelo estacionario y su movilidad en los tres ejes (horizontal, vertical y lateral). Además, son altamente versátiles, ya que pueden incorporar una amplia variedad de sensores según las necesidades. Sin embargo, su autonomía de vuelo generalmente no supera los 40 minutos (Bart, 2016).

Figura 5

Drone de ala rotatoria



Nota: La figura se muestra un Drone de ala multirotor. Fuente: Tomado de Bart (2016).

Tabla 1

Ventajas y desventajas de VANT de ala rotatoria

Ventaja	Desventaja
<ul style="list-style-type: none">• Habilidad para permanecer en vuelo estacionario y moverse a lo largo de tres ejes, lo que les otorga total libertad de maniobra. Ofrecen una gran versatilidad y eficiencia en las operaciones, gracias a su facilidad de pilotaje y la rapidez con la que se pueden montar.• Permiten la instalación de diversos tipos de sensores, como cámaras RGB, multiespectrales y termográficas, lo que posibilita la realización de una amplia variedad de trabajos.	<ul style="list-style-type: none">• Menor autonomía, duración de la batería 40 minutos de vuelo.

Nota. Datos tomados de Cruz (2018)

- **Tipo Ala Fija**

Tienen características muy parecidas a las de los aviones y planeadores. Son perfectos para realizar mapas de extensas áreas del terreno, con una duración de vuelo que puede alcanzar hasta 2 horas, y requieren un espacio despejado para despegar y aterrizar. (Bart, 2016)

Figura 6

Drone de ala fija



Nota: La figura muestra un drone de ala fija. Fuente: Bart (2016).

Tabla 2

Ventajas y desventajas de VANT de ala fija

Ventaja	Desventaja
<ul style="list-style-type: none">• Ofrecen una mayor autonomía y la posibilidad de alcanzar velocidades superiores en comparación con otros tipos de aeronaves, lo que las hace ideales para la captura de amplias extensiones de terreno.	<ul style="list-style-type: none">• Sin embargo, no pueden realizar vuelo estacionario, ya que carecen de la capacidad para mantenerse en el aire, lo que limita su desplazamiento a una sola dirección. Esto implica que necesitan un área amplia y libre de obstáculos para despegar y aterrizar.

Nota. Datos tomados de Cruz (2018).

Basándose en las investigaciones presentadas en el marco teórico, se puede confirmar que el uso del Drone Phantom 4 Pro V2.0 es adecuado y se recomienda como la herramienta más eficaz para la recolección de datos.

Figura 7

Drone Phantom 4 Pro V2.0 y Ipad 5 mini



Nota: La figura muestra un Drone Phantom 4 Pro. Fuente: Cubas (2021).

Tabla 3

Características del Drone Phantom 4 Pro v2.0

Descripción	Características
• Cámara	Sensor CMOS de 1" y resolución de 20
• Sistema de transmisión	MP OcuSync 2.0 HD
• Tiempo de vuelo	30 minutos
• Peso de despegue	1375 g
• Velocidad máxima de ascenso	6 m/s
• Velocidad máxima	72 km/h
• Ángulo máximo de inclinación	42°

Nota. Datos obtenidos de Cubas (2021).

2.2.2.2 Aplicaciones VANT en la infraestructura vial

El uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) en proyectos de infraestructura vial abarca una amplia gama de aplicaciones que pueden llevarse a cabo en todas las fases del proyecto. Una de las aplicaciones más significativas es la creación de modelos digitales de superficie y curvas de nivel para estudios topográficos. Además, los VANT son herramientas altamente efectivas para la inspección de estructuras, incluyendo puentes, muros de contención, taludes, sistemas de drenaje y pavimentos.

En el área de pavimentos, diversas investigaciones han analizado el uso de VANT como herramienta para identificar y evaluar el deterioro, utilizando diferentes tipos de sensores. La Tabla 8 ofrece un resumen bibliográfico sobre este tema.

Tabla 4*Usos de los VANT en la inspección de pavimentos*

Referencia	Tipo de sensor	Resumen
Zhu et al. (2021)	RGB	Se emplean tres algoritmos avanzados de detección de objetos, Faster R-CNN, YOLOv3 y YOLOv4, para entrenar un conjunto de datos orientado a la identificación de deterioros en el pavimento.
Saad y Tahar (2019)	RGB	El sistema ofrece una medición precisa y detallada de los deterioros utilizando imágenes capturadas por VANT, lo que optimiza la eficiencia en el monitoreo de las condiciones de la carretera.
Al Qurishee (2019)	RGB	Se plantea una solución en tiempo real y económica para evaluar el estado del pavimento, utilizando aprendizaje automático y redes neuronales, lo que permite una gestión más eficiente y rentable.
Li et al. (2019)	LIDAR	Este estudio analiza la factibilidad de detectar el deterioro del pavimento utilizando un VANT operando a baja altitud equipado con un sensor LIDAR
Tan y Li (2019)	RGB	Las imágenes capturadas por el VANT se emplean para reconstruir modelos tridimensionales (3D) de las carreteras, a partir de los cuales se detectan automáticamente los deterioros en el pavimento mediante el algoritmo desarrollado
Zhang et al. (2019)	RGB	Se evalúan algoritmos para reconocer distintos tipos de grietas, como las longitudinales, transversales y de tipo piel de lagarto, a partir de imágenes capturadas por el VANT.
Leonardi et al. (2018)	RGB	Se realiza una evaluación del desempeño de un sistema VANT en la obtención rápida y autónoma de datos tridimensionales (3D) destinados a la identificación de deterioros en el pavimento
Inzerillo et al. (2018)	RGB	El propósito de este documento es validar el empleo de tecnologías innovadoras y económicas para el análisis de pavimentos, evaluando su capacidad para optimizar la automatización y la precisión en la detección de deterioros

Pan et al. (2018)	MULTIESPECTRAL	Se utilizan imágenes multiespectrales capturadas por VANT para diferenciar entre pavimento en buen estado y áreas con deterioro. Para ello, se aplican algoritmos de aprendizaje automático, como redes neuronales artificiales.
Wu et al. (2018)	RGB/INFRARROJO	Se plantea un método para la evaluación de pavimentos y puentes mediante el empleo de imágenes de alta resolución y sensores infrarrojos capturados por un VANT, complementado con la aplicación de redes neuronales
Ersoz et al. (2017)	RGB	Se realiza la identificación de grietas en pavimentos rígidos mediante el análisis de imágenes capturadas por VANT, procesadas con técnicas de aprendizaje automático, con el propósito de monitorear las condiciones del pavimento
Pan et al. (2017)	RGB	Se utilizan imágenes digitales del pavimento capturadas por VANT junto con algoritmos como KNN, SVM, ANN y RF para diferenciar entre pavimentos en buen estado y aquellos con grietas o baches
Joo (2017)	RGB	Se plantea un método para identificar la superficie del pavimento mediante la configuración de regiones de interés (ROI) y la aplicación del método de detección de bordes Canny, utilizando imágenes capturadas por un VANT

Nota. Datos obtenidos de Cubas (2021).

2.2.2.3 Regulación y normativa sobre el uso de los VANT

En Perú, la regulación del uso de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT), comúnmente conocidos como drones, está a cargo de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La DGAC establece normativas para asegurar la seguridad aérea, el control del espacio aéreo y el uso adecuado de estos dispositivos. Una de las

regulaciones más importantes es el Reglamento de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAD), que define los requisitos operativos para el uso de drones, incluyendo la obligación de obtener una autorización para vuelos comerciales y cumplir con restricciones específicas relacionadas con altitudes, áreas de vuelo y horarios. Esta normativa garantiza que los VANT operen de manera segura, reduciendo los riesgos para la aviación convencional y otras actividades (MTC, 2018).

Además, Perú ha establecido una regulación que exige la inscripción y certificación de los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) utilizados con fines comerciales o profesionales. Los operadores deben registrar sus aeronaves ante la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) y seguir procedimientos de seguridad que incluyen la capacitación adecuada del piloto y el cumplimiento de estándares técnicos para la operación del dron. Asimismo, es obligatorio contar con un seguro de responsabilidad civil que cubra posibles daños a terceros. Estas normativas se actualizan constantemente para adaptarse al rápido avance tecnológico y a los nuevos desafíos en materia de seguridad aérea.

En lo que respecta a las restricciones geográficas, la normativa peruana define zonas prohibidas para el vuelo de drones, como áreas cercanas a aeropuertos, instalaciones militares y lugares con alta concentración de personas. También está prohibido operar VANT durante la noche o en condiciones meteorológicas adversas que puedan comprometer la seguridad. Estas restricciones tienen como objetivo prevenir accidentes y mantener el orden público, asegurando un uso responsable de

los VANT. El cumplimiento de estas regulaciones es fundamental para su operatividad en diversas aplicaciones, como la inspección de pavimentos, la cartografía aérea y otras actividades industriales en el país.

2.2.3 Metodología del Índice de Condición - PCI

El Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) es el enfoque más exhaustivo para evaluar y clasificar la condición funcional de pavimentos flexibles o rígidos a través de una inspección visual, lo que significa que no se necesitan herramientas especializadas.

La escala numérica del PCI oscila entre 0, que indica pavimentos en muy mal estado, y 100, que representa pavimentos en condiciones excelentes. (Vásquez, 2002)

Tabla 5

Calificación del estado del pavimento

Valor	Calificación
100 – 85	Excelente
85 -70	Muy bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy malo
10 - 0	Fallado

Nota. Datos tomados ASTM D6433-03 (2018).

La metodología PCI, conforme a la norma ASTM D6433-03, para carreteras con pavimento flexible, incluye en su enfoque 19 tipos de fallas, las cuales se detallan en la Tabla 2

Tabla 6

Tipos de fallas presentes en pavimento flexible

N°	Falla	Unidad
1	Piel de cocodrilo	M ²
2	Exudación	M ²
3	Agrietamiento en bloque	M ²
4	Abultamiento y hundimientos	M
5	Corrugación	M ²
6	Depresión	M ²
7	Grieta de borde	M
8	Grieta de reflexión de junta	M
9	Desnivel carril/berma	M
10	Grietas longitudinales y transversales	M
11	Parchado y acometida de servicios públicos	M ²
12	Pulimiento de agregado	M ²
13	Huecos	Unid
14	Cruce de vía férrea	M ²
15	Ahuellamiento	M ²
16	Desplazamiento	M ²
17	Grietas parabólicas o por deslizamiento	M ²
18	Hinchamiento	M ²
19	Desprendimiento de agregados	M ²

Nota. Datos tomados ASTMD6433-03 (2018).

El cálculo del PCI se basa en los resultados de un inventario visual que evalúa la condición del pavimento, en el que se determina la CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada tipo de daño. Este índice fue diseñado para proporcionar una medida de la integridad estructural del pavimento y de la condición operativa de su superficie. Además, se considera la información sobre los daños y su relación con las cargas aplicadas y las condiciones climáticas (Vásquez, 2002).

2.2.3.1 Severidad

La severidad indica la gravedad del deterioro en función de su evolución; cuanto más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas correctivas. Por lo tanto, es fundamental evaluar la calidad del viaje, es decir, la percepción del usuario al transitar en un vehículo a una velocidad normal. A continuación, se presenta una guía general para determinar el grado de severidad de la calidad del tránsito:

BAJO (L): Las vibraciones o saltos en el vehículo son perceptibles, pero no es necesario reducir la velocidad por razones de seguridad y confort. Los bultos y hundimientos individuales generan un ligero rebote, pero no causan incomodidad.

MEDIO (M): Se experimentan vibraciones o saltos significativos que requieren una reducción de la velocidad por motivos de seguridad y confort. Los saltos individuales o continuos provocan molestias.

ALTO (H): Se producen vibraciones excesivas que obligan a reducir considerablemente la velocidad por razones de comodidad y seguridad. Los saltos individuales generan gran incomodidad y pueden representar un peligro o causar daños severos al vehículo.

2.2.3.2 Determinación de unidades de muestra

Para obtener un valor estadísticamente significativo, se calcula el número mínimo de unidades de muestra "n" que deben inspeccionarse en una sección

2.2.3.3 Determinación del PCI por unidad de muestra

El valor máximo corregido deducido (VDC) nos permitirá calcular el PCI utilizando la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV}$$

Dónde:

Máx. CDV = Máximo valor deducido corregido

PCI = Índice de condición de pavimento (%).

2.2.3.4 Calificación y tipo de intervención de acuerdo al PCI

Se presenta un resumen de las acciones a considerar según el valor del PCI calculado para cada vía. También se observa el estado del pavimento relacionado con dicho valor.

Tabla 7

Intervención de acuerdo al PCI

PCI	ESTADO	INTERVENCIÓN
0 – 30	MALO	RECONSTRUCCIÓN
31 – 70	REGULAR	REHABILITACIÓN
71 -100	BUENO	MANTENIMIENTO

Nota. Datos tomados de Shahin (2005).

2.2.4 Rehabilitación del pavimento

2.2.4.1 Rehabilitación

Garcés (2017) explica que la rehabilitación de pavimentos comprende la realización de tareas destinadas a mantener el pavimento en su condición original, restaurando sus características originales y asegurando que tenga una estructura apropiada que pueda resistir el tráfico de vehículos.

Por otro lado, según Céspedes y Remar (2022), la rehabilitación es un conjunto de actividades esenciales cuyo propósito es restablecer las condiciones originales de la infraestructura vial y restaurar los niveles de servicio en cuanto a seguridad y comodidad para los usuarios. Estas labores se ejecutan como una respuesta a la detección de deficiencias y problemas en la superficie del pavimento, y se abordan mediante la eliminación parcial o total de la estructura existente. Importante destacar que, a diferencia del mejoramiento, la rehabilitación no busca elevar los estándares de la infraestructura vial, sino más bien fortalecer la capa de rodadura para resistir las cargas de tráfico proyectadas en el futuro.

En términos de enfoque, la rehabilitación puede ser superficial o estructural. La rehabilitación superficial se centra en resolver problemas en la capa superior del pavimento, mientras que la rehabilitación estructural implica una reconstrucción total de la estructura vial, combinando aspectos de rehabilitación y mejora de la vía (Céspedes y Remar, 2022).

2.2.4.2 *Mantenimiento*

Según el Manual de Carreteras sobre Mantenimiento o Conservación Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) de 2018, la conservación vial implica una serie continua de actividades que abarcan tanto la construcción como el mantenimiento regular de carreteras y vías. Su objetivo principal es garantizar la seguridad de las vías y prevenir cualquier deterioro que pueda afectar su funcionamiento, lo que incluye no solo las calzadas, sino también elementos como puentes, túneles, señales de tráfico, sistemas de drenaje y estructuras de contención, así como la limpieza de las carreteras. Esta práctica, conocida como conservación rutinaria, se centra en prevenir y, cuando sea necesario, corregir cualquier tipo de desgaste que pueda comprometer la seguridad o interrumpir el tráfico vehicular. Su propósito fundamental es reducir el riesgo de accidentes y mantener la integridad de la infraestructura vial. Para lograr esto, es esencial llevar a cabo diversas actividades de manera regular y periódica para asegurar que las vías se mantengan en condiciones óptimas para un uso seguro por parte de los usuarios (MTC, 2018).

De acuerdo con la clasificación propuesta por Garcés (2017), los trabajos relacionados con el mantenimiento de carreteras pueden ser organizados considerando dos aspectos clave: la magnitud de las actividades necesarias y la frecuencia con la que se realizan.

En relación a la extensión de las labores, estas se dividen en mantenimiento preventivo y correctivo. El mantenimiento preventivo se centra en llevar a cabo medidas anticipadas con el propósito de prevenir el surgimiento de posibles daños y mantener la infraestructura vial en condiciones óptimas. En contraste, el mantenimiento correctivo se dedica a abordar y solucionar los daños que ya han ocurrido en la vía.

Respecto a la periodicidad de las acciones, estas pueden ser de tipo rutinario o periódico. Las labores rutinarias se desarrollan de manera constante y regular, a menudo en intervalos cortos, con el propósito de preservar el buen estado y la seguridad de la infraestructura vial de forma continua. En contraposición, las actividades periódicas se ejecutan en intervalos más amplios y se centran en tareas particulares que demandan una atención más minuciosa.

a) Conservación Rutinaria

De acuerdo con el Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial del MTC (2018), la conservación constante implica llevar a cabo una serie de medidas fundamentales para asegurar la seguridad vial y suministrar a los usuarios detalles sobre las condiciones requeridas para una circulación segura en carreteras en estado óptimo. Siguiendo esta línea, Jugo (2005) indica que el mantenimiento o conservación regular debe abarcar las siguientes actividades: mantener y limpiar las

instalaciones de drenaje, supervisar la vegetación en las cercanías de la vía y abordar cualquier defecto en la superficie.

b) Conservación Periódica

Según el Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial del MTC (2018), la conservación periódica comprende un conjunto de actividades planificadas que se ejecutan en intervalos regulares, generalmente anuales, con el objetivo de prevenir la aparición de problemas importantes, preservar las características superficiales de la carretera, conservar su estructura y abordar problemas puntuales de mayor envergadura.

El enfoque principal de la conservación periódica es realizar acciones preventivas para evitar el deterioro progresivo de la carretera. Esto implica la aplicación de medidas que conserven la apariencia y funcionalidad de la vía, así como el mantenimiento de su estructura en términos de resistencia y estabilidad. Además, se busca abordar de manera específica los defectos específicos más significativos que pueden tener un impacto negativo en la circulación vehicular y la seguridad de los usuarios.

c) Mantenimiento Preventivo

El Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial del MTC (2018) hace referencia a que, con el propósito de preservar el estado físico de las vías, es necesario adoptar una gestión con enfoque preventivo en el mantenimiento vial.

Esto implica un cambio en la forma tradicional de trabajo, donde se prioriza la reparación de daños, hacia un enfoque que busca evitar daños a través de acciones preventivas. En lugar de esperar a que surjan problemas y luego solucionarlos, se mantendrá la importancia de implementar medidas anticipadas para prevenir deterioros y las vías en buen estado. Esto implica la detección y resolución de posibles problemas antes de que se conviertan en fallas graves o causen daños extensos.

El énfasis está en fomentar las acciones preventivas en lugar de las correctivas, es decir, enfocarse en evitar que prevengan problemas en primer lugar. Al adoptar este enfoque, se busca lograr un mantenimiento vial más eficiente y sostenible, que permita preservar las condiciones físicas de las vías de manera proactiva.

d) Mantenimiento Correctivo

Según Jugo (2005), el mantenimiento correctivo implica la ejecución de medidas de protección en el pavimento para abordar pequeñas fallas en la vía tan pronto como surgen. Por otro lado, el mantenimiento preventivo se centra en corregir o reparar fallos que podrían afectar el nivel de servicio óptimo del pavimento o representar un riesgo para los usuarios de la carretera. El autor también indica que, en caso de que el pavimento experimente un deterioro significativo, las actividades de mantenimiento se vuelven más costosas y menos eficientes, lo que dificulta la mejora de la condición global de la infraestructura vial. Por lo tanto, resulta esencial

supervisar tanto la calidad como los costos del mantenimiento, ya que estos indican el deterioro del pavimento y pueden requerir tratamientos más sustanciales.

e) Mantenimiento de Emergencia

El Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial del MTC (2018) establece que las situaciones de emergencia viales son eventos naturales que provocan daños en la infraestructura vial, causando problemas en el flujo del tráfico y la seguridad. En tales situaciones, es fundamental tomar medidas rápidas para restablecer la accesibilidad de la vía. Una vez que se han abordado las emergencias viales y se ha restituido la circulación normal, es fundamental realizar actividades de reparación, reconstrucción y prevención con el objetivo de restaurar el nivel de servicio adecuado del pavimento. El objetivo principal de estas acciones es restaurar las condiciones óptimas de la carretera y asegurar la seguridad y el confort de los usuarios.

2.2.4.3 Pavimento

Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, la estructura del pavimento se construye sobre la capa de subrasante de la carretera y se compone de varias capas, que incluyen la subbase, la base y la capa de rodadura. Estas capas colaboran para resistir y dispersar las cargas producidas por el tráfico vehicular, creando así una superficie de rodadura que sea segura y confortable para quienes utilizan la vía (MTC, 2014).

Hidalgo (2007) caracteriza el pavimento como una estructura de apoyo compuesta por varias capas que están sujetas a fuerzas repetitivas generadas por la carga de los vehículos sobre su superficie. Su principal función radica en transmitir de manera eficaz estas fuerzas de tensión generadas por el tráfico hacia la subrasante y las capas individuales que componen la estructura del pavimento. Esta transmisión asegura que no se sobrepasen los niveles admisibles de tensión y deformación en los cimientos del pavimento durante su vida útil.

a) Estructura del pavimento asfáltico

Olano (2021) hace referencia que el pavimento se encuentra conformado por tres estratos o niveles de agregados granulares: la capa de base, la subbase y la capa de rodadura. Además, se menciona que el sustrato se encuentra en la parte inferior del pavimento, resolviendo la función de proporcionar soporte. Esta estructura se puede visualizar de la siguiente manera:

- **Capa de rodadura:** En la sección de suelos y pavimentos del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, publicado por el MTC del Perú, se describe la capa de rodadura como la porción superior del pavimento. Esta capa puede presentar diversas propiedades, tales como flexibilidad, rigidez o incluso estar compuesta por adoquines. Su función principal radica en resistir directamente las cargas generadas por el tráfico vehicular. (MTC, 2014)

- **Base:** En la sección de suelos y pavimentos del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, publicado por el MTC del Perú, afirma que la base del pavimento está situada debajo de la capa de rodadura y desempeña un papel fundamental en la resistencia, distribución y transmisión de las fuerzas originadas por el tráfico vehicular. Este estrato puede estar conformado por un material granular drenante que exhiba un índice de resistencia (CBR) igual o superior al 80%. Además, es posible construirlo utilizando materiales como el asfalto, la cal o el cemento. (MTC, 2014)

- **SubBase:** En la sección de suelos y pavimentos del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, publicado por el MTC del Perú, define la subbase del pavimento como un nivel específico de material con un espesor de diseño determinado. Este nivel realiza varias funciones, entre ellas, proporciona soporte tanto a la base como a la capa de rodadura del pavimento. Además, actúa como un sistema de drenaje y ayuda a controlar la capilaridad del agua. Es importante destacar que, dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, la inclusión de la subbase puede variar. En algunos casos, este nivel no puede ser considerado. Cuando se incluye, la subbase puede ser construida usando material granular con un índice de resistencia (CBR) igual o superior al 40%. Igualmente, es posible crearla empleando asfalto, cal o cemento. (MTC, 2014)

- **SubRasante:** En la sección de suelos y pavimentos del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, publicado por el MTC del Perú, define la subrasante del pavimento como la superficie definitiva de la vía, situada a nivel de corte y relleno, donde se instala la base del pavimento. Esta subrasante forma parte integral de la carretera y se encuentra ubicada entre el terreno natural nivelado y la estructura del pavimento. La subrasante se compone de suelos adecuadamente compactados en capas para crear un cuerpo estable, en óptimas condiciones, capaz de resistir las cargas de diseño generadas por el tráfico vehicular sin problemas. (MTC, 2014)

b) Serviciabilidad de pavimentos

Martínez y Noguera (2020) explican que el índice de serviciabilidad de inicio se refiere a la condición inicial de un pavimento justo después de su construcción. La elección de este índice depende de los métodos utilizados en la construcción, ya que esto influye en la calidad del pavimento. La serviciabilidad, por otro lado, se describe como la aptitud del pavimento para cumplir con los requisitos del tráfico vehicular, tanto de automóviles como de camiones, que circulan sobre él. Este concepto se mide en una escala discreta de 0 a 5, en la cual 0 indica que el pavimento es intransitable y 5 representa un pavimento excelente o en buenas condiciones. Además, los autores destacan que la serviciabilidad es una evaluación subjetiva de la calidad del pavimento, pero existe una tendencia hacia la definición de parámetros cuantificables que permiten una valoración más objetiva.

c) Evaluación de Pavimentos

De acuerdo a Cespedes y Remar (2022) los pavimentos tienen como propósito garantizar la seguridad y el confort al usuario durante la conducción, lo que implica que la carretera debe proporcionar un nivel de servicio adecuado a la demanda que recibe. La evaluación del pavimento se lleva a cabo a través de un informe que refleja el estado actual de la superficie de la vía. Esta evaluación es esencial para tomar las medidas necesarias de reparación y mantenimiento, con el fin de extender la vida útil de los pavimentos. Por lo tanto, es de vital importancia realizar una evaluación imparcial y adaptada al entorno en el que se encuentra el pavimento.

2.3 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

1. **Fisuras finas:** Pequeñas fisuras o grietas delgadas, también conocidas como microfisuras, causadas por diversos factores, con un ancho igual o inferior a un milímetro.
2. **Fisura media:** Grietas abiertas que pueden extenderse en varias direcciones sin desprendimiento de material, con un ancho entre 1 mm y 3 mm.
3. **Fisura gruesa (grietas):** Fisuras abiertas que se ramifican y provocan pérdida de material, con un ancho superior a 3 mm, conocidas comúnmente como grietas.

4. **Fresado:** Proceso en frío para eliminar una capa de la superficie del pavimento mediante equipos especializados, utilizado principalmente en mezclas asfálticas.
5. **Plataforma:** Superficie superior de una carretera que incluye componentes como la calzada, los arcenes y las cunetas.
6. **Gestión de conservación vial:** Conjunto de acciones coordinadas para planificar, financiar, implementar y monitorear la conservación de carreteras, garantizando eficiencia, seguridad y comodidad.
7. **Programa de conservación vial:** Documento que detalla las acciones de conservación vial previstas, incluyendo el plan de gestión socioambiental, el estado inicial de las vías y el control de calidad.
8. **Punto crítico:** Segmentos de la carretera con problemas significativos debido a defectos constructivos, condiciones geológicas, hídricas o características geográficas, que no cumplen los estándares establecidos.
9. **Reparación:** Intervención en cualquier componente de la infraestructura vial para corregir o restaurar daños provocados por tráfico, carga vehicular o eventos naturales.
10. **Reparaciones menores:** Acciones específicas de conservación rutinaria para solucionar fallas localizadas en elementos como drenajes, señales o arcenes, sin abordar problemas estructurales.

11. **Conservación rutinaria:** Conjunto de actividades periódicas y de bajo costo destinadas a mantener la funcionalidad y seguridad de una carretera.
12. **Conservación periódica:** Intervenciones programadas que incluyen tratamientos preventivos o correctivos más extensos, como bacheo o recubrimientos superficiales.
13. **Rehabilitación vial:** Proceso para restituir la capacidad funcional y estructural de una carretera deteriorada mediante técnicas de reconstrucción parcial o total.
14. **Bacheo:** Reparación localizada de áreas deterioradas en la calzada mediante la colocación de nuevos materiales asfálticos o de concreto.
15. **Capa de rodadura:** Superficie superior del pavimento diseñada para soportar el tráfico y proporcionar una adecuada interacción neumático-pavimento.
16. **Calzada:** Parte de la plataforma destinada exclusivamente al tránsito de vehículos.
17. **Arcenes:** Áreas laterales de la calzada diseñadas para emergencias, circulación de peatones o ciclistas y como área de seguridad.
18. **Cunetas:** Canales ubicados a los lados de la carretera destinados a recolectar y drenar aguas superficiales.

19. **Índice de Regularidad Internacional (IRI):** Parámetro que mide la rugosidad longitudinal de un pavimento, utilizado para evaluar su comodidad y estado.
20. **Índice de Condición de Pavimento (PCI):** Método estándar que evalúa la calidad del pavimento a partir de la identificación y cuantificación de defectos visibles en la superficie.
21. **Sistema de información Geográfica o SIG:** Es un sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica.
22. **Drone:** Vehículo aéreo no tripulado (UAV) que puede ser controlado de forma remota o autónoma y mantener un vuelo sostenido.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación aplicada se orienta hacia la resolución de problemas concretos y prácticos. En el caso del presente estudio, se enfoca en la recopilación y análisis de datos relacionados con el Índice de Condición (PCI), con el objetivo de determinar el tipo de intervención necesaria en la Av. Internacional. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), este tipo de investigación busca generar conocimientos que puedan aplicarse de forma inmediata para abordar necesidades específicas.

El estudio se enmarca en este enfoque, al analizar las diferencias y similitudes en las mediciones del PCI obtenidas por el DRONE, evaluando su precisión, viabilidad y consistencia. Este análisis proporciona una base sólida para optimizar los procesos de rehabilitación vial mediante el uso de herramientas tecnológicas avanzadas, como los sistemas de información geográfica y los vehículos aéreos no tripulados (drones). (Maldonado, 2015)

3.1.2 Diseño de la investigación

El diseño de investigación de este estudio es no experimental con un enfoque cuantitativo. El diseño no experimental se caracteriza por la observación

de las variables en su estado natural, sin intervención directa ni manipulación de las mismas (Hernández Sampieri et al., 2014). En este caso, la investigación se lleva a cabo en el entorno real de la Av. Internacional, lo que permite observar y analizar el comportamiento del método PCI bajo condiciones reales tomados con el Drone, en lugar de hacerlo visual y manualmente. Este enfoque facilita una evaluación precisa y directa de las herramientas utilizadas para la rehabilitación vial.

3.1.3 Nivel de la investigación

El nivel de esta investigación es descriptivo, ya que se enfoca en detallar las características del Índice de Condición (PCI) en la Avenida Internacional, y las propiedades de los métodos de medición utilizados (drones y SIG), tales como su precisión, tiempo de ejecución y costos. Según Maldonado (2015), la investigación descriptiva tiene como objetivo documentar y caracterizar aspectos específicos, como las condiciones de la carretera, el estado del pavimento o los valores del PCI, sin intentar establecer relaciones causales. Este enfoque es esencial para realizar un diagnóstico inicial y construir una base de datos detallada que sirva tanto para futuros estudios más profundos como para la toma de decisiones informadas en proyectos de infraestructura vial.

3.2 POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO

3.2.1 Población

Toda la extensión del pavimento de las vías arteriales del distrito de Ciudad Nueva.

3.2.2 Muestra

Un tramo específico de la Av. Internacional, comprendido entre los distritos de Alto de la Alianza y el distrito de Ciudad Nueva. La muestra se selecciona por conveniencia y se divide en segmentos de análisis para evaluar el Índice de Condición del Pavimento en una longitud aproximada de 3 KM en varias unidades de muestra.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 Variable dependiente

REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL

- **Definición conceptual:**

La rehabilitación del pavimento consiste en restaurar la estructura y funcionalidad de una vía mediante la corrección de fallas, como grietas y baches, para prolongar su vida útil y garantizar seguridad. El Índice de Condición del Pavimento (PCI) evalúa el estado de la vía y determina la intervención necesaria según las fallas presentes.

- **Definición operacional:**

El PCI se calculará utilizando datos del Sistema de Información Geográfica (SIG) e imágenes georreferenciadas para identificar y evaluar fallas del pavimento. La rehabilitación se medirá a través del cambio en el PCI antes y después de las intervenciones basadas en los resultados del SIG.

Indicadores

- Cantidad de tipos de fallas mediante método PCI
- Clasificación de fallas según severidad por unidades de muestra
- Cálculo del valor ponderado PCI.

3.3.2 Variable independiente

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Definición conceptual:

La implementación del SIG se refiere al proceso de recopilación, análisis y visualización de datos geospaciales mediante herramientas tecnológicas que integran información georreferenciada, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones relacionadas con el análisis y mantenimiento de infraestructuras viales.

- Definición operacional:

Obtención de imágenes georreferenciadas capturadas con drones, para generar mosaicos fotogramétricos y mapas temáticos que identifiquen fallas y zonas críticas en el pavimento.

Indicadores

- Captura y cantidad de imágenes georreferenciadas del estado superficial del pavimento.
- Procesamiento de imágenes en mosaicos y modelos digitales
- Frecuencia y precisión en las imágenes en ortofotos para el cálculo

Tabla 8

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	La implementación del SIG recopila, analiza y visualiza datos geoespaciales para facilitar decisiones en el análisis y mantenimiento vial.	Adquisición de datos georreferenciados	Captura y cantidad de imágenes georreferenciadas del estado superficial del pavimento
		Generación de mapas temáticos	Procesamiento de imágenes en mosaicos y modelos digitales
		Integración de datos SIG	Frecuencia y precisión en las imágenes en ortofotos para el cálculo.
REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL	La rehabilitación del pavimento corrige fallas para prolongar su vida útil, mientras que el PCI evalúa el estado y necesidad de intervención.	Identificación de fallas	Cantidad de tipos de fallas mediante método PCI
		Grado de severidad de las fallas	Clasificación de fallas según severidad por unidades de muestra
		Evaluación del estado del pavimento	Cálculo del valor ponderado PCI Clasificación del estado del pavimento según PCI

Nota. Elaboración propia

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos en esta investigación se fundamenta en el uso de técnicas y herramientas especializadas que permiten obtener información precisa y relevante para analizar el estado del pavimento y su rehabilitación mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG). Las técnicas usadas incluyen inspección visual, captura de imágenes aéreas y levantamiento georreferenciado, las cuales se complementan con instrumentos como drones equipados con cámaras de alta resolución, sistemas GPS para la localización precisa, fichas de inspección técnica, y software especializado para el procesamiento y análisis de datos. Estas herramientas aseguraron la integración de información espacial y técnica, necesaria para evaluar el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y otras variables clave que guían las decisiones para la rehabilitación de la Av. Internacional.

3.4.1 Técnicas

1. Observación directa: Permitió identificar y registrar las condiciones actuales de la vía, como tipo de fallas, desgaste del pavimento y problemas críticos.
2. Levantamiento fotogramétrico y georreferenciado: Utilizó drones o cámaras con capacidad de georreferenciación para capturar imágenes aéreas detalladas de la vía.

3. Medición in situ: Incluye la toma de datos específicos como dimensiones de grietas, profundidad de baches y otros parámetros físicos relevantes del pavimento.
4. Análisis documental: Revisión de documentos técnicos previos, como expedientes viales, mapas topográficos, y registros históricos del mantenimiento de la Av. Internacional.

Evaluación de campo

La evaluación de campo en esta investigación está centrada en recopilar datos georreferenciados de alta precisión mediante el uso de drones y técnicas de levantamiento topográfico. Esta etapa incluye dos fases principales: la planificación del vuelo y la ejecución del vuelo, las cuales se desarrollan de la siguiente manera:

1. Planificación del vuelo:

- Definición del área de estudio, donde se delimitó las coordenadas geográficas del tramo total de la evaluación, donde se identificó las zonas críticas donde requieren mayor detalle.
- Configuración del vuelo, donde se determinó la altura de vuelo, la superposición de imágenes y la ruta del vuelo.
- Preparación de equipos, se debe calibrar los drones y sus sensores, se verifica el estado de las baterías y se configuró la cámara para la captura georreferenciada de buena resolución y adecuada orientación.

2. Ejecución del vuelo:

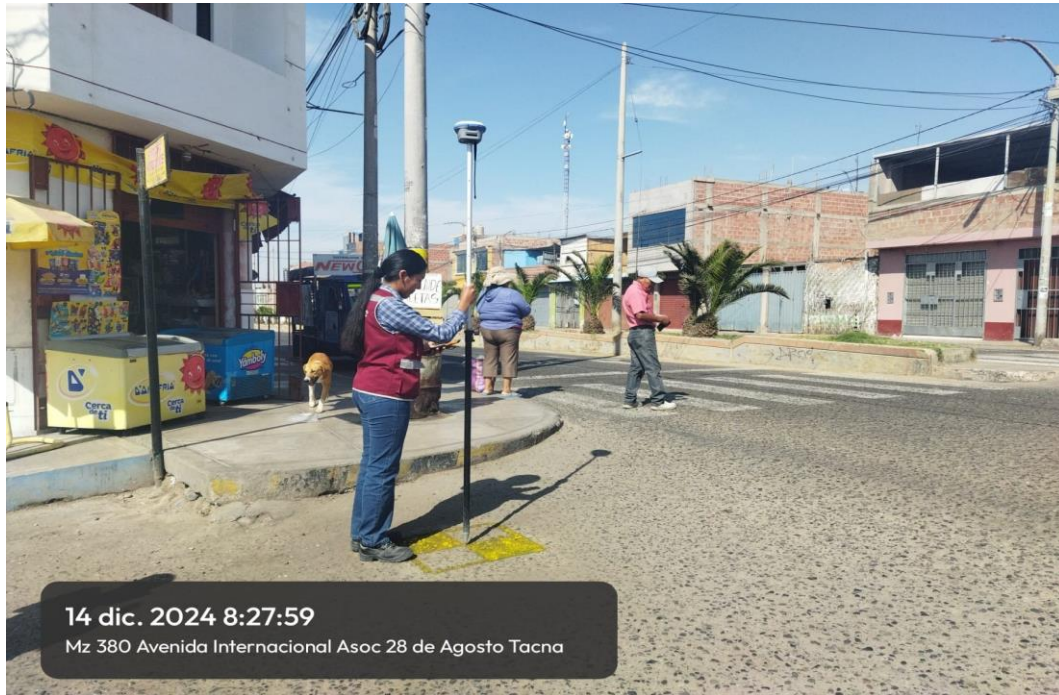
- Inspección previa al vuelo, se ejecutó una revisión final de las condiciones del equipo y la existencia de obstáculos en el área del vuelo.
- Ejecución del vuelo, se ejecuta en la ruta establecida usando un Drone equipado con un GPS de alta precisión y cámara de alta resolución, donde se captura imágenes georreferenciadas en formato RAW o JPEG.
- Finalmente, se descargó los datos capturados y se guarda las imágenes y registros del vuelo que contienen mosaicos fotográficos, informaciones precisas, para luego en función de las capturas de alta calidad, permitieron identificar las fallas en el pavimento.

El equipo de trabajo estuvo conformado por:

- Bach. Gladys Yheny Alvarado Flores
- Bach. Gina Alejandra Atencio Ancocallo
- 01 especialista operador de Drone
- 01 especialista en SIG.

Figura 9

Plantillado y puntos de control



Nota. En la figura se muestra la colocación de las plantillas de control en el pavimento. Fuente: Elaboración propia

Figura 10

Plantillado y puntos de control en el pavimento



Nota. En la figura se muestra la colocación de las plantillas en el pavimento. Fuente: Elaboración propia

Figura 11

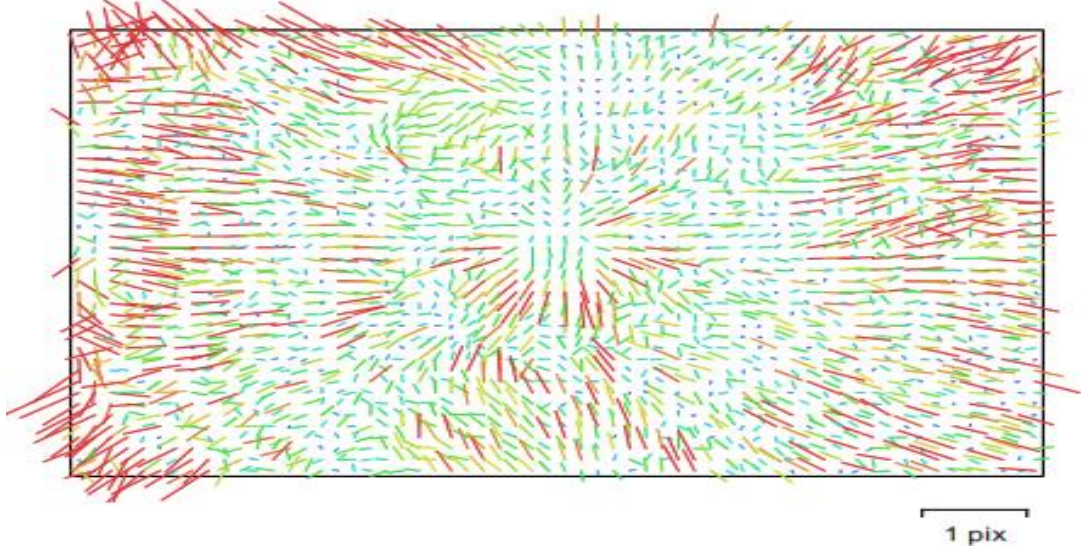
Programación de vuelo y calibración de Drone



Nota. En la figura se muestra forma de calibración y programación del Drone. Fuente: Elaboración propia

Figura 12

Calibración de la cámara del Drone



Nota. En la figura se muestra el gráfico de residuales para 8.8 mm.

Fuente: Elaboración propia

Figura 13

Posiciones de la cámara del Drone



Nota. En la figura se visualiza las posiciones de la cámara en toda la Av. Internacional. Fuente: Elaboración propia

Figura 14

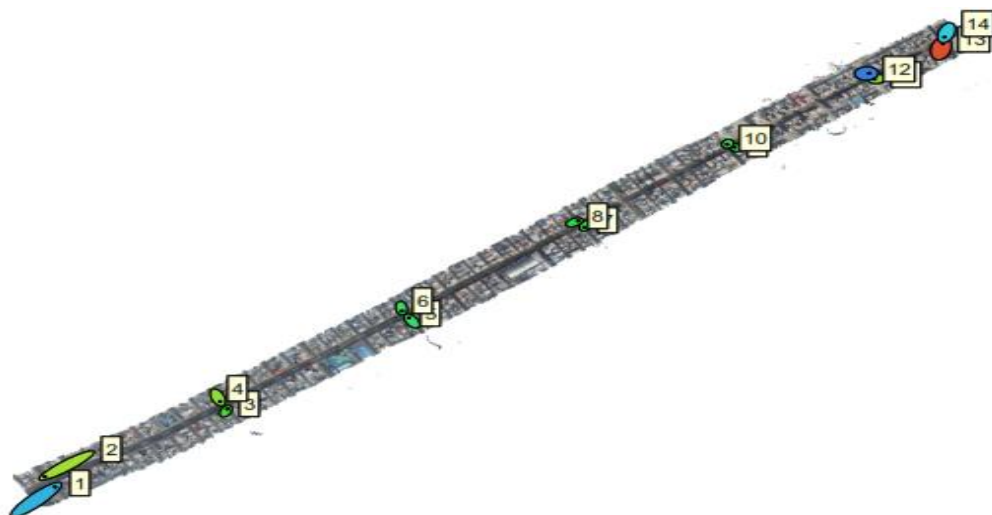
Ejecución del vuelo para el proceso de captación de imágenes



Nota. En la figura se muestra salida del Drone en la Av. Internacional. Fuente: Elaboración propia.

Figura 15

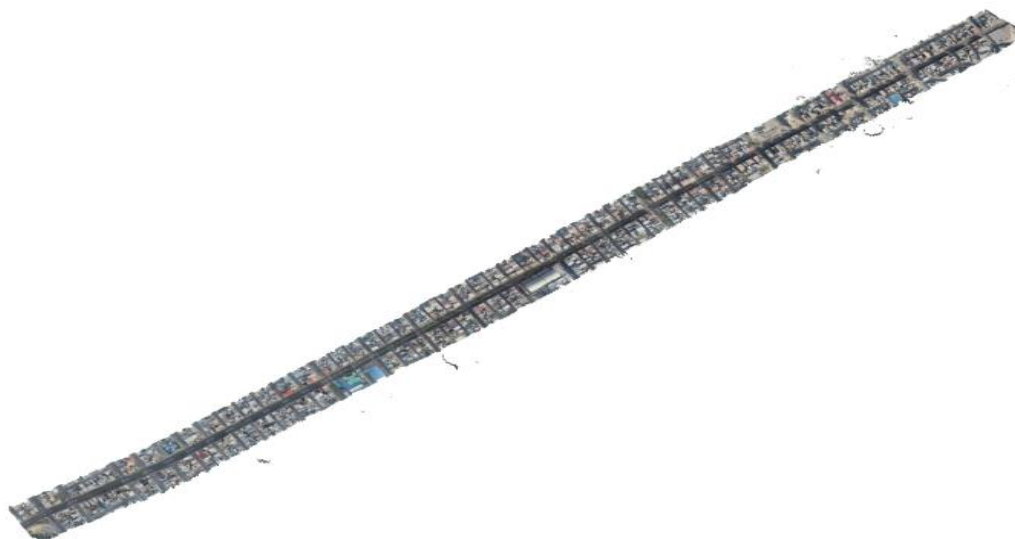
Posiciones de puntos de control en el pavimento cada 500 m. aproximadamente



Nota. En la figura se visualiza la verificación del plantillado de 14 puntos de control en toda la Av. Internacional. Fuente: Elaboración propia.

Figura 16

Visualización general del tramo de investigación Av. Internacional



Nota. En la figura se visualiza la configuración de la calzada derecha e izquierda de la Av. Internacional, para la determinación de las unidades para la evaluación del índice de condición. Fuente: Elaboración propia.

3.4.2 Materiales

Son los insumos o recursos consumibles que se requieren para llevar a cabo las actividades de investigación, pero que no son herramientas técnicas por sí mismas, las cuales se consideran:

- Formatos de registro o fichas: Material impreso o digital, utilizados en los registros de datos de observación o medición.
- Mapas base de la zona: Material de referencia para planear el levantamiento de datos y ubicar zonas de muestreo.
- Marcadores y estacas: Para delimitar áreas de estudio en campo y facilitar

la toma de datos.

- Baterías o cargadores: Necesarios para el funcionamiento continuo del Drone, GPS u otros equipos electrónicos.
- Material de protección personal: Cascos, chalecos reflectantes, guantes para garantizar la seguridad durante el trabajo de campo.

3.4.3 Instrumentos

Son herramientas o dispositivos específicos que se utilizan para realizar mediciones, observaciones o análisis durante la recolección de datos, los cuales son:

- Dron con cámara georreferenciada: Instrumento para capturar imágenes aéreas de alta resolución y obtener mapas orto fotográficos.
- GPS de alta precisión: Para determinar la ubicación exacta de las zonas críticas y georreferenciar las fallas.
- Software de análisis SIG: Herramienta digital para procesar y analizar los datos espaciales recolectados.
- Instrumentos de medición física: Regla milimétrica, cinta métrica para medir grietas, baches o deformaciones del pavimento.

3.5 ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos en esta investigación se enfoca en procesar, interpretar y sintetizar la información obtenida mediante instrumentos y materiales utilizados, con el objetivo de responder a los problemas y validar las hipótesis planteadas. A continuación, se detalla cómo se podría estructurar este punto:

Imágenes georreferenciadas:

- Procesar imágenes capturadas con drones mediante herramientas SIG
- Generar ortofotos y mapas temáticos, clasificando las zonas críticas según las fallas detectadas.

Datos de campo:

- Digitalizar fichas técnicas y registros in situ
- Estandarizar la información en bases de datos compatibles con software SIG.

Indicadores calculados - PCI:

- Ingresar los valores obtenidos en tablas estructuradas para facilitar su análisis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DEL INDICE DE CONDICIÓN MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIG-VANT.

a) Cálculo de la longitud de la muestra

Utilizando un ancho de calzada de 7,20 m.

$$\text{Longitud de muestra (interpolación)} = \frac{35,4 - x}{35,4 - 31,5}$$

$$\text{Longitud de muestra (interpolación)} = \frac{6,50 - 7,20}{6,50 - 7,3}$$

$$\text{Longitud de muestra} = 32,00 \text{ m.}$$

b) Cálculo total de muestras (N)

$$N = \frac{\text{Longitud total de la vía (m.)}}{\text{longitud de la unidad de muestra (m.)}}$$

Dónde:

N: Total de muestra.

$$N = \frac{2512 \text{ 00 m.}}{32 \text{ m.}} = 79$$

c) Cálculo mínimo de muestras (n)

Utilizando la fórmula:

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

Dónde:

n: Número de muestras mínimas

N: Número total de muestras.

e: Error admisible (e = 5 %).

σ : Desviación estándar (10) para pavimento flexible

$$n = \frac{79 \times 100}{\frac{25}{4(78)} + 100} = 14 \text{ muestras mínimas}$$

d) Cálculo del intervalo de muestreo.

Utilizamos la siguiente ecuación:

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

Donde:

n: Dato mínimo de muestra.

N: Total de muestras.

i : Intervalo entre muestra.

Como resultado obtenemos:

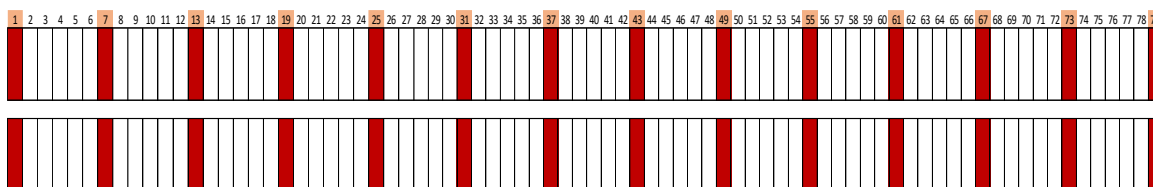
$$i = \frac{79}{14}$$

$$i = 6$$

Finalmente se determina un intervalo de evaluación entre muestras, igual a 6 unidades en toda la calzada, determinándose las siguientes unidades de muestra: 1, 7, 13, 19, 25, 31, 37, 43, 49, 55, 61, 67, 73 y 79, para un total de 14 muestras mínimas en toda la Av. Internacional.

Figura 17

Unidades de muestra para su evaluación



Nota. En la figura se muestra en rojo las unidades de muestra en la calzada derecha e izquierda para su evaluación en toda la Av. Internacional. Fuente: Elaboración propia

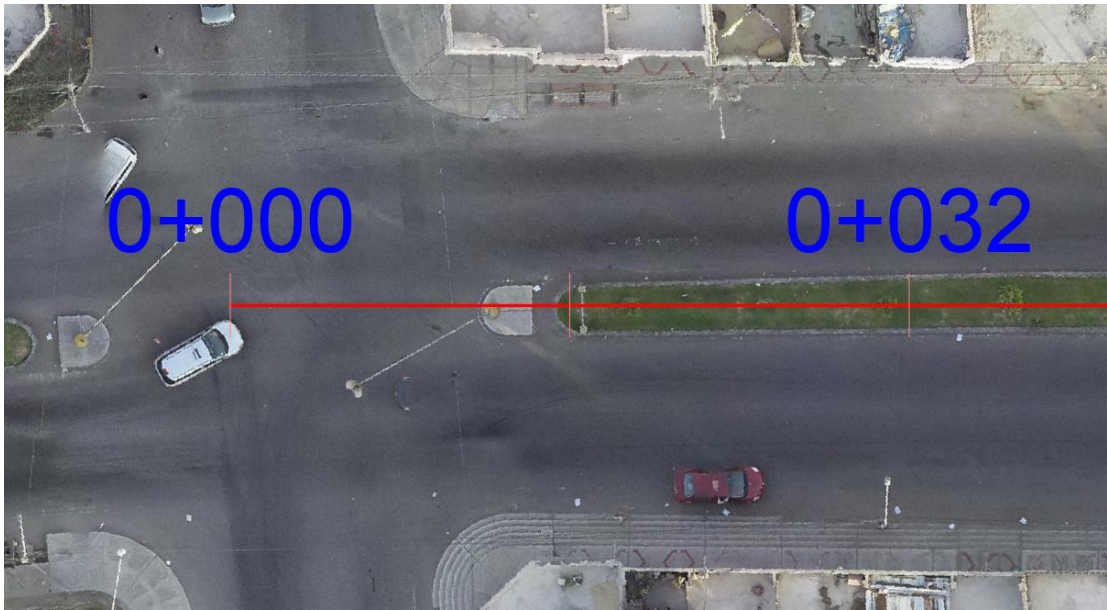
4.1.1 INDICE DE CONDICIÓN OBTENIDO CON MÉTODO SIG-VANT

La ortofoto generada para la zona de investigación facilita la elaboración de planos detallados que identifican la ubicación precisa de cada falla, junto con sus respectivas dimensiones, con el propósito de planificar futuras intervenciones. Este recurso permite localizar en campo cada tipo de falla, severidad y su cantidad, que articula como insumo con el método PCI.

La información recopilada por el VANT puede ser analizada repetidamente sin necesidad de realizar nuevos vuelos. En este sentido, el uso de fotografías capturadas por VANT se convierte en una herramienta clave para interpretar y establecer estrategias efectivas de mantenimiento y rehabilitación, optimizando el proceso de gestión vial.

Figura 18

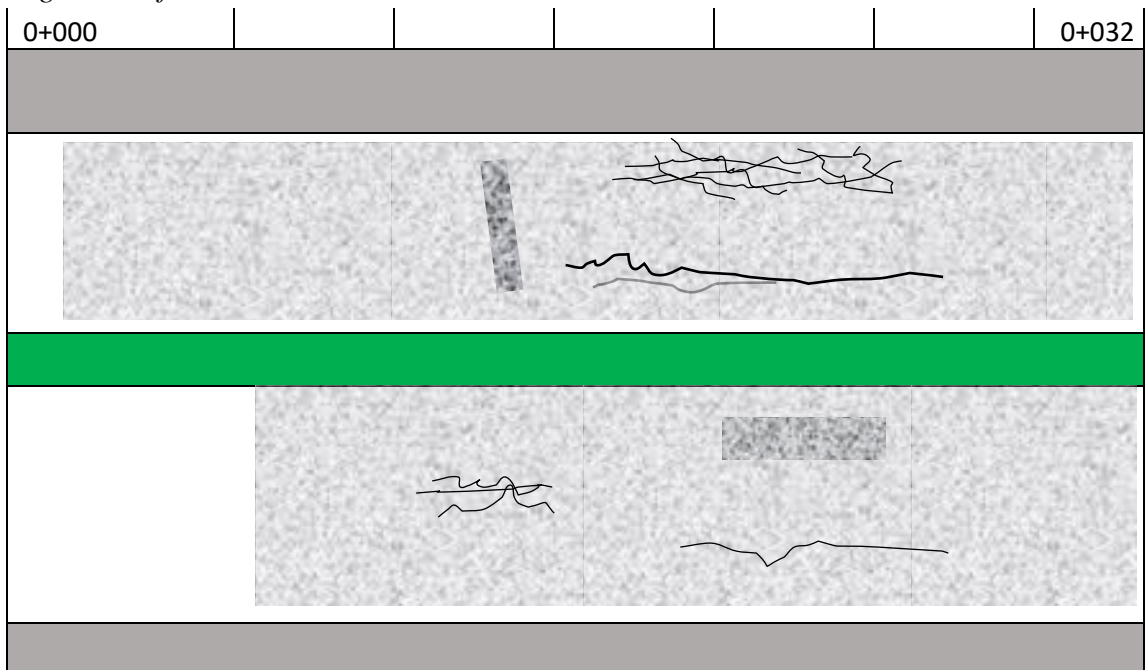
Ortofoto de la unidad de muestra 1



Nota. Elaboración propia

Figura 19

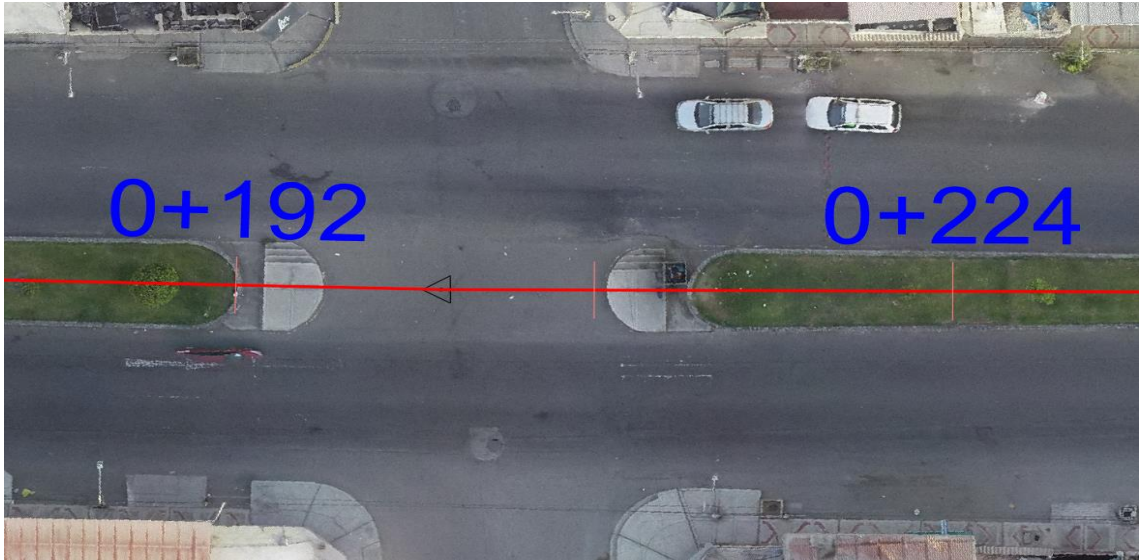
Registro de fallas



Nota. Elaboración propia

Figura 20

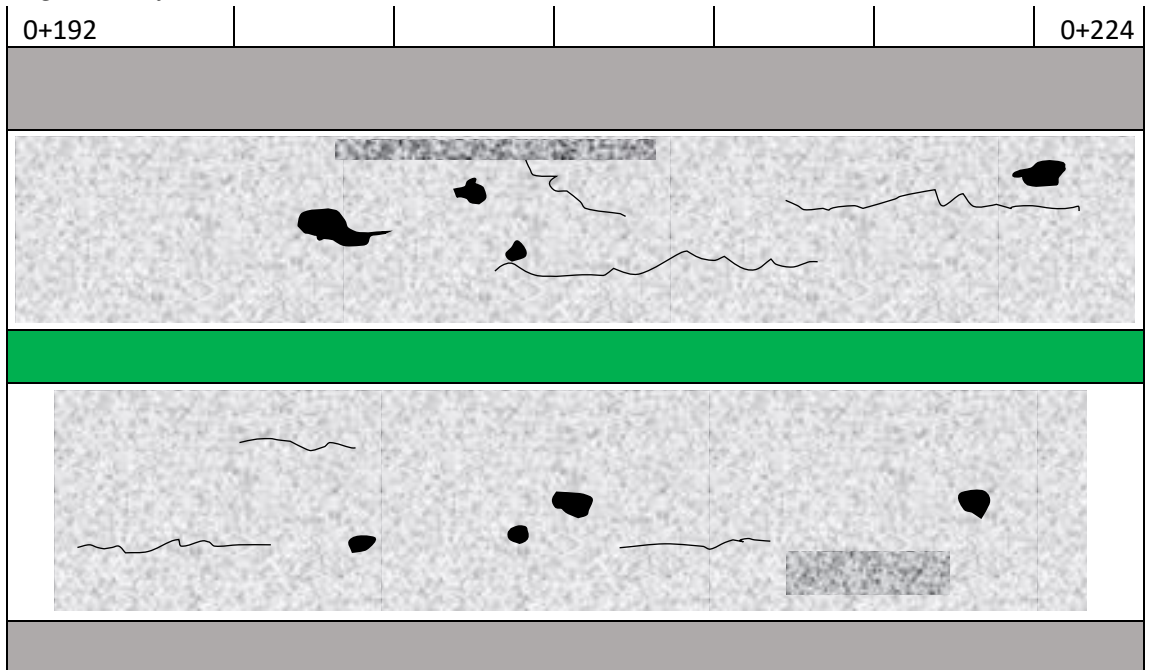
Ortofoto de la unidad de muestra 7



Nota. Elaboración propia

Figura 21

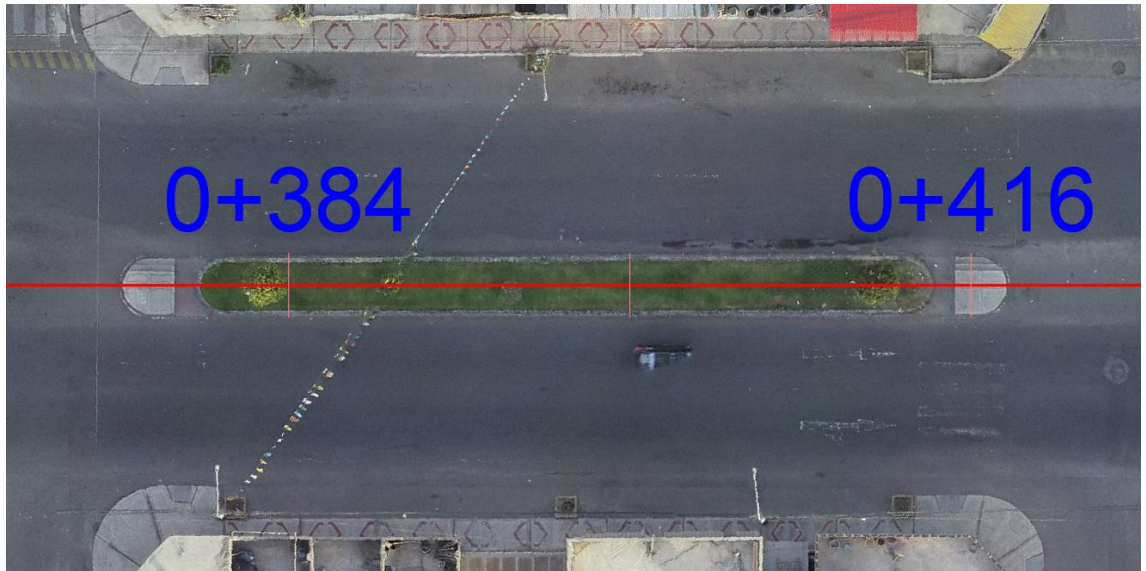
Registro de fallas



Nota. Elaboración propia

Figura 22

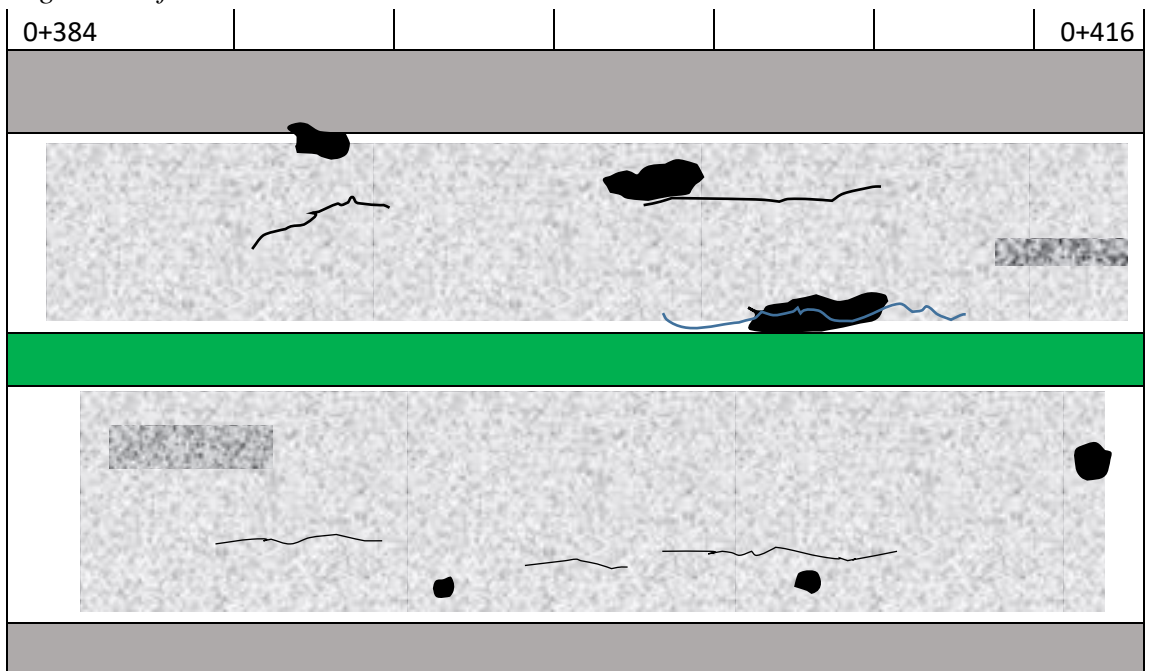
Ortofoto de la unidad de muestra 13



Nota. Elaboración propia

Figura 23

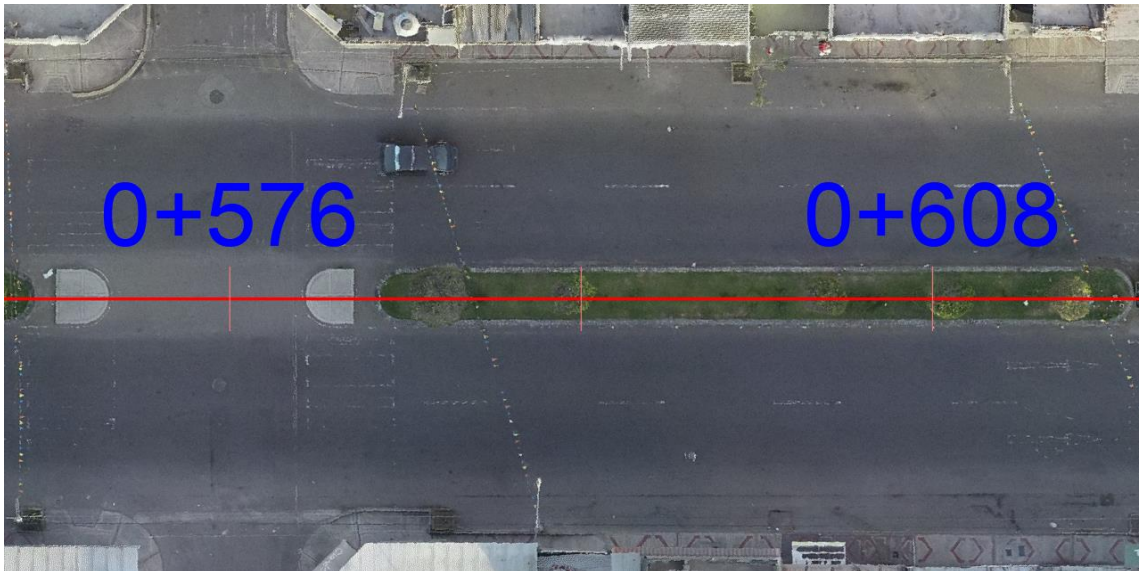
Registro de fallas



Nota. Elaboración propia

Figura 24

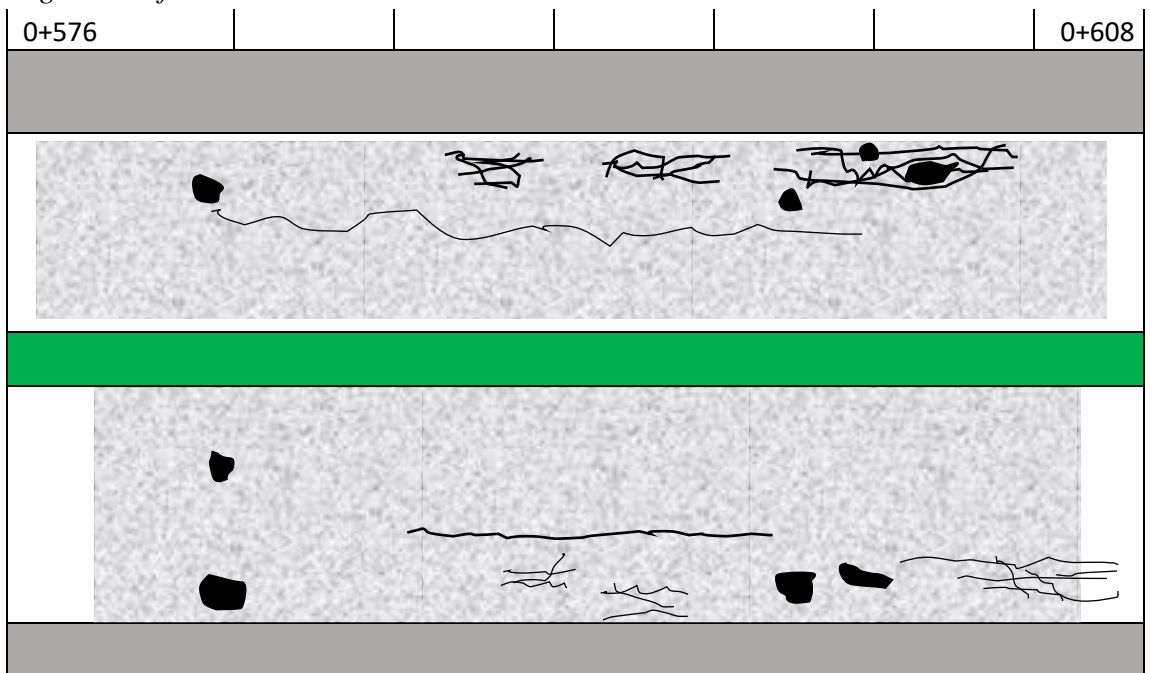
Ortofoto de la unidad de muestra 19



Nota. Elaboración propia

Figura 25

Registro de fallas



Nota. Elaboración propia

Figura 26

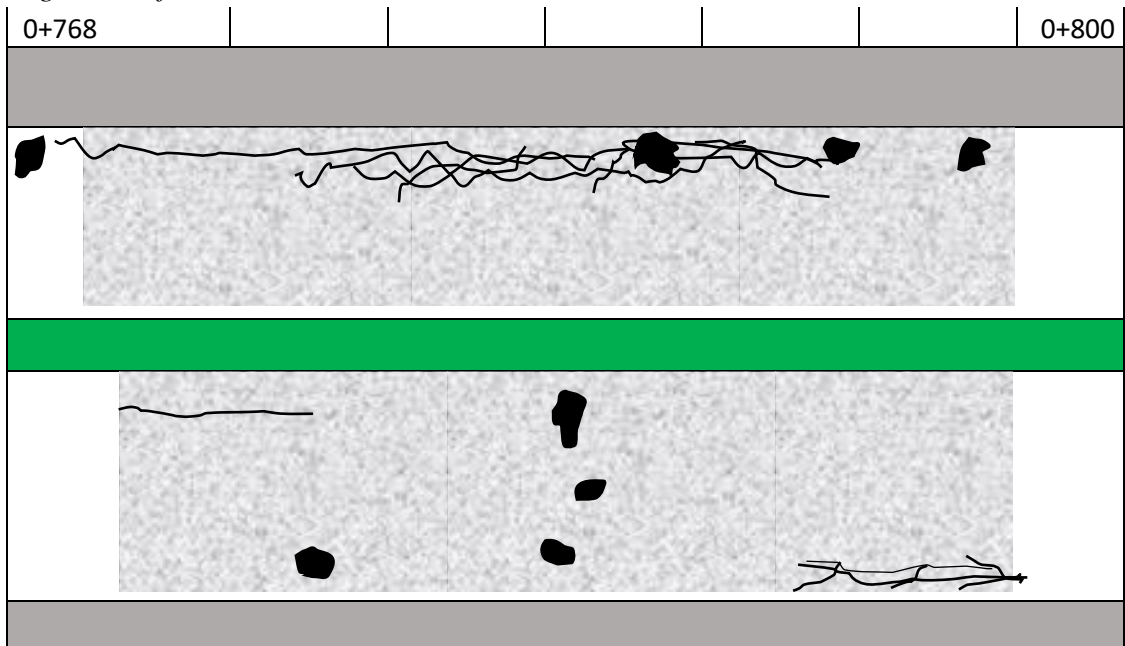
Ortofoto de la unidad de muestra 25



Nota. Elaboración propia

Figura 27

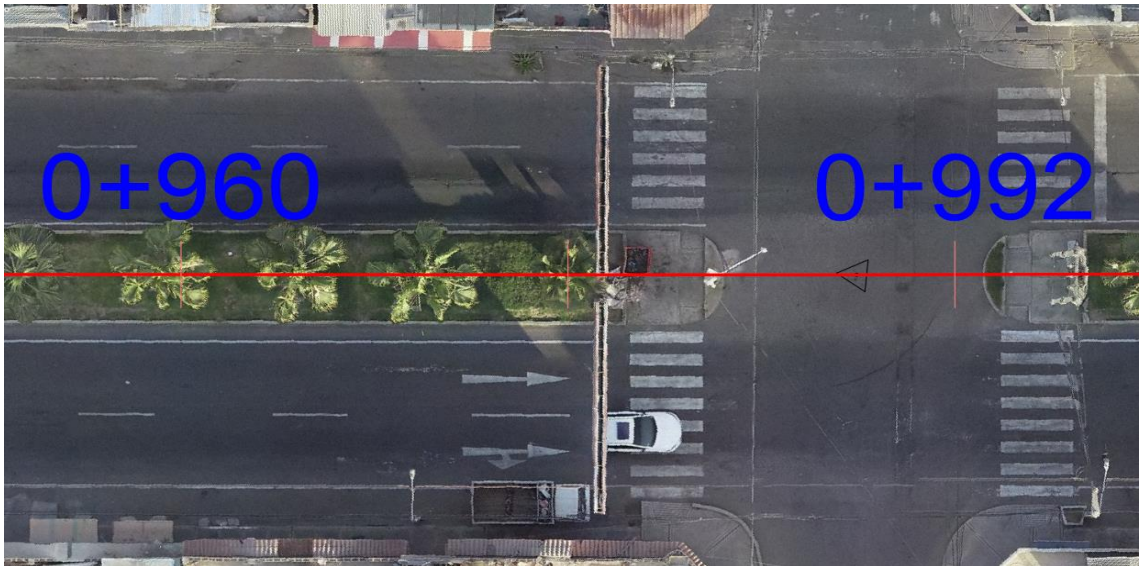
Registro de fallas



Nota. Elaboración propia

Figura 28

Ortofoto de la unidad de muestra 31



Nota. Elaboración propia

Figura 29

Registro de fallas

0+960						0+992

Nota. Elaboración propia

Figura 30

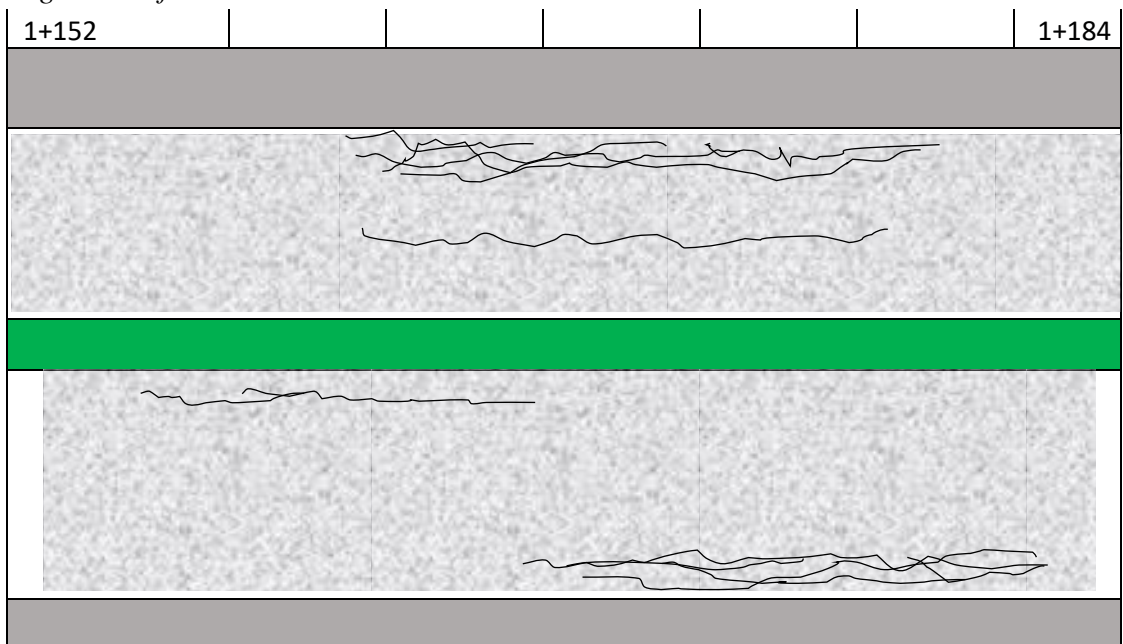
Ortofoto de la unidad de muestra 37



Nota. Elaboración propia

Figura 31

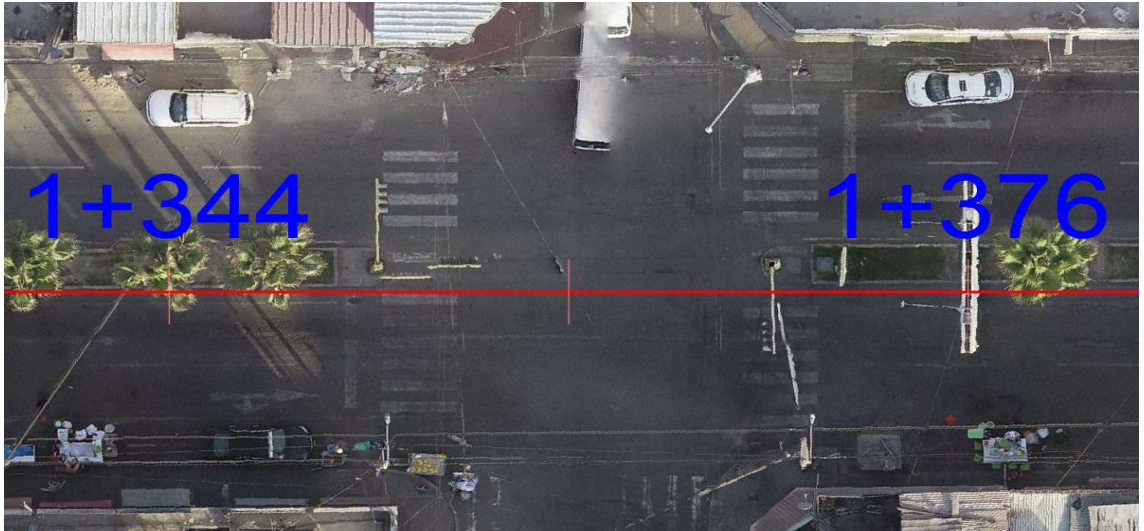
Registro de fallas



Nota. Elaboración propia

Figura 32

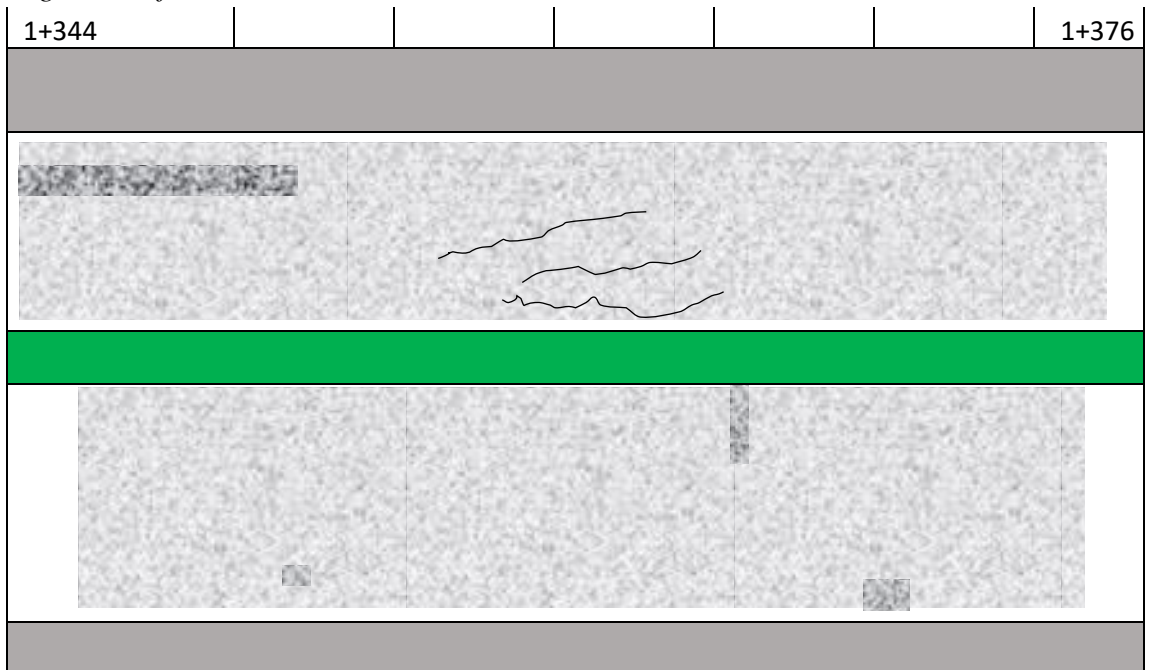
Ortofoto de la unidad de muestra 43



Nota. Elaboración propia

Figura 33

Registro de fallas



Nota. Elaboración propia

Figura 34

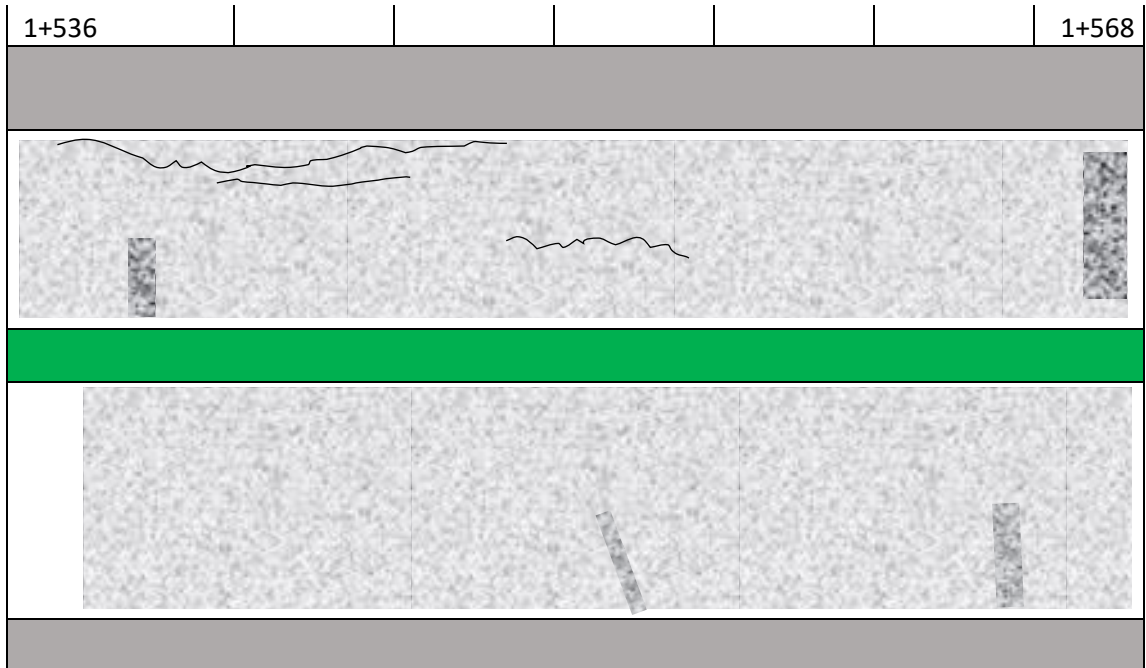
Ortofoto de la unidad de muestra 49



Nota. Elaboración propia

Figura 35

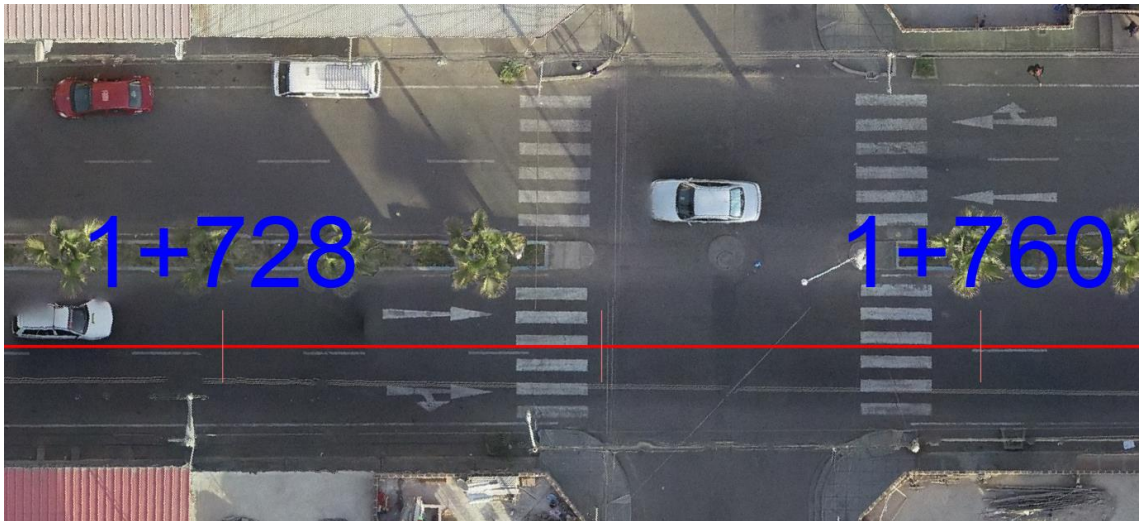
Registro de fallas



Nota. Elaboración propia

Figura 36

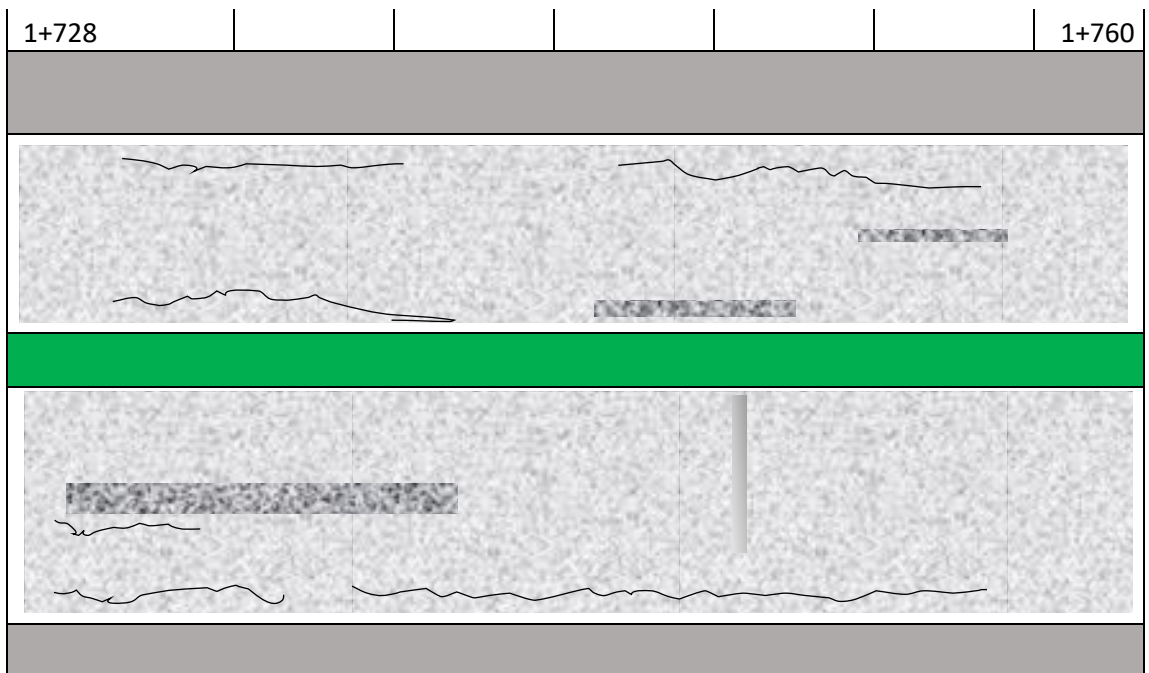
Ortofoto de la unidad de muestra 55



Nota. Elaboración propia

Figura 37

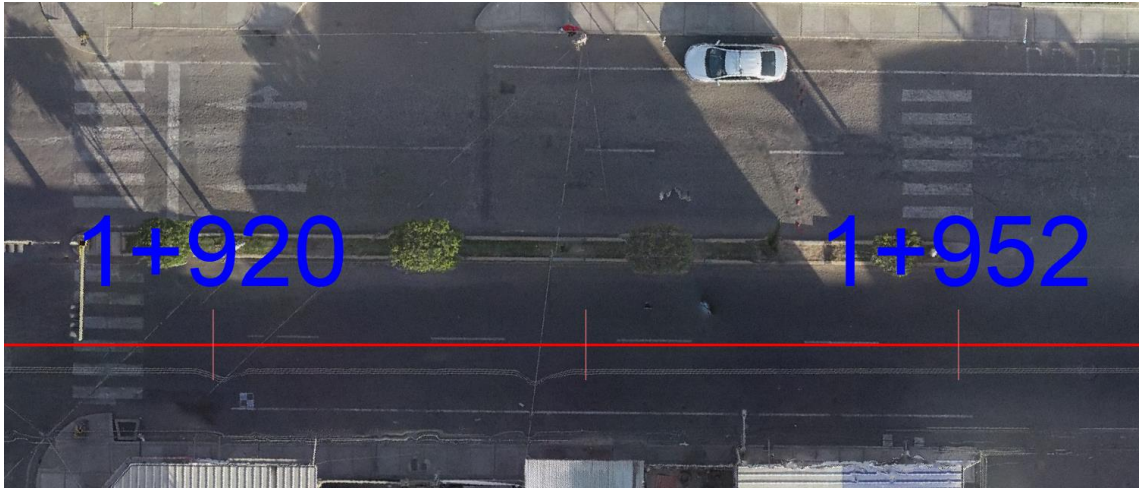
Registro de fallas



Nota. Elaboración propia

Figura 38

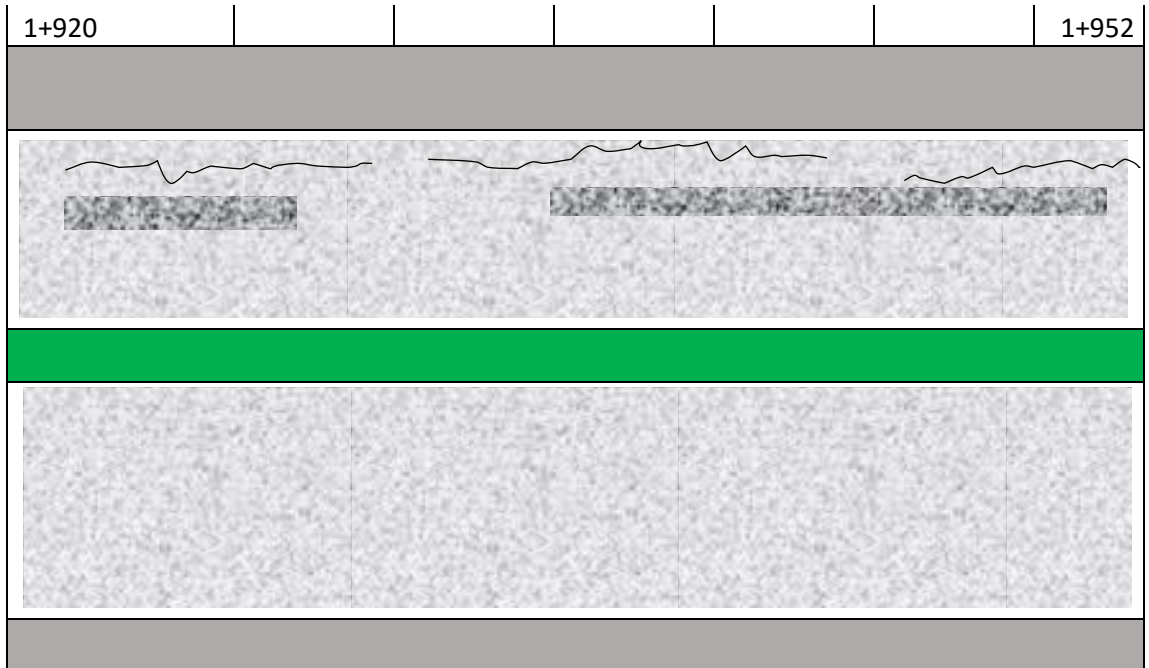
Ortofoto de la unidad de muestra 61



Nota. Elaboración propia

Figura 39

Registro de fallas



Nota. Elaboración propia

Figura 40

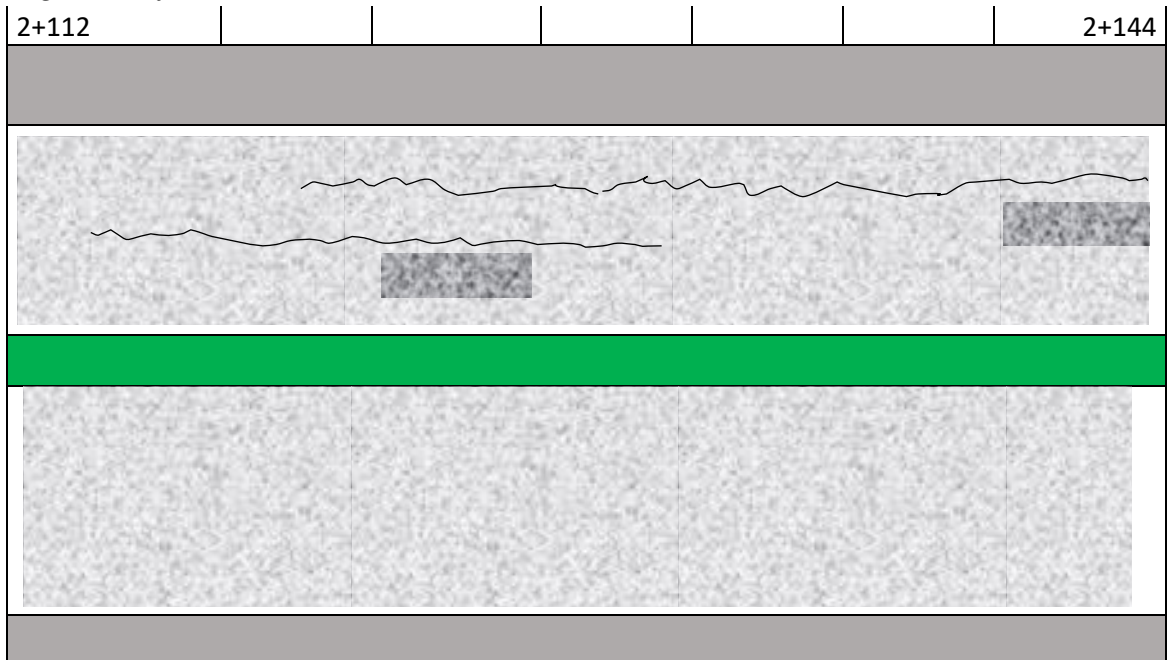
Ortofoto de la unidad de muestra 67



Nota. Elaboración propia

Figura 41

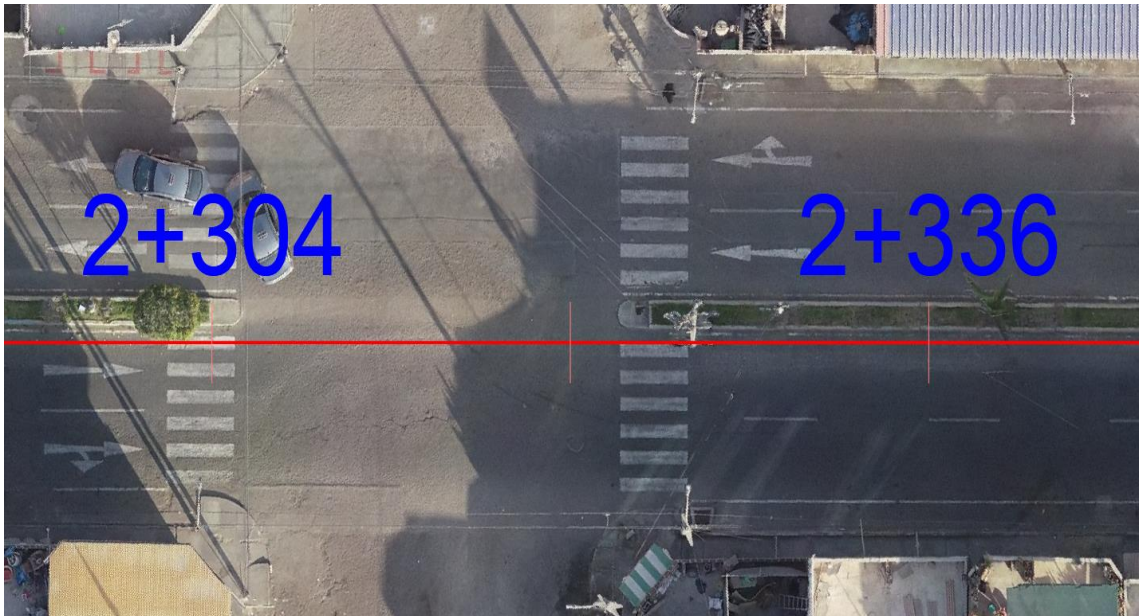
Registro de fallas



Nota. Elaboración propia

Figura 42

Ortofoto de la unidad de muestra 73



Nota. Elaboración propia

Figura 43

Registro de fallas



Nota. Elaboración propia

Figura 44

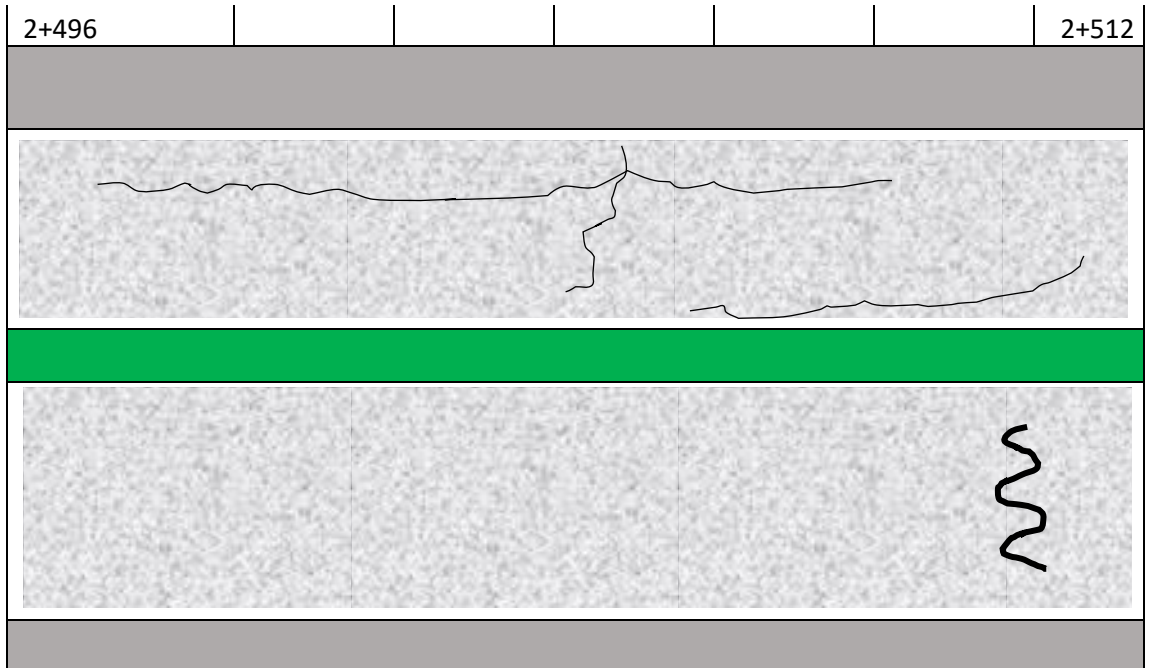
Ortofoto de la unidad de muestra 79



Nota. Elaboración propia

Figura 45

Registro de fallas



Nota. Elaboración propia

4.1.1.1 Resultados del Índice de Condición en la calzada derecha tomados de las muestras Georreferenciadas

Tabla 9

Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-1

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
3	AB	M	18.00			18.00	7.81	14.05
10	GLT	H	12.00			12.00	5.21	23.18
11	PA	M	3.80			3.80	1.65	12.83
19	DA	M	112.20			112.20	48.70	35.27
19	DA	H	86.00			86.00	37.33	64.98
							Total VD :	150.32
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			4.22					
Valor deducido más alto HDV :			64.98					

Nota. Elaboración propia

Tabla 10

Valor PCI y calificación, Muestra U-1

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	64.98	35.27	23.18	14.05	2.82	140.30	5	72.62
2	64.98	35.27	23.18	14.05	2.00	139.50	4	77.77
3	64.98	35.27	23.18	2.00	2.00	127.40	3	77.25
4	64.98	35.27	2.00	2.00	2.00	106.30	2	74.08
5	64.98	2.00	2.00	2.00	2.00	73.00	1	73.00
							Máx. VDC	77.77
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):							PCI = 100 - (Máx. VDC)	
							22.23	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCE							MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 11*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-7*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	M	5.00	2.00	6.00	13.00	5.64	12.46
11	PA	M	6.32			6.32	2.74	16.60
13	BA	M	4.00			4.00	1.74	42.31
19	DA	M	122.34			122.34	53.10	36.22
19	DA	H	68.76			68.76	29.84	62.10
							Total VD:	169.69
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			4.48					
Valor deducido más alto HDV :			62.10					

Nota. Elaboración propia**Tabla 12***Valor PCI y calificación, Muestra U-7*

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	62.10	42.31	36.22	16.60	5.98	163.20	5	82.28	
2	62.10	42.31	36.22	16.60	2.00	159.20	4	86.68	
3	62.10	42.31	36.22	2.00	2.00	144.60	3	85.98	
4	62.10	42.31	2.00	2.00	2.00	110.40	2	76.22	
5	62.10	2.00	2.00	2.00	2.00	70.10	1	70.10	
							Máx. VDC	86.68	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):							PCI = 100 - (Máx. VDC)		
							13.32		
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:							MUY MALO		

Nota. Elaboración propia

Tabla 13*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-13*

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	M	10.00	2.00	8.00	20.00	8.68	16.68
11	PA	M	4.32			4.32	1.88	13.78
13	BA	M	3.00			3.00	1.30	36.23
19	DA	M	122.34			122.34	53.10	36.22
19	DA	H	65.00			65.00	28.21	61.00
							Total VD:	163.91
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					4.58			
Valor deducido más alto HDV :					61.00			

Nota. Elaboración propia**Tabla 14***Valor PCI y calificación, Muestra U-13*

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	61.00	36.23	36.22	16.68	7.99	158.10	5	80.15
2	61.00	36.23	36.22	16.68	2.00	152.10	4	83.84
3	61.00	36.23	36.22	2.00	2.00	137.50	3	82.75
4	61.00	36.23	2.00	2.00	2.00	103.20	2	72.46
5	61.00	2.00	2.00	2.00	2.00	69.00	1	69.00
							Máx. VDC	83.84

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

16.16

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO*Nota.* Elaboración propia

Tabla 15*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-19*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
3	AB	M	8.00	6.00	12.00	26.00	11.28	16.89
10	GLT	M	11.00			11.00	4.77	11.21
13	BA	M	4.00			4.00	1.74	42.31
19	DA	M	120.00			120.00	52.08	36.02
19	DA	H	86.00			86.00	37.33	64.98
							Total VD:	171.40
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					4.22			
Valor deducido más alto HDV :					64.98			

Nota. Elaboración propia**Tabla 16***Valor PCI y calificación, Muestra U-19*

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	64.98	42.31	36.02	16.89	2.47	162.70	5	82.08
2	64.98	42.31	36.02	16.89	2.00	162.20	4	87.84
3	64.98	42.31	36.02	2.00	2.00	147.30	3	87.14
4	64.98	42.31	2.00	2.00	2.00	113.30	2	77.82
5	64.98	2.00	2.00	2.00	2.00	73.00	1	73.00
							Máx. VDC	87.84
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):							PCI = 100 - (Máx VDC)	
							12.16	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:							MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 17*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-25*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
3	AB	M	68.00	68.00	29.51	27.75
10	GLT	M	12.00	12.00	5.21	11.81
13	BA	M	4.00	4.00	1.74	42.31
19	DA	M	78.26	78.26	33.97	31.17
19	DA	H	42.62	42.62	18.50	53.47
					Total VD:	166.51

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 5.27

Valor deducido más alto HDV : 53.47

Nota. Elaboración propia**Tabla 18***Valor PCI y calificación, Muestra U-25*

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	53.47	42.31	31.17	27.75	11.81	166.50	5	83.60
2	53.47	42.31	31.17	27.75	2.00	156.70	4	85.68
3	53.47	42.31	31.17	2.00	2.00	130.90	3	79.04
4	53.47	42.31	2.00	2.00	2.00	101.80	2	71.74
5	53.47	2.00	2.00	2.00	2.00	61.50	1	61.50
							Máx. VDC	85.68

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

14.32

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO*Nota.* Elaboración propia

Tabla 19*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-31*

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	DA	H	154.80	154.80	67.19	73.07
19	DA	M	78.56	78.56	34.10	31.21
					Total VD:	104.28
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :				3.47		
Valor deducido más alto HDV :				73.07		

Nota. Elaboración propia**Tabla 20***Valor PCI y calificación, Muestra U-31*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	73.07	31.21	104.30	2	73.04	
2	73.07	2.00	75.10	1	75.10	
					Máx. VDC	75.10
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):				PCI = 100 - (Máx VDC)		
				24.90		
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:				MUY MALO		

Nota. Elaboración propia

Tabla 21*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-37*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
3	AB	H	52.00	52.00	22.57	41.35
10	GLT	M	8.60	8.60	3.73	9.61
19	DA	H	104.60	104.60	45.40	67.73
19	DA	M	86.40	86.40	37.50	32.30
					Total VD:	150.99
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :				3.96		
Valor deducido más alto HDV :				67.73		

Nota. Elaboración propia**Tabla 22***Valor PCI y calificación, Muestra U-37*

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	67.73	41.35	32.30	9.23	150.60	4	83.24
2	67.73	41.35	32.30	2.00	143.40	3	85.46
3	67.73	41.35	2.00	2.00	113.10	2	77.71
4	67.73	2.00	2.00	2.00	73.70	1	73.70
						Máx. VDC	85.46
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx. VDC)	
						14.54	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:						MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 23*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-43*

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	PA	M	1.20	2.42	20.00	23.62	10.25	31.76
19	DA	M	62.40			62.40	27.08	28.56
19	DA	H	126.00			126.00	54.69	70.37
							Total VD:	130.69
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					3.72			
Valor deducido más alto HDV :					70.37			

Nota. Elaboración propia**Tabla 24***Valor PCI y calificación, Muestra U-43*

Nº	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	70.37	31.76	28.56	130.70	3	78.92
2	70.37	31.76	2.00	104.10	2	72.93
3	70.37	2.00	2.00	74.40	1	74.40
					Máx. VDC	78.92
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):					PCI = 100 - (Máx VDC)	
					21.08	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:					MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 25*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-49*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	PA	M	2.40	8.00	10.40	4.51	21.28
19	DA	M	82.60		82.60	35.85	31.77
19	DA	H	126.00		126.00	54.69	70.37
						Total VD:	123.43
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :				3.72			
Valor deducido más alto HDV :				70.37			

Nota. Elaboración propia**Tabla 26***Valor PCI y calificación, Muestra U-49*

N°	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	70.37	31.77	21.28	123.40	3	75.33
2	70.37	31.77	2.00	104.10	2	72.93
3	70.37	2.00	2.00	74.40	1	74.40
					Máx. VDC	75.33
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):					PCI = 100 - (Máx. VDC)	
					24.67	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:					MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 27*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-55*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
6	DE	M	4.20			4.20	1.82	10.81
10	GLT	M	24.00	6.00	2.00	32.00	13.89	21.33
11	PA	H	4.32	8.00		12.32	5.35	39.24
19	DA	H	120.00			120.00	52.08	69.72
19	DA	M	32.80			32.80	14.24	21.67
							Total VD :	162.78
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :						3.78		
Valor deducido más alto HDV :						69.72		

Nota. Elaboración propia**Tabla 28***Valor PCI y calificación, Muestra U-55*

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	69.72	39.24	21.67	16.64	147.30	4	81.65	
2	69.72	39.24	21.67	2.00	132.60	3	80.06	
3	69.72	39.24	2.00	2.00	113.00	2	77.65	
4	69.72	2.00	2.00	2.00	75.70	1	75.70	
							Máx. VDC	81.65
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx VDC)		
						18.35		
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:						MUY MALO		

Nota. Elaboración propia

Tabla 29*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-61*

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	DA	H	136.20	136.20	59.11	71.48
19	DA	M	86.20	86.20	37.41	32.27
					Total VD:	103.75
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			3.62			
Valor deducido más alto HDV :			71.48			

Nota. Elaboración propia**Tabla 30***Valor PCI y calificación, Muestra U-61*

Nº	VALORES DEDUCIDOS			VDI	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	71.48	32.27		103.80	2	72.78
2	71.48	2.00		73.50	1	73.50
					Máx. VDC	73.50
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):					PCI = 100 - (Máx VDC)	
					26.50	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:					MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 31*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-67*

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	DA	H	86.60	86.60	37.59	65.08
19	DA	M	134.80	134.80	58.51	37.30
					Total VD:	102.38
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :				4.21		
Valor deducido más alto HDV :				65.08		

Nota. Elaboración propia

Tabla 32*Valor PCI y calificación, Muestra U-67*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	65.08	37.30	102.40	2	72.05
2	65.08	2.00	67.10	1	67.10
				Máx. VDC	72.05
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):				PCI = 100 - (Máx. VDC)	
				27.95	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:				MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 33*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-73*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	M	36.00	36.00	15.63	22.69
19	DA	M	142.00	142.00	61.63	37.88
19	DA	H	58.60	58.60	25.43	59.14
					Total VD:	119.71
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :				4.75		
Valor deducido más alto HDV :				59.14		

Nota. Elaboración propia

Tabla 34*Valor PCI y calificación, Muestra U-73*

N°	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	59.14	37.88	22.69	119.70	3	73.54
2	59.14	37.88	2.00	99.00	2	70.12
3	59.14	2.00	2.00	63.10	1	63.10
					Máx. VDC	73.54
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):					PCI = 100 - (Máx VDC)	
					26.46	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:					MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 35*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-79*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
6	DE	M	2.58	2.58	2.24	11.87
19	DA	M	152.60	152.60	132.47	0.00
19	DA	H	82.00	82.00	71.18	73.82
					Total VD:	85.70
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :				3.40		
Valor deducido más alto HDV :				73.82		

Nota. Elaboración propia

Tabla 36*Valor PCI y calificación, Muestra U-79*

N°	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	73.82	11.87	85.70	2	61.42	
2	73.82	2.00	75.80	1	75.80	
					Máx. VDC	75.80
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):				PCI = 100 - (Máx. VDC)		
				24.20		
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:				MUY MALO		

Nota. Elaboración propia

4.1.1.2 Resultados del Índice de Condición en la calzada izquierda tomados de las muestras Georreferenciadas

Tabla 37

Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-1

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	16.00	16.00	6.94	27.38
19	DA	M	152.60	152.60	66.23	38.66
19	DA	H	78.00	78.00	33.85	63.66
					Total VD :	129.71
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :				4.34		
Valor deducido más alto HDV :				63.66		

Nota. Elaboración propia

Tabla 38

Valor PCI y calificación, Muestra U-1

Nº	VALORES DEDUCIDOS			VDI	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	63.66	38.66	27.38	129.70	3	78.36
2	63.66	38.66	2.00	104.30	2	73.04
3	63.66	2.00	2.00	67.70	1	67.70
					Máx VDC	78.36
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):					PCI = 100 - (Máx VDC)	
					21.64	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:					MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 39*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-7*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	18.00	4.00	22.00	9.55	32.72
11	PA	M	4.26	8.00	12.26	5.32	23.11
19	DA	H	136.00		136.00	59.03	71.46
19	DA	M	68.00		68.00	29.51	29.68
						Total VD :	156.96
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					3.62		
Valor deducido más alto HDV :					71.46		

Nota. Elaboración propia

Tabla 40*Valor PCI y calificación, Muestra U-7*

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDI	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	71.46	32.72	29.68	14.33	148.20	4	82.10
2	71.46	32.72	29.68	2.00	135.90	3	81.95
3	71.46	32.72	2.00	2.00	108.20	2	75.06
4	71.46	2.00	2.00	2.00	77.50	1	77.50
						Máx. VDC	82.10
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx VDC)	
						17.90	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:						MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 41*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-13*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	2.00	6.00	8.00	16.00	6.94	27.38
13	BA	M	2.00	1.00		3.00	1.30	36.23
19	DA	H	136.00			136.00	59.03	71.46
19	DA	M	46.00			46.00	19.97	25.28
							Total VD :	160.35
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					3.62			
Valor deducido más alto HDV :					71.46			

Nota. Elaboración propia

Tabla 42*Valor PCI y calificación, Muestra U-13*

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	71.46	36.23	27.38	15.67	150.70	4	83.28
2	71.46	36.23	27.38	2.00	137.10	3	82.55
3	71.46	36.23	2.00	2.00	111.70	2	76.94
4	71.46	2.00	2.00	2.00	77.50	1	77.50
						Máx. VDC	83.28
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx. VDC)	
						16.72	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:						MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 43*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-19*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	4.00	8.00	2.50	14.50	6.29	26.02
11	PA	M	2.40	8.00		10.40	4.51	21.28
19	DA	H	126.00			126.00	54.69	70.37
19	DA	M	68.80			68.80	29.86	29.84
							Total VD:	147.51
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					3.72			
Valor deducido más alto HDV :					70.37			

Nota. Elaboración propia

Tabla 44*Valor PCI y calificación, Muestra U-19*

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	70.37	29.84	26.02	15.32	141.50	4	78.75
2	70.37	29.84	26.02	2.00	128.20	3	77.64
3	70.37	29.84	2.00	2.00	104.20	2	72.98
4	70.37	2.00	2.00	2.00	76.40	1	76.40
						Máx. VDC	78.75
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx VDC)	
						21.25	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI						MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 45*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-25*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	4.00	6.00	3.20	13.20	5.73	24.64
11	PA	M	2.60	4.00		6.60	2.86	16.98
19	DA	H	126.00			126.00	54.69	70.37
19	DA	M	116.00			116.00	50.35	35.67
							Total VD :	147.66
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					3.72			
Valor deducido más alto HDV :					70.37			

Nota. Elaboración propia

Tabla 46*Valor PCI y calificación, Muestra U-25*

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	70.37	35.67	24.64	12.23	142.90	4	79.45
2	70.37	35.67	24.64	2.00	132.70	3	80.12
3	70.37	35.67	2.00	2.00	110.00	2	76.00
4	70.37	2.00	2.00	2.00	76.40	1	76.40
						Máx. VDC	80.12
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx. VDC)	
						19.88	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:						MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 47*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-31*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	8.00	4.00	2.60	14.60	6.34	26.11
11	PA	M	3.20	4.20		7.40	3.21	17.97
19	DA	H	136.00			136.00	59.03	71.46
19	DA	M	82.50			82.50	35.81	31.76
							Total VD :	147.29
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					3.62			
Valor deducido más alto HDV :					71.46			

Nota. Elaboración propia

Tabla 48*Valor PCI y calificación, Muestra U-31*

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	71.46	31.76	26.11	11.14	140.50	4	78.25
2	71.46	31.76	26.11	2.00	131.30	3	79.28
3	71.46	31.76	2.00	2.00	107.20	2	74.54
4	71.46	2.00	2.00	2.00	77.50	1	77.50
						Máx VDC	79.28
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx VDC)	
						20.72	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:						MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 49*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-37*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	M	14.50		14.50	6.29	13.38
11	PA	M	4.20		4.20	1.82	13.56
19	DA	H	120.50		120.50	52.30	69.78
19	DA	M	82.50		82.50	35.81	31.76
						Total VD:	128.47
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					3.78		
Valor deducido más alto HDV :					69.78		

Nota. Elaboración propia

Tabla 50*Valor PCI y calificación, Muestra U-37*

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDI	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	69.78	31.76	13.56	10.44	125.50	4	71.16
2	69.78	31.76	13.56	2.00	117.10	3	72.19
3	69.78	31.76	2.00	2.00	105.50	2	73.66
4	69.78	2.00	2.00	2.00	75.80	1	75.80
						Máx. VDC	75.80
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx VDC)	
						24.20	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:						MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 51*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-43*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	L	12.00	8.00	2.50	22.50	9.77	7.77
11	PA	M	4.20	2.26		6.46	2.80	16.79
19	DA	H	162.00			162.00	70.31	73.66
19	DA	M	68.00			68.00	29.51	29.68
							Total VD :	127.89
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					3.42			
Valor deducido más alto HDV :					73.66			

Nota. Elaboración propia

Tabla 52*Valor PCI y calificación, Muestra U-43*

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDI	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	73.66	29.68	16.79	3.26	123.40	4	70.07
2	73.66	29.68	16.79	2.00	122.10	3	74.71
3	73.66	29.68	2.00	2.00	107.30	2	74.60
4	73.66	2.00	2.00	2.00	79.70	1	79.70
						Máx. VDC	79.70
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx. VDC)	
						20.30	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:						MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 53*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-49*

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	M	8.00	4.00	6.00	18.00	7.81	15.52
13	BA	M	2.00	1.00		3.00	1.30	36.23
19	DA	H	124.00			124.00	53.82	70.15
19	DA	M	89.00			89.00	38.63	32.66
							Total VD :	154.56
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					3.74			
Valor deducido más alto HDV :					70.15			

Nota. Elaboración propia

Tabla 54*Valor PCI y calificación, Muestra U-49*

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDI	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	70.15	36.23	32.66	11.48	150.50	4	83.20
2	70.15	36.23	32.66	2.00	141.00	3	84.43
3	70.15	36.23	2.00	2.00	110.40	2	76.22
4	70.15	2.00	2.00	2.00	76.20	1	76.20
						Máx. VDC	84.43
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx. VDC)	
						15.37	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI						MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 55*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-55*

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	M	3.40	2.90	4.80	11.10	4.82	11.26
13	BA	M	2.00	1.00		3.00	1.30	36.23
19	DA	H	118.60			118.60	51.48	69.57
19	DA	M	98.60			98.60	42.80	33.80
							Total VD:	150.86
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					3.79			
Valor deducido más alto HDV :					69.57			

Nota. Elaboración propia

Tabla 56*Valor PCI y calificación, Muestra U-55*

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	69.57	36.23	33.80	8.90	148.50	4	82.25
2	69.57	36.23	33.80	2.00	141.60	3	84.69
3	69.57	36.23	2.00	2.00	109.80	2	75.90
4	69.57	2.00	2.00	2.00	75.60	1	75.60
						Máx. VDC	84.69
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx VDC)	
						15.31	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:						MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 57*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-61*

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	DA	H	142.60	142.60	61.89	72.06
19	DA	M	84.60	84.60	36.72	32.05
					Total VD:	104.11
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			3.57			
Valor deducido más alto HDV :			72.06			

Nota. Elaboración propia

Tabla 58*Valor PCI y calificación, Muestra U-61*

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	72.06	32.05	104.10	2	72.93
2	72.06	2.00	74.10	1	74.10
				Máx VDC	74.10
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):				PCI = 100 - (Máx VDC)	
				25.90	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI				MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 59*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-67*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	PA	M	28.00	4.60	32.60	14.15	35.86
13	BA	M	2.00	1.00	3.00	1.30	36.23
19	DA	H	124.00		124.00	53.82	70.15
19	DA	M	82.00		82.00	35.59	31.69
						Total VD:	173.93
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					3.74		
Valor deducido más alto HDV :					70.15		

Nota. Elaboración propia

Tabla 60*Valor PCI y calificación, Muestra U-67*

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	70.15	36.23	35.86	23.45	165.70	4	89.19
2	70.15	36.23	35.86	2.00	144.20	3	85.81
3	70.15	36.23	2.00	2.00	110.40	2	76.22
4	70.15	2.00	2.00	2.00	76.20	1	76.20
						Máx. VDC	89.19
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx. VDC)	
						10.81	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:						MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 61*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-73*

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	3.00	4.60	1.80	2.60	12.00	5.21	23.18
11	PA	M	2.00	3.80			5.80	2.52	15.90
19	DA	H	89.00				89.00	38.63	65.48
19	DA	M	68.00				68.00	29.51	29.68
							Total VD:		134.24
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					4.17				
Valor deducido más alto HDV :					65.48				

Nota. Elaboración propia

Tabla 62*Valor PCI y calificación, Muestra U-73*

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	65.48	29.68	23.18	15.90	134.20	4	75.35
2	65.48	29.68	23.18	2.00	120.30	3	73.84
3	65.48	29.68	2.00	2.00	99.20	2	70.26
4	65.48	2.00	2.00	2.00	71.50	1	71.50
						Máx. VDC	75.35
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - (Máx VDC)	
						24.65	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:						MUY MALO	

Nota. Elaboración propia

Tabla 63*Determinación de la densidad y valor deducido, Muestra U-79*

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
6	DE	H	2.56		2.56	2.22	21.57
13	BA	M	2.00	1.00	3.00	2.60	51.44
19	DA	H	126.00		126.00	109.38	0.00
19	DA	M	96.00		96.00	83.33	41.23
						Total VD:	114.24
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :					5.46		
Valor deducido más alto HDV :					51.44		

Nota. Elaboración propia

Tabla 64*Valor PCI y calificación, Muestra U-79*

N°	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	51.44	41.23	21.57	114.20	3	70.68	
2	51.44	41.23	2.00	94.70	2	67.20	
3	51.44	2.00	2.00	55.40	1	55.40	
						Máx. VDC	70.68
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):					PCI = 100 - (Máx. VDC)		
					29.32		
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:					MALO		

Nota. Elaboración propia

4.2 RESUMEN DE RESULTADOS DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO UTILIZANDO METODO SIG-PCI

4.2.1 METODOLOGÍA SIG-VANT

El análisis de la Tabla 65, sugiere que las intersecciones en esta calzada están experimentando una severa congestión y deterioros. Sin intervenciones efectivas, se anticipan problemas operativos graves que impactarán negativamente en la movilidad urbana y la calidad de vida de los residentes. Es esencial implementar medidas correctivas para evitar el agravamiento de esta situación a la calzada derecha de la Av. Internacional. Los resultados indican que todas las unidades de muestra se clasifican como "muy malo", con valores PCI que oscilan entre 12.16% y 27.95%.

Tabla 65

Resumen de los resultados del Índice de Condición de la calzada derecha en la Av. Internacional

Calzada	Unidad de muestra	Av. Internacional		Longitud de la muestra (m)	Índice de Condición	Calificación
		Latitud	Longitud			
DERECHA	U-01	17° 59' 20.019" S	70° 14' 57.351" W	32.00	22.23	MUY MALO
	U-07	17° 59' 17.004" S	70° 14' 47.351" W	32.00	13.32	MUY MALO
	U-13	17° 59' 13.714" S	70° 14' 36.091" W	32.00	16.16	MUY MALO
	U-19	17° 59' 10.202" S	70° 14' 30.707" W	32.00	12.16	MUY MALO
	U-25	17° 59' 6.684" S	70° 14' 25.309" W	32.00	14.32	MUY MALO
	U-31	17° 59' 3.121" S	70° 14' 19.943" W	32.00	24.90	MUY MALO
	U-37	17° 58' 59.522" S	70° 14' 14.608" W	32.00	14.54	MUY MALO
	U-43	17° 58' 55.911" S	70° 14' 9.283" W	32.00	21.08	MUY MALO
	U-49	17° 58' 52.271" S	70° 14' 3.978" W	32.00	24.67	MUY MALO
	U-55	17° 58' 48.669" S	70° 13' 58.645" W	32.00	18.35	MUY MALO
	U-61	17° 58' 45.065" S	70° 13' 53.312" W	32.00	26.50	MALO
	U-67	17° 58' 41.529" S	70° 13' 47.934" W	32.00	27.95	MALO
	U-73	17° 58' 37.982" S	70° 13' 42.562" W	32.00	26.46	MALO
	U-79	17° 58' 34.860" S	70° 13' 37.871" W	32.00	24.20	MUY MALO
	PROMEDIO					20.49

Nota. Elaboración propia

La tabla 66, indica que las intersecciones en esta calzada izquierda también requieren atención urgente. La falta de intervención podría llevar a un colapso en el sistema de tráfico, afectando gravemente tanto a los conductores como a los peatones, donde el Índice de Condición oscila entre 10.81 y 29.32 para la calzada izquierda.

Tabla 66

Resumen de los resultados del Índice de Condición de la calzada izquierda en la Av. Internacional

Calzada	Unidad de muestra	Av. Internacional			Índice de Condición	Calificación
		Latitud	Longitud	Longitud de la muestra (m)		
IZQUIERDA	U-01	17° 59' 20.019" S	70° 14' 57.351" W	32.00	21.64	MUY MALO
	U-07	17° 59' 17.004" S	70° 14' 47.351" W	32.00	17.90	MUY MALO
	U-13	17° 59' 13.714" S	70° 14' 36.091" W	32.00	16.72	MUY MALO
	U-19	17° 59' 10.202" S	70° 14' 30.707" W	32.00	21.25	MUY MALO
	U-25	17° 59' 6.684" S	70° 14' 25.309" W	32.00	19.88	MUY MALO
	U-31	17° 59' 3.121" S	70° 14' 19.943" W	32.00	20.72	MUY MALO
	U-37	17° 58' 59.522" S	70° 14' 14.608" W	32.00	24.20	MUY MALO
	U-43	17° 58' 55.911" S	70° 14' 9.283" W	32.00	20.30	MUY MALO
	U-49	17° 58' 52.271" S	70° 14' 3.978" W	32.00	15.57	MUY MALO
	U-55	17° 58' 48.669" S	70° 13' 58.645" W	32.00	15.31	MUY MALO
	U-61	17° 58' 45.065" S	70° 13' 53.312" W	32.00	25.90	MALO
	U-67	17° 58' 41.529" S	70° 13' 47.934" W	32.00	10.81	MUY MALO
	U-73	17° 58' 37.982" S	70° 13' 42.562" W	32.00	24.65	MUY MALO
	U-79	17° 58' 34.860" S	70° 13' 37.871" W	32.00	29.32	MALO
	PROMEDIO					20.30

Nota. Elaboración propia

4.3 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

4.3.1 La implementación de un Sistema de Información Geográfica contribuye significativamente al cálculo del Índice de Condición en el proceso de rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna – 2024.

La investigación busca demostrar que la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) contribuye significativamente al cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) en el proceso de rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna – 2024. Los resultados presentados en la tabla 67 y la figura 46 respaldan esta hipótesis, mostrando cómo el SIG facilita una evaluación más precisa y eficiente del estado del pavimento.

La Figura 46 muestra el tramo de evaluación dividido en unidades de muestra. Cada una de estas unidades está georreferenciada, lo que significa que tiene coordenadas geográficas específicas (latitud y longitud) que permiten ubicarla de manera precisa en el mapa. Esta georreferenciación es fundamental para el análisis espacial del estado del pavimento

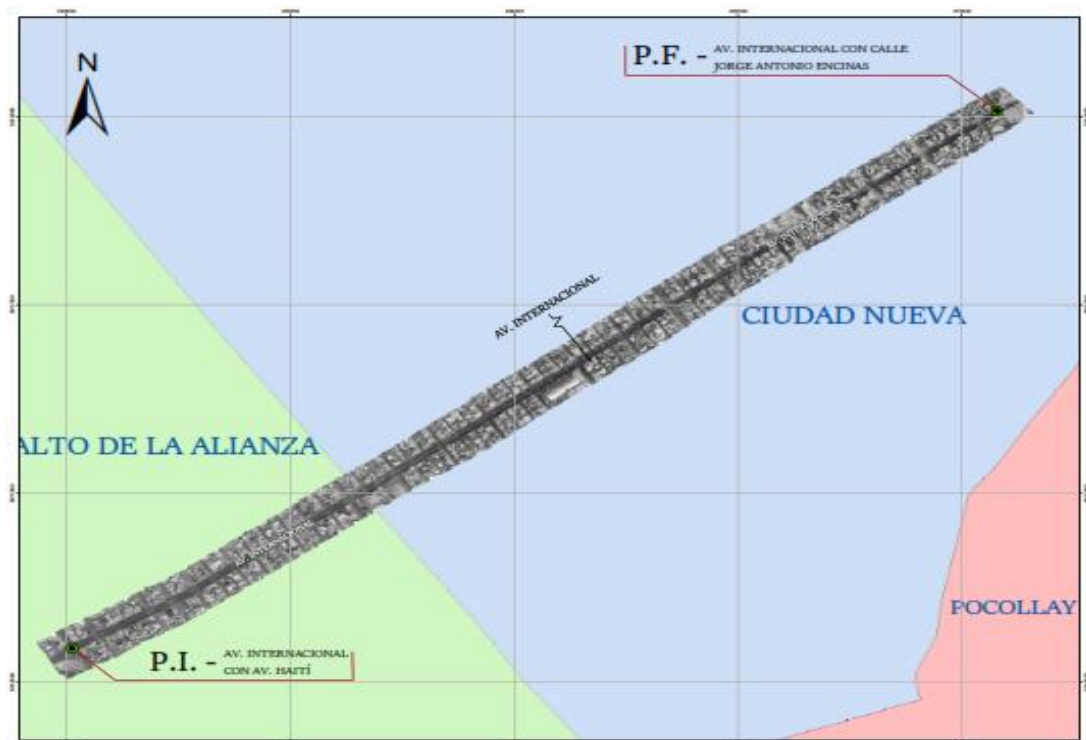
La figura 46 muestra cómo estas unidades de muestra georreferenciadas se visualizan en un mapa digital dentro del SIG utilizando ARCGIS. Esta representación visual permite a los usuarios del SIG ver la distribución espacial de

las unidades de muestra a lo largo de la avenida, donde se puede acceder a información detallada sobre esa unidad específica, como:

- Coordenadas geográficas (latitud y longitud).
- Ubicación exacta en la calzada (carril derecho o izquierdo).
- Valor del PCI (en porcentaje).
- Calificación del estado del pavimento (Muy malo, Malo, Regular, Bueno, Muy bueno).
- Fotografías georreferenciadas de la unidad (ortofotos).

Figura 46

Implementación de un SIG para determinar el índice de condición en la Av. Internacional



Nota. Elaboración propia

La Tabla 67 detalla cómo se implementó el SIG utilizando ARCGIS para determinar el Índice de Condición en unidades de muestra a lo largo de la avenida. Se observa que la información de cada unidad de muestra (coordenadas geográficas, ubicación en la calzada) se relaciona con un valor de PCI y una calificación del estado del pavimento. Predominantemente, los valores de PCI son bajos, lo que lleva a una calificación general de "Muy malo" en la mayoría de las unidades de muestra.

Tabla 67

Implementación de un SIG mediante el ARCGIS para determinar el índice de condición del pavimento por unidades de muestra

FID	Shape *	Unidad de muestra	Latitud	Longitud	Point_X	Point_Y	Long	Calzada	Valor_PCI_%	Calificacion_estado_del_pavimento
0	Point	U-01	17° 59' 20.019" S	70° 14' 47.351" W	368026.9299	8010599.766	32	Derecha	22.23	Muy malo
13	Point	U-01	17° 59' 20.019" S	70° 14' 47.351" W	368026.9299	8010599.766	32	Izquierda	21.64	Muy malo
1	Point	U-07	17° 59' 17.004" S	70° 14' 47.351" W	368195.1268	8010693.57	32	Derecha	13.32	Muy malo
14	Point	U-07	17° 59' 17.004" S	70° 14' 47.351" W	368195.1268	8010693.57	32	Izquierda	17.9	Muy malo
2	Point	U-13	17° 59' 13.714" S	70° 14' 36.091" W	368356.8323	8010795.798	32	Derecha	16.16	Muy malo
15	Point	U-13	17° 59' 13.714" S	70° 14' 36.091" W	368356.8323	8010795.798	32	Izquierda	16.72	Muy malo
3	Point	U-19	17° 59' 10.202" S	70° 14' 30.707" W	368514.4922	8010904.817	32	Derecha	12.16	Muy malo
16	Point	U-19	17° 59' 10.202" S	70° 14' 30.707" W	368514.4922	8010904.817	32	Izquierda	21.25	Muy malo
4	Point	U-25	17° 59' 6.684" S	70° 14' 25.309" W	368672.5379	8011013.992	32	Derecha	14.32	Muy malo
17	Point	U-25	17° 59' 6.684" S	70° 14' 25.309" W	368672.5379	8011013.992	32	Izquierda	19.88	Muy malo
5	Point	U-31	17° 59' 3.121" S	70° 14' 19.943" W	368829.6526	8011124.566	32	Derecha	24.9	Muy malo
18	Point	U-31	17° 59' 3.121" S	70° 14' 19.943" W	368829.6526	8011124.566	32	Izquierda	20.72	Muy malo
6	Point	U-37	17° 58' 59.522" S	70° 14' 14.608" W	368985.8371	8011236.241	32	Derecha	14.54	Muy malo
19	Point	U-37	17° 58' 59.522" S	70° 14' 14.608" W	368985.8371	8011236.241	32	Izquierda	24.2	Muy malo
7	Point	U-43	17° 58' 55.911" S	70° 14' 9.283" W	369141.741	8011348.284	32	Derecha	21.08	Muy malo
20	Point	U-43	17° 58' 55.911" S	70° 14' 9.283" W	369141.741	8011348.284	32	Izquierda	20.3	Muy malo
8	Point	U-49	17° 58' 52.271" S	70° 14' 3.978" W	369297.0402	8011461.212	32	Derecha	24.67	Muy malo
21	Point	U-49	17° 58' 52.271" S	70° 14' 3.978" W	369297.0402	8011461.212	32	Izquierda	15.57	Muy malo
9	Point	U-55	17° 58' 48.669" S	70° 13' 58.645" W	369453.1649	8011572.966	32	Derecha	18.35	Muy malo
22	Point	U-55	17° 58' 48.669" S	70° 13' 58.645" W	369453.1649	8011572.966	32	Izquierda	15.31	Muy malo
23	Point	U-61	17° 58' 45.065" S	70° 13' 53.312" W	369609.3009	8011684.806	32	Derecha	26.5	Malo
27	Point	U-61	17° 58' 45.065" S	70° 13' 53.312" W	369609.3009	8011684.806	32	Izquierda	26.5	Malo

10	Point	U-67	17° 58' 41.529" S	70° 13' 47.934" W	369766.7905	8011794.546	32	Derecha	25.9	Malo
24	Point	U-67	17° 58' 41.529" S	70° 13' 47.934" W	369766.7905	8011794.546	32	Izquierda	27.95	Muy malo
11	Point	U-73	17° 58' 37.982" S	70° 13' 42.562" W	369924.0752	8011904.616	32	Derecha	10.81	Malo
25	Point	U-73	17° 58' 37.982" S	70° 13' 42.562" W	369924.0752	8011904.616	32	Izquierda	24.65	Muy malo
12	Point	U-79	17° 58' 34.860" S	70° 13' 37.871" W	370061.4353	8012001.503	32	Derecha	24.2	Muy malo
26	Point	U-79	17° 58' 34.860" S	70° 13' 37.871" W	370061.4353	8012001.503	32	Izquierda	29.32	Malo

Nota. Elaboración propia

Los resultados obtenidos confirman la hipótesis de que el Sistema de Información Geográfica (SIG) contribuyen significativamente en el proceso de rehabilitación del pavimento. Su capacidad para proporcionar datos precisos permite una evaluación más detallada de las condiciones viales, facilitando la identificación de áreas críticas y optimizando la planificación de intervenciones. Además, el SIG mejora la eficiencia en la toma de decisiones al integrar información geoespacial en tiempo real, lo que permite priorizar adecuadamente los recursos y seleccionar las estrategias de rehabilitación más efectivas para garantizar una infraestructura vial más duradera.

4.3.2 El registro de imágenes georreferenciadas priorizadas en el Sistema de Información Geográfica mejora la precisión y eficiencia para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna, 2024.



La Tabla 68 muestra cómo el registro de imágenes georreferenciadas a través del método SIG-VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado) mejora la precisión

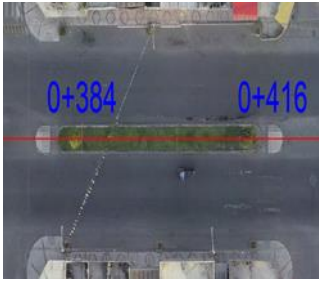




y eficiencia en la evaluación del estado del pavimento, lo que a su vez facilita la planificación y ejecución de las actividades de rehabilitación. Se observa que cada unidad de muestra tiene ortofotos y ubicación georreferenciada, lo que permite un análisis visual y espacial más completo del estado del pavimento.





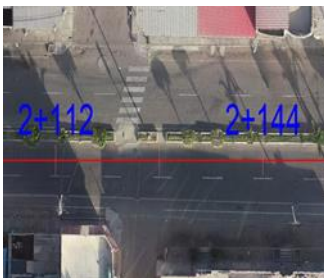
Mediante el uso de ortofotos georreferenciadas, la Tabla 68 facilita una evaluación más precisa del estado del pavimento, ya que estas imágenes ofrecen una representación visual detallada que complementa los datos numéricos del PCI

Tabla 68

Registro de imágenes georreferenciados por unidad de muestra mediante SIG.

Unidad de Muestra	Metodología SIG-VANT Ortofotos	Ubicación Georreferenciada		Calzada	Índice Condición del Pavimento (%)	Calificación Estado del Pavimento
		Latitud	Longitud			
U-01		17° 59' 20.019" S	70° 14' 47.351" W	Derecha	22.23	Muy Malo
				Izquierda	21.64	
U-07		17° 59' 17.004" S	70° 14' 47.351" W	Derecha	13.32	Muy Malo
				Izquierda	17.90	

U-13		17° 59' 13.714" S 70° 14' 36.091" W	Derecha	16.16	Muy Malo
			Izquierda	16.72	Muy Malo
U-19		17° 59' 10.202" S 70° 14' 30.707" W	Derecha	12.16	Muy Malo
			Izquierda	21.25	Muy Malo
U-25		17° 59' 6.684" S 70° 14' 25.309" W	Derecha	14.32	Muy Malo
			Izquierda	19.88	Muy Malo
U-31		17° 59' 3.121" S 70° 14' 19.943" W	Derecha	24.90	Muy Malo
			Izquierda	20.72	Muy Malo
U-37		17° 58' 59.522" S 70° 14' 14.608" W	Derecha	14.54	Muy Malo
			Izquierda	24.20	Muy Malo

U-43		17° 58' 55.911" S 70° 14' 9.283" W	Derecha	21.08	Muy Malo
			Izquierda	20.30	Muy Malo
U-49		17° 58' 52.271" S 70° 14' 3.978" W	Derecha	24.67	Muy Malo
			Izquierda	15.57	Muy Malo
U-55		17° 58' 48.669" S 70° 13' 58.645" W	Derecha	18.35	Muy Malo
			Izquierda	15.31	Muy Malo
U-61		17° 58' 45.065" S 70° 13' 53.312" W	Derecha	26.50	Malo
			Izquierda	25.90	Malo
U-67		17° 58' 41.529" S 70° 13' 47.934" W	Derecha	27.95	Malo
			Izquierda	10.81	Muy Malo

U-73		17° 58' 37.982" S 70° 13' 42.562" W	Derecha	26.46	Malo
			Izquierda	24.65	Muy Malo
U-79		17° 58' 34.860" S 70° 13' 37.871" W	Derecha	24.20	Muy Malo
			Izquierda	29.32	Malo

Nota. Elaboración propia

4.3.3 El uso del Sistema de Información Geográfica optimiza la identificación de los tipos de fallas que requieren intervención, permitiendo una mejor priorización para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna – 2024.

La Tabla 69 destaca cómo el SIG optimiza la identificación de los tipos de fallas presentes en el pavimento. Al registrar los tipos de fallas, su severidad y su ubicación en el SIG, se facilita la priorización de las intervenciones de rehabilitación, también proporciona información clave para la toma de decisiones en el proceso de rehabilitación del pavimento.

La columna "Tipo de fallas" enumera los tipos de fallas identificadas utilizando una nomenclatura numérica específica que corresponden a tipos de fallas estándar como agrietamiento en bloque, grietas longitudinales y transversales, parchado y acometida de servicios públicos, baches o huecos, ahuellamiento y desprendimiento de agregados. La columna "Severidad" califica la severidad de cada tipo de falla (L para baja, M para media y H para alta). Finalmente, las columnas "Índice de Condición (%)" y "Calificación del Estado del Pavimento" resumen el estado general del pavimento en cada unidad de muestra.

Tabla 69

Identificación de las fallas presentes por unidad de muestra, mediante el SIG

Unidad de Muestra	Calzada	Tipo de fallas	Severidad	Índice de Condición (%)	Calificación del Estado del Pavimento
U-01	Derecha	3, 10, 11 y 19	M, H, M y H	23.23	Muy malo
	Izquierda	10 y 19	H y M	21.64	Muy malo
U-07	Derecha	10, 11, 13 y 19	M, M, M y H	13.32	Muy malo
	Izquierda	10, 11 y 19	H, M y H	17.90	Muy malo
U-13	Derecha	10, 11, 13 y 19	M, M, M y H	16.16	Muy malo
	Izquierda	10, 13 y 19	H, M y H	16.72	Muy malo
U-19	Derecha	3, 10, 13 y 19	M, M, M y H	12.16	Muy malo
	Izquierda	10, 11 y 19	H, M y H	21.25	Muy malo
U-25	Derecha	3, 10, 13 y 19	M, M, M y H	14.32	Muy malo
	Izquierda	10, 11 y 19	H, M y H	19.88	Muy malo
U-31	Derecha	19	H y M	24.90	Muy malo
	Izquierda	10, 11 y 19	H, M y H	20.72	Muy malo
U-37	Derecha	3, 10, y 19	H, M y H	14.54	Muy malo
	Izquierda	10, 11 y 19	H, M y H	24.20	Muy malo
U-43	Derecha	11, 19	M y H	21.08	Muy malo
	Izquierda	10, 11 y 19	L, M y H	20.30	Muy malo

U-49	Derecha	11, 19	M y H	24.67	Muy malo
	Izquierda	10, 13 y 19	M, H y M	15.57	Muy malo
U-55	Derecha	6, 10, 11 y 19	M, M, H, y H	18.35	Muy malo
	Izquierda	10, 13 y 19	M, M y H	15.31	Muy malo
U-61	Derecha	19	H y M	26.50	Malo
	Izquierda	19	H y M	25.90	Malo
U-67	Derecha	19	H y M	27.95	Malo
	Izquierda	11, 13 y 19	M, M y H	10.81	Muy malo
U-73	Derecha	10 y 19	M y H	26.46	Malo
	Izquierda	10, 11 y 19	H, M y H	24.65	Muy malo
U-79	Derecha	6 y 19	M y H	24.20	Muy malo
	Izquierda	6, 13 y 19	H, M y H	29.32	Malo

Nota. Elaboración propia

4.3.4 La integración del Sistema de Información Geográfica en la calificación del estado del pavimento genera beneficios significativos al proporcionar datos más precisos para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024.

De acuerdo a la Tabla 71, el análisis de los resultados obtenidos del sistema de información geográfica mediante la evaluación del estado del pavimento para ambas secciones de la calzada (derecha e izquierda) refleja un estado crítico del pavimento, con un promedio de PCI del 20,40%, lo cual clasifica la condición general de la vía como "Muy Malo". Este nivel de deterioro evidencia la presencia de daños significativos que comprometen tanto la funcionalidad como la seguridad de la infraestructura vial, requiriendo de una intervención inmediata.

La calificación de "Muy Malo" sugiere que el pavimento ha superado su vida útil funcional, acumulando defectos severos como grietas extensivas, deformaciones estructurales, pérdida de material superficial y, posiblemente, fallas en las capas inferiores del pavimento, como la base y la subbase. Estos problemas no solo afectan la comodidad y seguridad de los usuarios, sino que también incrementan los costos de operación vehicular y el riesgo de accidentes.

Por tanto, la intervención recomendada es una reconstrucción total del pavimento. Esta intervención implica la remoción completa de las capas existentes, la rehabilitación o reemplazo de la base y subbase, y la colocación de una nueva carpeta de rodadura diseñada para soportar las condiciones de tráfico actuales y proyectadas. Asimismo, se debe considerar el rediseño del sistema de drenaje de la calzada, dado que la acumulación de agua podría ser un factor que haya acelerado el deterioro del pavimento existente.

Tabla 70

Intervención en función del Estado del pavimento

PCI	Estado	Intervención
0 – 30	Malo	Reconstrucción
31 – 70	Regular	Rehabilitación
71 -100	Bueno	Mantenimiento

Nota. Datos tomados de Shahin (2005).

Tabla 71*Tipo de intervención recomendada en función del valor del Estado del Pavimento*

Calzada	Unidad de Muestras ejecutadas	Longitud de Muestra	Índice de Condición	Calificación de Estado	Tipo de Intervención necesaria
Derecha	14	32,00 m.	20,49%	Muy Malo	Reconstrucción
Izquierda	14	32,00 m.	20,30%	Muy Malo	Reconstrucción
		Promedio	20,40%	Muy Malo	Reconstrucción

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO V
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**5.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN
OBTENIDO CON LA METODOLOGÍA SIG-VANT.**

La Tabla 72 presenta un resumen del Índice de Condición para las calzadas derecha e izquierda de la Av. Internacional. Este análisis se centra en los resultados obtenidos, evaluando el estado del pavimento y sus implicaciones para la movilidad urbana.

Tabla 72

Resumen de los resultados para su análisis del Índice de Condición en la calzada total

Calzada	N° de Muestras	Longitud de Muestra	Índice de Condición	Calificación
Derecha	14	32,00 m.	20,49%	Muy Malo
Izquierda	14	32,00 m.	20,30%	Muy Malo
		Promedio	20,40%	Muy Malo

Nota. Elaboración propia

El análisis de los resultados presentados en la Tabla 72 revela un estado crítico del pavimento en ambas calzadas de la Av. Internacional, con un Índice de Condición (PCI) promedio de 20,40%, clasificado como "Muy Malo". La calzada derecha muestra un PCI de 20,49%, mientras que la calzada izquierda presenta un valor ligeramente inferior de 20,30%. Estos resultados indican que ambas calzadas requieren atención urgente debido a su deterioro, lo que puede resultar en problemas operativos severos. La uniformidad en las calificaciones sugiere que el deterioro es generalizado y no se limita a áreas específicas.

Además, la baja calidad del pavimento no solo afecta la movilidad vehicular, sino que también impacta negativamente en la calidad de vida de los usuarios. Las condiciones actuales pueden generar ruidos molestos y vibraciones, además de contribuir a una percepción negativa del entorno urbano. Por lo tanto, es crucial implementar medidas correctivas inmediatas y desarrollar un plan integral de mantenimiento y rehabilitación vial. Esto no solo mejorará las condiciones del pavimento, sino que también facilitará una movilidad más segura y eficiente para todos los usuarios de la vía.

La intervención recomendada es una reconstrucción total del pavimento. Esta intervención implica la remoción completa de las capas existentes, la rehabilitación o reemplazo de la base y subbase, y la colocación de una nueva carpeta de rodadura diseñada para soportar las condiciones de tráfico actuales y proyectadas. Asimismo, se debe considerar el rediseño del sistema de drenaje de la calzada, dado que la

acumulación de agua podría ser un factor que haya acelerado el deterioro del pavimento existente.

Dichos resultados concuerdan con lo determinado por Vasconcelos et al. (2021), donde los hallazgos evidenciaron que el uso de drones es viable para la inspección de patologías en pavimentos asfálticos, cumpliendo con los estándares de la Norma DNIT 006/2003 - PRO, al tiempo que permite una reducción significativa del tiempo de operación (33,3%) en comparación con el método tradicional.

También existe concordancia con los resultados obtenidos por Pucha y Zárate (2020), quienes concluyen que la precisión en el ajuste de las ortoimágenes generadas por el VANT se encuentra dentro de las tolerancias aceptadas, con errores inferiores a 0,03 metros. Además, el error entre las mediciones de campo y las obtenidas a partir de la ortofoto es menor al RMSE calculado con el algoritmo SfM, lo que valida la confiabilidad de las distancias medidas y la evaluación de la condición del pavimento. Se concluye que la técnica basada en VANT es efectiva para detectar y cuantificar deterioros en la superficie de carreteras, proporcionando información precisa y detallada sobre su estado.

También existe concordancia con los resultados obtenidos por Cruz y

Gutiérrez (2019), donde propusieron una metodología alternativa para evaluar el estado superficial de pavimentos en vías urbanas, utilizando imágenes georreferenciadas capturadas mediante un vehículo aéreo no tripulado (VANT), que posteriormente se procesan para generar una ortofoto y un modelo digital 3D de alta resolución. Estos productos permiten una inspección completa y segura de la vía, identificando el tipo, la severidad y la densidad de los deterioros, datos fundamentales para aplicar el Método Pavement Condition Index (PCI).

De forma similar existe concordancia con los resultados encontrados por Curasi Trujillano (2024), quien exploró el uso de tecnologías modernas para evaluar la transitabilidad vehicular. El autor concluyó que estas metodologías representan una alternativa viable y eficiente para la evaluación y gestión del mantenimiento vial, especialmente en tramos extensos y con alta densidad de tráfico vehicular.

Finalmente, en concordancia con los resultados encontrados por Cruz y Gutiérrez (2019), quien concluye indicando que se desarrolló una metodología innovadora para evaluar el estado superficial de pavimentos urbanos, empleando vehículos aéreos no tripulados (VANT) para capturar imágenes georreferenciadas para generar ortofotos y modelos digitales 3D de alta resolución, facilitando inspecciones integrales y seguras, donde la metodología permite identificar el tipo,

severidad y densidad de deterioros, utilizando estos datos como base para el Método Pavement Condition Index (PCI).

Los resultados en una vía de prueba destacaron que el uso de VANT garantiza una recolección de datos más segura, planos detallados y confiables, y reduce los riesgos para el personal técnico en comparación con métodos tradicionales. En conclusión, esta técnica representa una solución eficiente y moderna para evaluar pavimentos, optimizando el diseño de estrategias de mantenimiento y rehabilitación en zonas urbanas.

CONCLUSIONES

1. La implementación de un sistema de información geográfica (SIG) para la rehabilitación de la Av. Internacional ha demostrado ser una herramienta eficaz, proporcionando un enfoque sólido para el análisis y gestión del estado del pavimento lo cual ha permitido realizar evaluaciones más precisas y eficientes, optimizando la ejecución de proyectos de rehabilitación vial.
2. El uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) en la recopilación de datos ha permitido calcular con precisión el Índice de Condición del Pavimento (PCI), lo que, valida la incorporación de tecnologías innovadoras en la evaluación, lo que resalta su capacidad para mejorar significativamente la calidad y precisión de los diagnósticos viales.
3. La identificación de fallas mediante la integración de SIG y VANT ha evidenciado una mejora notable en la eficiencia y exactitud de los datos recopilados. Esto sugiere que el uso de VANT no solo optimiza el proceso de obtención de información, sino que también garantiza resultados más confiables para respaldar la toma de decisiones. Las fallas identificadas en la Av. Internacional fueron grietas, parches, huecos y desprendimiento de agregados, con un Índice de Condición (PCI) promedio de 20,40%, clasificado como "Muy Malo", el resultado obtenido indica un deterioro

generalizado y que ambas calzadas requieren atención urgente debido a su deterioro para evitar problemas operativos severos.

4. La integración del SIG con los datos obtenidos por VANT facilita una gestión más efectiva del mantenimiento vial, priorizando intervenciones basadas en un análisis detallado del estado del pavimento lo que contribuye a un uso más eficiente de los recursos destinados a la infraestructura vial.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tanto a los ingenieros carreteros y a la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva priorizar la capacitación técnica en el uso de herramientas tecnológicas como sistemas de información geográfica (SIG) y vehículos aéreos no tripulados (VANT) donde estas tecnologías han demostrado ser eficaces para realizar diagnósticos precisos del estado del pavimento, optimizando la toma de decisiones y el uso eficiente de recursos en proyectos de rehabilitación vial.
2. Se sugiere a profesionales, técnicos y estudiantes en ingeniería civil participar en programas de formación relacionados con SIG y VANT, donde las instituciones académicas y los gobiernos locales pueden colaborar para ofrecer talleres, cursos y certificaciones que permitan integrar estas herramientas en la práctica profesional, asegurando su correcta aplicación en proyectos viales.
3. Las municipalidades distritales, provinciales y los Gobiernos Regionales encargadas de la gestión vial deben incorporar el análisis detallado de datos obtenidos mediante SIG y VANT en la planificación de intervenciones para facilitar la priorización, maximizando la eficiencia y sostenibilidad de las

obras de mantenimiento y rehabilitación vial. Además, se recomienda realizar un estudio integral para la rehabilitación de las calzadas de la Av. Internacional, priorizando la reparación de las fallas identificadas, el estudio deberá incluir un plan detallado que permita planificar de manera eficiente las intervenciones necesarias considerando los resultados obtenidos (PCI) y asegurando una atención inmediata y efectiva.

4. Se recomienda fomentar la colaboración entre gobiernos regionales, gobiernos locales y comunidades locales para mejorar la conservación vial donde los ciudadanos pueden contribuir reportando el estado de las vías, mientras que las municipalidades y gobiernos regionales pueden formar alianzas para implementar tecnologías avanzadas, asegurando un enfoque integral en la gestión de infraestructura vial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angarita, L. y Sánchez, J. (2017). *Comparación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) a partir de información obtenida por Métodos Fotogramétricos*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. doi:<https://hdl.handle.net/11349/6912>
- ASTMD6433-03. (2018). *Standard Practice for Roads and Parking. Lots Pavement Condition Index*.
- Bart, C. (2016). *Drone technology: Types, payloads, Applications, Frequency Spectrum Issues and future developments*. Holanda: Universidad de Leiden.
- Benito, J. (2015). *Integración de un UAV (vehículo aéreo no tripulado) en la plataforma robótica ARGOS*. Madrid-España: Universidad Autónoma de Madrid.
- Biblus. (26 de Julio de 2022). *¿Qué es el GIS en la ingeniería civil?* Obtenido de ¿Qué es el GIS en la ingeniería civil?: <https://biblus.accasoftware.com/es/que-es-el-gis-en-la-ingenieria-civil/>
- Brewer, C. (2015). *Designing Better Maps: A Guide for GIS Users*. Esri Press. doi:<https://www.esri.com/en-us/esri-press/browse/designing-better-maps-a-guide-for-gis-users>
- Cardoza, J. (2017). *Aplicaciones de los sistemas de información geográfica en ingeniería civil utilizando el software GV SIG*. Universidad de El Salvador.

doi:<https://www.udocz.com/apuntes/80535/aplicaciones-de-los-sistemas-de-informacion-geografica-en-ingenieria-civil-utilizando-el-software-gv-sig>

Cespedes, A. y Remar, A. (2022). *Elaboración de mapas de PCI para la planificación del mantenimiento y conservación del pavimento, Av. Maestro Peruano km 0+000 a km 0+653, distrito de Comas*. Universidad Ricardo Palma. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.14138/6002>

Chunsun, Z. y Ahmed, E. (2012). An Unmanned Aerial Vehicle-Based Imaging System for 3D Measurement of Unpaved Road Surface Distresses. *Wiley online library*, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1467->

Cruz, J. (2018).). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento con imágenes del vehículo aéreo no tripulado*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Cruz, J. y Gutiérrez, J. (2019). Evaluación superficial de vías urbanas empleando vehículo aéreo no tripulado (VANT). *métodos y materiales*, 8, 23-32. doi:10.15517/mym.v8i1.34113

Cubas, J. (2021). *Uso de un Dron para optimizar la evaluación superficial del pavimento flexible por el método PCI en la Av. Los Conquistadores, distrito de San Isidro, Lima-2021*. Lima: Universidad Privada del Norte.

Curasi, L. (2024). *Determinacion de la transitabilidad vehicular mediante el uso de vehiculos no tripulados y teléfonos inteligentes en la carretera PE-1S*,

- tramo: Emp. TA-644 a Emp. TA-645, Tacna . 2022. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. doi:https://repositorio.unjbg.edu.pe*
- Feijó, F. y Valdiviezo, K. (2006). *Manual de operación, mantenimiento y transferencia de los sistemas de información geográfica-SIG. . Proyecto Binacional Catamayo - Chira - Piura.*
- Garcés, D. (2017). *Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya.* Universidad de Cuenca. doi:http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28556
- Gutierrez, J. y Gould, M. (2000). *SIG: Sistema de Información Geográfica.* Síntesis-España. doi:https://www.sintesis.com/libro/sig-sistemas-de-informacion-geografica
- Hack, J., Adey, B. y Wozniak, M. (2018). Use of Unmanned Aerial Vehicle Photogrammetry to Obtain Topographical information to improve Bridge Risk Assessment. *ASCE Library*, <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29IS.1943-555X.0000393>.
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación.* Mexico: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Hidalgo, F. (2007). *Definición moderna de los parámetros para el diseño de pavimentos.* Universidad de las Fuerzas Armadas. doi:http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/1578

- Jugo, A. (2005). *Manual de Mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles*. Academia.
doi:https://www.academia.edu/36625946/MANUAL_DE_MANTENIMIENTO_y_REHABILITACION_DE_PAVIMENTOS_FLEXIBLES
- Lapa Nina, J y Mendoza Arizapana, Y. (2020). *Sistematización de la información para mejorar la condición y conservación de la red vial vecinal*. Universidad Ricardo Palma.
doi:<https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/44acf970-792c-4c0d-a66f-310bddc87614>
- Macedo y Cárdenas. (2023). *Gestión del mantenimiento vial-urbano para mejorar la transitabilidad en la ciudad de Tacna, 2022*. Universidad Privada de Tacna.
- Maldonado, J. (2015). *La metodología de la Investigación, fundamentos*. Honduras: Universidad Nacional Autónoma de Honduras, p. 38.
- Martínez Ospino, L y Noguera Núñez, R. (2020). *Modelos de serviciabilidad de pavimentos a partir del índice de condición del pavimento (PCI) con relación a las velocidades de operación*. Universidad de la Costa.
doi:<https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/6265>
- Martínez Pacheco, L. M. y Narváez Tobar, S. D. . (2024). *Potencial del uso de equipos VANT convencionales para identificar el ciclo de vida útil de vías mediante el método IRI*. Universidad Nacional de Chimborazo.

- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Universidad de Colombia. doi:<https://www.libreriaingeniero.com/2018/02/ingenieria-de-pavimentos-alfonso-montejo.html>
- MTC. (2014). *Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. doi:https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
- MTC. (2018). *Ley que regula el uso y las operaciones de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS)*. Dirección General de Aeronautica Civil. doi:<https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/355491-30740-ley-que-regula-el-uso-y-las-operaciones-de-los-sistemas-de-aeronaves-pilotadas-a-distancia-rpas>
- MTC. (2018). *Manual de carreteras sobre Mantenimiento o Conservación Vial*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. doi:https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
- Olano, J. J. (2021). *Estimación del deterioro del pavimento asfáltico de la avenida Las Palmeras, distrito de Los Olivos – Lima*. Universidad Privada del Norte. doi:<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29112>
- Pérez, A. y Ortega, V. (2013). *Manual de practicas de sistemas de información geográfica*. Universidad de Guanajuato - México.

- Pucha, P. y Zárate, B. (2020). Evaluación superficial de pavimentos rígidos en carreteras mediante ortoimágenes obtenidas mediante un vehículo aéreo no tripulado. *Avances: Investigación en Ingeniería*, 17 (2), <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.6599>.
- Puerta, R., Rengifo, J. y Bravo, N. (2011). *Arcgis Básico 10*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. <doi:file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ManualArcGis.pdf>
- Shahin, M. (2005). *Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots*. USA: Springer Science + Business Media. LLC 2° Edición.
- Simancas, L. (2019). Drones: Tecnología de alto vuelo. *World Energy Trade*, s/p.
- Suziedelyte, V. (2016). *Unmanned Aerial Vehicles for photogrammetry: Analysis of orthophoto images over the territory of Lithuania*. EE.UU: Universidad Técnica Vilnius Gediminas.
- UAVDACH. (10 de Diciembre de 2024). *La voz fuerte de la aviación no tripulada en Europa*. Obtenido de La voz fuerte de la aviación no tripulada en Europa: <https://www.uavdach.org/>
- Vasconcelos, R., Fonseca, A., Batista, G., Varela, V., Azevedo da Silveira, B. y Sousa, A. (2021). Mapeo de manifestaciones patológicas en pavimento asfáltico por medio del uso de drones. *Revista ALCONPAT*, 61-72, <https://doi.org/10.21041/ra.v11i1.521> .

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

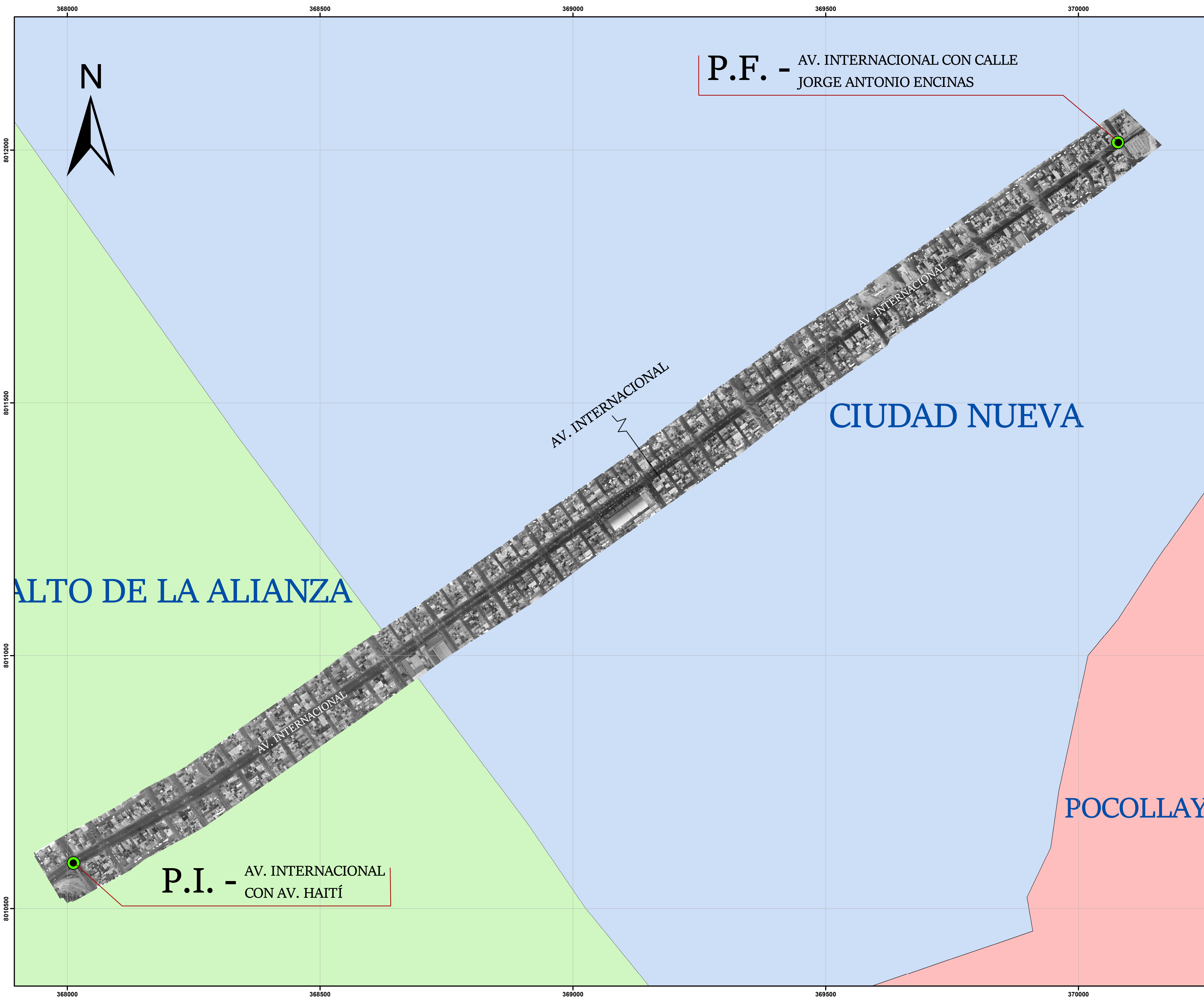
ANEXO I. – MATRIZ DE CONSISTENCIA

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL – CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024

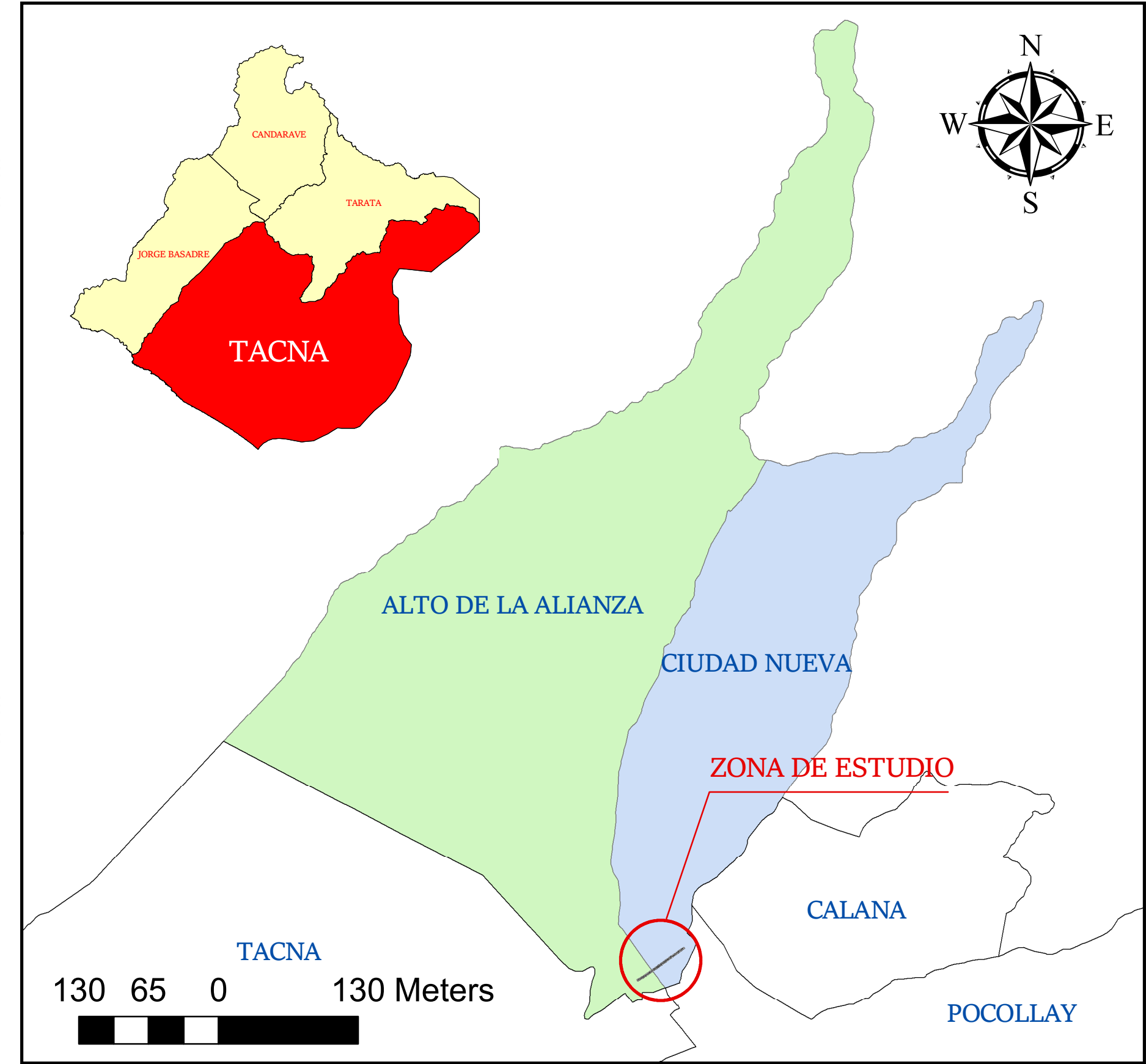
Definición del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Tipo de Investigación
¿Cómo contribuye la implementación de un Sistema de Información Geográfica al cálculo del Índice de Condición para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024?	Analizar cómo la implementación de un Sistema de Información Geográfica contribuye al cálculo del índice de Condición para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024.	La implementación de un Sistema de Información Geográfica contribuye significativamente al cálculo del Índice de Condición en el proceso de rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	Aplicado con enfoque cuantitativo
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Indicadores:	Nivel de Investigación
<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué imágenes georreferenciadas deben priorizarse en la implementación del Sistema de Información Geográfica para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024? ¿De qué manera el Sistema de Información Geográfica puede optimizar la identificación de los tipos de fallas que requieren intervención en la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024? ¿Qué beneficios ofrece la integración del Sistema de Información Geográfica en la calificación del estado del pavimento para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024? 	<ul style="list-style-type: none"> Registrar las imágenes georreferenciadas priorizadas en la implementación del Sistema de Información Geográfica para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024. Evaluar cómo el Sistema de Información Geográfica puede optimizar la identificación de los tipos de fallas que requieren intervención en la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024. Determinar los beneficios que ofrece la integración del Sistema de Información Geográfica en la calificación del estado del pavimento para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024. 	<ul style="list-style-type: none"> El registro de imágenes georreferenciadas priorizadas en el Sistema de Información Geográfica mejora la precisión y eficiencia para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna, 2024. El uso del Sistema de Información Geográfica optimiza la identificación de los tipos de fallas que requieren intervención, permitiendo una mejor priorización para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024. La integración del Sistema de Información Geográfica en la calificación del estado del pavimento genera beneficios significativos al proporcionar datos más precisos para la rehabilitación de la Av. Internacional - Ciudad Nueva, Tacna - 2024. 	<ul style="list-style-type: none"> Captura y cantidad de imágenes georreferenciadas del estado superficial del pavimento. Procesamiento de imágenes en mosaicos y modelos digitales. Frecuencia y precisión en las imágenes en ortofotos para el cálculo. 	Descriptivo
			Variable dependiente	Diseño de Investigación
			REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL	No experimental
			Indicadores:	Población
			<ul style="list-style-type: none"> Cantidad de tipos de fallas mediante método PCI Clasificación de fallas según severidad por unidades de muestra. Cálculo del valor ponderado PCI. Clasificación del estado del pavimento según PCI y tipo de intervención. 	Toda la extensión del pavimento de las vías arteriales del distrito de Ciudad Nueva.
				Muestra
				Un tramo específico de la Av. Internacional, comprendido entre los distritos de Alto de la Alianza y el distrito de Ciudad Nueva. La muestra se selecciona por conveniencia y se divide en segmentos de análisis para evaluar el Índice de Condición del Pavimento en una longitud aproximada de 3 KM en varias unidades de muestra.

ANEXO II.

PLANO DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



UBICACIÓN



INFORMACIÓN

P.I. - PUNTO DE INICIO
 AV. INTERNACIONAL
 CON AV. HAITÍ

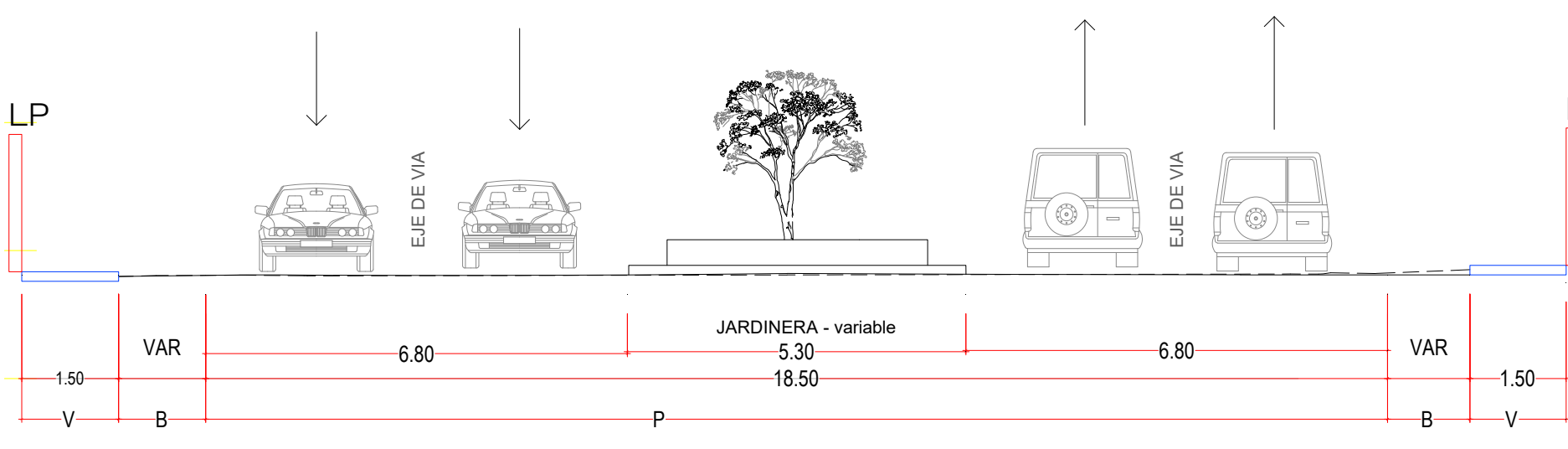
P.F. - PUNTO FINAL
 AV. INTERNACIONAL CON CALLE
 JORGE ANTONIO ENCINAS

MUESTRA
 2.5 KM

ESCALA



SECCIÓN VIAL



	TESIS: "IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL – CIUDAD NUEVA, TACNA – 2024" PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:	MAPA <h1>U - 01</h1>
	INGENIERO CIVIL	ESCALA INDICADA
ASESOR DE TESIS: DR. ING. MARTÍN PAUCARA ROJAS	PRESENTADO POR: Bach. Gladyz Yhery Alvarado Flores Bach. Gina Alejandra Atencio Ancocallo	FECHA 06 de enero del 2025
SISTEMA DE COORDENADAS: WGS84 19S		

ANEXO III.

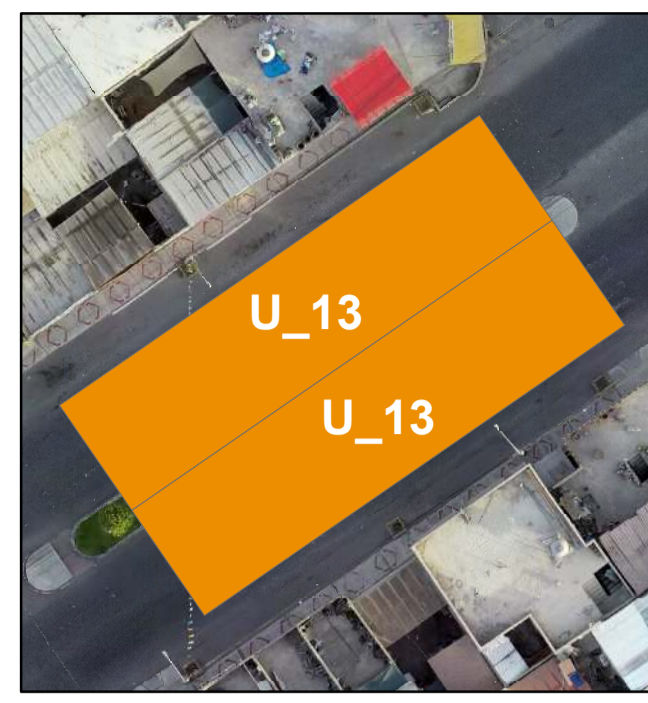
MAPAS GEORREFERENCIADOS UTILIZANDO ARCGIS



U-01
 PI: 0+000.00
 PF: 0+032.00



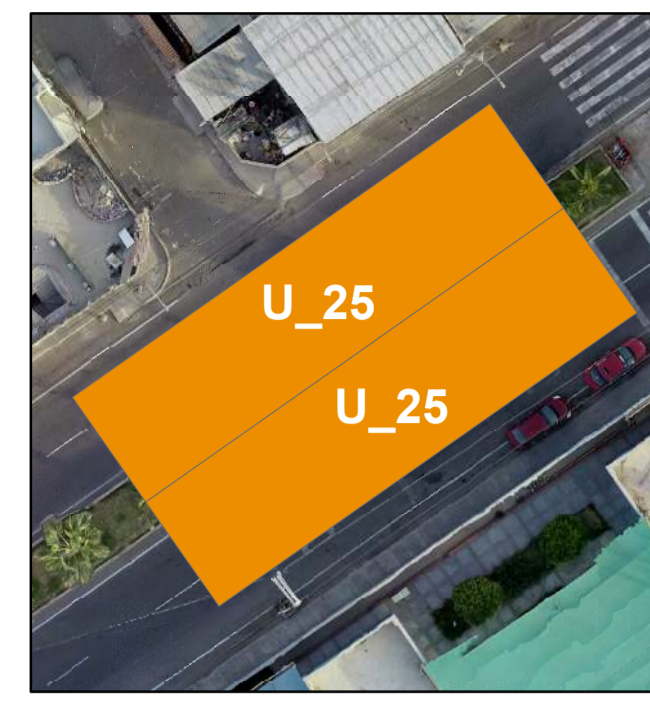
U-07
 PI: 0+192.00
 PF: 0+224.00



U-13
 PI: 0+384.00
 PF: 0+416.00



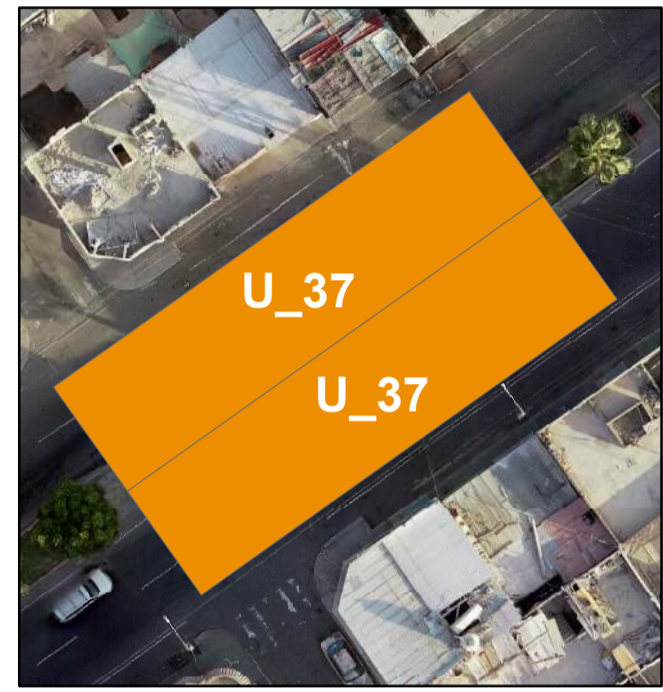
U-19
 PI: 0+576.00
 PF: 0+608.00



U-25
 PI: 0+768.00
 PF: 0+800.00



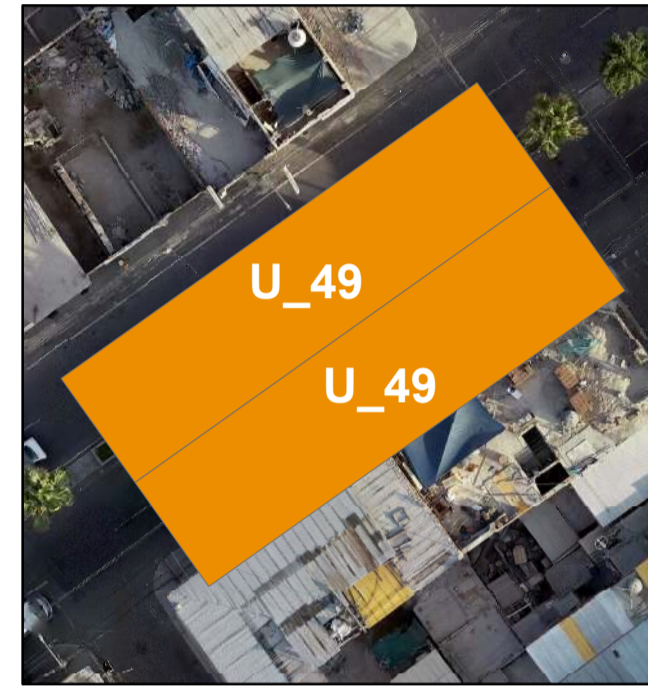
U-31
 PI: 0+960.00
 PF: 0+992.00



U-37
 PI: 1+152.00
 PF: 1+184.00



U-43
 PI: 1+334.00
 PF: 1+376.00



U-49
 PI: 1+536.00
 PF: 1+568.00



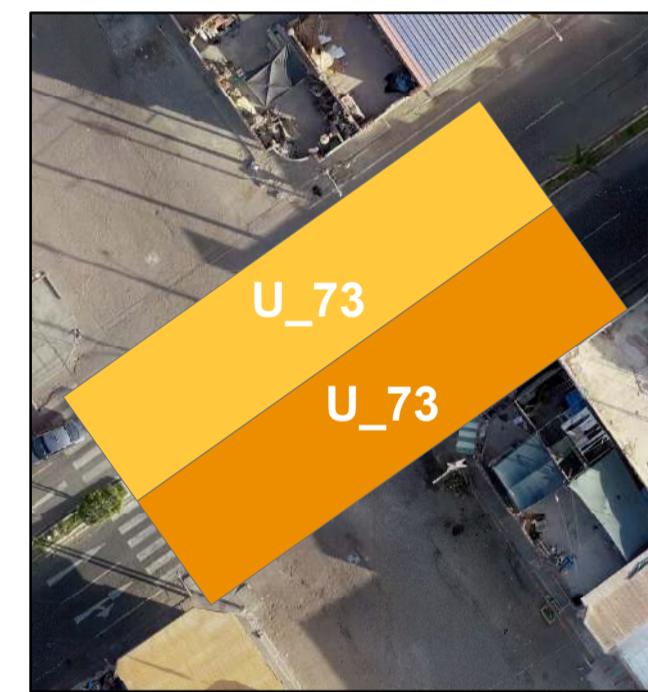
U-55
 PI: 1+728.00
 PF: 1+760.00



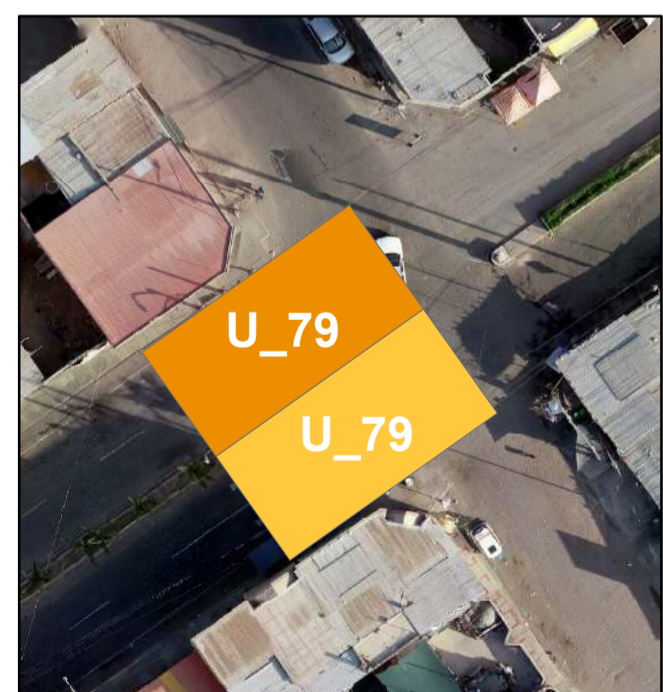
U-61
 PI: 1+920.00
 PF: 1+952.00



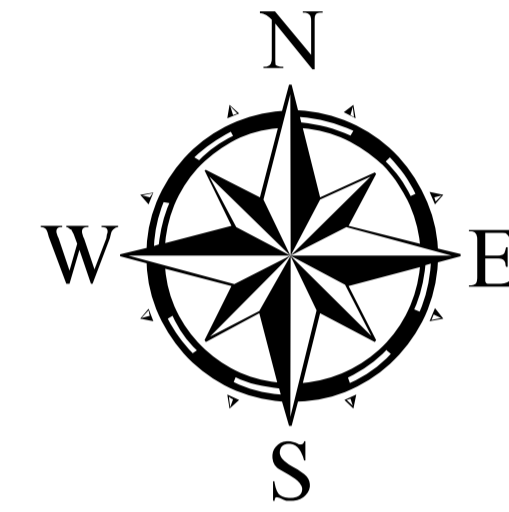
U-67
 PI: 2+112.00
 PF: 2+144.00



U-73
 PI: 2+304.00
 PF: 2+336.00



U-79
 PI: 2+496.00
 PF: 2+512.00

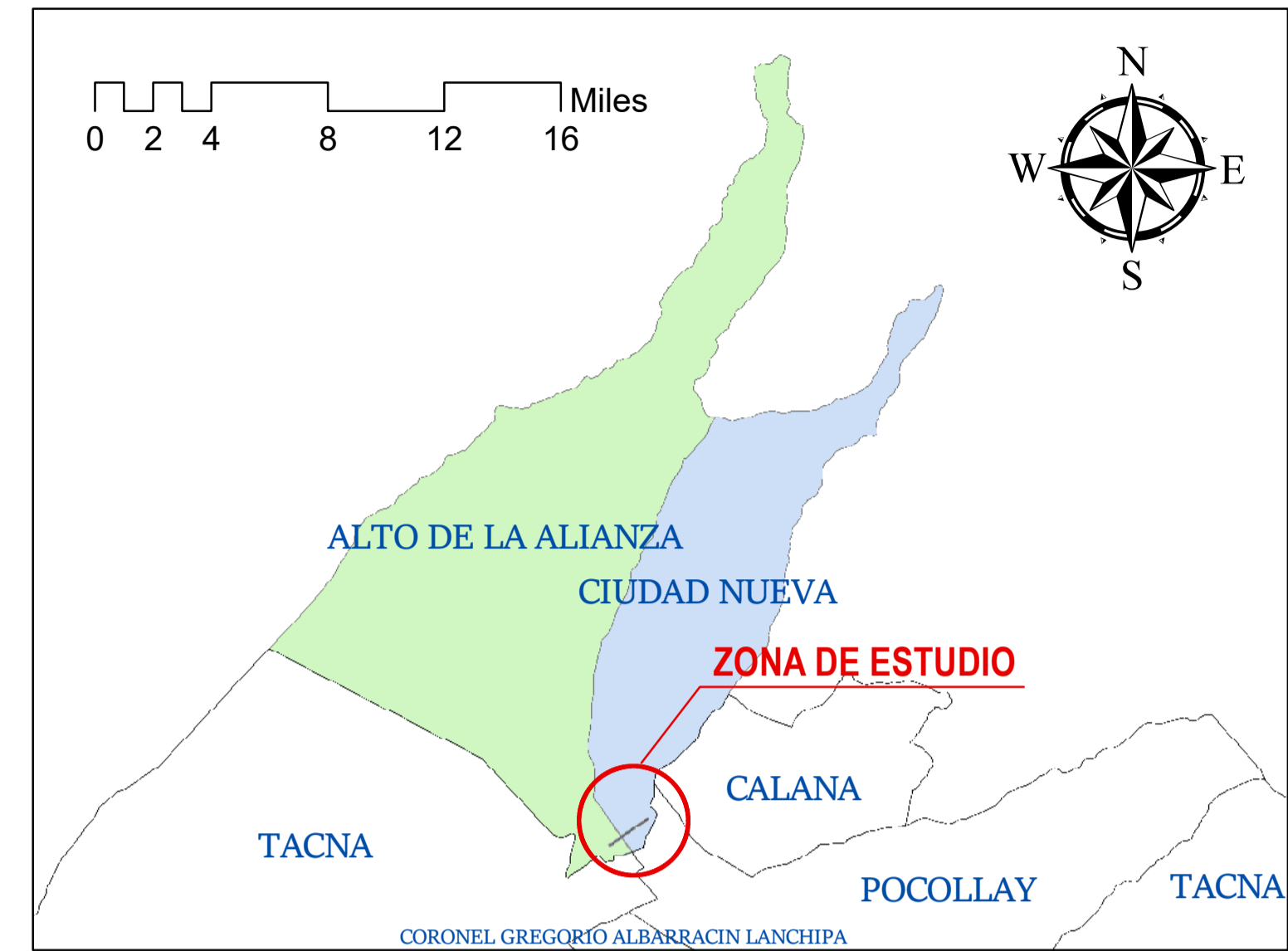


PLANO I-01: Valor de PCI

ESC: 1/473.78

ITEM	Shape	U_Muestra	Progre_I	Progre_F	Calzada	PCI_Valor	PCI_Condi	PCI_Interv
1	Polygon	U_01	0+000.00	0+032.00	DERECHA	22.23	MUY MALO	RECONSTRUCCION
2	Polygon	U_01	0+000.00	0+032.00	IZQUIERDA	21.64	MUY MALO	RECONSTRUCCION
3	Polygon	U_07	0+192.00	0+224.00	DERECHA	13.32	MUY MALO	RECONSTRUCCION
4	Polygon	U_07	0+192.00	0+224.00	IZQUIERDA	17.9	MUY MALO	RECONSTRUCCION
5	Polygon	U_13	0+384.00	0+416.00	DERECHA	16.16	MUY MALO	RECONSTRUCCION
6	Polygon	U_13	0+384.00	0+416.00	IZQUIERDA	16.72	MUY MALO	RECONSTRUCCION
7	Polygon	U_19	0+576.00	0+608.00	DERECHA	12.16	MUY MALO	RECONSTRUCCION
8	Polygon	U_19	0+576.00	0+608.00	IZQUIERDA	21.25	MUY MALO	RECONSTRUCCION
9	Polygon	U_25	0+768.00	0+800.00	DERECHA	14.32	MUY MALO	RECONSTRUCCION
10	Polygon	U_25	0+768.00	0+800.00	IZQUIERDA	19.88	MUY MALO	RECONSTRUCCION
11	Polygon	U_31	0+960.00	0+992.00	DERECHA	24.9	MUY MALO	RECONSTRUCCION
12	Polygon	U_31	0+960.00	0+992.00	IZQUIERDA	20.72	MUY MALO	RECONSTRUCCION
13	Polygon	U_37	1+152.00	1+184.00	DERECHA	14.54	MUY MALO	RECONSTRUCCION
14	Polygon	U_37	1+152.00	1+184.00	IZQUIERDA	24.2	MUY MALO	RECONSTRUCCION
15	Polygon	U_43	1+344.00	1+376.00	DERECHA	21.08	MUY MALO	RECONSTRUCCION
16	Polygon	U_43	1+344.00	1+376.00	IZQUIERDA	20.3	MUY MALO	RECONSTRUCCION
17	Polygon	U_49	1+536.00	1+568.00	DERECHA	24.67	MUY MALO	RECONSTRUCCION
18	Polygon	U_49	1+536.00	1+568.00	IZQUIERDA	15.57	MUY MALO	RECONSTRUCCION
19	Polygon	U_55	1+728.00	1+760.00	DERECHA	18.35	MUY MALO	RECONSTRUCCION
20	Polygon	U_55	1+728.00	1+760.00	IZQUIERDA	15.31	MUY MALO	RECONSTRUCCION
21	Polygon	U_61	1+920.00	1+952.00	DERECHA	26.5	MALO	RECONSTRUCCION
22	Polygon	U_61	1+920.00	1+952.00	IZQUIERDA	25.9	MALO	RECONSTRUCCION
23	Polygon	U_67	2+112.00	2+144.00	DERECHA	27.95	MALO	RECONSTRUCCION
24	Polygon	U_67	2+112.00	2+144.00	IZQUIERDA	10.81	MUY MALO	RECONSTRUCCION
25	Polygon	U_73	2+304.00	2+336.00	DERECHA	26.46	MALO	RECONSTRUCCION
26	Polygon	U_73	2+304.00	2+336.00	IZQUIERDA	24.65	MUY MALO	RECONSTRUCCION
27	Polygon	U_79	2+496.00	2+512.00	DERECHA	24.2	MUY MALO	RECONSTRUCCION
28	Polygon	U_79	2+496.00	2+512.00	IZQUIERDA	29.32	MALO	RECONSTRUCCION

UBICACIÓN

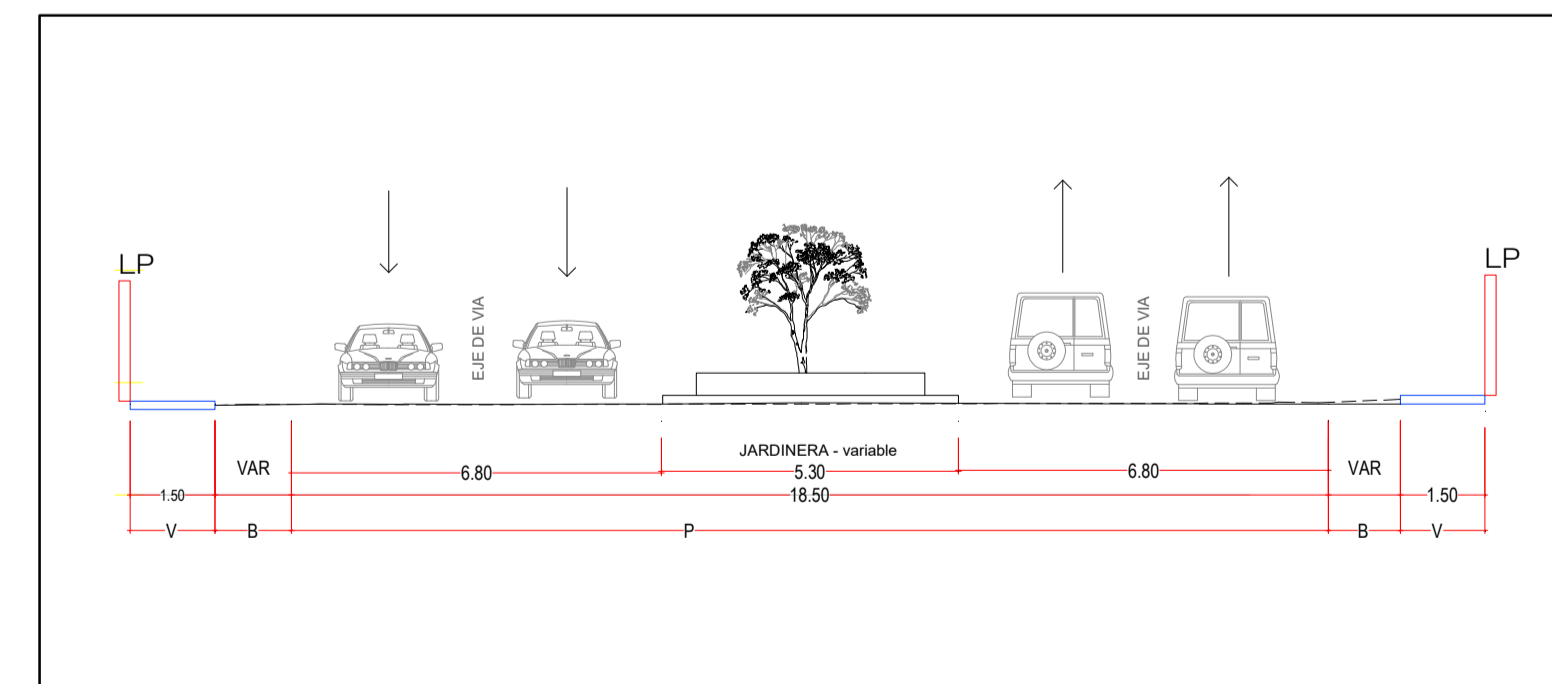


LEYENDA

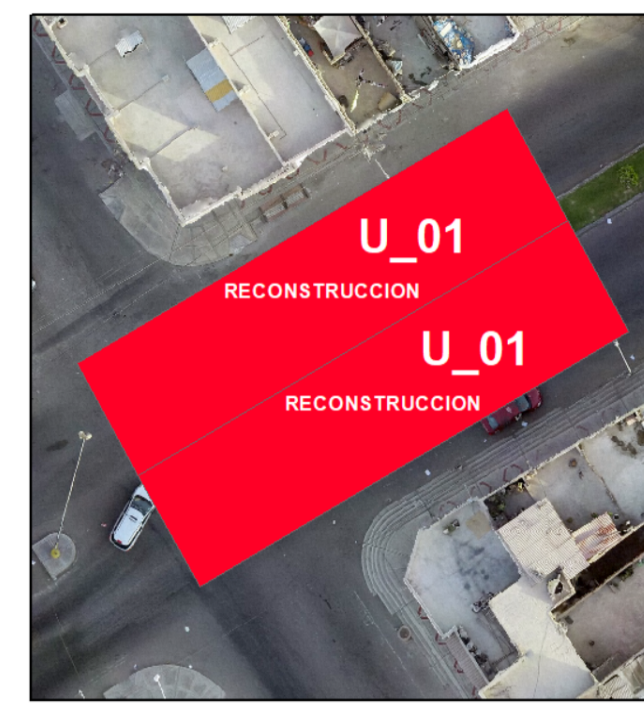
EN FUNCIÓN DE VALOR DE PCI

- FALLADO (0)
- MUY MALO (23)
- MALO (5)
- REGULAR (0)
- BUENO (0)
- MUY BUENO (0)
- EXCELENTE (0)

SECCIÓN VIAL



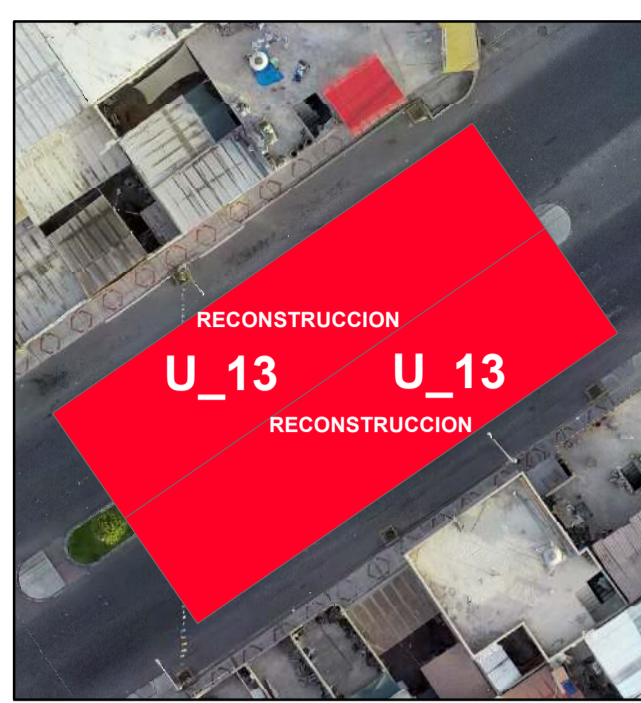
	TESIS: "IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"	MAPA: <h1 style="font-size: 2em;">I - 01</h1>
	PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL	
ASESOR DE TESIS: DR. ING. MARTÍN PAUCARA ROJAS	PRESENTADO POR: Bach. Gladyz Yheny Alvarado Flores Bach. Gina Alejandra Atencio Ancocallo	ESCALA: INDICADA
	SISTEMA DE COORDENADAS: WGS84 19S	FECHA: Febrero del 2025



U-01
 PI: 0+000.00
 PF: 0+032.00



U-07
 PI: 0+192.00
 PF: 0+224.00



U-13
 PI: 0+384.00
 PF: 0+416.00



U-19
 PI: 0+576.00
 PF: 0+608.00



U-25
 PI: 0+768.00
 PF: 0+800.00



U-31
 PI: 0+960.00
 PF: 0+992.00



U-37
 PI: 1+152.00
 PF: 1+184.00



U-43
 PI: 1+334.00
 PF: 1+376.00



U-49
 PI: 1+536.00
 PF: 1+568.00



U-55
 PI: 1+728.00
 PF: 1+760.00



U-61
 PI: 1+920.00
 PF: 1+952.00



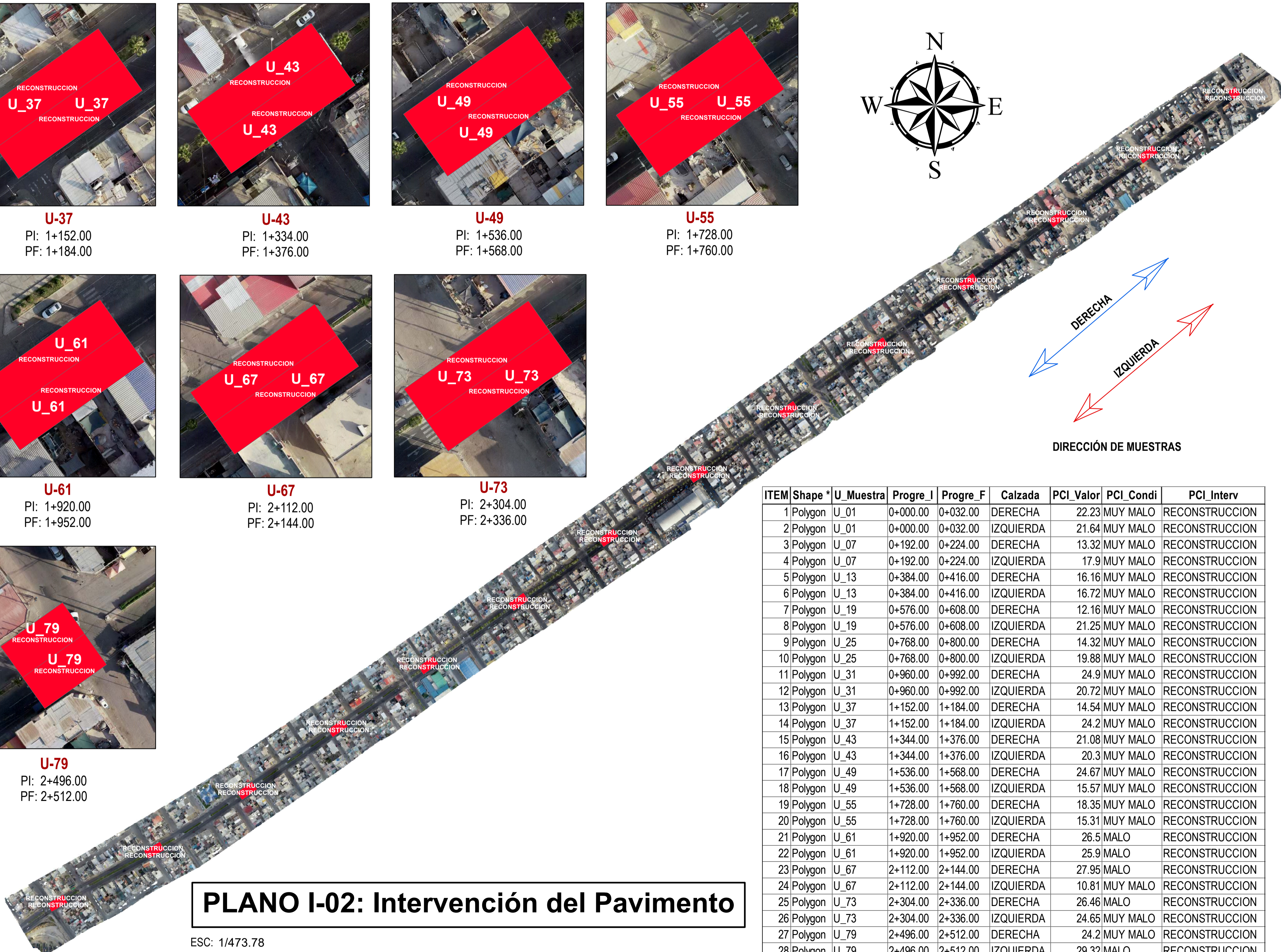
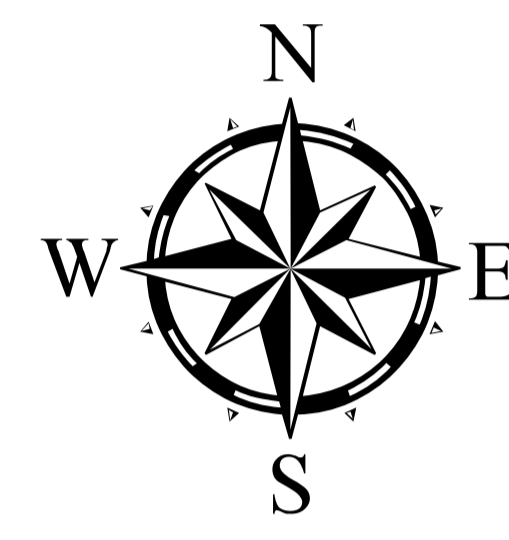
U-67
 PI: 2+112.00
 PF: 2+144.00



U-73
 PI: 2+304.00
 PF: 2+336.00



U-79
 PI: 2+496.00
 PF: 2+512.00

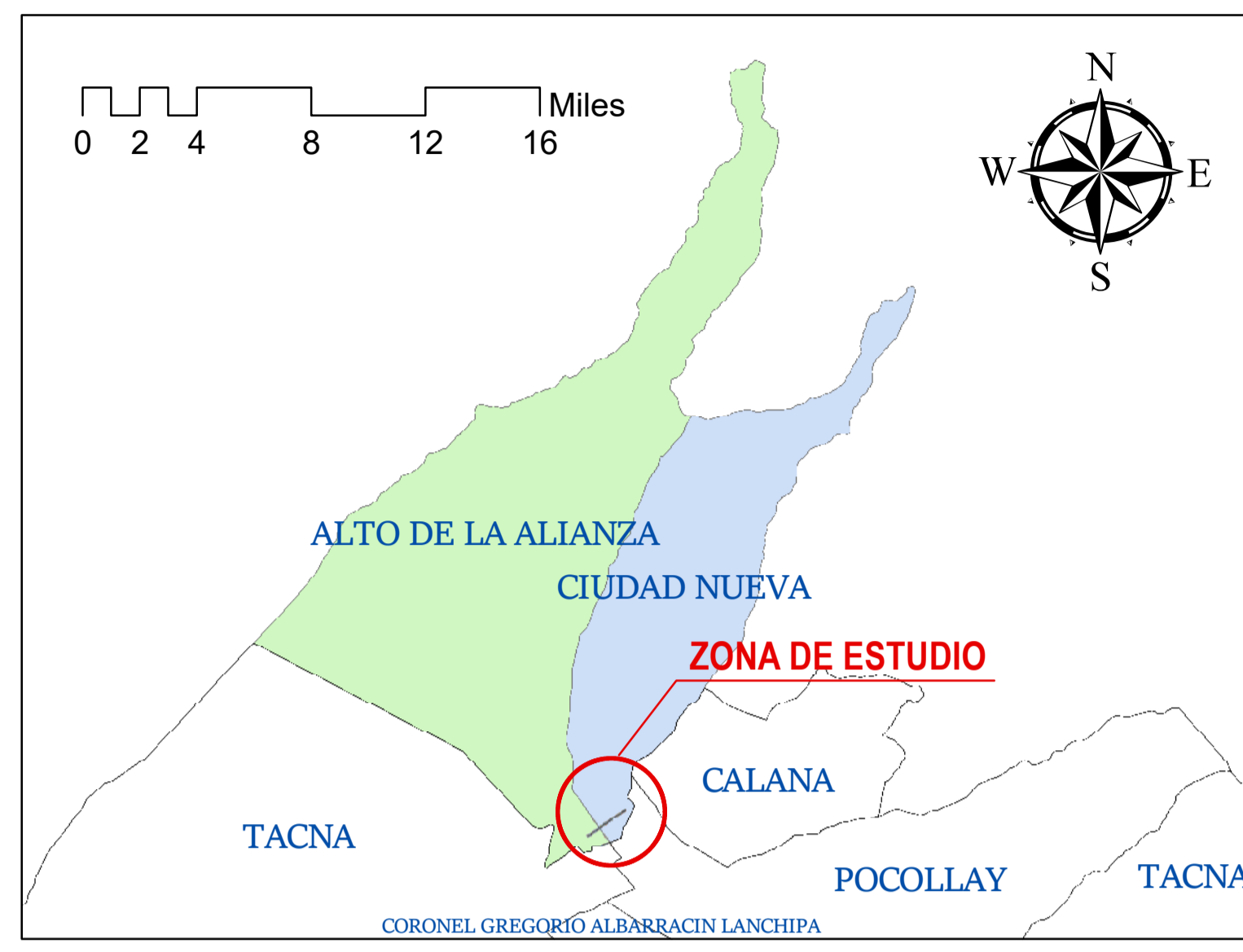


PLANO I-02: Intervención del Pavimento

ESC: 1/473.78

ITEM	Shape	U_Muestra	Progre_I	Progre_F	Calzada	PCI_Valor	PCI_Condi	PCI_Interv
1	Polygon	U_01	0+000.00	0+032.00	DERECHA	22.23	MUY MALO	RECONSTRUCCION
2	Polygon	U_01	0+000.00	0+032.00	IZQUIERDA	21.64	MUY MALO	RECONSTRUCCION
3	Polygon	U_07	0+192.00	0+224.00	DERECHA	13.32	MUY MALO	RECONSTRUCCION
4	Polygon	U_07	0+192.00	0+224.00	IZQUIERDA	17.9	MUY MALO	RECONSTRUCCION
5	Polygon	U_13	0+384.00	0+416.00	DERECHA	16.16	MUY MALO	RECONSTRUCCION
6	Polygon	U_13	0+384.00	0+416.00	IZQUIERDA	16.72	MUY MALO	RECONSTRUCCION
7	Polygon	U_19	0+576.00	0+608.00	DERECHA	12.16	MUY MALO	RECONSTRUCCION
8	Polygon	U_19	0+576.00	0+608.00	IZQUIERDA	21.25	MUY MALO	RECONSTRUCCION
9	Polygon	U_25	0+768.00	0+800.00	DERECHA	14.32	MUY MALO	RECONSTRUCCION
10	Polygon	U_25	0+768.00	0+800.00	IZQUIERDA	19.88	MUY MALO	RECONSTRUCCION
11	Polygon	U_31	0+960.00	0+992.00	DERECHA	24.9	MUY MALO	RECONSTRUCCION
12	Polygon	U_31	0+960.00	0+992.00	IZQUIERDA	20.72	MUY MALO	RECONSTRUCCION
13	Polygon	U_37	1+152.00	1+184.00	DERECHA	14.54	MUY MALO	RECONSTRUCCION
14	Polygon	U_37	1+152.00	1+184.00	IZQUIERDA	24.2	MUY MALO	RECONSTRUCCION
15	Polygon	U_43	1+344.00	1+376.00	DERECHA	21.08	MUY MALO	RECONSTRUCCION
16	Polygon	U_43	1+344.00	1+376.00	IZQUIERDA	20.3	MUY MALO	RECONSTRUCCION
17	Polygon	U_49	1+536.00	1+568.00	DERECHA	24.67	MUY MALO	RECONSTRUCCION
18	Polygon	U_49	1+536.00	1+568.00	IZQUIERDA	15.57	MUY MALO	RECONSTRUCCION
19	Polygon	U_55	1+728.00	1+760.00	DERECHA	18.35	MUY MALO	RECONSTRUCCION
20	Polygon	U_55	1+728.00	1+760.00	IZQUIERDA	15.31	MUY MALO	RECONSTRUCCION
21	Polygon	U_61	1+920.00	1+952.00	DERECHA	26.5	MALO	RECONSTRUCCION
22	Polygon	U_61	1+920.00	1+952.00	IZQUIERDA	25.9	MALO	RECONSTRUCCION
23	Polygon	U_67	2+112.00	2+144.00	DERECHA	27.95	MALO	RECONSTRUCCION
24	Polygon	U_67	2+112.00	2+144.00	IZQUIERDA	10.81	MUY MALO	RECONSTRUCCION
25	Polygon	U_73	2+304.00	2+336.00	DERECHA	26.46	MALO	RECONSTRUCCION
26	Polygon	U_73	2+304.00	2+336.00	IZQUIERDA	24.65	MUY MALO	RECONSTRUCCION
27	Polygon	U_79	2+496.00	2+512.00	DERECHA	24.2	MUY MALO	RECONSTRUCCION
28	Polygon	U_79	2+496.00	2+512.00	IZQUIERDA	29.32	MALO	RECONSTRUCCION

UBICACIÓN

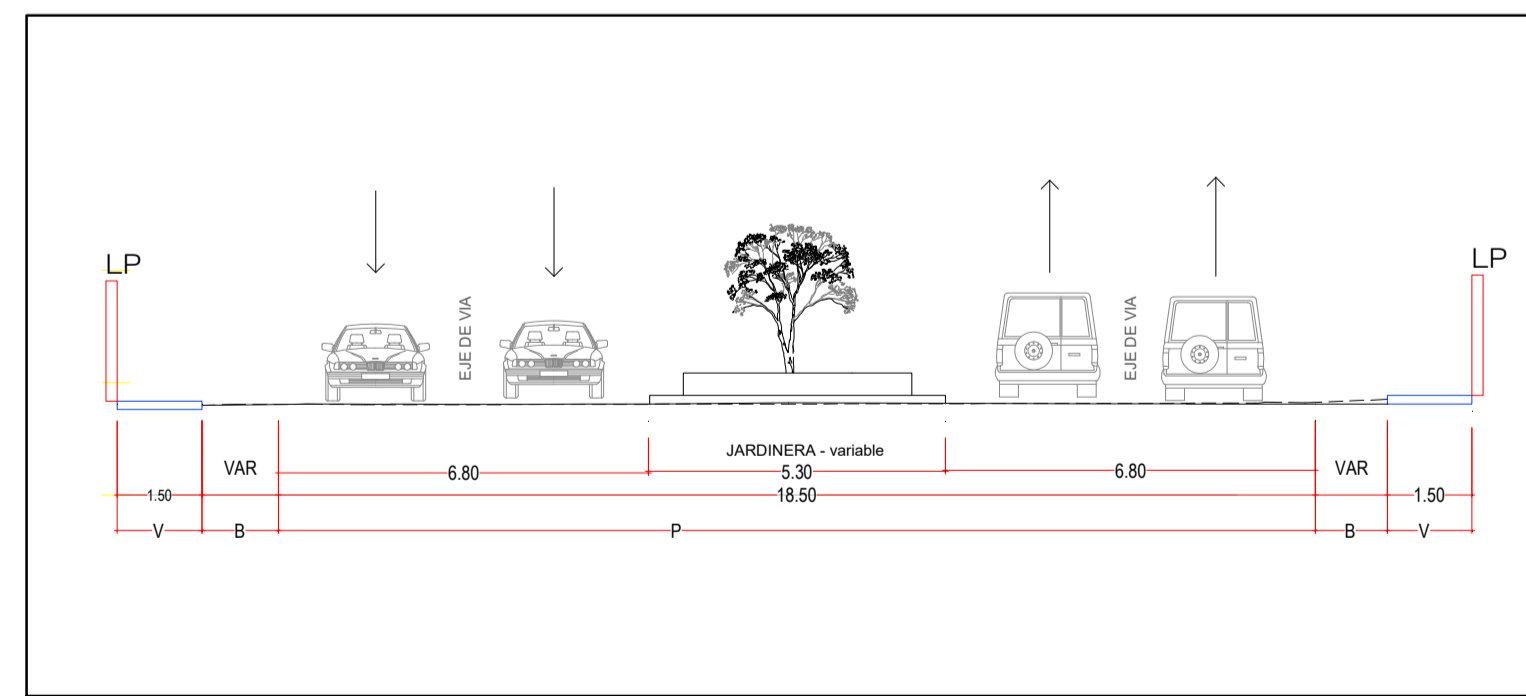


LEYENDA

INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO

- RECONSTRUCCION (28)
- REHABILITACION (0)
- MANTENIMIENTO (0)

SECCIÓN VIAL



	TESIS: "IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL – CIUDAD NUEVA, TACNA – 2024"	MAPA: <h1 style="font-size: 2em;">I - 02</h1>
	PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL	
ASESOR DE TESIS: DR. ING. MARTÍN PAUCARA ROJAS	PRESENTADO POR: Bach. Gladyz Yheny Alvarado Flores Bach. Gina Alejandra Atencio Ancocallo	ESCALA: INDICADA
	SISTEMA DE COORDENADAS: WGS84 19S	FECHA: Febrero del 2025

ANEXO IV.

CÁLCULO DE PCI OBTENIDOS DE LA METODOLOGIA SIG-PCI



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	II	CALZADA	IZQUIERDA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 1		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+0.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+32.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	16.00	16.00	6.94	27.38
19	DA	M	152.60	152.60	66.23	38.66
19	DA	H	78.00	78.00	33.85	63.66
Total VD :						129.71

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : **4.34**

Valor deducido más alto HDV : **63.66**

Nº	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	63.66	38.66	27.38	129.70	3	78.36
2	63.66	38.66	2.00	104.30	2	73.04
3	63.66	2.00	2.00	67.70	1	67.70
Máx. VDC						78.36

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

21.64

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	II	CALZADA	IZQUIERDA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 7		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24

PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+192.00
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+224.00
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m

EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.
--------------------	-------------------------

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	18.00	4.00	22.00	9.55	32.72
11	PA	M	4.26	8.00	12.26	5.32	23.11
19	DA	H	136.00		136.00	59.03	71.46
19	DA	M	68.00		68.00	29.51	29.68
Total VD :							156.96

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : **3.62**
Valor deducido más alto HDV : **71.46**

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	71.46	32.72	29.68	14.33	148.20	4	82.10
2	71.46	32.72	29.68	2.00	135.90	3	81.95
3	71.46	32.72	2.00	2.00	108.20	2	75.06
4	71.46	2.00	2.00	2.00	77.50	1	77.50
Máx. VDC							82.10

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI): PCI = 100 - (Máx. VDC)
17.90

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI: **MUY MALO**



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
-------	--

TRAMO :	II	CALZADA	IZQUIERDA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 13		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+384.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+416.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	2.00	6.00	8.00	16.00	6.94	27.38
13	BA	M	2.00	1.00		3.00	1.30	36.23
19	DA	H	136.00			136.00	59.03	71.46
19	DA	M	46.00			46.00	19.97	25.28
							Total VD :	160.35
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			3.62					
Valor deducido más alto HDV :			71.46					

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	71.46	36.23	27.38	15.67	150.70	4	83.28	
2	71.46	36.23	27.38	2.00	137.10	3	82.55	
3	71.46	36.23	2.00	2.00	111.70	2	76.94	
4	71.46	2.00	2.00	2.00	77.50	1	77.50	
							Máx. VDC	83.28

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

16.72

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	II	CALZADA	IZQUIERDA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 19		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+576.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+608.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	4.00	8.00	2.50	14.50	6.29	26.02
11	PA	M	2.40	8.00		10.40	4.51	21.28
19	DA	H	126.00			126.00	54.69	70.37
19	DA	M	68.80			68.80	29.86	29.84
							Total VD :	147.51
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			3.72					
Valor deducido más alto HDV :			70.37					

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	70.37	29.84	26.02	15.32	141.50	4	78.75	
2	70.37	29.84	26.02	2.00	128.20	3	77.64	
3	70.37	29.84	2.00	2.00	104.20	2	72.98	
4	70.37	2.00	2.00	2.00	76.40	1	76.40	
							Máx. VDC	78.75

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

21.25

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	II	CALZADA	IZQUIERDA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 25		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+768.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+800.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	4.00	6.00	3.20	13.20	5.73	24.64
11	PA	M	2.60	4.00		6.60	2.86	16.98
19	DA	H	126.00			126.00	54.69	70.37
19	DA	M	116.00			116.00	50.35	35.67
							Total VD :	147.66
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			3.72					
Valor deducido más alto HDV :			70.37					

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	70.37	35.67	24.64	12.23	142.90	4	79.45	
2	70.37	35.67	24.64	2.00	132.70	3	80.12	
3	70.37	35.67	2.00	2.00	110.00	2	76.00	
4	70.37	2.00	2.00	2.00	76.40	1	76.40	
							Máx. VDC	80.12

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

19.88

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	II	CALZADA	IZQUIERDA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 31		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+960.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+992.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	8.00	4.00	2.60		14.60	6.34	26.11
11	PA	M	3.20	4.20			7.40	3.21	17.97
19	DA	H	136.00				136.00	59.03	71.46
19	DA	M	82.50				82.50	35.81	31.76
								Total VD :	147.29
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			3.62						
Valor deducido más alto HDV :			71.46						

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	71.46	31.76	26.11	11.14	140.50	4	78.25	
2	71.46	31.76	26.11	2.00	131.30	3	79.28	
3	71.46	31.76	2.00	2.00	107.20	2	74.54	
4	71.46	2.00	2.00	2.00	77.50	1	77.50	
							Máx. VDC	79.28

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

20.72

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	II	CALZADA	IZQUIERDA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 37		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+152.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+184.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	M	14.50	14.50	6.29	13.38
11	PA	M	4.20	4.20	1.82	13.56
19	DA	H	120.50	120.50	52.30	69.78
19	DA	M	82.50	82.50	35.81	31.76
Total VD :						128.47

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : **3.78**
Valor deducido más alto HDV : **69.78**

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	69.78	31.76	13.56	10.44	125.50	4	71.16
2	69.78	31.76	13.56	2.00	117.10	3	72.19
3	69.78	31.76	2.00	2.00	105.50	2	73.66
4	69.78	2.00	2.00	2.00	75.80	1	75.80
Máx. VDC							75.80

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI): PCI = 100 - (Máx. VDC)
24.20

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI: **MUY MALO**



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	II	CALZADA	IZQUIERDA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 43		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+344.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+376.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	L	12.00	8.00	2.50	22.50	9.77	7.77
11	PA	M	4.20	2.26		6.46	2.80	16.79
19	DA	H	162.00			162.00	70.31	73.66
19	DA	M	68.00			68.00	29.51	29.68
							Total VD :	127.89
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			3.42					
Valor deducido más alto HDV :			73.66					

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	73.66	29.68	16.79	3.26	123.40	4	70.07	
2	73.66	29.68	16.79	2.00	122.10	3	74.71	
3	73.66	29.68	2.00	2.00	107.30	2	74.60	
4	73.66	2.00	2.00	2.00	79.70	1	79.70	
							Máx. VDC	79.70

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

20.30

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
-------	--

TRAMO :	II	CALZADA	IZQUIERDA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 49		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24

PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+536.00
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+568.00
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m

EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.
-------------	-------------------------

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	M	8.00	4.00	6.00	18.00	7.81	15.52
13	BA	M	2.00	1.00		3.00	1.30	36.23
19	DA	H	124.00			124.00	53.82	70.15
19	DA	M	89.00			89.00	38.63	32.66
							Total VD :	154.56
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			3.74					
Valor deducido más alto HDV :			70.15					

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	70.15	36.23	32.66	11.48	150.50	4	83.20	
2	70.15	36.23	32.66	2.00	141.00	3	84.43	
3	70.15	36.23	2.00	2.00	110.40	2	76.22	
4	70.15	2.00	2.00	2.00	76.20	1	76.20	
							Máx. VDC	84.43

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

15.57

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	II	CALZADA	IZQUIERDA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 55		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+728.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+760.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	M	3.40	2.90	4.80	11.10	4.82	11.26
13	BA	M	2.00	1.00		3.00	1.30	36.23
19	DA	H	118.60			118.60	51.48	69.57
19	DA	M	98.60			98.60	42.80	33.80
							Total VD :	150.86
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			3.79					
Valor deducido más alto HDV :			69.57					

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	69.57	36.23	33.80	8.90	148.50	4	82.25	
2	69.57	36.23	33.80	2.00	141.60	3	84.69	
3	69.57	36.23	2.00	2.00	109.80	2	75.90	
4	69.57	2.00	2.00	2.00	75.60	1	75.60	
							Máx. VDC	84.69

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

15.31

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	II	CALZADA	IZQUIERDA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 73		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 2+304.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 2+336.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	H	3.00	4.60	1.80	2.60	12.00	5.21	23.18
11	PA	M	2.00	3.80			5.80	2.52	15.90
19	DA	H	89.00				89.00	38.63	65.48
19	DA	M	68.00				68.00	29.51	29.68
								Total VD :	134.24
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			4.17						
Valor deducido más alto HDV :			65.48						

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	65.48	29.68	23.18	15.90	134.20	4	75.35	
2	65.48	29.68	23.18	2.00	120.30	3	73.84	
3	65.48	29.68	2.00	2.00	99.20	2	70.26	
4	65.48	2.00	2.00	2.00	71.50	1	71.50	
							Máx. VDC	75.35

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

24.65

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	II	CALZADA	IZQUIERDA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 79		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 2+496.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 2+512.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	115.20 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
6	DE	H	2.56		2.56	2.22	21.57
13	BA	M	2.00	1.00	3.00	2.60	51.44
19	DA	H	126.00		126.00	109.38	0.00
19	DA	M	96.00		96.00	83.33	41.23
Total VD :							114.24

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : **5.46**

Valor deducido más alto HDV : **51.44**

Nº	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	51.44	41.23	21.57	114.20	3	70.68
2	51.44	41.23	2.00	94.70	2	67.20
3	51.44	2.00	2.00	55.40	1	55.40
Máx. VDC						70.68

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

29.32

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	I	CALZADA	DERECHA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 1		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+0.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+32.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
3	AB	M	18.00			18.00	7.81	14.05
10	GLT	H	12.00			12.00	5.21	23.18
11	PA	M	3.80			3.80	1.65	12.83
19	DA	M	112.20			112.20	48.70	35.27
19	DA	H	86.00			86.00	37.33	64.98
							Total VD :	150.32

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : **4.22**

Valor deducido más alto HDV : **64.98**

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	64.98	35.27	23.18	14.05	2.82	140.30	5	72.62
2	64.98	35.27	23.18	14.05	2.00	139.50	4	77.77
3	64.98	35.27	23.18	2.00	2.00	127.40	3	77.25
4	64.98	35.27	2.00	2.00	2.00	106.30	2	74.08
5	64.98	2.00	2.00	2.00	2.00	73.00	1	73.00
							Máx. VDC	77.77

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

22.23

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	I	CALZADA	DERECHA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 7		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+192.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+224.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	M	5.00	2.00	6.00	13.00	5.64	12.46
11	PA	M	6.32			6.32	2.74	16.60
13	BA	M	4.00			4.00	1.74	42.31
19	DA	M	122.34			122.34	53.10	36.22
19	DA	H	68.76			68.76	29.84	62.10
							Total VD :	169.69
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			4.48					
Valor deducido más alto HDV :			62.10					

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	62.10	42.31	36.22	16.60	5.98	163.20	5	82.28
2	62.10	42.31	36.22	16.60	2.00	159.20	4	86.68
3	62.10	42.31	36.22	2.00	2.00	144.60	3	85.98
4	62.10	42.31	2.00	2.00	2.00	110.40	2	76.22
5	62.10	2.00	2.00	2.00	2.00	70.10	1	70.10
							Máx. VDC	86.68

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI): PCI = 100 - (Máx. VDC)
13.32

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI: **MUY MALO**



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	I	CALZADA	DERECHA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 13		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+384.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+416.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	M	10.00	2.00	8.00	20.00	8.68	16.68
11	PA	M	4.32			4.32	1.88	13.78
13	BA	M	3.00			3.00	1.30	36.23
19	DA	M	122.34			122.34	53.10	36.22
19	DA	H	65.00			65.00	28.21	61.00
							Total VD :	163.91
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			4.58					
Valor deducido más alto HDV :			61.00					

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	61.00	36.23	36.22	16.68	7.99	158.10	5	80.15
2	61.00	36.23	36.22	16.68	2.00	152.10	4	83.84
3	61.00	36.23	36.22	2.00	2.00	137.50	3	82.75
4	61.00	36.23	2.00	2.00	2.00	103.20	2	72.46
5	61.00	2.00	2.00	2.00	2.00	69.00	1	69.00
							Máx. VDC	83.84

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

16.16

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	I	CALZADA	DERECHA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 19		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+576.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+608.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
3	AB	M	8.00	6.00	12.00	26.00	11.28	16.89
10	GLT	M	11.00			11.00	4.77	11.21
13	BA	M	4.00			4.00	1.74	42.31
19	DA	M	120.00			120.00	52.08	36.02
19	DA	H	86.00			86.00	37.33	64.98
							Total VD :	171.40
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			4.22					
Valor deducido más alto HDV :			64.98					

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	64.98	42.31	36.02	16.89	2.47	162.70	5	82.08
2	64.98	42.31	36.02	16.89	2.00	162.20	4	87.84
3	64.98	42.31	36.02	2.00	2.00	147.30	3	87.14
4	64.98	42.31	2.00	2.00	2.00	113.30	2	77.82
5	64.98	2.00	2.00	2.00	2.00	73.00	1	73.00
							Máx. VDC	87.84

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

12.16

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	1	CALZADA	DERECHA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 25		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 0+768.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 0+800.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
3	AB	M	68.00			68.00	29.51	27.75
10	GLT	M	12.00			12.00	5.21	11.81
13	BA	M	4.00			4.00	1.74	42.31
19	DA	M	78.26			78.26	33.97	31.17
19	DA	H	42.62			42.62	18.50	53.47
Total VD :								166.51
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			5.27					
Valor deducido más alto HDV :			53.47					

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	53.47	42.31	31.17	27.75	11.81	166.50	5	83.60
2	53.47	42.31	31.17	27.75	2.00	156.70	4	85.68
3	53.47	42.31	31.17	2.00	2.00	130.90	3	79.04
4	53.47	42.31	2.00	2.00	2.00	101.80	2	71.74
5	53.47	2.00	2.00	2.00	2.00	61.50	1	61.50
Máx. VDC								85.68

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

14.32

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	I	CALZADA	DERECHA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 37		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+152.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+184.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
3	AB	H	52.00	52.00	22.57	41.35
10	GLT	M	8.60	8.60	3.73	9.61
19	DA	H	104.60	104.60	45.40	67.73
19	DA	M	86.40	86.40	37.50	32.30
Total VD :						150.99

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : 3.96
Valor deducido más alto HDV : 67.73

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	67.73	41.35	32.30	9.23	150.60	4	83.24
2	67.73	41.35	32.30	2.00	143.40	3	85.46
3	67.73	41.35	2.00	2.00	113.10	2	77.71
4	67.73	2.00	2.00	2.00	73.70	1	73.70
Máx. VDC							85.46

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI): PCI = 100 - (Máx. VDC)
14.54

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI: MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	I	CALZADA	DERECHA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 43		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+344.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+376.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	PA	M	1.20	2.42	20.00	23.62	10.25	31.76
19	DA	M	62.40			62.40	27.08	28.56
19	DA	H	126.00			126.00	54.69	70.37
							Total VD :	130.69

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : **3.72**

Valor deducido más alto HDV : **70.37**

N°	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	70.37	31.76	28.56	130.70	3	78.92	
2	70.37	31.76	2.00	104.10	2	72.93	
3	70.37	2.00	2.00	74.40	1	74.40	
						Máx. VDC	78.92

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

21.08

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	I	CALZADA	DERECHA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 49		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+536.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+568.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	PA	M	2.40	8.00	10.40	4.51	21.28
19	DA	M	82.60		82.60	35.85	31.77
19	DA	H	126.00		126.00	54.69	70.37
Total VD :							123.43

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : **3.72**

Valor deducido más alto HDV : **70.37**

Nº	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	70.37	31.77	21.28	123.40	3	75.33
2	70.37	31.77	2.00	104.10	2	72.93
3	70.37	2.00	2.00	74.40	1	74.40
Máx. VDC						75.33

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

24.67

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	I	CALZADA	DERECHA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 55		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 1+728.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 1+760.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
6	DE	M	4.20			4.20	1.82	10.81
10	GLT	M	24.00	6.00	2.00	32.00	13.89	21.33
11	PA	H	4.32	8.00		12.32	5.35	39.24
19	DA	H	120.00			120.00	52.08	69.72
19	DA	M	32.80			32.80	14.24	21.67
							Total VD :	162.78
Número Máximo Admisible de V.D. (m) :			3.78					
Valor deducido más alto HDV :			69.72					

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO	
1	69.72	39.24	21.67	16.64	147.30	4	81.65	
2	69.72	39.24	21.67	2.00	132.60	3	80.06	
3	69.72	39.24	2.00	2.00	113.00	2	77.65	
4	69.72	2.00	2.00	2.00	75.70	1	75.70	
							Máx. VDC	81.65

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

18.35

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	I	CALZADA	DERECHA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 73		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 2+304.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 2+336.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	230.40 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

N°	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	GLT	M	36.00	36.00	15.63	22.69
19	DA	M	142.00	142.00	61.63	37.88
19	DA	H	58.60	58.60	25.43	59.14
Total VD :						119.71

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : **4.75**

Valor deducido más alto HDV : **59.14**

N°	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	59.14	37.88	22.69	119.70	3	73.54
2	59.14	37.88	2.00	99.00	2	70.12
3	59.14	2.00	2.00	63.10	1	63.10
Máx. VDC						73.54

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

26.46

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MALO



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CÁLCULO DEL PCI

TESIS	"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AV. INTERNACIONAL - CIUDAD NUEVA, TACNA - 2024"
--------------	--

TRAMO :	I	CALZADA	DERECHA
UNIDAD DE MUESTRA :	U - 79		
PROGRESIVA INICIAL :	Km 2+496.00		
PROGRESIVA FINAL :	Km 2+512.00		
ANCHO DE LA VÍA :	7.20 m		

ÁREA DE LA UNIDAD :	115.20 m ²
FECHA :	15/12/24
EVALUADOR :	ALVARADO F. -ATENCIO A.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y Hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel Carril y Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de Agregados	PUA	m ²

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta Parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Desprendimiento de Agregados	DA	m ²

Severidad	Código
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

Nº	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
6	DE	M	2.58	2.58	2.24	11.87
19	DA	M	152.60	152.60	132.47	0.00
19	DA	H	82.00	82.00	71.18	73.82
Total VD :						85.70

Número Máximo Admisible de V.D. (m) : **3.40**

Valor deducido más alto HDV : **73.82**

Nº	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO
1	73.82	11.87	85.70	2	61.42
2	73.82	2.00	75.80	1	75.80
Máx. VDC					75.80

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):

PCI = 100 - (Máx. VDC)

24.20

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PCI:

MUY MALO

AVENIDA INTERNACIONAL						
CALZADA	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL (Km)	PROGRESIVA FINAL (Km)	LONGITUD DE LA MUESTRA (m)	VALOR PCI	CALIFICACIÓN
D E R E C H A	U-01	0+000.00	0+032.00	32.00	22.23	MUY MALO
	U-07	0+192.00	0+224.00	32.00	13.32	MUY MALO
	U-13	0+384.00	0+416.00	32.00	16.16	MUY MALO
	U-19	0+576.00	0+608.00	32.00	12.16	MUY MALO
	U-25	0+768.00	0+800.00	32.00	14.32	MUY MALO
	U-31	0+960.00	0+992.00	32.00	24.90	MUY MALO
	U-37	1+152.00	1+184.00	32.00	14.54	MUY MALO
	U-43	1+344.00	1+376.00	32.00	21.08	MUY MALO
	U-49	1+536.00	1+568.00	32.00	24.67	MUY MALO
	U-55	1+728.00	1+760.00	32.00	18.35	MUY MALO
	U-61	1+920.00	1+952.00	32.00	26.50	MALO
	U-67	2+112.00	2+144.00	32.00	27.95	MALO
	U-73	2+304.00	2+336.00	32.00	26.46	MALO
	U-79	2+496.00	2+512.00	32.00	24.20	MUY MALO
PROMEDIO					20.49	MUY MALO

AVENIDA INTERNACIONAL						
CALZADA	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL (Km)	PROGRESIVA FINAL (Km)	LONGITUD DE LA MUESTRA (m)	VALOR PCI	CALIFICACIÓN
I Z Q U I E R D A	U-01	0+000.00	0+032.00	32.00	21.64	MUY MALO
	U-07	0+192.00	0+224.00	32.00	17.90	MUY MALO
	U-13	0+384.00	0+416.00	32.00	16.72	MUY MALO
	U-19	0+576.00	0+608.00	32.00	21.25	MUY MALO
	U-25	0+768.00	0+800.00	32.00	19.88	MUY MALO
	U-31	0+960.00	0+992.00	32.00	20.72	MUY MALO
	U-37	1+152.00	1+184.00	32.00	24.20	MUY MALO
	U-43	1+344.00	1+376.00	32.00	20.30	MUY MALO
	U-49	1+536.00	1+568.00	32.00	15.57	MUY MALO
	U-55	1+728.00	1+760.00	32.00	15.31	MUY MALO
	U-61	1+920.00	1+952.00	32.00	25.90	MALO
	U-67	2+112.00	2+144.00	32.00	10.81	MUY MALO
	U-73	2+304.00	2+336.00	32.00	24.65	MUY MALO
	U-79	2+496.00	2+512.00	32.00	29.32	MALO
PROMEDIO					20.30	MUY MALO