



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Br. Quispe Maucaylle, Xavier Rony
<https://orcid.org/0000-0001-7227-7250>

ASESOR:

Mg. Ing. Benites Zúñiga, José Luis
<https://orcid.org/0000-0003-4459-494X>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Este trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a Dios, a mis padres Nicolasa y Dionicio; y a toda mi familia que siempre me ha brindado su apoyo incondicional para lograr este objetivo.

Agradecimiento

En primer lugar, a Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome, dándome fortaleza, salud y fuerza para continuar con mis objetivos trazados; a mis padres, quienes durante toda mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo principal en todo momento.

Sin dejar de mencionar al Mg. Ing. José Luis Benites Zúñiga, quién con su vasta y extensa labor de enseñanza y labor de guiarme a lograr el gran sueño que tuve de titularme como ingeniero civil.

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA	40
3.1. Tipo y diseño de investigación	40
3.2. Variables y operacionalización	40
3.3. Población, muestra y muestreo	42
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
3.5. Procedimientos	45
3.6. Método de análisis de datos	47
3.7. Aspectos éticos	47
IV. RESULTADOS.....	48
V. DISCUSIÓN	76
VI. CONCLUSIONES	82
VII. RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS.....	86
ANEXOS	93

Índice de tablas

Tabla 1 Rangos de PCI y condición de pavimento	16
Tabla 2 Definición de la valoración de los rangos del PCI	16
Tabla 3 Longitud de Unidades de Muestreo Asfálticas	17
Tabla 4 Índice de grado de la condición del pavimento – medidas correctivas	22
Tabla 5 Calificación de la validez del instrumento según juicio de expertos	45
Tabla 6 Límites Distritales del distrito de San Jerónimo	49
Tabla 7 Localización Geográfica distrito de San Jerónimo.....	49
Tabla 8 Datos de vuelo, cámara y posicionamiento	52
Tabla 9 Tipos de fallas encontradas - Metodología PCI empleando VANT.....	59
Tabla 10 Resultados condición superficial - Metodología PCI empleando VANT.	61
Tabla 11 Resultados promedio de la condición superficial PCI empleando VANT.	62
Tabla 12 Medidas correctivas de acuerdo al Índice de grado de la condición del pavimento.....	63
Tabla 13 Tipos de falla encontradas - Metodología PCI Tradicional.	66
Tabla 14 Resultados condición superficial del pavimento flexible - Metodología tradicional.....	68
Tabla 15 Resultado promedio de la condición superficial, metodología PCI tradicional.....	69
Tabla 16 Comparación de resultados detección de tipos de fallas superficiales..	70
Tabla 17 Comparación de área de fallas encontradas ambas metodologías	71
Tabla 18 Comparación de resultados de la condición superficial ambas metodologías.....	73
Tabla 19 Comparación de Resultado promedio de la condición superficial	74
Tabla 20 Resultado de prueba t para medias de PCI empleado VANT y PCI directo.	75
Tabla 21 Comparación del PCI empleando VANT y PCI- tradicional.....	80

Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Situación actual de la superficie del pavimento Flexible	4
Figura 2 Estructura del pavimento rígido.....	13
Figura 3 Estructura del pavimento flexible	14
Figura 4 Ecuación para determinar el número de muestras.....	17
Figura 5 Ecuación para determinar el número mínimo de muestras a evaluar ..	17
Figura 6 Ecuación para determinar el Intervalo de muestreo.....	18
Figura 7 Instrumento de recolección de datos en campo.....	19
Figura 8 Ecuación para determinar Número Máximo Admisible de VD.....	20
Figura 9 Curva de valor deducido corregido.....	21
Figura 10 Ecuación para determinar el PCI de una muestra.....	21
Figura 11 Ecuación para determinar el PCI promedio.....	22
Figura 12 Fotogrametría Aérea	23
Figura 13 Visión estereoscópica natural y artificial.....	24
Figura 14 Flujo de trabajo de la fotogrametría.....	24
Figura 15 GSD - Ground Sampling Distance.....	26
Figura 16 GSD - Ground Sampling Distance.....	26
Figura 17 Vehículo Aéreo no Tripulado Multirotor, modelo Phantom 4 Pro DJI	27
Figura 18 Vehículo Aéreo no Tripulado Ala fija, modelo Parrot.....	28
Figura 19 Estructura de VANT multirotor Phantom 4 Pro DJI	28
Figura 20 Motores de VANT multirotor Phantom 4 Pro DJI.....	28
Figura 21 Hélices de VANT multirotor Phantom 4 Pro DJI.....	28
Figura 22 Controlador remoto de vuelo, Phantom 4 Pro DJI.....	29
Figura 23 Baterías de Phantom 4 Pro DJI.....	29
Figura 24 Cámara y estabilizador de Phantom 4 Pro DJI	30
Figura 25 Representación de numero de pixeles por imagen y calidad	30
Figura 26 Relación entre GSD y altura de vuelo	31
Figura 27 Proceso de construcción del modelo.....	31
Figura 28 Representación de formas de traslape.....	32
Figura 29 Representación de sombra según la posición del sol	33
Figura 30 Representación de área de proyecto de vuelo.....	34
Figura 31 Altura de vuelo con relación a huella fotográfica.....	35
Figura 32 Tamaño del sensor con diferentes tipos de cámara.....	35

Figura 33	Nube de puntos densa	37
Figura 34	Representación de ortofoto	37
Figura 35	Representación de Modelo digital de (MDT- MDS)	38
Figura 36	Diferencia entre MDS y MDT	38
Figura 37	Modelo 3D de la superficie	39
Figura 38	Población de estudio Avenida José María Arguedas-San Jerónimo... ..	42
Figura 39	Número de muestras- carril derecho.....	43
Figura 40	Número de muestras- carril izquierdo.	43
Figura 41	Número mínimo de muestras a evaluar en cada carril	43
Figura 42	Intervalo de muestreo.....	43
Figura 43	Procedimiento General.....	46
Figura 44	Mapa político del Perú.....	48
Figura 45	Mapa político de la Región Apurímac.....	48
Figura 46	Mapa político de la provincia de Andahuaylas.	49
Figura 47	Ubicación del distrito de San Jerónimo.	49
Figura 48	Delimitación de la zona de estudio.....	50
Figura 49	Configuración del plan de vuelo	51
Figura 50	Checklist, para operación de vuelo	51
Figura 51	Zona de ejecución y despegue del vuelo.	52
Figura 52	Imágenes recopiladas con el VANT DJI Phantom 4 RTK	53
Figura 53	Localización de Imágenes recopiladas, software Agisoft Metashape .	53
Figura 54	Modelo 3D en el software Agisoft Metashape	54
Figura 55	Limpieza de vehículos en movimiento en la ortofoto.....	54
Figura 56	Ortofoto de la avenida José María Arguedas	55
Figura 57	MDS- Modelo digital de elevación	55
Figura 58	Ortofoto en programa AutoCAD civil3D 2020.....	55
Figura 59	Proceso de indentificación de fallas en el pavimento flexible	56
Figura 60	Instrumento de recolección de datos – Ud-01	56
Figura 61	Curva del valor deducido corregido.....	57
Figura 62	Resultados PCI y condición del pavimento – Ud-01.....	58
Figura 63	Demarcación de fallas existentes.....	63
Figura 64	Medición de fallas (grietas transversales)	63
Figura 65	Fallas localizadas en el pavimento flexible.....	64

Figura 66 Medición de fallas localizadas	64
Figura 67 Resultados PCI tradicional y condición del pavimento – Ud-01	65
Gráfico 1 Agrupación de tipos de fallas en pavimento flexible	15
Gráfico 2 Porcentaje de tipos de fallas encontradas durante la evaluación - PCI VANT	60
Gráfico 3 Resultados del grado de PCI empleando VANT	62
Gráfico 4 Porcentaje de tipos de fallas encontradas durante la evaluación - PCI tradicional	67
Gráfico 5 Resultados del grado de PCI empleando PCI tradicional	69
Gráfico 6 Tipos de fallas superficiales PCI empleando VANT & PCI tradicional .	70
Gráfico 7 Porcentaje de fallas encontradas mediante – PCI empleando VANT ..	71
Gráfico 8 Porcentaje de fallas encontradas mediante – PCI tradicional	72
Gráfico 9 Comparación de valores PCI entre ambas metodologías aplicadas...	74

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general explicar cómo la metodología PCI empleando VANT, determina la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, empleando una metodología de tipo aplicada, con diseño no experimental, prospectivo, transversal y analítico, de nivel explicativo y enfoque cuantitativo. Se logró como resultados una ortofoto proveniente del procesamiento fotogramétrico que permite realizar un inventario de fallas y determinar un PCI de 55 que refleja una condición superficial de pavimento “regular”, se plantea un mantenimiento correctivo intensivo con actividades de sellado superficial y rencarpetado delgado; mientras una evaluación tradicional establece un PCI de 54 con condición superficial “regular”, realizando la prueba “t” se revela un P-valor de 0.08 mayor a 0.05 (α), revela que no existe diferencia significativa en las medias del PCI empleando VANT y PCI tradicional, por ende existe un alto grado de confiabilidad. Se concluye, la metodología PCI empleando VANT es confiable ya que determina valores similares a una evaluación tradicional, permitiendo una recopilación de datos característicos y coadyuva a la optimización de tiempos de trabajo, personal designado, costos de seguridad sin la necesidad de generar interrupciones en el flujo vehicular.

Palabras clave: pavimento flexible, condición superficial, PCI, VANT.

Abstract

The general objective of this research was to explain how the PCI methodology using UAV determines the surface condition of the flexible pavement on Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, this research is of an applied type, with a non-experimental, prospective, cross-sectional and analytical design, explanatory level and quantitative approach. The results were an orthophoto from the photogrammetric processing that allows an inventory of failures and determine a PCI of 55 that reflects a "regular" pavement surface condition. Intensive corrective maintenance is proposed with surface sealing activities and thin repackaging; While a traditional evaluation establishes a PCI of 54 with a "regular" surface condition, performing the "t" test reveals a P-value of 0.08 greater than 0.05 (α), it reveals that there is no significant difference in the PCI means using UAV and traditional PCI, therefore there is a high degree of reliability. It is concluded that the PCI methodology using UAV is reliable and determines values similar to a traditional evaluation, allowing a collection of characteristic data and contributes to the optimization of work times, designated personnel, security costs without the need to generate interruptions in the Vehicular flow.

Keywords: flexible pavement, surface condition, PCI, UAV.

I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial urbana en América Latina es uno de los pilares importantes para el desarrollo de los países, ya que permite la comunicación entre diversas regiones, reducción de costos, tiempos de transporte, disminución de precios de servicio y bienes, interacción comercial con nuevos mercados.

La Metodología PCI empleando VANT, es también conocida como método UAV, es una técnica innovadora que incorpora a la metodología tradicional del PCI y el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) o drones para la inspección y evaluación de pavimentos, basándose en la fotogrametría (fuente de información) que permite realizar el inventario de fallas en función al tipo, cantidad y severidad para posteriormente deducir el PCI y establecer la situación actual del pavimento. Esta metodología sustituye el trabajo de campo por un trabajo de gabinete, de esta manera reducir el uso de recursos, tiempo, sobre todo salvaguardar la seguridad de los inspectores. El uso de VANT como de equipos de estudio en el campo de la ingeniería civil, son una alternativa ideal debido a su versátil y eficiente autonomía.

La condición superficial del pavimento, está referido a la situación actual del pavimento, expresado de forma verbal de la condición del pavimento como una función del valor de PCI que varía entre 0 a 100 donde 100 es “excelente”, y 0 es “colapsado”, además que permite determinar y planear medidas correctoras frente a diversas fallas que se presentan en la superficie de pavimentos flexibles.

En la ciudad de Valencia - España, se manifiesta que, las vías urbanas presentan deterioro constante por numerosos factores, por ello es importante la evaluación temprana del deterioro de pavimento con la finalidad de mejorar los tratamientos de conservación y elevar la duración de infraestructuras viales. Sin embargo, las metodologías tradicionales necesitan muchos datos en campo y son difícilmente adaptables a vías con características diversas como son el tráfico excesivo además no se garantizan la seguridad de los evaluadores.¹

¹ (ANDRADE, 2018 pág. 19)

En el salvador, el impacto negativo en el transporte se hace evidente, debido a la carencia de la evaluación superficial en los pavimentos que dificultan la planificación racional de los trabajos correctivos, optando por medidas correctivas inadecuadas que conducen a un deterioro acelerado de las superficies rodantes y calzadas. Las metodologías tradicionales de evaluación de vías, en su etapa recolección de datos requieren mucho tiempo, la desviación total o parcial del tráfico generando congestión, además situando en riesgo la vida del evaluador.²

En el Perú, este fenómeno también se observa, de acuerdo a lo planteado por Cruz, los gobiernos locales carecen de información primaria sobre la condición superficial de las vías urbanas bajo su gestión, que les permita preparar sus planes operativos en mantenimiento preventivo y correctivo de las infraestructuras viales, generando de manera improvisada de acciones correctivas que lo único que generan es acelerar el deterioro de la calzada y las consiguientes protestas de los usuarios. Por otro lado, es difícil evaluar las calles urbanas debido a la ocurrencia de congestión vehicular, que sitúan en riesgos de accidentes a los evaluadores asignado para la inspección e inventario en campo.³

En el distrito de Comas- Región Lima, la auscultación con el método PCI se caracteriza por obtener directamente los datos en campo como los tipos de fallas, sus niveles de severidad y la densidad en las superficies, este procedimiento conlleva tiempo y puede afectar el flujo de la vía de manera temporal, pudiendo ocasionar accidentes tanto en los usuarios y los evaluadores de campo; en razón del avance tecnológico se dispone el uso de vehículos aéreos como el dron, el cual permite obtener productos digitales denominados ortofotos que permiten el dimensionamiento de las fallas de forma rápida y menos invasiva.⁴

En la ciudad de Piura se presenta el problema en mención cada año las vías no son evaluadas rutinariamente, ocasionando que el pavimento muestre deterioro severo, para recién designar la reparación o la reconstrucción, las entidades

² (BERRÍOS y otros, 2020 pág. 03)

³ (CRUZ, 2018 pág. 24)

⁴ (QUISPE, 2020 pág. 10)

públicas presentan un desinterés por las evaluaciones periódicas debido a la dificultad de estimación de fallas en una vía donde se va incrementando el parque automotor que año tras año.⁵

Existen diversos métodos y herramientas para evaluar la condición del pavimento, pero muchos de ellos requieren de una gran cantidad de personal calificado y a su vez de un mayor tiempo para el desarrollo de las actividades, ya que vías como la carretera Huancayo – Izcuchaca (Huancayo), se presencia un alto flujo vehicular, lo que representa un riesgo para el personal técnico de campo.⁶

La región Cusco actualmente carece de procedimientos de gestión de infraestructura vial que puedan sostener una serviciabilidad óptima, y no existe una base de datos de estimaciones previas de las condiciones superficial del pavimento, que se pueda utilizar como base para la predicción y planteamiento de alternativas que conlleven a un mantenimiento adecuado para asegurar su infraestructura funcional y extender su vida útil, ya que la mayor parte de intervenciones son realizadas bajo las quejas y la presión política de los vecinos hacia los responsables de los gobiernos locales.⁷

Las entidades públicas (municipalidades) están en la obligación de asegurar el cumplimiento de condición funcional de la infraestructura vial durante el ciclo de vida proyectado, sin embargo, se limitan a realizar evaluaciones rutinarias, debido a ausencia de designación presupuestal en las etapas de mantenimiento y al desconocimiento de personas que ocupan cargos importantes que a menudo no son ingenieros civiles o viales, que pierden el interés en la aplicación de metodologías para el recojo de información, determinar la condición superficial y posteriormente plantear las alternativas de solución adecuadas. Este problema se ve más afectado en provincias aisladas, como lo es Huanta, que muestran un mayor deterioro en sus calles.⁸

⁵ (FIESTAS y Merino, 2020 pág. 01)

⁶ (CORNEJO y Valle, 2018 pág. 02),

⁷ (YAURI y Mamani, 2019 pág. 02)

⁸ (VENTURA, 2020 pág. 01)

En la región de Apurímac, el distrito de San Jerónimo está sindicado como una de las más pobres del país, pese a ello no se viene trabajando en la implementación de proyectos que garanticen una infraestructura vial urbana que otorgue buen nivel de serviciabilidad. Es el caso del pavimento flexible de la Avenida José María Arguedas, que no cuenta con un registro de evaluación de la condición superficial a lo largo de los años, esto limita las alternativas de solución a la presencia de diversas fallas, que a simple vista ocasionan descontento en la población.

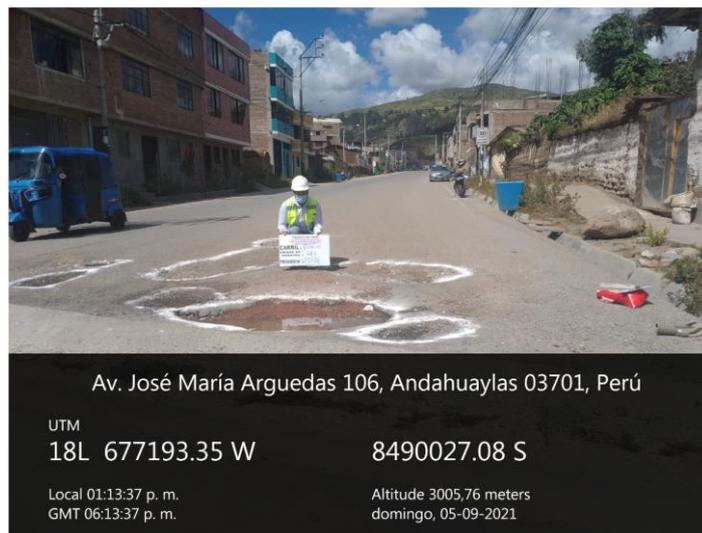


Figura 1 Situación actual de la superficie del pavimento Flexible

Por ello, la presente investigación motiva a realizar evaluaciones para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Av. José María Arguedas, tomando como apoyo la metodología PCI (Pavement Condition Index) - ASTM D6433-03 y el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) como de herramientas de recojo de datos reflejado en una ortofoto, sustituyendo el trabajo típico del PCI que se realizaba en campo, para desarrollarlo en gabinete. Evitando la exposición a posibles accidentes que perjudiquen al personal designado para la auscultación de la vía y no interfiriendo en el tráfico vehicular.

Con base en el análisis anterior, se desprende el siguiente problema general: ¿cómo la metodología PCI empleando VANT, determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021? Y, su análisis permite desagregar los siguientes problemas específicos: ¿Cómo la metodología PCI empleando VANT, determina el grado de la condición del

pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021?, ¿Cómo la metodología PCI empleando VANT, plantea las medidas correctivas en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021?, ¿Cuál es el grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021?

En cuanto a la justificación teórica, el presente trabajo aportará un nuevo conocimiento en la aplicación de un método moderno e innovador de análisis y evaluación del pavimento flexible, basado en el manual de la metodología PCI (Pavement Condition Index) - ASTM D6433-03, Manual de seguridad vial, la norma ASTM D5340-98, y otros.

Esta investigación se justifica metodológicamente, porque posibilitará fortalecer nuevas metodologías de aplicación de métodos PCI empleando VANT en la determinación de la condición superficial del pavimento flexible de la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo.

Con respecto a la Justificación Social, la presente investigación tiene un enfoque social, basándose primordialmente en establecer una calidad de vida significativa para los residentes del distrito de San Jerónimo, ya que, al poseer una vía en óptimas condiciones, garantiza seguridad de los usuarios y transportistas, evitando accidentes de tránsito, ocasionados por las diversas fallas que pueda existir a lo largo de la avenida José María Arguedas.

Con relación a la justificación práctica, la presente investigación podrá ser tomada como base, o guía al momento de realizar nuevas evaluaciones de la condición superficial de calles, carreteras y a la toma de decisiones correctas del adecuado tratamiento a emplear, que garanticen la serviciabilidad y la seguridad.

Lo que atañe a la justificación económica, la aplicación de la presente metodología incentiva a la reducción de costos empleados en la contratación de personales de inspección, costos en seguridad, instrumentos de medición, y otros insumos

requeridos para una evaluación tradicional de la condición superficial del pavimento flexible.

Y, por último, la justificación ambiental, está basado en que la metodología propuesta no afecta de manera alguna al suelo, aire y otro elemento ambiental.

Como objetivo general se plantea explicar cómo la metodología PCI empleando VANT, determina la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021., Y, los objetivos específicos son: 1. Explicar cómo la metodología PCI empleando VANT, determina el grado de la condición del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.; 2. Explicar cómo la metodología PCI empleando VANT, plantea las medidas correctivas en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.; 3. Establecer el grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo.

Asimismo, la hipótesis general queda planteada: La metodología PCI empleando VANT, determina de manera óptima la condición superficial del pavimento flexible en la avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.; Y, las hipótesis específicas son: 1. La metodología PCI empleando VANT, determina de manera óptima el grado de la condición del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.; 2. La metodología PCI Empleando VANT, plantea medidas correctivas de acuerdo a la condición del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.; y, 3. Existe un alto grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En el contexto internacional de investigaciones relacionadas a este proyecto, cabe destacar, el estudio de Andrade (2018), quien tiene como objetivo principal, mejorar la gestión del mantenimiento de pavimentos urbanos en la ciudad de Valencia a través de la predicción de su deterioro, empleando una metodología mixta (cuantitativa y cualitativa) de nivel descriptivo, con diseño no experimental generadas a través de análisis de regresión, teniendo como resultado diversos valores relacionados a la edad del pavimento, además se determina que el cálculo del PCI en situ y fotografías de Google Earth presenta grandes similitudes, que con ello se puede identificar la condición de la vía y el mantenimiento adecuado, para ello se plantea una curva de regresión para cada una de las vías, fundamentada en una ecuación cuadrática por cada vía, permite identificar la tendencia de deterioro que tendrá el pavimento y, de este modo, predecir el PCI. El investigador concluye que, la metodología propuesta permitirá gestionar mejor el mantenimiento a realizar, conservando así las carreteras y brindando una tasa de servicio adecuada durante toda la vida útil.

Berríos y otros (2020), proponen como objetivo la comparación del deterioro superficial del pavimento utilizando un vehículo aéreo no tripulado (VANT) y la forma tradicional de evaluación visual del método PCI, los investigadores emplearon una metodología de investigación de diseño no experimental, de nivel descriptivo y enfoque mixto, los resultados obtenidos con metodología PCI tradicional y PCI VANT indican una similitud considerable, ya que solo presenta un error de 2, es decir, no existe una gran diferencia entre los valores, por consiguiente implica que la clasificación PCI es la misma para cada unidad evaluada, la metodología aplicada presenta mayor aceptabilidad tanto en la evaluación de pavimentos rígidos y flexibles, por el tiempo de recojo de datos, uso de menos recursos, reproducibilidad de resultados, posibilidad de post-análisis y sobre todo la precisión del análisis. Los autores concluyen que, el uso de vehículo aéreo no tripulado accede a un levantamiento de información tiempo menores, sin obstaculizar el tráfico vehicular, excluir el riesgo de la vida de los verificadores en comparación con la forma tradicional de inspección visual del método PCI, además que coadyuvan a la producción de planos con datos exactos y las fallas que

requieren ser atendidas por alternativas como son mantenimiento o rehabilitación de acuerdo a la condición superficial de pavimento flexible o rígido.

En Colombia, Cárdenas y otros (2019), se plantearon el objetivo realizar el diagnóstico del estado superficial del pavimento, aplicando la metodología VIZIR y la PCI, y una comparación posterior de los resultados, utilizando el Drone DJI Phantom 4 Pro. La metodología empleada es no experimental de nivel descriptivo. Los resultados obtenidos a partir de una ortofoto fueron un PCI promedio de (52) lo que corresponde a una clasificación del pavimento REGULAR y VIZIR promedio de (3) lo que corresponde a una clasificación del pavimento REGULAR. Concluyeron que las metodologías PCI Y VIZIR tienen procedimientos y niveles de valoración diferentes, en general dieron como resultado el mismo estado de condición del pavimento “regular”, por otro lado, el uso del drone DJI Phantom 4 pro en la auscultación visual del pavimento, expuso la importancia de la utilidad de la tecnología en un campo de la ingeniería civil.

Ventura (2019), presenta como objetivo general de su trabajo, determinar la condición del pavimento flexible utilizando fotogrametría aérea con método PCI en la Circunvalación Este, Huanta – Ayacucho, empleado una metodología de enfoque mixto de tipo descriptiva, no experimental y de corte transversal, como resultado de la metodología PCI empleando el vehículo aéreo no tripulado presento un PCI de 23 que define su clasificación Muy pobre; y de la evaluación convencional del método PCI tiene un estimado 24 que también presenta una su clasificación Muy pobre. Se realizó la comparación de estos dos métodos y tuvo como conclusión la condición superficial del pavimento flexible en la calle Circunvalación Este es “muy pobre”, por otro lado, manifiestan que la aplicación del vehículo aéreo no tripulado es una herramienta útil para recopilación de información de fallas existentes en la superficie de la calzada, que puede ser empleado por los gobiernos locales para una evaluación superficial así mejorar la gestión vial.

Quispe (2020), El objetivo de su estudio es evaluar la confiabilidad de utilizar el Drone Modelo Phantom 4 Pro V 2.0 para hallar el índice de condición del pavimento (PCI) en la Av. Miraflores del Distrito de Comas, Lima, la metodología empleada es

de tipo no experimental - transversal, nivel explicativo – correlacional y enfoque cuantitativo; los resultados obtenidos utilizando la medición directa es un PCI promedio de 49(condición de pavimento regular) mientras utilizando el Drone Phantom 4 Pro v2.0 el valor del PCI fue de 50(Estado Regular Pavimento), el análisis estadístico de datos muestra un P - valor de 0.530 que mayor que α (0.05) se indica que no hay diferencia significativa en las medias de los PCI entre el método dron y el método directo. La conclusión es que, el uso del Drone Phantom 4 Pro V2.0 es confiable para el cálculo de PCI considerando los resultados promedio de ambos procedimientos (49 y 50) que indican un estado general del pavimento como Regular.

Fiestas y Merino (2020), en su trabajo de tesis formularon como objeto de investigación: Determinar el estado del pavimento flexible de la Av. Don Bosco mediante el método PCI, empleando vehículos aéreos no tripulados, con metodología del PCI e implementando un dron para aligerar procesos de reconocimiento y recopilación de datos para luego ser evaluados en oficina. Se emplea una metodología cualitativa, cuantitativo de diseño no experimental. Los resultados en las Calzadas 01 y 02 presenta un PCI de 68 que representa una condición de pavimento flexible buena, además presentan propuesta reparación de fallas de tipo parche, peladura y baches. Los autores Concluyeron que la implementación de VANT'S redujeron los tiempos de trabajo en campo, mejoraron la recopilación de datos exactos, por otro lado, manifestaron que en vías donde exista excesiva la presencia de árboles, vehículos estacionados se requiere que se realice una inspección tradicional para realizar una evaluación indicada.

Cardoso y otros (2017), his research objective is to assess the potentiality of the photographs from an unmanned aerial vehicle (UAV), used in the identification of existing pathologies in the pavement, for which they used an exploratory methodology, descriptive and qualitative. They obtained as a result that the faults are recognizable in an orthomosaic, in addition to 95.43% similarity of areas measured in the field, on the other hand, the comparison between NIR and RGB images exists significant difference, the NIR sensor excludes faults such as potholes, surface wear, sags and bulges of low severity. It is concluded that this

method has a high potential to identify damaged areas, but it should be noted that the instability of the vehicle greatly affects the quality of the generated image. However, it should be used as a support for the identification of defects and the quantitative evaluation of pavement restoration and maintenance services. El éxito de esta investigación es un vehículo aéreo no tripulado tiene un alto potencial para identificar áreas dañadas, pero cabe señalar que la inestabilidad del vehículo afecta en gran medida la calidad de la imagen generada. Sin embargo, debe utilizarse como soporte para la identificación de defectos y la evaluación cuantitativa de los servicios de restauración y mantenimiento del pavimento.

Kan Wu (2015), his research goal is to develop a method that obtains pavement state data (PCI), which is determined or collected from information obtained over time in the pavement performance database over its service life (LTPP). The found pavement information template is used to directly calculate the pavement condition index (PCI) of each specific sample unit. In the research, the master curve design was also carried out, in which the pavement performance was carried out based on the pavement condition index. The research sample is a sidewalk in Florida. The conclusion drawn from the survey is that road performance data during the useful life (LTPP) period is essential for studying road conditions (from good to excellent accuracy). La investigación se basa en el cálculo del índice de condición del pavimento para la gestión de sistemas de infraestructura vial y se propone un método para utilizar bases de datos de desempeño del pavimento para obtener resultados precisos y confiables.

Yumin and Yunxin (2019), The objective is to verify the accuracy of the use of images captured from a UAV for efficient and economical detection of road faults. the instrument for data collection was the pix4d mapper program, in which images taken from a drone were processed. The result of the investigation, it was used in Phantom 4 Pro of the DJI company, which has a 20 MP camera (5472 X 3648 resolution), in the pix4d program the point cloud was obtained and with these the 3D digital model for road evaluation. The investigation concluded that the efficient, automatic and low cost method to detect faults on the road surface has precision for the evaluation of anomalies in height and depth, which has a promising vision in the practice of

engineering. Unlike the field evaluation of pavement faults, it was demonstrated that it has high precision with an error of 1 cm in depth, which indicates that it is a potential method for future research in the field of engineering. El objetivo de estudio la verificación de la precisión del uso de imágenes capturadas desde un VANT modelo Phantom 4 Pro para una eficiencia y detección económica de fallas viales. Los resultados obtenidos fueron una ortofoto, su procesamiento se realizó a través del software Pix4d Mapper, este dato permite reconstruir el modelo de la vía a nivel tridimensionales (3D), a partir de los cuales se revela automáticamente las dimensiones correspondientes de fallas tipo huecos, hundimientos utilizando el algoritmo desarrollado. Estos datos presentan un error de alrededor de 1.00 cm en la dimensión de la altura, que lo hace un método potencial de detección precisa, en comparación a un estudio de campo. La investigación concluyó que el método utilizado es eficaz y eficiente para mostrar fallas en la superficie de la carretera, debido al nivel de precisión en la evaluación de anomalías tanto en elevación y profundidad, por consiguiente, tiene amplias perspectivas en la práctica de la ingeniería Civil.

Cruz (2018), se propuso calcular el Índice de Condición del Pavimento (PCI) en vías urbanas, utilizando las imágenes obtenidas con vehículos aéreos no tripulados (VANT). Empleó una metodología cuantitativa y cualitativa, de tipo aplicada, de nivel descriptivo, ya que pretende describir el estado de conservación del pavimento en este caso el estudio de las vías de manera visual; los resultados obtenidos en las 07 unidades de muestra realizada por ambos métodos reflejan valores PCI similares con diferencia mínima de 0 a 8 PCI, con base en este diagnóstico, proponer la alternativa apropiada de mantenimiento. El tesista llegó a la conclusión de que, la aplicación de la tecnología de vehículo aéreo no tripulado es permite en el levantamiento de información en con eficiencia en tiempo, sin interrumpir el tráfico y salvaguardando la seguridad de los verificadores en comparación con el método convencional.

Peña y Zárate (2020), en el país de Ecuador presentan el propósito de esta investigación es evaluar las fallas superficiales que existen en una calzada flexible de 500 metros de largo mediante el uso de drones y probar la capacidad de las

imágenes capturadas. La investigación pertenece al diseño no experimental tipo de aplicada y de enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos son imágenes georreferenciadas cada 2 segundos captados a una altitud de 40 m, además la medición visual y el valor de medición obtenido a través de GIS varía entre 0,17 y 5 cm, el análisis de datos estadísticos presenta desviación estándar de 2,32 cm. En conclusión, los autores manifiestan el uso de imágenes de vehículos aéreos no tripulados es adecuado para la detección temprana de defectos superficiales en carreteras flexibles. Del mismo modo, la geometría del deterioro también es muy estricta. Además, es una alternativa económica y flexible que se puede utilizar para obtener datos sobre diferentes fallas viales.

Vasconcelos y otros (2021), O objetivo proposto pelos pesquisadores é estudar a viabilidade do uso de Drones para mapear e fiscalizar manifestações patológicas em pavimentos asfálticos em comparação ao método tradicional. O estudo baseia-se na metodologia de desenho não experimental, nível de estudo explicativo, encontrando como resultados uma proximidade de 94,4% de sucesso, levando em consideração os resultados com a metodologia tradicional, obtém-se uma redução significativa do tempo de operação para 33,3%. Conclui-se que o uso de Drones demonstra uma significativa viabilidade na fiscalização de patologias do pavimento asfáltico, permitindo o uso adequado dos recursos públicos e proporcionando transporte seguro, compatível e econômico. El objetivo propuesto por los investigadores es estudiar la viabilidad de utilizar drones para mapear e inspeccionar las manifestaciones patológicas de los pavimentos asfálticos, en comparación con los métodos tradicionales. El estudio se basa en la metodología de diseño no experimental, nivel de estudio explicativo, encontrando como resultados una proximidad de un 94,4% de acierto, teniendo en cuenta los resultados con la metodología tradicional, se obtiene una reducción importante del tiempo de operación a 33,3%. Se concluye, el empleo de drones demuestra una viabilidad significativa en el reconocimiento de fallas en pavimentos asfálticos permitiendo disponer adecuadamente los recursos públicos y proporcionar transporte seguro, compatible y económico.

A continuación, se detallarán todas las teorías relacionadas al presente tema de investigación.

El pavimento se define como una estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito.⁹ El pavimento consta de un conjunto de capas superpuestas relativamente horizontales, que han sido diseñadas y construidas técnicamente y completamente compactadas con materiales adecuados. Estas estructuras estratificadas se apoyan en los lechos de las carreteras obtenidas por el movimiento de tierra durante el proceso de exploración, y deben ser suficientemente resistentes a los esfuerzos de las cargas de tráfico repetidas transmitidas durante el período de su vida útil.¹⁰

Existen varios tipos de pavimentos, uno de ellos son los pavimentos rígidos que están compuesta específicamente por una capa subgranular, no obstante puede llegar a ser estabilizada empleando insumos como el cal, cemento o asfalto, presenta como rodadura una losa de concreto con aditivos, aglomerantes y agregados de ser el caso.¹¹

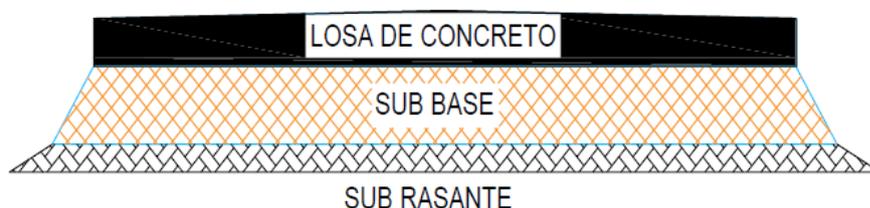


Figura 2 Estructura del pavimento rígido
Fuente: Recopilado de Fustamante, 2019, pág. 8

Una característica específica de los pavimentos semirrígidos es el tratamiento de rigidez artificial, empleando aditivos, emulsiones químicas, asfalto y cemento para corregir, mejorar o modificar las propiedades mecánicas de los materiales autóctonos que no presentan propiedades para la construcción de las capas del pavimento.¹²

⁹ (MTC, 2013, pág. 21)

¹⁰ (MONTEJO, 2002, pág. 01)

¹¹ (MTC, 2013, pág. 22)

¹² (MONTEJO, 2002, pág. 05)

Por otro lado, están los pavimentos flexibles, los cuales están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas que son la base, sub base, sin embargo, pueden ser excluidas de acuerdo a las propiedades físico mecánicas del terreno natural.¹³

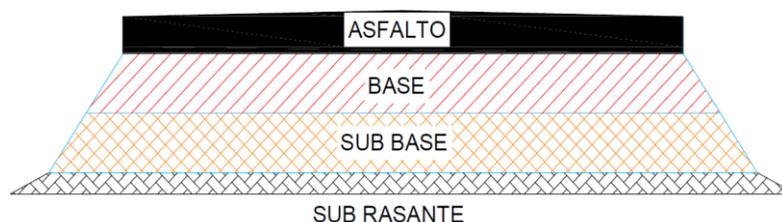


Figura 3 Estructura del pavimento flexible
Fuente: Recopilado de Fustamante, 2019, pág. 7

Los pavimentos durante el tiempo de vida útil están sometidos a diversas causas que originan su deterioro, afectando la condición superficial y estructural, estos daños pueden clasificarse en dos categorías fallas estructurales y fallas superficiales. Los de la primera categoría se relacionan generalmente con obras de rehabilitación de costo alto, mientras que los de la segunda categoría pertenecen generalmente con obras de mantenimiento preventivo y correctivo.¹⁴

Las fallas superficiales son indicadores externos del deterioro del pavimento causado por las cargas, factores ambientales, deficiencias constructivas, o una combinación de estas causas. Las fallas típicas son las fisuras, ahuellamientos y desgaste o peladuras por acción del medio ambiente de la superficie del pavimento.¹⁵

Las anomalías del pavimento asfáltico se clasifican en 19 tipos, agrupadas en cuatro categorías las cuales son fisuras y grietas, parches y huecos, deformaciones superficiales, defectos de superficie y otras fallas.¹⁶

¹³ (MONTEJO, 2002, pág. 02)

¹⁴ (MIV, 2013 pág. 149)

¹⁵ (ASTM D6433, 2004, pág. 15)

¹⁶ (ASTM D6433, 2004, pág. 02)



Gráfico 1 Agrupación de tipos de fallas en pavimento flexible
Fuente: Elaboración propia, 2021.

La evaluación de fallas de un pavimento flexible tiene como objetivo determinar las condiciones de servicio, capacidad estructural y funcional.¹⁷ Existen dos tipos de evaluación el pavimento flexible, la primera esta refería a una evaluación estructural cuyo fin es la determinación de la capacidad estructural efectiva del pavimento haciendo uso de ensayos destructivos ya que estas fallas se originan en las capas inferiores del pavimento,¹⁸ la segunda es la evaluación superficial, basados en el control visual detallada de anomalías que se originan en la capa superior empleando métodos de como el índice de Condición de Pavimentos (PCI).¹⁹

La metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento) se constituye como la más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos flexibles y rígidos, dentro de los modelos de gestión vial disponibles en la actualidad, de tal forma que su implementación es sencilla y no solicita de instrumentos especializados.²⁰

El índice de condición del pavimento (PCI), es un grado numérico de la condición de pavimento que oscila entre 0 a 100, siendo 0 la peor condición posible y 100 la mejor condición posible²¹, tal como se muestra en la siguiente tabla.

¹⁷ (NORMA CE.010 Pavimentos, 2010)

¹⁸ (CORROS, y otros, 2009 pág. 46)

¹⁹ (CORROS, y otros, 2009 pág. 46)

²⁰ (VÁSQUEZ, 2002 pág. 02)

²¹ (ASTM D6433, 2004, pág. 01)

La condición superficial del pavimento, es la expresión del grado de la condición del pavimento, además permite plantear medidas correctivas frente a los diferentes deterioros que se presentan en los pavimentos flexibles.²²

Tabla 1 Rangos de PCI y condición de pavimento

Rango	Condición de Pavimento
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Pobre
25 – 10	Muy Pobre
10 – 0	Colapsado

Fuente: Adaptado de ASTM D6433.

Tabla 2 Definición de la valoración de los rangos del PCI

Valor	Significado
100	Pavimento en perfecto estado.
70	Punto en que el pavimento comienza a mostrar pequeñas fallas localizadas, es decir el punto en que deben iniciarse las acciones de mantenimiento rutinario y/o mantenimiento preventivo menor.
55	Punto en que el pavimento requiere acciones de mantenimiento localizado para corregir fallas más fuertes. condición para corregir fallas fuertes. Su condición de rodaje sigue siendo "Buena" pero su deterioro o reducción de calidad de rodaje comienza a aumentar.
40	Punto en que el pavimento muestra fallas, más acentuadas y su condición de rodaje puede calificarse como "regular" o "aceptable", el deterioro aumenta rápidamente. Este deterioro es cercano al definido como punto "Optimo" de rehabilitación.
0	El pavimento está fuertemente deteriorado, presenta diversas fallas avanzadas y el tráfico no puede circular a velocidad normal. El pavimento se considera "fallado" y requiere acciones de mantenimiento mayor y eventualmente reconstrucción parcial de un alto porcentaje de su área.

Fuente: Adaptado de Corros, Urbaez y Corredor (2009).

El procedimiento de evaluación de la condición del pavimento – PCI, inicia con el seccionamiento de la población de estudio, para también ser dividido en unidades de muestra con características similares, basado en el procedimiento estándar para

²² (ASTM D6433, 2004, pág. 02)

la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos - ASTM D6433, deben de estar en el rango $230.00 \text{ m}^2 \pm 93.00 \text{ m}^2$.²³

Tabla 3 Longitud de Unidades de Muestreo Asfálticas

Relación de ancho de calzada y longitud de unidad de muestreo	
Ancho de Calzada(m)	Longitud de la Unidad de muestreo (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (máximo)	31.50

Fuente: Adaptado de ASTM D6433, 2004,

Para determinar el número de muestras se emplea la siguiente ecuación

$$Nm = \frac{Lt}{d}$$

Figura 4 Ecuación para determinar el número de muestras

El número mínimo de UM que deben evaluarse se obtiene mediante un muestro probabilístico estadístico que presenta un error estimado del PCI ± 5.00 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%, según el ASTM - D6433.

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

Figura 5 Ecuación para determinar el número mínimo de muestras a evaluar

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades. (10 para pavimentos flexibles)

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), se deberán evaluar todas las unidades.

El intervalo de muestreo se determina bajo la siguiente ecuación.

²³ (ASTM D6433, 2004, pág. 03)

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

Figura 6 Ecuación para determinar el Intervalo de muestreo.

Donde:

N - Número total de unidades de muestreo disponible.

n - Número mínimo de unidades para evaluar.

i - Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior

La unidad de muestra adicional solo debe inspeccionarse cuando se inspecciona. Si se observan fallas no representativas, el usuario seleccionará estas unidades de muestra.²⁴ Una vez que el número de unidades de muestra a ser inspeccionadas este determinado, se procede a escogiendo la primera muestra al azar.

La evaluación PCI inicia con el trabajo de campo, consiste en recorrer la vía inspeccionado individualmente cada unidad de muestra seleccionada, graficar la unidad de muestra incluyendo orientación, registrar el tramo y número de sección, así como el número y tipo de unidad de muestra (al azar o adicional), cuantificando cada tipo, severidad y densidad registrando la información obtenida en los formatos de inspección. Repetir este procedimiento para cada unidad de muestra a ser inspeccionada.²⁵

²⁴ (ASTM D6433, 2004 pág. 07)

²⁵ (ASTM D6433, 2004 pág. 08)

En relación a la segunda etapa que es el cálculo del número admisible de valores deducidos (m), se considera que en caso de que ninguno o tan solo uno de los valores deducidos es mayor que 2, se usara el valor deducido total en lugar del mayor valor deducido corregido (VDC), por lo contrario, se siguen los siguientes pasos ordenar de mayor a menor los valores deducidos individuales y determinar el número máximo de valores deducidos, con la siguiente ecuación.²⁷

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - \text{MaxVD}_i)$$

Figura 8 Ecuación para determinar Número Máximo Admisible de VD.

Dónde:

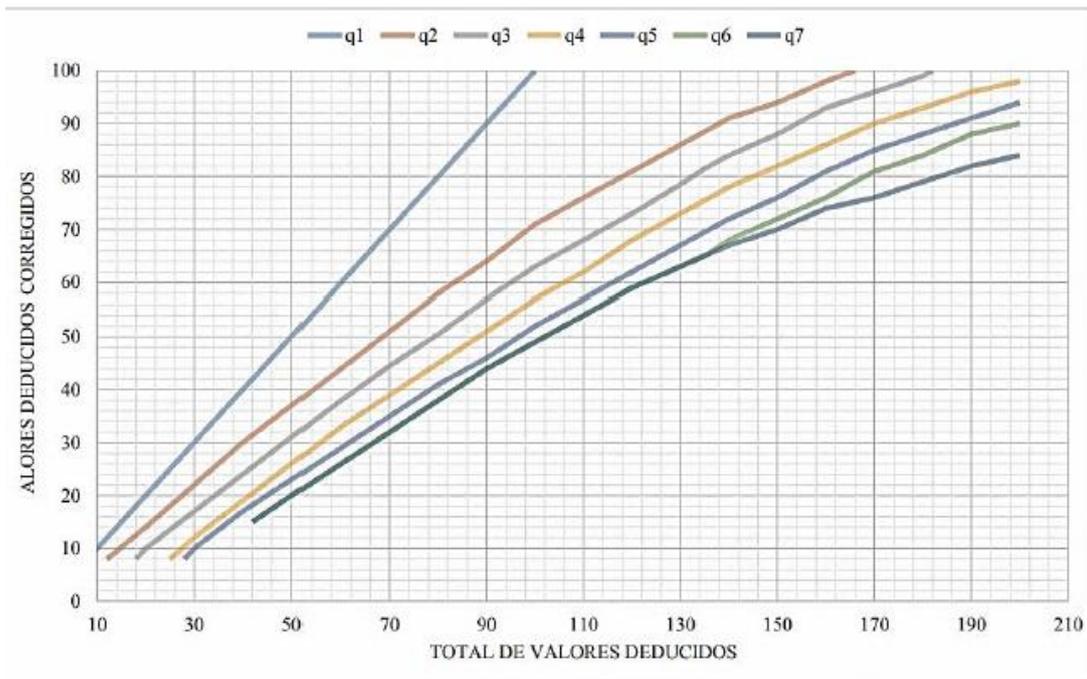
m_i : Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo fracción para la unidad de muestreo.

MaxVD_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo.

La tercera etapa concierne al cálculo máximo del VDC, empleando un método iterativo, primero determinar el número de valores deducidos (q) mayores que 2, sumar todos los valores deducidos individuales para determinar el valor deducido total (VDT), utilizar la curva de corrección teniendo en cuenta el tipo de pavimento para determinar VDC en función del valor y el VDT, finalmente reducir el menor de los valores deducidos individuales a 2, para proceder a sumar y hallar el nuevo VDT. Este procedimiento se repite hasta que $q = 1$. El máximo VDC será el mayor VDC, obtenidos en este proceso.²⁸

²⁷ (ASTM D6433, 2004 pág. 08)

²⁸ (ASTM D6433, 2004 pág. 08)



Fuente: (Asociación Americana de Ensayo de Materiales - ASTM, 2012)

Figura 9 Curva de valor deducido corregido
Fuente: ASTM D6433

Por último, la cuarta etapa es el Cálculo del PCI, para ello se emplea la siguiente ecuación

$$PCI = 100 - \max VDC$$

Figura 10 Ecuación para determinar el PCI de una muestra.

Dónde:

PCI: índice de condición del pavimento

maxVDC: Máximo valor corregido deducido

Para el Cálculo del PCI de una sección del pavimento, se conoce que una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si se cuentan todas las unidades de muestreo, el PCI de esta parte será el valor promedio del PCI calculado en la unidad de muestreo, pero si se utiliza la técnica de muestreo, el PCI será el valor promedio del PCI de la unidad de muestreo verificada. Si se utilizan otras unidades de muestreo, se utiliza el promedio ponderado calculado de acuerdo con la siguiente ecuación.²⁹

²⁹ (ASTM D6433, 2004 pág. 11)

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$

Figura 11 Ecuación para determinar el PCI promedio

PCIs: PCI de la sección del pavimento

PCIa: PCI de la unidad de muestra adicional.

PCIr: PCI promedio de las unidades de muestra aleatoria.

Ari: Área de la unidad de muestra aleatoria.

Aai: Área de unidad de muestra adicional

n: Número de unidades de muestra aleatoria inspeccionadas.

m: Número de unidades de muestra adicionales inspeccionadas.

El PCI de un pavimento no solo indica el estado actual de la vía, si no también proporciona información sobre el comportamiento del pavimento para determinar las medidas correctivas para mejorar la serviciabilidad ofrecida.³⁰

Tabla 4 Índice de grado de la condición del pavimento – medidas correctivas

Índice de grado de la condición del pavimento – categorías de acción		
Rango de índice condición del pavimento	Medidas correctivas	Descripción
100-85	EXCELENTE	Mantenimiento preventivo o mínimo Pavimento en condición muy buena; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo.
85-70	MUY BUENO	Mantenimiento correctivo menor Pavimento en condición buena, con fallas incipientes que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo
70-55	BUENO	Mantenimiento correctivo mayor o intensivo Pavimento en condición dudosa o regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes y probablemente una rehabilitación a mediano plazo: 1. Condición dudosa 2. Sellado de superficie 3. Re-encarpetado delgado
55-40	REGULAR	
40-25	POBRE	Rehabilitación – refuerzo estructural Pavimento en condición deficiente con fallas en proceso de generación, que requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles.
25-10	MUY POBRE	Rehabilitación - Reconstrucción Pavimento en condición muy deficiente, con fallas severas generalizadas que requieren una rehabilitación mayor, probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo
10-0	COLAPSADO	

Fuente: Adaptado de Sotil Chávez A, 2014 pág. 17

³⁰ (ASTM D6433, 2004 pág. 3)

La fotogrametría aérea es la ciencia para realizar planos o mapas mediante imágenes aéreas bajo condiciones matemáticas, pueden obtener información de alta precisión, que serán utilizadas en la elaboración de hacer planos catastrales, mapas, etc.³¹ La fotogrametría es la ciencia, arte y tecnología en la que se obtienen datos y medidas precisas de objetos concretos, a través de imágenes y patrones de energía electromagnética y entre otros, esta definición abarca diversos conceptos que no solo es un medio de medición y calculo.³² La fotogrametría comenzó a desarrollarse al mismo tiempo que la fotografía apareció y se desarrolló alrededor de 1826 (fotografía analógica, fotografía plana y fotogrametría digital) .³³



Figura 12 Fotogrametría Aérea

La fotogrametría se basa en la estereoscopia que es clasificada en estereoscopia natural y estereoscopia artificial. El primero es definido como la aptitud de los humanos en ver el relieve de los objetos, esto es posible ya que el cerebro une las imágenes visualizadas y genera una imagen en relieve, la segunda en la obtención de imágenes vistas de distintos puntos.³⁴

³¹ (QUIRÓS, 2014 pág. 46)

³² (AMERICAN Society of Photogrammetry and Remote Sensors -ASPRS, 1980)

³³ (DÁVALOS, 2016 pág. 8)

³⁴ (QUIRÓS, 2014 pág. 50)

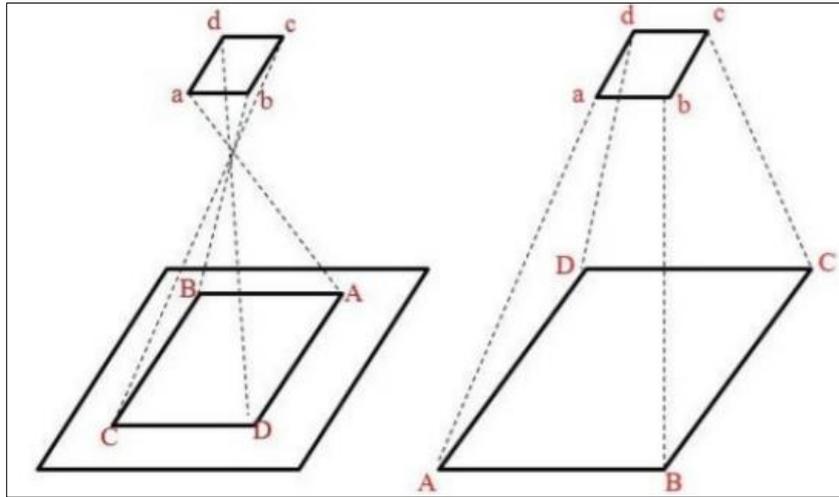


Figura 13 Visión estereoscópica natural y artificial

Asimismo, se puede dividir en Aero Fotogrametría Fotográfica y Aero Fotogrametría Lidar. El primero se emplea un vehículo aéreo no tripulado que, montado de una cámara, la cual va permitir obtener información fotogramétrica, mientras que el segundo va montado el Lidar (Light Detection and Ranging), esta emplea una luz láser para recopilar información espacial de las superficies evaluadas realizando mediciones exactas en 3 dimensiones.³⁵

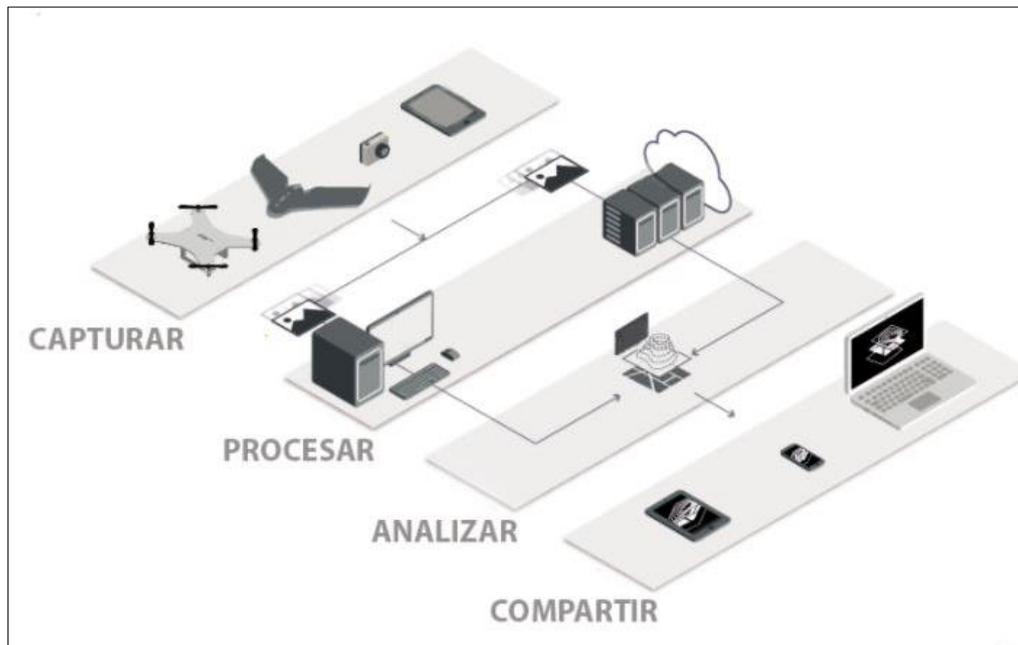


Figura 14 Flujo de trabajo de la fotogrametría

Además, la fotogrametría es un método que nos facilita realizar un levantamiento, el cual permite realizar mediciones precisas a base de fotografías o imágenes

³⁵ (DÁVALOS, 2016 pág. 11)

aéreas de cualquier tipo de objeto. Dentro de la información que se puede obtener están la documentación puntual (coordenadas de los puntos que se obtuvieron de las imágenes), documentación representativa (plano, mapas, modelos tridimensionales, etc.), documentación textual (imágenes, ortofotos, etc.)³⁶

Los acontecimientos más importantes en el desarrollo de la fotogrametría son en el año 1827 Joseph Nicephore tomó la primera foto del mundo, en 1840 Francois Arago utiliza fotografías en levantamientos topográficos, en el año 1849 el ingeniero del ejército francés Aime Laussedat hace experimentos con la ayuda de la cámara lucida levantamientos topográficos, en 1855 se realiza la primera fotografía área por Gaspard Félix, quien también menciona la posibilidad de emplear en la topografía, ya en 1885 se muestran registros fotográficos en las ruinas de Persépolis, en 1888 Edouard Gaston de Canadá inició la fotogrametría terrestre, transcurría el año de 1893 se le asigna el término fotogrametría, que fue propuesto por Albrecht Meydenbauer, la sociedad internacional de fotogrametría se estableció en Austria en 1910, en el año 1913 el capitán Cesare Tardivo fue el que hizo el primer fotoplano desde un avión en Libia.³⁷

La Imagen Digital es una matriz en dos dimensiones que cada unidad de información es un pixel que cuenta con coordenadas (i,j), entre las características se encuentran la resolución (GSD), dimensión y profundidad. Una imagen digital dependiera del tamaño de pixel, es decir, de la resolución en fotogrametría se denomina espacial (GSD). Mientras más grande sea el GSD, se obtendrá menor información, si el GSD es menor se tendrá mayor información. Generalmente se expresa en ppp (píxeles por pulgada).³⁸

³⁶ (CHELI, 2011 pág. 25)

³⁷ (JAUREGUI, 2005 pág. 7)

³⁸ (QUIRÓS, 2014 págs. 58-59)

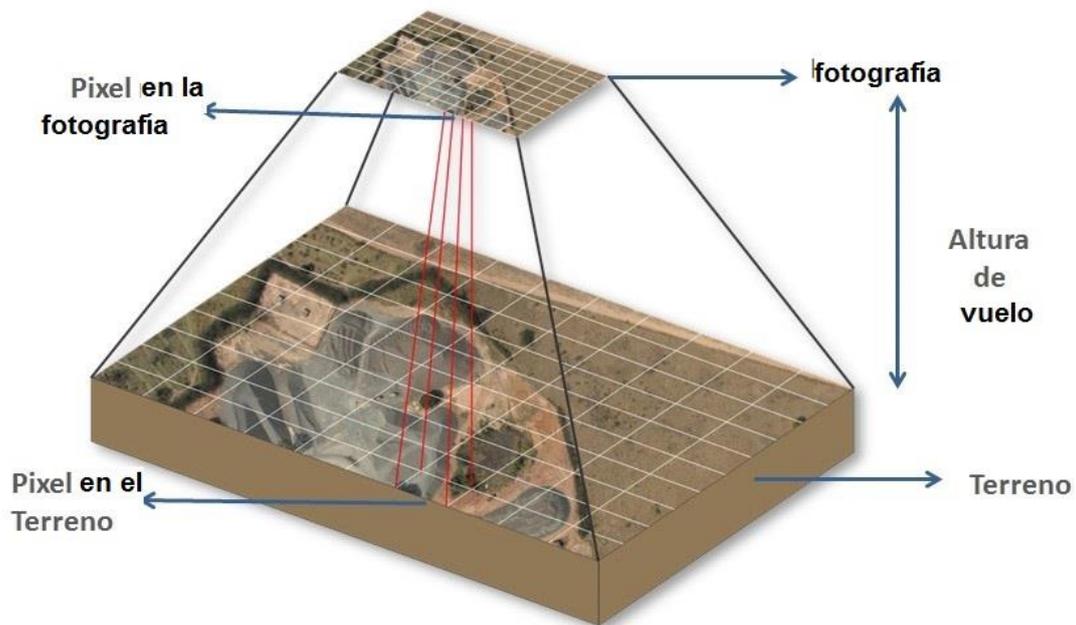


Figura 15 GSD - Ground Sampling Distance

El tamaño del archivo se obtiene mediante la siguiente fórmula, pues es la cantidad de memoria que se necesita para almacenar toda la información. Está en relación del GSD, largo y ancho, y profundidad del color. La información será mayor si la imagen será a color, ya que se puede hasta triplicar³⁹

$$\text{Tamaño} = R^2 \times L \times A \times P$$

R= Resolución (ppp)
 L y A= Largo y Ancho (pulg)
 P= Profundidad de color

Figura 16 GSD - Ground Sampling Distance

Los vehículos aéreos no tripulado – VANT, son denominados también UAV “Unmanned Aerial Vehicle”, UAS “Unmanned Aerial System” o RPAS “Remotely Piloted Aircraft”.⁴⁰ La aeronave pilotada a distancia (RPA) es pilotada por un piloto remoto, el piloto puede realizar un vuelo automático planeando el tiempo de vuelo; además, puede intervenir en el momento del vuelo.

El vehículo aéreo no tripulado se refiere a una máquina voladora sin piloto humano a bordo o pasajeros, por ello no tripulado implica la ausencia total de un humano

³⁹ (QUIRÓS, 2014 pág. 61)

⁴⁰ (DÁVALOS, 2016 pág. 11)

que dirige y pilotea activamente aeronave. Las funciones de control para aeronaves no tripuladas pueden estar a bordo o fuera de ella. El termino VANT se ha utilizado durante varios años para describir los sistemas aéreos no tripulados. Se han propuesto varias definiciones para esto término, como una aeronave reutilizable diseñada para operar sin piloto a bordo.⁴¹ Existen diversos tipos de vehículos aéreo no tripulado que se clasifican según su tamaño, utilidad y función, pero generalmente se pueden clasificar en dos.

Vehículo aéreo no tripulado Multirrotor está compuesto principalmente por rotores y hélices, que pueden ser cuadrocopteros, sextocopteros, etc. Este equipo tiene las ventajas que puede ser utilizado en zonas inaccesibles, no es necesario un espacio grande para el despegue y aterrizaje ya que lo hace verticalmente; sin embargo, es muy ruidoso, solo puede tener un tiempo de vuelo de 35 minutos como máximo y no es utilizado cuando halla vientos y lluvias.⁴²



Figura 17 Vehículo Aéreo no Tripulado Multirrotor, modelo Phantom 4 Pro DJI

Existen vehículos aéreos no tripulados de ala fija, este tipo de se utiliza para una amplia gama de trabajos, como cartografía y teledetección; además, suelen permanecer en silencio, volando a mayor altitud, el tiempo de vuelo puede llegar a ser de 1 hora. La desventaja es el despegue y el aterrizaje, ya que requiere un área plana y es difícil ingresar a lugares pequeños.⁴³

⁴¹ (VALAVANIS, y otros, 2015 pág. 44)

⁴² (DÁVALOS Gonzales, 2016 pág. 16)

⁴³ (DÁVALOS Gonzales, 2016 pág. 17)



Figura 18 Vehículo Aéreo no Tripulado Ala fija, modelo Parrot

Los vehículos aéreos no tripulados están constituidos por diversas partes como es el Marco o estructura que otorga la forma al dron, a través de la cual se pueden fijar e instalar otras partes según el tipo de dron, existen diferentes diseños y materiales.



Figura 19 Estructura de VANT multirotor Phantom 4 Pro DJI

Los componentes como motores, ESC y hélices mantienen al VANT en el aire. El controlador de velocidad electrónico (ESC) se encarga de regular la potencia eléctrica para mantener el giro de los motores con eficiencia.⁴⁴

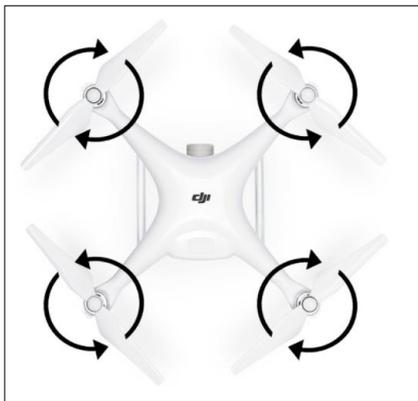


Figura 20 Motores de VANT multirotor Phantom 4 Pro DJI



Figura 21 Hélices de VANT multirotor Phantom 4 Pro DJI

⁴⁴ (DÁVALOS, 2016 pág. 19)

El control remoto de vuelo se encarga de controlar y censar el multirrotor, además, en este componente van conectados el GPS, acelerómetro, que permitirán conocer la altitud, ubicación y velocidad del VANT; así se podrá realizar vuelos planeados para un trabajo con precisión exacta.



Figura 22 Controlador remoto de vuelo, Phantom 4 Pro DJI

Las Baterías se encargan de brindar energía para el funcionamiento del vehículo aéreo no tripulado principalmente suelen ser pesados.⁴⁵



Figura 23 Baterías de Phantom 4 Pro DJI

La Cámara y estabilizador, son los encargados de recopilar fotografías estabilizadas y de gran resolución, generalmente a la cámara se añade un estabilizador o Gimbal con el objetivo de absorber los movimientos o vibraciones, se encargan de corregir automáticamente el ángulo de la cámara.⁴⁶

⁴⁵ (DÁVALOS Gonzales, 2016 pág. 20)

⁴⁶ (DÁVALOS Gonzales, 2016 pág. 21)



Figura 24 Cámara y estabilizador de Phantom 4 Pro DJI

Las cámaras empleadas en la fotogrametría con drones generalmente son Digitales Convencionales que van montadas en el VANT, con estas cámaras se obtendrán productos finales para el análisis detallado de una construcción con diferentes softwares. Por ello es importante la resolución que muestra la cantidad de detalles que pueda tener la imagen, mientras tenga mayor número de píxeles el trabajo tendrá mayor calidad.

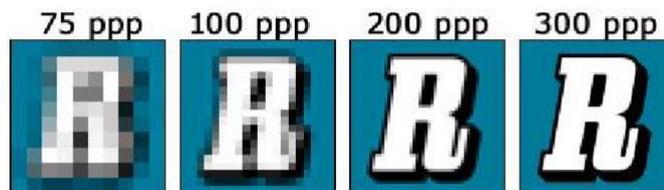


Figura 25 Representación de número de píxeles por imagen y calidad

El tamaño del píxel está relacionado con la resolución por ejemplo si una imagen es de 32x32 píxeles equivale a 32x32 de área en el terreno, las imágenes digitales obtenidas por cámaras aéreas presentan menores o iguales a 1x1 píxeles.⁴⁷

El valor de Ground Sample Distance (GSD) es imprescindible está sujeto al sensor de resolución que tiene el dron, pues si esta es alta nos permitirá realizar un planeamiento de vuelo con una altura de vuela mayor y minimizar el tiempo de vuelo que es muy importante.⁴⁸

⁴⁷ (COELHO, y otros, 2007 pág. 54)

⁴⁸ (COELHO, y otros, 2007 pág. 54)

La resolución, como ya se mencionó anteriormente, es directamente proporcional al número de píxeles. Si tenemos cada fotografía pequeños cuadrantes que representan los píxeles, entonces el GSD es la distancia que representa cada píxel en el terreno. Si contamos con un GSD de 2.5 cm, nos indica que cada píxel mide 2.5 cm en la superficie. Este valor es muy importante para realizar un trabajo detallado, pues si tenemos un GSD mayor a 5cm se obtendrán resultados de baja calidad.⁴⁹

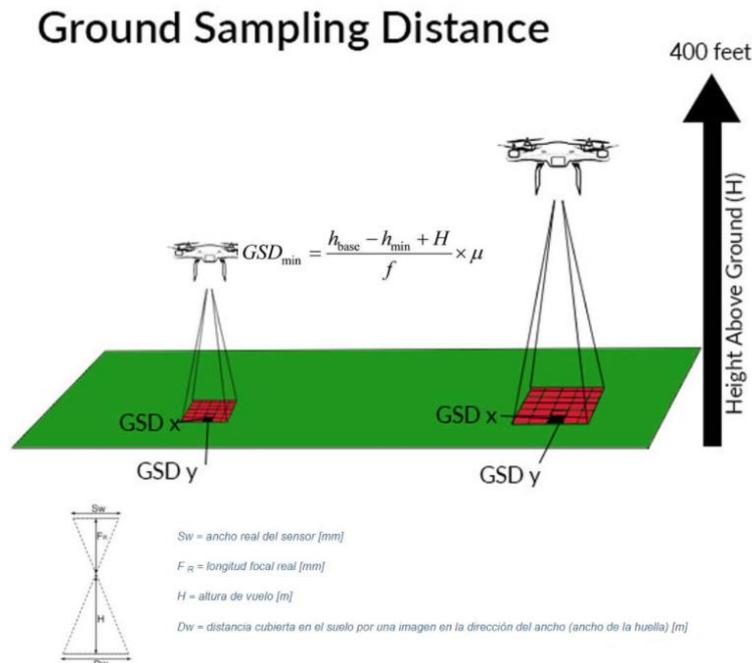


Figura 26 Relación entre GSD y altura de vuelo

En la fotogrametría es necesario tener traslapes o emparejamientos que tengan puntos comunes, para que los programas empleados en el procesamiento de imágenes identifiquen una posición de miles de puntos que son parte de la nube de puntos con la finalidad de obtener un modelo 3D.



Figura 27 Proceso de construcción del modelo

⁴⁹ (DÁVALOS, 2016 pág. 25)

Existe el traslape longitudinal y transversal que se debe tener en cuenta al momento de realizar el vuelo; así, para no obtener ruidos y se obtenga una reconstrucción en modelo 3D.⁵⁰

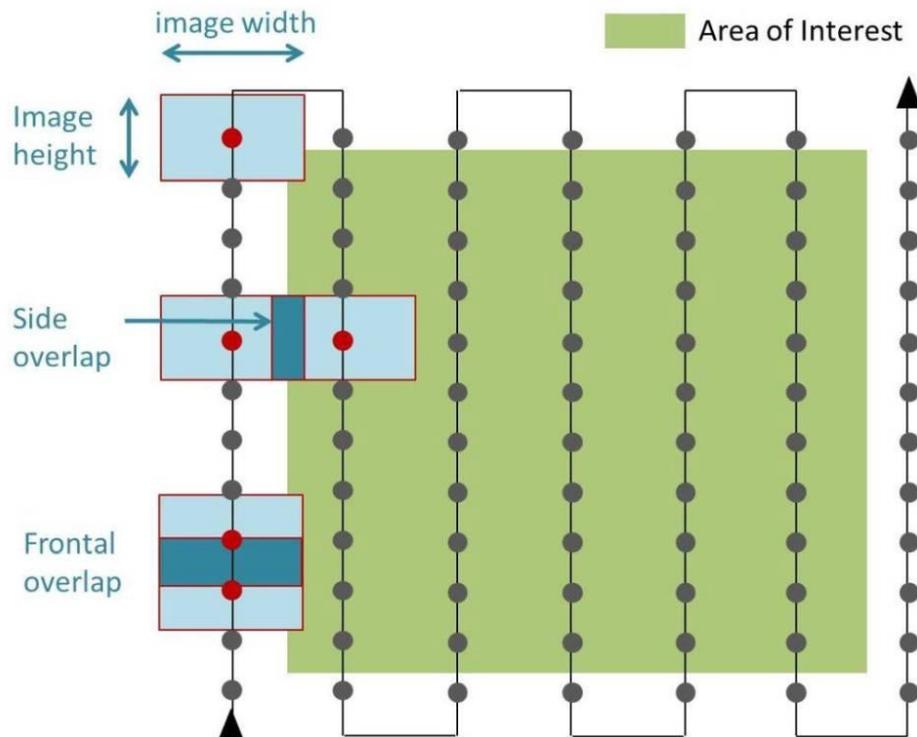


Figura 28 Representación de formas de traslape

La fotogrametría es una técnica que esencialmente utiliza medidas en una o más fotos para estudiar y definir con precisión la forma, el tamaño y la ubicación espacial de cualquier objeto, por lo general, en la ingeniería se aplican en los siguientes en vías de comunicación para el estudio de establecimiento de trazados, en la planificación territorial para el ordenamiento territorial y planeamiento urbanístico, en la hidrología para deformaciones de presas, estudio de cuencas, también se aplica en los movimiento de tierras.⁵¹

Existe tipos de proyección pueden clasificarse como proyección de tangencia de la superficie auxiliar, la tangencia puede hacerse por un paralelo, por un meridiano, por los polos. Según las propiedades que algunas conservan las distancias, otras los ángulos. La superficie auxiliar con la que se realiza la proyección: Un plano, un

⁵⁰ (DÁVALOS, 2016 pág. 27)

⁵¹ (QUIRÓS, 2014 pág. 57)

cilindro o un cono. Y el punto desde el que se proyecta, puede estar en el interior de la esfera, en su superficie o alejado de la misma.⁵²

En la etapa de planificación de vuelo se define la elaboración del plan del trabajo que se realizara en el campo, las condiciones atmosféricas como la luz, viento y lluvia; y finaliza con los parámetros de vuelo propuestos (área de proyecto, altura de vuelo, velocidad de vuelo, tamaño de sensor, distancia focal, valor GSD, duración de vuelo).⁵³

Las condiciones atmosféricas son influyentes en un programa de vuelo, ya que el sensor de la cámara capta energía lumínica para obtener la imagen digital; por ello, se recomienda realizar el planeamiento del vuelo cuando el sol incida directamente con el terreno.⁵⁴

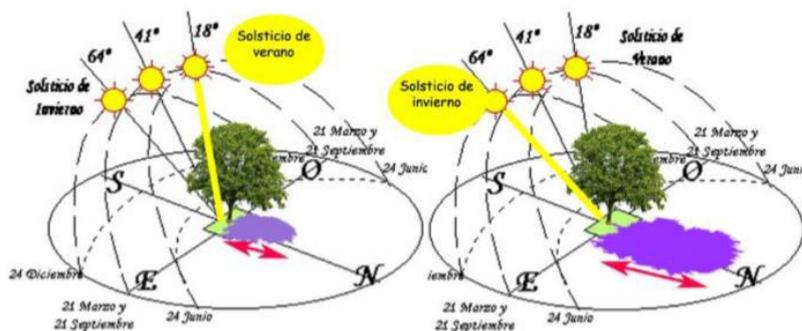


Figura 29 Representación de sombra según la posición del sol

El Viento es un movimiento de masas de aire que se desplazan en una dirección específica, principalmente, en las tardes existe mayor movimiento, puesto que en las mañanas ha sido calentado y en el atardecer se vuelve liviano. Los vehículos aéreos no tripulados que se emplean en zonas donde el viento es mayor son los de ala fija por la aerodinámica que posee, es imprescindible saber la dirección del viento, puesto que se conviene planificar el vuelo en dirección a este. Los vientos mayores a 30km/h son considerados moderados y mayores a 40km/h son

⁵² (QUIRÓS, 2014 pág. 57)

⁵³ (DÁVALOS, 2016 pág. 31)

⁵⁴ (DÁVALOS, 2016 pág. 31)

considerados vientos fuertes. A mayor velocidad de viento implicará mayor uso de la energía almacenada, esto reducirá el tiempo de vuelo.⁵⁵

No se recomienda hacer un plan de vuelo cuando llueve, incluso si hay un dron que soporta estas condiciones, porque las imágenes no servirán para trabajos de ingeniería. Las gotas de lluvia pueden generar ruido o puntos que distorsionen el procesamiento.⁵⁶

Los parámetros de vuelo son muy importantes ya que ayudan a delimitar el trabajo de campo, estableciendo el área del proyecto donde se realizará la obtención de imágenes VANT. Es necesario considerar 20 metros más a cada lado del terreno o área de interés, a esta nueva área que se origina al adicionar 20 metros más se le denomina área marginal.⁵⁷

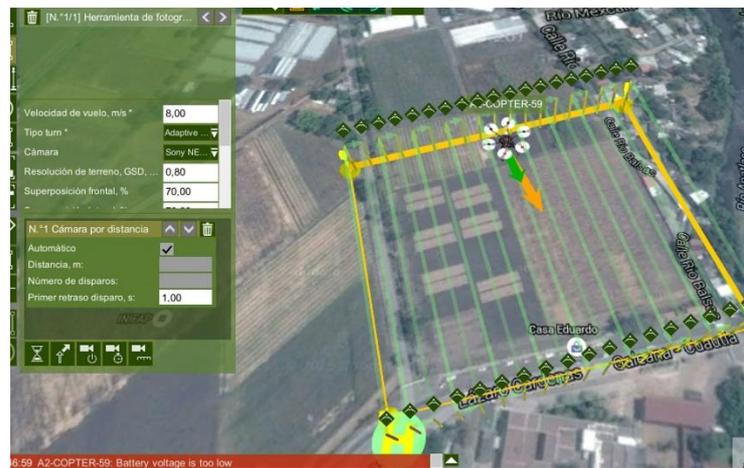


Figura 30 Representación de área de proyecto de vuelo

Es muy importante determinar la altitud de vuelo porque están relacionadas con el tiempo y el valor de GSD. Esto muestra que, si planea volar a mayor altitud, el tiempo de vuelo se acortará y la calidad se reducirá, pero si vuela a menor altitud, el tiempo de vuelo será más largo y la calidad será mayor. Por tanto, se recomienda realizar un buen plan de vuelo teniendo en cuenta la batería, la superficie y la calidad.⁵⁸

⁵⁵ (DÁVALOS, 2016 pág. 32)

⁵⁶ (DÁVALOS, 2016 pág. 32)

⁵⁷ (DÁVALOS, 2016 pág. 33)

⁵⁸ (DÁVALOS, 2016 pág. 34)

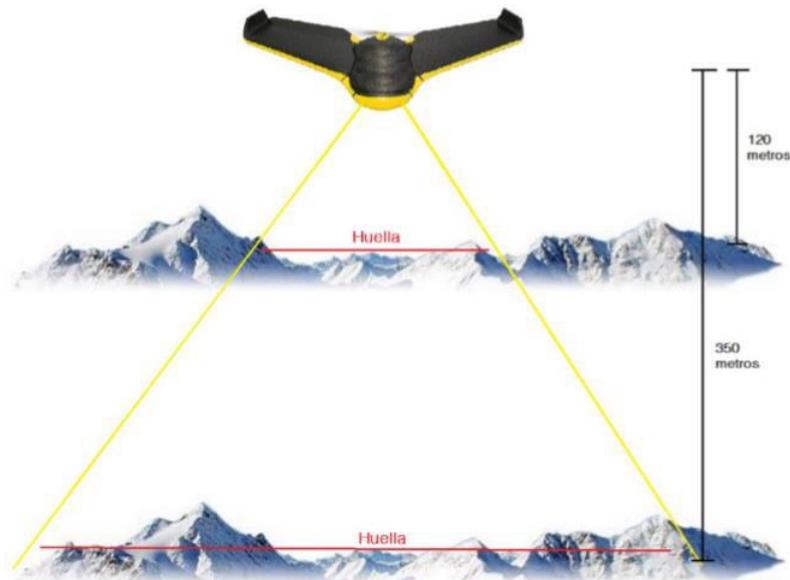


Figura 31 Altura de vuelo con relación a huella fotográfica

La velocidad de un vehículo aéreo no tripulado puede superar los 30m/s, pero para realizar un trabajo de obtención de mapas o fotogrametría lo recomendable es considerar una velocidad moderada de 7m/s; además, se puede realizar un planeamiento de vuelo con una velocidad alta que comprende de 10m/s a 15m/s.⁵⁹

El sensor se encuentra ubicado dentro del eje óptico de la cámara, este recibe la luz con el cual se proyecta la imagen que se obtuvo. Si el tamaño del sensor es mayor se obtendrán imagen con mayor calidad, ya que los pixeles serán de mayor tamaño, por lo tanto, mejor resolución. Debemos considerar en la planificación del vuelo fotogramétrico que la duración de vuelo no sobrepase el 70% de la capacidad de la batería, pues nos permite un margen para el tiempo de vuelta.⁶⁰

	Full frame	APS-C	4/3"	1/1.6"	1/3.2"
Tamaño sensor	36 x 24 mm	24 x 16 mm (aprox.)	17 x 13 mm (aprox.)	8.3 x 5.6 mm (aprox.)	4.5 x 3.4 mm (aprox.)
Área del sensor	8.6 cm ²	3.6 cm ²	2.25 cm ²	0.47 cm ²	0.15 cm ²
Representación del tamaño					

Figura 32 Tamaño del sensor con diferentes tipos de cámara.

⁵⁹ (DÁVALOS Gonzales, 2016 pág. 35)

⁶⁰ (DÁVALOS Gonzales, 2016 pág. 36)

Se denomina proceso fotogramétrico a todas las fases concatenadas que vas a permitir la obtención de información a partir de fotografías aéreas. Comienza con la toma de fotografías y finaliza con la obtención de las coordenadas tridimensionales del sitio de evaluación. Estas coordenadas generan planos de planta, modelos digitales de elevación, etc. Después de la obtención de imágenes se realiza el proceso fotogramétrico digital, que es la reconstrucción de las posiciones de las imágenes como se hicieron en el instante, si se realizó varios vuelos es necesario llevar un orden adecuado para no tener ruido. Además, es importante tener una orientación de las imágenes para tener un producto final de calidad.⁶¹ Además, el proceso fotogramétrico considera la nube de puntos, ortofoto, modelo digital, modelo 3d, lo cual ayudaran a obtener la suficiente información para el desarrollo de un trabajo específico.⁶²

El objetivo principal es reconstruir la superficie a partir de la imagen bidimensional de la superficie obtenida del dron, lo que nos ayudará a realizar un análisis más riguroso. Las etapas más básicas son la toma de imágenes, la orientación del sensor y la reconstrucción.⁶³

Los puntos de control son puntos que se obtienen en campo teniendo sus coordenadas. Estos puntos son marcados en campo, en la cual deben identificados al momento del trabajo en gabinete. Generalmente, se emplea la técnica GPS para tener las coordenadas, para posteriormente subirlos a un programa.⁶⁴

La nube de puntos densa es el conjunto de puntos que tienen coordenadas x, y, z. En la identificación de puntos comunes de la imagen se pueden generar la triangulación, que permitirán obtener la superficie con curvas de nivel.⁶⁵

⁶¹ (QUIRÓS, 2014 pág. 91)

⁶² (DÁVALOS, 2016 pág. 37)

⁶³ (CHELI, 2011 pág. 91)

⁶⁴ (QUIRÓS, 2014 pág. 91)

⁶⁵ (DÁVALOS, 2016 pág. 37)



Figura 33 Nube de puntos densa

La ortofoto es el resultado final del procesamiento de las imágenes tomadas con el vehículo aéreo no tripulado. En esta etapa se pueden realizar mediciones en el plano, así como: perímetro, longitud, áreas, empleando programas de SIG o CAD.⁶⁶



Figura 34 Representación de ortofoto

Modelo digital de (MDT- MDS), es el procesamiento de imágenes tomadas con el vehículo aéreo no tripulado. Este modelo contiene información de las coordenadas x,y,z, en el cual podemos generar mapas de elevaciones , cursos de agua, curvas de nivel, movimiento de masas del terreno, etc. La diferencia entre el modelo digital de la superficie y el modelo digital del terreno, es que el primero es la superficie que

⁶⁶ (DÁVALOS, 2016 pág. 38)

contiene todo lo que captó la imagen, por ejemplo: autos, viviendas, árboles, etc. Mientras, el segundo contiene netamente el terreno de trabajo, este proceso se realiza clasificando la información que no es necesario para el estudio.⁶⁷

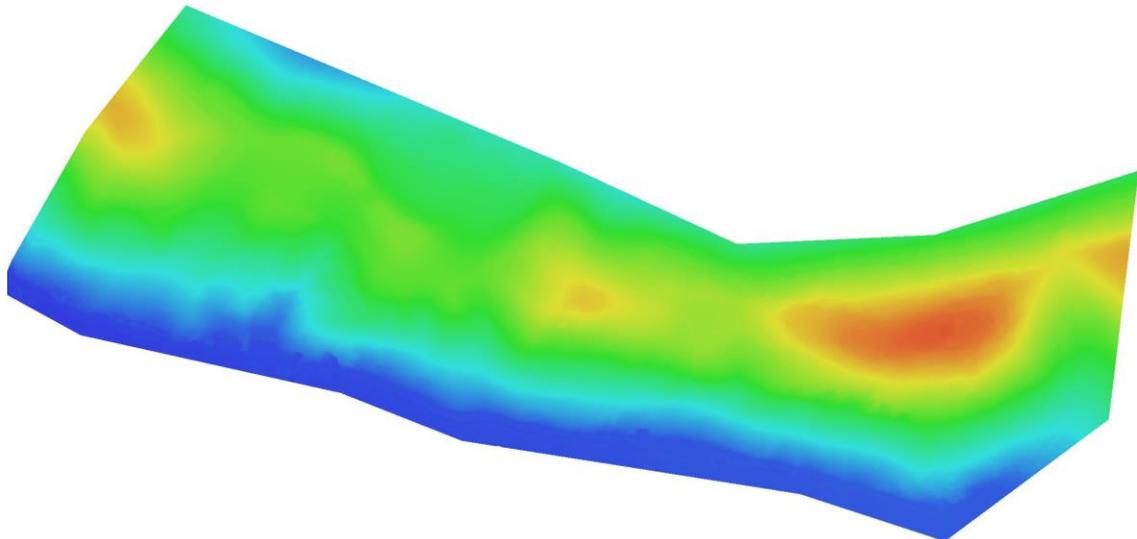


Figura 35 Representación de Modelo digital de (MDT- MDS)

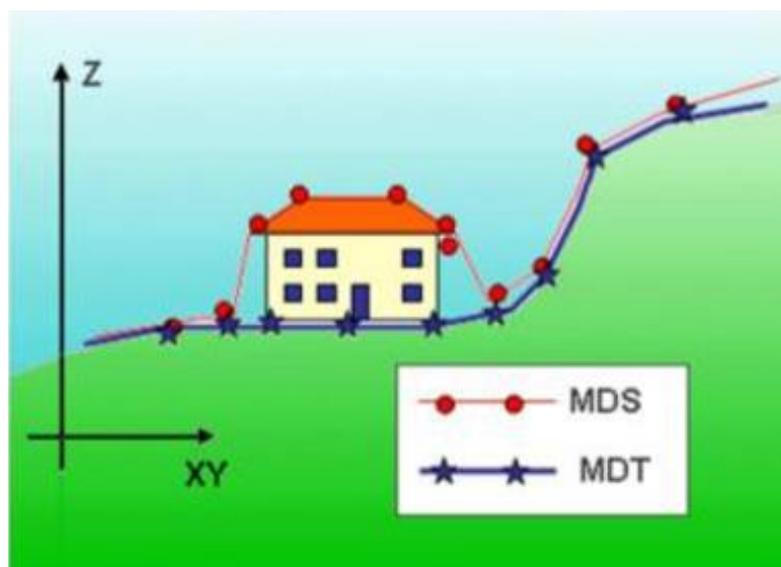


Figura 36 Diferencia entre MDS y MDT

En la actualidad el mapeo contiene los modelos digitales de superficie, además de las curvas de nivel los relieves del terreno son importantes. El modelo digital de superficie se determina como una representación numérica para un relieve del terreno.⁶⁸

⁶⁷ (DÁVALOS, 2016 pág. 39)

⁶⁸ (BRITO, 1999 pág. 157)

El modelo realista en 3D, que es generado en base a la nube de puntos, ortofotomosaico y modelo tridimensional con programas adicionales, en la cual nos ayudaran para obtener maquetas que nos ayuden a un análisis más riguroso.⁶⁹

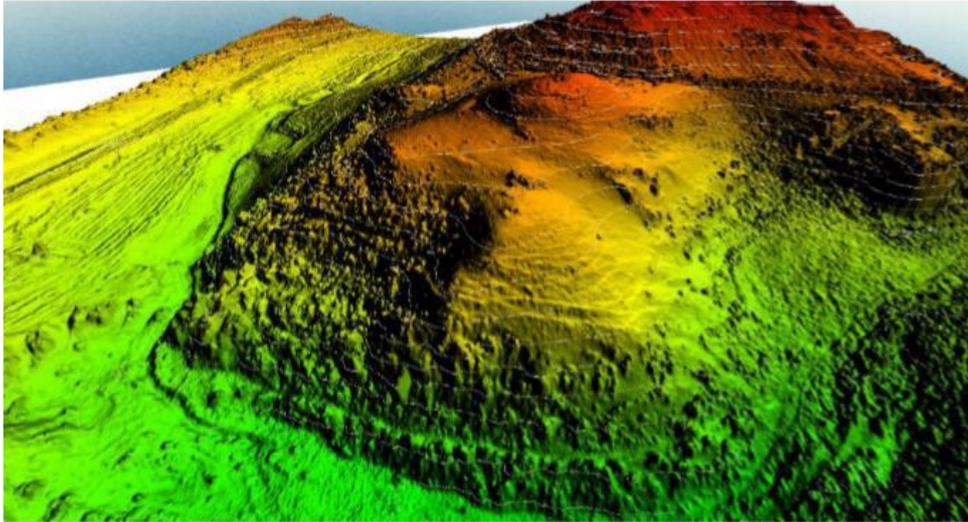


Figura 37 Modelo 3D de la superficie

⁶⁹ (DÁVALOS, 2016 pág. 40)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación aplicada se esfuerza por aplicar directamente el conocimiento a los problemas de la sociedad o del sector productivo. Esto se basa fundamentalmente en descubrimientos tecnológicos de investigación básica e implica el proceso de vincular teorías con productos.⁷⁰

Las investigaciones no experimentales son análisis, que se realiza sin variación de forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables.⁷¹ Estudios prospectivos, son aquellos en los cuales la información se va registrando en la medida que va ocurriendo el fenómeno o los hechos programados para observar, es decir son informaciones primarias en un tiempo único.⁷²

Las investigaciones de nivel explicativo, con fines de exploración, descripción y asociación o asociación, primero la correlación y luego la relación causal entre las variables, pero en un punto en el tiempo.⁷³

La investigación cuantitativa tiene como objetivo obtener las respuestas de la población a preguntas específicas. Este proceso utiliza herramientas estadísticas y matemáticas para cuantificar el problema de investigación.⁷⁴

La presente investigación es de tipo aplicada, presenta un diseño no experimental, prospectivo, transversal y analítico, con nivel explicativo y de enfoque cuantitativo.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Metodología PCI empleando VANT

Con relación a la definición conceptual, es también conocida como UAV, es el método que incorpora a la metodología tradicional del PCI y el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) o drones para la inspección y evaluación de

⁷⁰ (CONCYTEC, 2018)

⁷¹ (HERNÁNDEZ y Mendoza, 2018 pág. 174)

⁷² HERNÁNDEZ y Mendoza, 2018 pág. 176)

⁷³ HERNÁNDEZ y Mendoza, 2018 pág. 110)

⁷⁴ HERNÁNDEZ y Mendoza, 2018 pág.524)

pavimentos, basado en la fotogrametría que permite realizar el inventario de fallas para posteriormente calcular el índice de condición del pavimento.

La definición operacional de la variable independiente está referida a la forma de realizar la evaluación, para el cual se empleará VANT, software de procesamiento de datos fotogramétricos, para luego contrastarlas en las hojas de inspección - PCI, tomando como guía el manual PCI, hojas de cálculo, ábacos de cálculo.

Los indicadores para fotogrametría son resolución y grado de confiabilidad; para inventario de fallas se han definido a los tipos de falla, severidad y cantidad o densidad; para el índice de condición del pavimento tenemos el valor deducido, número máximo admisible de valor deducido, máximo valor deducido corregido y PCI. La escala de medición de la variable independiente es ordinal.

Variable dependiente: Condición superficial del pavimento flexible

Respecto a la definición conceptual la condición superficial del pavimento, es la expresión del grado de la condición del pavimento, además permite plantear medidas correctivas frente a los diferentes deterioros que se presentan en los pavimentos flexibles.⁷⁵

Por lo que se refiere a definición operacional, se emplearán el manual PCI, manual de mantenimiento y rehabilitación de carreteras (Instituto del asfalto).

Se establecido como indicadores para el grado de la condición del pavimento a las expresiones verbales “excelente, muy bueno, bueno, regular, pobre, muy pobre, colapsado”; con relación a las medidas correctivas tenemos a “mantenimiento rutinario y preventivo, mantenimiento correctivo, rehabilitación mayor y reconstrucción”. Escala de medición es del tipo ordinal – nominal

⁷⁵ (ASTM D6433, 2004 pág. 02)

3.3. Población, muestra y muestreo

La población, es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones, aquel que se aspira difundir las consecuencias.⁷⁶ La población comprenderá la extensión de la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, que posee una longitud de 1.83 km.



Figura 38 Población de estudio Avenida José María Arguedas-San Jerónimo.

La muestra es el subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y que son representativo y característico de esta.⁷⁷

En la presente investigación, se tiene como muestra la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo (progresiva 0+000 al 1+830), se definieron las unidades de muestra (UM), basado en el procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos - ASTM D6433, deben de estar en el rango $230.00 \text{ m}^2 \pm 93.00 \text{ m}^2$.

La avenida José María Arguedas presentó un ancho de carril (derecho e izquierdo) de 5.00 m, en ese sentido, cada unidad de muestra tiene una longitud de 46.00 m y un área de 230.00 m^2 , las cantidades de muestra son 40 en cada carril (total 80).

⁷⁶ (HERNÁNDEZ y Mendoza, 2018 pág. 195)

⁷⁷ (HERNÁNDEZ y Mendoza, 2018 pág. 196)

CARRIL DERECHO

$$Nm = \frac{1830}{46}$$

$$Nm = 39.78 \Rightarrow 40$$

Figura 39 Número de muestras- carril derecho.

CARRIL IZQUIERDO

$$Nm = \frac{1830}{46}$$

$$Nm = 39.78 \Rightarrow 40$$

Figura 40 Número de muestras- carril izquierdo.

En el muestreo probabilístico estadístico, todas las unidades de muestra tienen la misma probabilidad de ser elegidas, representando las características generales y el tamaño apropiado de la muestra, y seleccionando aleatoriamente la unidad de muestreo.⁷⁸

El número mínimo de UM que deben evaluarse se obtiene mediante la figura 5, presentado un error estimado del PCI ± 5.00 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%, según el ASTM - D6433.

$$n = \frac{40 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (40 - 1) + 10^2}$$
$$n = 11.63 \Rightarrow 12$$

Figura 41 Número mínimo de muestras a evaluar en cada carril

El intervalo de muestreo será

$$i = \frac{40}{12} \Rightarrow 3.3$$

Figura 42 Intervalo de muestreo.

según el muestreo probabilístico con intervalo de 3.3 las unidades a ser evaluadas son las siguientes

⁷⁸ (HERNÁNDEZ y Mendoza, 2018 pág. 200)

	Numero de muestra
Carril Derecho:	1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34
Carril Izquierdo:	2, 5, 9, 12, 15, 19, 22, 25, 29, 32, 35, 39

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas permiten el desarrollo del método en el entorno en donde se aplica, las técnicas del método científico son prácticas reflexivas y conscientes orientadas al apoyo de la metodología.⁷⁹ En el presente trabajo de estudio se empleó la técnica de la observación.

La observación, puesto que es la parte principal para recoger los datos de tipos de fallas, severidad y cantidad plasmados en el inventario de fallas del pavimento flexible, para obtener la condición actual del pavimento flexible.

Los instrumentos de recolección de datos sirven de refuerzo para que las técnicas alcancen el objetivo.⁸⁰ Para la presente investigación los instrumentos fueron el VANT marca DJI modelo Phantom 4 RTK, software Agisoft Metashape, las hojas de inspección – PCI, manual PCI- ASTM D6433, hojas de cálculo y ábacos de cálculo.

La validez garantiza que el instrumento realmente pueda medir lo que debe medir, lo que significa que las preguntas correspondientes deben hacerse en base a los indicadores definidos por la operación de la encuesta. El instrumento proporciona información adecuada a la elección realizada. La validez responde a la pregunta: ¿Qué tan auténticas son la población y la propiedad bajo el instrumento?⁸¹

Para determinar la validez del contenido, se utiliza un criterio de juicio experto, la siguiente tabla muestra la aprobación de los expertos.

⁷⁹ (ANDER-Egg, 1992 pág. 6-8)

⁸⁰ (BAENA Paz, 2017 pág. 68)

⁸¹ (CORRAL, 2009 pág. 230)

Tabla 5 Calificación de la validez del instrumento según juicio de expertos

N°	Expertos	Calificación
1	Andrés Guillermo Ayquipa Paucas	Aprobado
2	Miguel Enver Quispe Palomino	Aprobado
3	Bercin Alccacondori Alata	Aprobado

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La confiabilidad de un instrumento es una forma de garantizar que cualquier tipo de instrumento siempre pueda obtener los mismos resultados cuando se usa y evalúa. La confiabilidad es el error cero en relación con la herramienta de recopilación de datos, y también es un nivel de confiabilidad en el que el resultado de la medición no tiene suficiente desviación debido al error.⁸²

3.5. Procedimientos

La Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas, se inicia con el reconocimiento de la población de estudio, para consecuentemente determinar las unidades de muestra y las unidades a ser evaluadas, prosiguiendo se inicia con la recopilación de datos mediante el plan y la misión de vuelo del VANT, con los datos obtenidos de inicia la etapa de post procesamiento fotogramétrico el cual nos brinda una ortofoto en AutoCAD civil3D 2020, que permitirá realizar el inventario de fallas y plasmarlas en las hojas de inspección – PCI, para realizar los cálculos de PCI (Calculo total de valores deducidos (VD), determinar número máximo admisible de VD (mi), cálculo del máximo VD corregido (CDV), obtención del PCI), y finalmente determinar la condición superficial del pavimento de la avenida José maría Arguedas.

Por otro lado, una evaluación PCI tradicional inicia con el reconocimiento de la población de estudio, unidades de muestra y unidades a ser evaluadas, realizar la instalación de elementos de seguridad en campo, ejecutar el inventario de fallas empleando hojas de inspección – PCI, herramientas de medición, posterior a ello hacer los cálculos de PCI (Calculo total de valores deducidos (VD), determinar número máximo admisible de VD (mi), cálculo del máximo VD corregido (CDV),

⁸² (PALELLA Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 164)

obtención del PCI), y finalmente determinar la condición superficial del pavimento de la avenida José maría Arguedas.

Procedimiento General

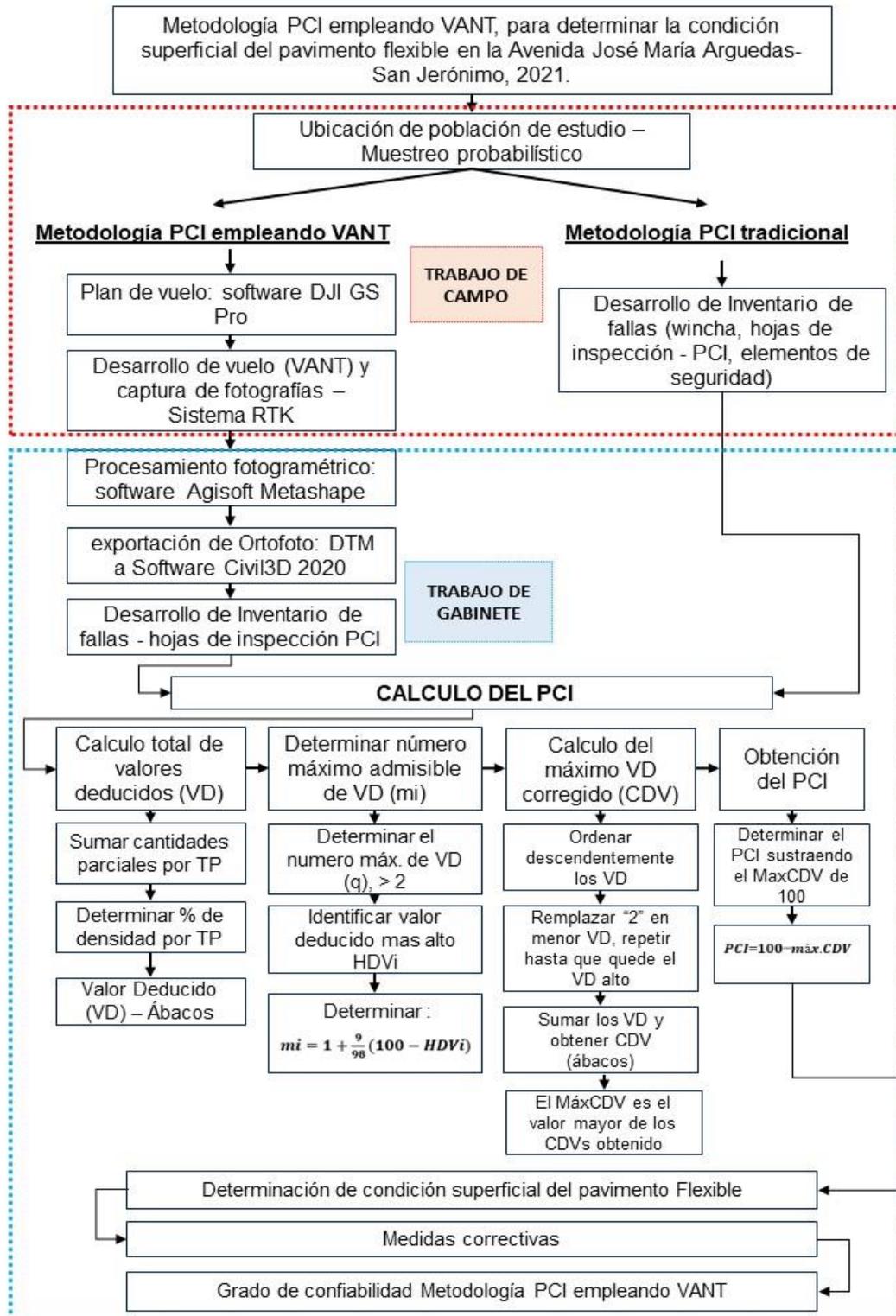


Figura 43 Procedimiento General
Fuente: Elaboración propia, 2021.

3.6. Método de análisis de datos

Se utilizarán algunos softwares que nos ayudarán a obtener información fotogramétrica, luego en AutoCAD civil3D y Excel determinan el inventario y condición del pavimento flexibles mediante drones. Esto nos permite entender que para realizar un proyecto de investigación debemos utilizar softwares que pueda procesar los datos obtenidos de la investigación, también debemos verificar y explicar que a los resultados responden a cada objetivo planteado.

3.7. Aspectos éticos

Este trabajo de investigación fue formulado de acuerdo con los estándares y resoluciones establecidos por la Universidad Cesar Vallejo. Asimismo, se debe tener en cuenta la autoría, el respeto y la honestidad de los diferentes autores a la hora de realizar un trabajo.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de tesis:

Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.

Acceso de la zona de trabajo:

El acceso a la población de estudio, a dos minutos en auto desde la plaza principal del distrito de San Jerónimo – Andahuaylas, es mediante el Jr. Alfonso Ugarte (quinta cuadra), para continuar con el Jr. Astuhuaraca, para posteriormente empalmar en la progresiva 00+000.00 de la Av. José María Arguedas.

Ubicación Política

La zona de estudio está situada en la región de Apurímac, Provincia de Andahuaylas, distrito de San Jerónimo.



Figura 44 Mapa político del Perú.

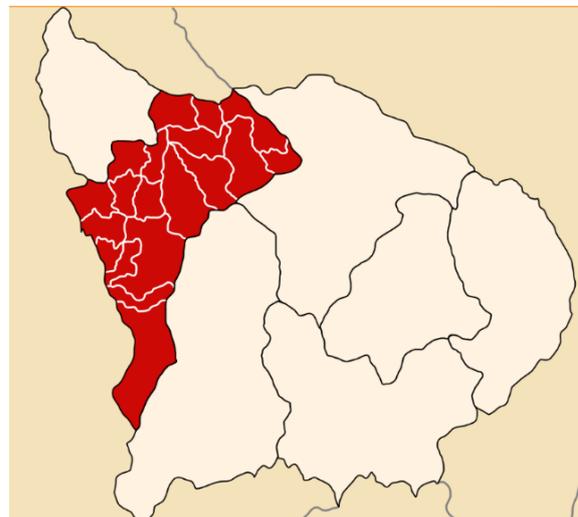


Figura 45 Mapa político de la Región Apurímac.



Figura 46 Mapa político de la provincia de Andahuaylas.

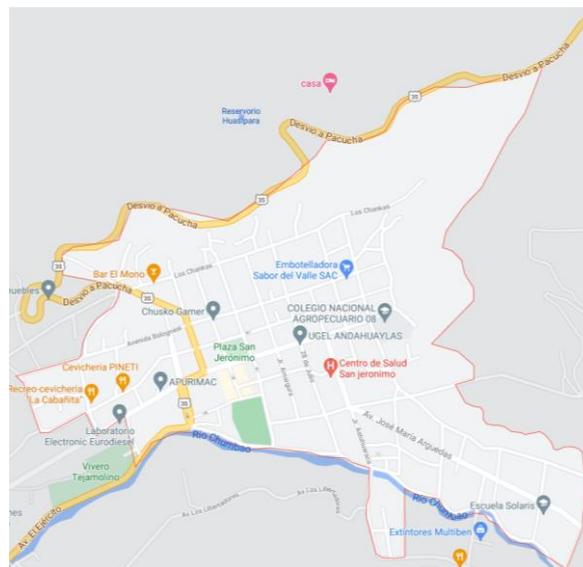


Figura 47 Ubicación del distrito de San Jerónimo.

Tabla 6 Límites Distritales del distrito de San Jerónimo

Norte	Distrito De Pacucha
Sur	Distrito De José María Arguedas
Este	Distrito De Kishuara
oeste	Distrito De Andahuaylas

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Ubicación Geográfica

La zona de estudio está situada en la región de Apurímac, Provincia de Andahuaylas, distrito de San Jerónimo.

Tabla 7 Localización Geográfica distrito de San Jerónimo

Longitud Oeste	73°21'54"O
Latitud este	13°39'04"S
Altitud	2944 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 48 Delimitación de la zona de estudio
Fuente: Google Earth Pro, 2021.

Vías de acceso

Para llegar a la zona de estudio desde la ciudad de Lima, se debe realizar un viaje de aproximadamente a 13 horas el departamento de Apurímac – provincia de Andahuaylas - distrito de San Jerónimo, desde su plaza principal realizar un recorrido de dos minutos, a través del Jr. Alfonso Ugarte (quinta cuadra), para continuar con el Jr. Astuhuaraca y posteriormente empalmar en la progresiva 00+000.00 de la Av. José María Arguedas.

Con relación a los procedimientos en el desarrollo de la presente investigación estar referida a la metodología PCI empleando VANT y la metodología PCI tradicional, ambas ejecutadas en dos fases, la primera netamente de campo y la segunda un trabajo de gabinete. y la segunda, ambas en base a lo indicado en el ASTM D6433-03, ambos nos permiten alcanzar a los objetivos planteados.

Para concretar el primer objetivo, la metodología PCI empleando VANT inicia con el plan de vuelo, proyectado utilizando el software DJI GS Pro, el mismo que no ayuda a delimitar la población de estudio, configurando los parámetros de vuelo.

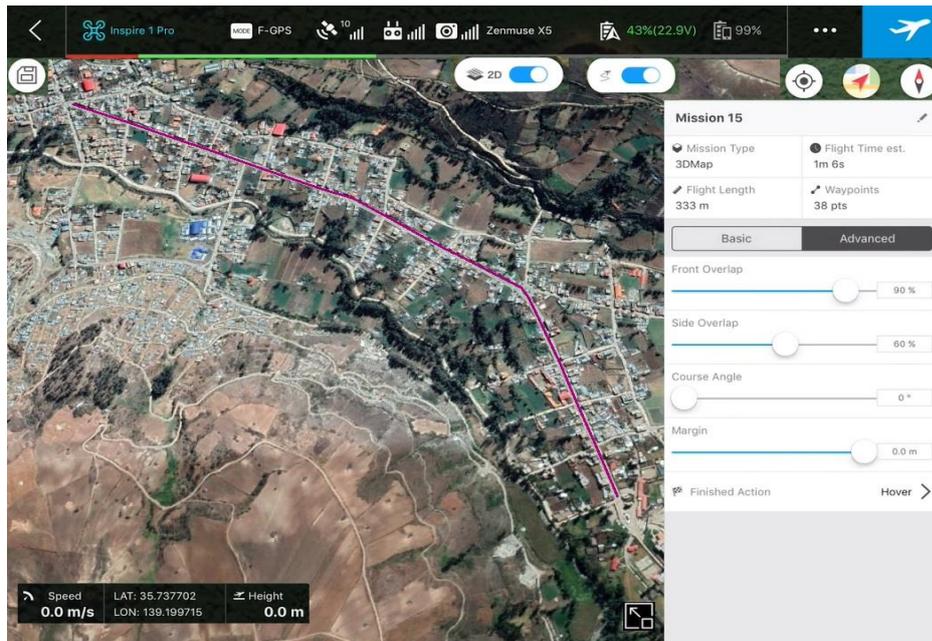


Figura 49 Configuración del plan de vuelo
Fuente: software DJI GS Pro, 2021.

Las operaciones de ejecución y vuelo se realizaron entre las 9:50 am y las 10:10 am, ya que generalmente se prefieren en lo posible fotografías con pocas sombras, ya que estas causarán errores en el proceso de recuperación, el vuelo se realizó desde el final de la ruta de investigación, porque no hay obstáculos que interfieran en el despegue del VANT DJI Phantom 4 RTK, anteriormente se realiza el checklist, así garantizar un vuelo óptimo.

CONDICIONES		OK	OBSERVACIONES
1	Hélices colocadas correctamente	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Porcentaje de batería óptima tanto en el VANT como el radiocontrol.	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Conexión correcta entre el radiocontrol y el VANT.	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Buena recepción de señal de GPS (al menos 10 satélites)	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Establecer puntode despegue y retorno en caso de pérdida de señal.	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Tarjeta de memoria colocada correctamente.	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Plan de vuelo cargado correctamente	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Porcentaje de batería óptima tanto en el VANT como el radiocontrol.	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 50 Checklist, para operación de vuelo
Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 51 Zona de ejecución y despegue del vuelo.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Tabla 8 Datos de vuelo, cámara y posicionamiento

Datos de vuelo	
Altitud media de vuelo	86.3 m
Velocidad de vuelo	3.5 m/s
Tiempo de vuelo	9:00 minutos
Número de imágenes:	91
Resolución en terreno	2.21 cm/pix
Área cubierta	0.232 km ²
Puntos de paso	132,906
Proyecciones	334,153
Modelo de cámara	FC6310R (8.8mm)
Resolución	5472 x 3648
Distancia focal	8.8 mm
Tamaño de píxel	2.41 x 2.41 micras
Error de reproyección:	0.449 pix

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Las imágenes obtenidas del VANT, se han descargado e importado al software Agisoft Metashape.

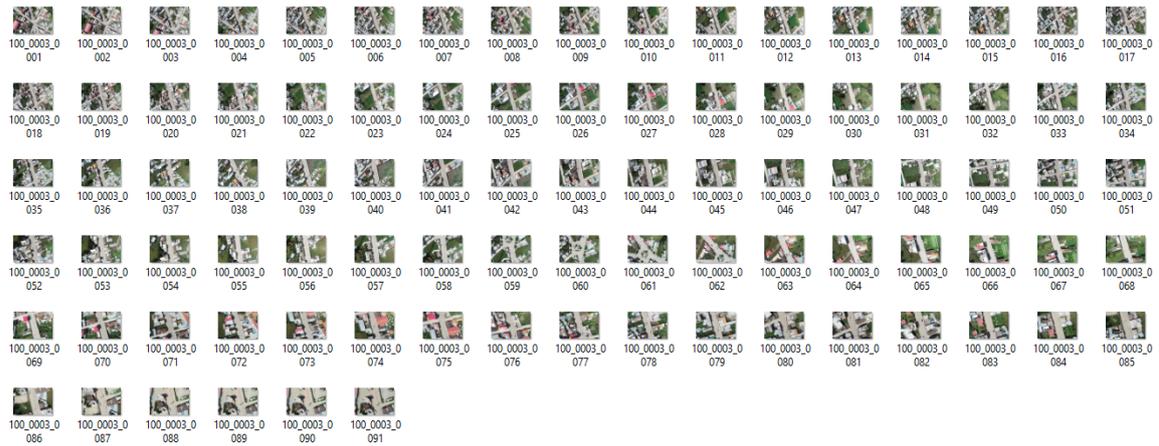


Figura 52 Imágenes recopiladas con el VANT DJI Phantom 4 RTK
Fuente: Elaboración propia, 2021.

El procesamiento de las imágenes se realiza en gabinete se empleó una laptop Acer – predator elios300, core i7 de memoria RAM equivalente a 16 GB, tarjeta NVIDIA GeForce GTX1050, mediante el software Agisoft Metashape, permitiendo la ubicación de las 91 imágenes de resolución 8.8 mm/pix.

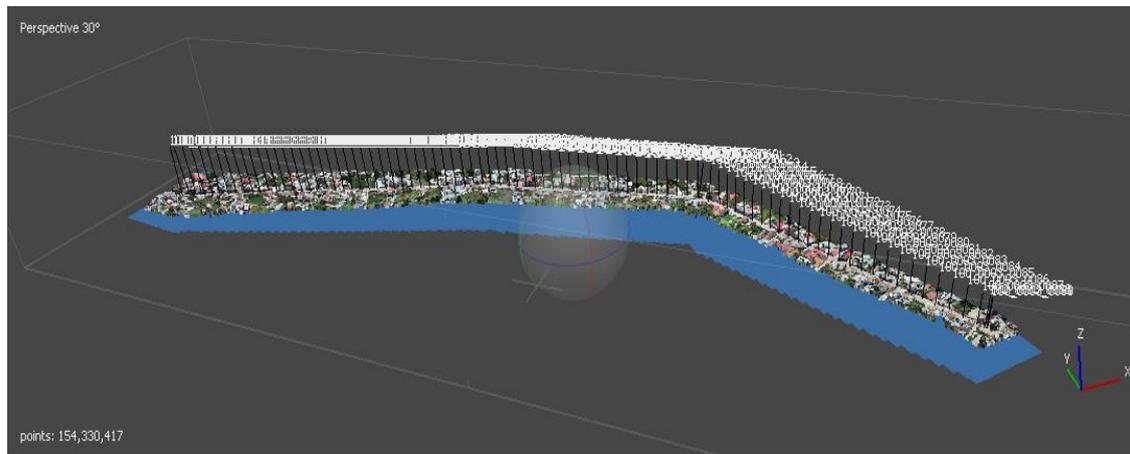


Figura 53 Localización de Imágenes recopiladas, software Agisoft Metashape
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Se generaron un total de 154,330,417 puntos densificados que sirvieron para realizar la triangulación adecuada para obtener del modelo 3D de la avenida José María Arguedas.

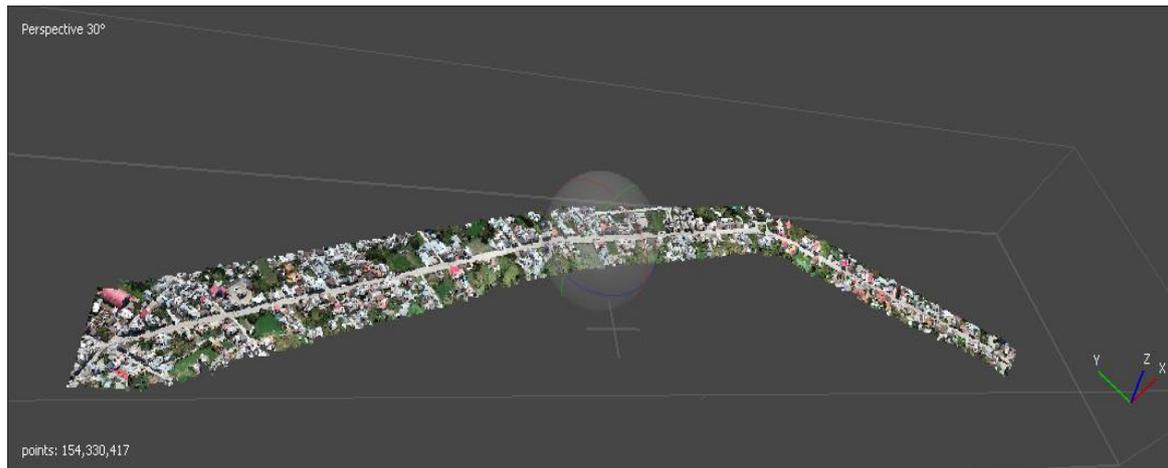


Figura 54 Modelo 3D en el software Agisoft Metashape
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Una vez finalizado el proceso, se editó y limpio todos los vehículos o personas en movimiento, lo que nos impide registrar un inventario en gabinete. Sin embargo, el software permite modificaciones, ya que cada área de la trayectoria de vuelo contiene más de una foto debido a la cobertura vertical y horizontal del vuelo, por lo que la ortofoto se puede modificar fácilmente.

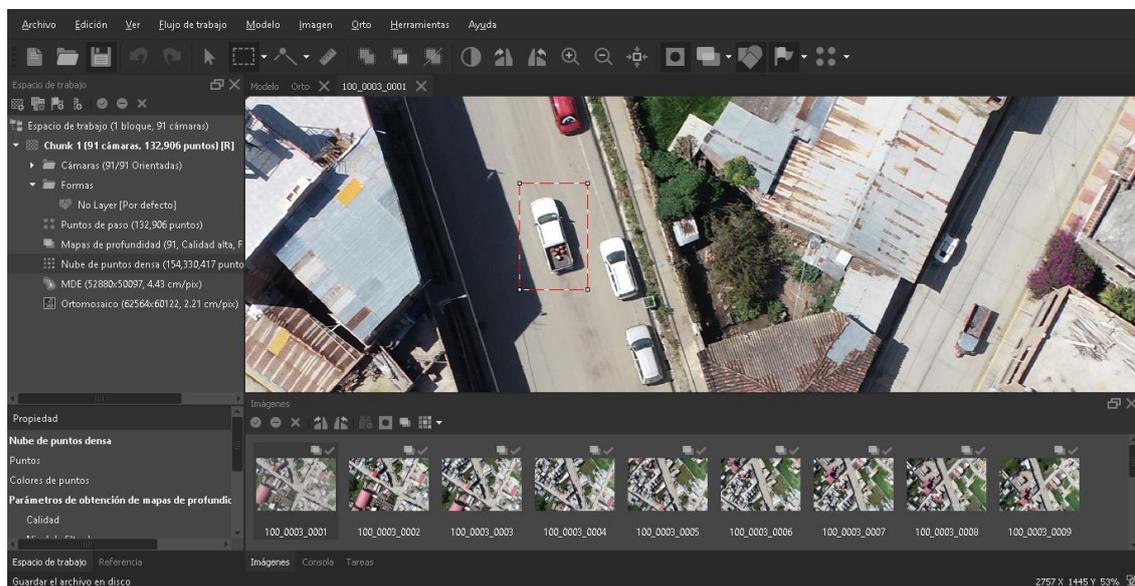


Figura 55 Limpieza de vehículos en movimiento en la ortofoto.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Finalmente se obtuvo la ortofoto en 2D y el modelo digital de superficie (MDS) de la avenida José María Arguedas, el tiempo de procesamiento de las imágenes

recopiladas varían según la cantidad, la calidad y la velocidad de procesamiento, en el presente estudio fue de 24 horas.



Figura 56 Ortofoto de la avenida José María Arguedas
Fuente: Elaboración propia, 2021.

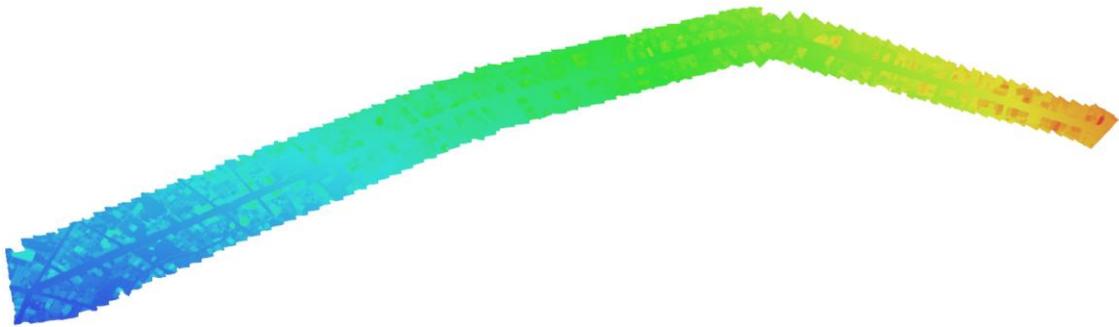


Figura 57 MDS- Modelo digital de elevación
Fuente: Elaboración propia, 2021.

En el software AutoCAD civil3D 2020, se importa la ortofoto debidamente georreferenciadas.

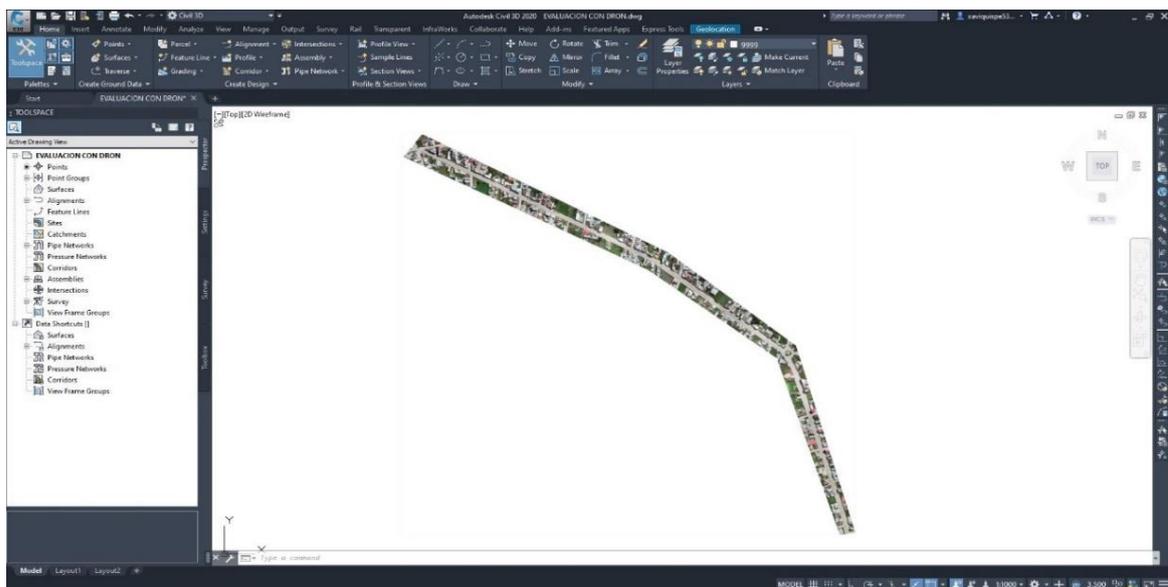


Figura 58 Ortofoto en programa AutoCAD civil3D 2020.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Para elaborar el inventario de fallas respectivo se procedió con la inspección visual, identificando las fallas existentes en cada unidad evaluada.



(a) (b) (c)
Figura 59 Proceso de indentificación de fallas en el pavimento flexible

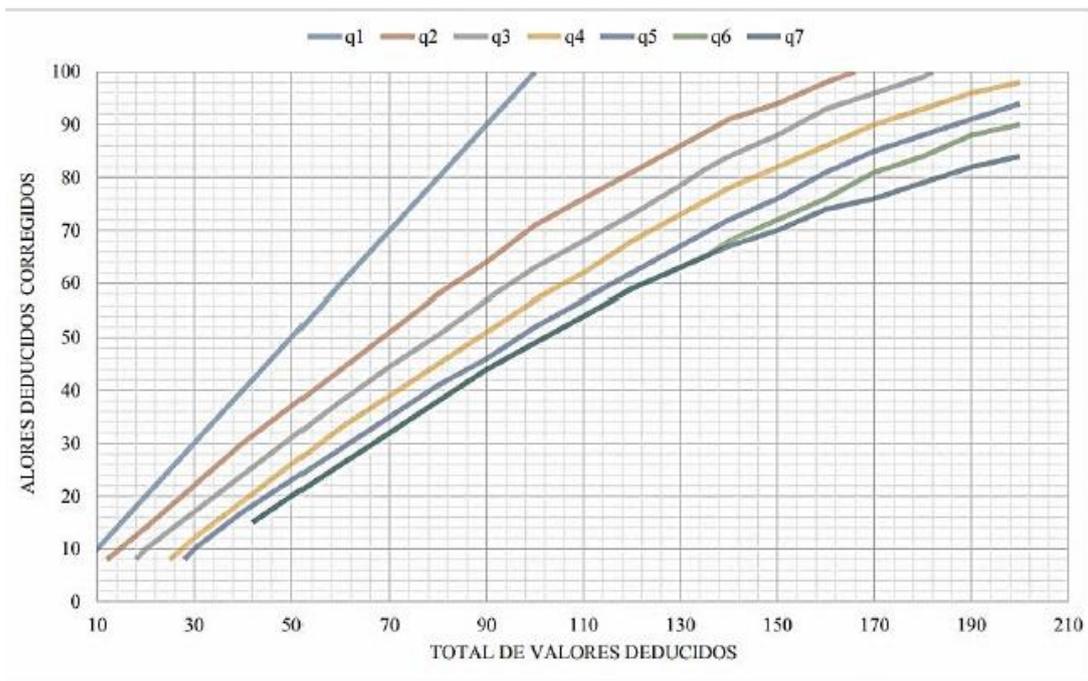
Registrando las dimensiones y nivel de severidad en el instrumento de recolección de datos, para finalmente aplicar el Método PCI y determinar la condición superficial de cada unidad de muestra.

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas - San Jerónimo, 2021."																
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)																
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURÍMAC			PROGRESIVA INICIAL:	0+000.00		ESQUEMA:									
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DE DERECHO (DA)			PROGRESIVA FINAL:	0+046.00											
NOMBRE DE VÍA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS			NÚMERO DE SECCIÓN:	Ud-01											
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE			ÁREA DE SECCIÓN (M2):	233,224											
FECHA:	sábado 17 de abril de 2021															
TIPOS DE FALLAS																
F01 Piel de cocodrilo				M2	F11 Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos				M2							
F02 Exudación				M2	F12 Pulimiento de Agregado				M2							
F03 Agrietamiento en Bloque				M2	F13 Huecos				M2							
F04 Abultamientos y Hundimientos				M	F14 Cruce de Vía Férrea				M2							
F05 Corrugación				M2	F15 Ahuellamiento				M2							
F06 Depresión				M2	F16 Desplazamiento				M2							
F07 Grieta de Borde				M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento				M2							
F08 Grieta de Reflexión de Junta				M	F18 Hinchamiento				M2							
F09 Desnivel Carril / Berma				M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado				M2							
F10 Grietas Longitudinales y Transversales				M												
NIVEL DE SEVERIDAD :				BAJO	L			MEDIO	M				ALTO	H		
INVENTARIO DE FALLAS																
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO		
F13	L	0.96												0.96	0.41	7.51
F13	M	0.28												0.28	0.12	4.62
F13	H	1.41	2.84	1.2										5.45	2.34	61.19
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		3										VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		73.32		
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (VDV) =		61.19										TOTAL VD = Σ(VDi)				
NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (m) =		4.66														

Figura 60 Instrumento de recolección de datos – Ud-01
Fuente: Elaboración propia, 2021.

En el mismo instrumento, se procede con el cálculo total de valores deducidos, la suma de las cantidades parciales por cada tipo de falla y severidad, así establecer la densidad, para identificar el valor deducido (VD) de cada falla emplearemos los ábacos de cada falla determinado en el ASTM D6433, estos están adjuntos en los anexos de la presente tesis. Para determinar número máximo admisible de VD (mi) se establece el número máx. de VD (q), > 2, y luego identificar valor deducido más alto HDVi.

En la determinación de los valores deducidos corregidos (CDV) se utiliza la curva de VDC del ASTM D6433, continuar con el mismo procedimiento sustituyendo el último valor deducido por 2 y reduciendo el valor de q en una unidad, hasta tener un valor de 1, así hallar los valores deducidos corregidos para cada valor de q.



Fuente: (Asociación Americana de Ensayo de Materiales - ASTM, 2012)

Figura 61 Curva del valor deducido corregido
Fuente: ASTM D6433

En seguida se tomará el valor más alto, para ser remplazado en la ecuación para obtener el PCI. En esta unidad de muestra se obtuvo un PCI de 33 cuyo valor representa una condición del pavimento “muy pobre”.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas- San Jerónimo, 2021."										
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI) - EMPLEANDO VANT										
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURMAC			PROGRESIVA INICIAL:	0+000.00		ESQUEMA:			
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)			PROGRESIVA FINAL:	0+046.00					
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS			NÚMERO DE SECCIÓN:	Ud-01					
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONYQUISPE MAUCAYLLE			ÁREA DE SECCIÓN (M2):	233.224					
FECHA:	miércoles, 09 de abril de 2021									
TIPOS DE FALLAS										
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	M2							
F02 Exudación	M2	F12 Pulimiento de Agregado	M2							
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2							
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea	M2							
F05 Corrugación	M2	F15 Ahueamiento	M2							
F06 Despreñon	M2	F16 Desplazamiento	M2							
F07 Grieta de Bordo	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2							
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2							
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meliorización Desprendimiento de Agregado	M2							
F10 Grieta Longitudinales y Transversales	M									
NIVEL DE SEVERIDAD:	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H				
INVENTARIO DE FALLAS										
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
F13	L	0.96						0.96	0.41	7.51
F13	M	0.28						0.28	0.12	4.62
F13	H	1.41	2.84	1.2				5.45	2.34	61.19
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		3						VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		73.32
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (VDVI) =		61.19						TOTAL VD= Σ(VDI)		
NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		4.58								
CÁLCULO DEL PCI										
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
85-100	EXCELENTE	1	61.19	7.51	4.62	2.00		75.32	3.00	48.00
70-85	MUY BUENO	2	61.19	7.51	2.00	2.00		72.7	2.00	53.00
40-55	REGULAR	3	61.19	2.00	2.00	2.00		67.19	1.00	67.00
25-40	POBRE	5								
10-25	MUY POBRE	6								
0-10	COLAPSADO	7								
		8								
		9								
		10								
		11								
		12								
		13								
		14								
		15								
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =								67.00		
PCI = 100 - max CDV		PCI = 33						CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		POBRE

Figura 62 Resultados PCI y condición del pavimento – Ud-01
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Luego de realizar el plan de vuelo, desarrollar el vuelo, procesamiento fotogramétrico, exportación de la ortofoto en el software AutoCAD civil3D, registro de inventario de fallas, se procedió a aplicar la metodología del PCI para pavimento

flexible a todas las unidades de muestreo siguiendo el mismo procedimiento de cálculo expuesto como ejemplo para la unidad de muestreo Ud-01.

Tabla 9 Tipos de fallas encontradas - Metodología PCI empleando VANT.

Cód.	Tipo de falla	Unidad	Cantidad	% Respecto al área total muestreada (6072.96 m ²)	% Respecto a la totalidad de fallas (630.75 m ²)
F01	Piel de cocodrilo	M2	290.73	4.79%	46.09%
F04	Abultamientos y Hundimientos	M2	7.74	0.13%	1.23%
F05	Corrugación	M2	6.47	0.11%	1.03%
F10	Grietas Longitudinales y Transversales	M	60.53	1.00%	9.60%
F11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	M2	92.01	1.52%	14.59%
F12	Pulimiento de Agregado	M2	155.63	2.56%	24.67%
F13	Huecos	M2	11.41	0.19%	1.81%
F15	Ahuellamiento	M2	5.01	0.08%	0.79%
F17	Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2	1.22	0.02%	0.19%

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La tabla anterior muestra la cantidad en m² de cada falla y su porcentaje respecto al área total muestreada, para el caso de piel de cocodrilo se encontró una cantidad de 290.73 m² que representa un 4.79% del área total muestreada; las fallas de tipo abultamientos y hundimientos se encontró una cantidad de 7.74 m² que representa un 0.13 % del área total muestreada; con respecto a fallas de tipo corrugación se descubrió una cantidad de 6.47 m² que representa un 0.11 % del área total muestreada; las fallas grietas longitudinales y transversales presenta una longitud de 60.53 m y un ancho igual a 0.01 cm que se refleja cómo el 1% del área total muestreada; los parcheos y acometidas de servicios públicos alcanzan un área de 92.01 m² y es equivalente a 1.52 % del área total muestreada; en relación a fallas como pulimiento de agregado, huecos, ahuellamiento y grietas parabólicas o por deslizamiento presentan áreas de 155.63 m², 11.41 m², 5.01 m² y 1.22 m² los

porcentajes frente al área total evaluada son 2.56%, 0.19%, 0.08% y 0.02% respectivamente.

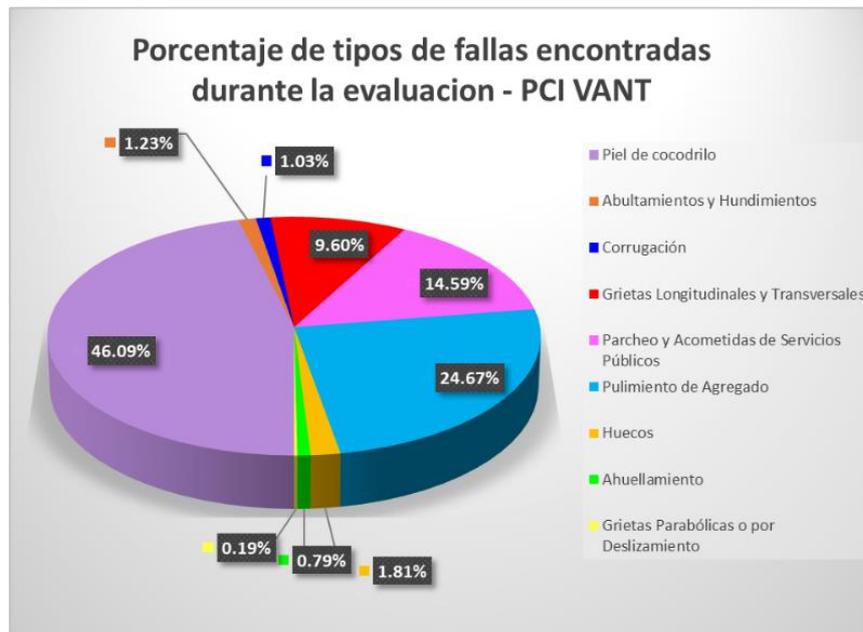


Gráfico 2 Porcentaje de tipos de fallas encontradas durante la evaluación - PCI VANT
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Durante la elaboración del inventario de fallas se lograron identificar que el 46.09% pertenecen a fallas de tipo piel de cocodrilo, el 24.67% representa al pulimiento de agregados, el 14.59% constituyen parcheo y acometidas de servicios públicos, un 9.60% a grietas longitudinales, las fallas tipo huecos y ahuellamiento se presentan en mínimos porcentajes.

Se exponen los resultados conseguidos en cada unidad de muestra evaluada con su respectivo PCI y grado de condición del pavimento.

Tabla 10 Resultados de la condición superficial - Metodología PCI empleando VANT.

CARRIL	SECCION	ABCISA		AREA (m2)	PCI	GRADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
		INICIAL	FINAL			
DERECHO	Ud-01	0+000.00	0+046.00	233.224	33.00	POBRE
DERECHO	Ud-04	0+138.00	0+184.00	232.691	78.00	MUY BUENO
DERECHO	Ud-08	0+322.00	0+368.00	231.590	59.00	BUENO
DERECHO	Ud-11	0+460.00	0+506.00	230.360	35.00	POBRE
DERECHO	Ud-14	0+598.00	0+644.00	233.450	36.00	POBRE
DERECHO	Ud-18	0+782.00	0+828.00	274.640	65.00	BUENO
DERECHO	Ud-21	0+920.00	0+966.00	270.980	62.00	BUENO
DERECHO	Ud-24	1+057.99	1+103.99	257.260	77.00	MUY BUENO
DERECHO	Ud-28	1+241.97	1+281.68	306.474	50.00	REGULAR
DERECHO	Ud-31	1+373.77	1+419.77	283.160	60.00	BUENO
DERECHO	Ud-34	1+511.77	1+557.77	251.900	66.00	BUENO
DERECHO	Ud-38	1+695.77	1+741.77	252.560	63.00	BUENO
IZQUIERDO	Ui-02	0+046.00	0+092.00	238.470	76.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-05	0+184.00	0+230.00	248.370	79.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-09	0+368.00	0+414.00	250.570	43.00	REGULAR
IZQUIERDO	Ui-12	0+506.00	0+552.00	240.080	49.00	BUENO
IZQUIERDO	Ui-15	0+644.00	0+690.00	239.950	36.00	POBRE
IZQUIERDO	Ui-19	0+828.00	0+874.00	258.230	17.00	MUY POBRE
IZQUIERDO	Ui-22	0+966.00	1+012.00	260.010	79.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-25	1+103.99	1+149.99	263.110	39.00	POBRE
IZQUIERDO	Ui-29	1+281.68	1+327.68	222.510	14.00	MUY POBRE
IZQUIERDO	Ui-32	1+419.77	1+465.77	286.100	75.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-35	1+557.77	1+603.77	250.070	75.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-38	1+741.77	1+787.77	257.200	53.00	REGULAR
PROMEDIO PCI					55.00	REGULAR

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La tabla anterior recoge los resultados de cada muestra evaluada expresada en el grado de condición superficial del pavimento flexible determinados con la metodología PCI empleando VANT, se aprecia variaciones desde 14 hasta 79 que reflejan una condición del pavimento “muy pobre” y “Muy buena” respectivamente. Sin embargo, el PCI empleando VANT promedio es de 55 que representa una condición de pavimento “regular”.

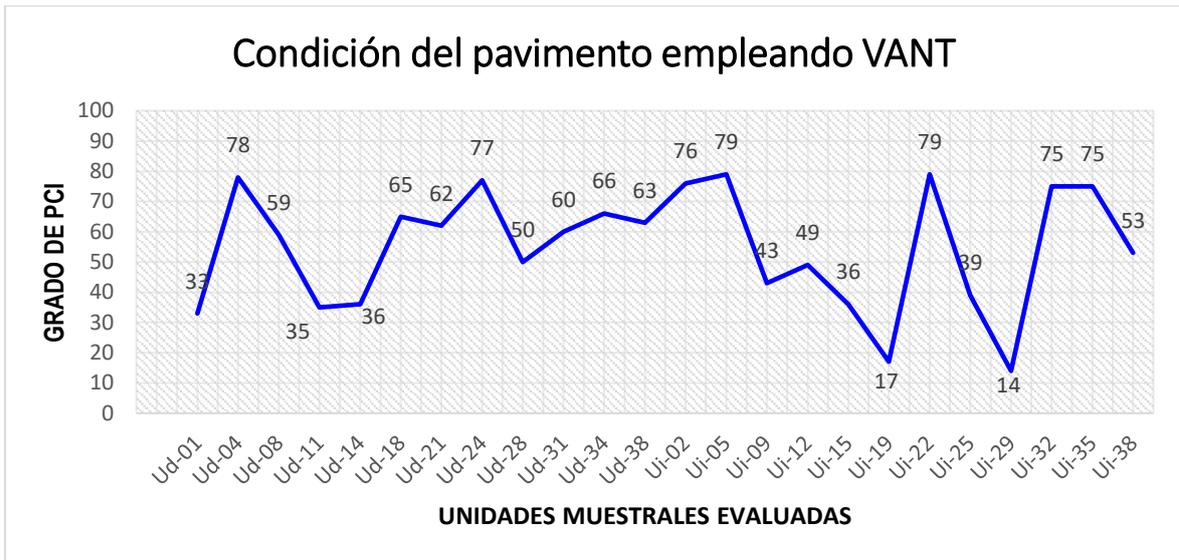


Gráfico 3 Resultados del grado de PCI empleando VANT
Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico muestra los picos más altos y bajos respecto al grado de PCI, la unidad muestral Ui-19 presenta un PCI de 17 y la Ui-29 un PCI de 14, ambos reflejan una condición de pavimento “muy pobre”, por otro lado, se visualizan PCI de 78 en la Ud-04, PCI de 77 para la Ud -24 y PCI de 79 en la Ui-22.

En síntesis, la siguiente tabla, muestra el resultado promedio del PCI en la vía de estudio equivalente a 55 y el estado de condición del pavimento es “regular”.

Tabla 11 Resultados promedio de la condición superficial PCI empleando VANT.

AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS	TIPO DE PAVIMENTO	PCI - PROMEDIO	PROMEDIO-CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
	FLEXIBLE	55	REGULAR

Fuente: Elaboración propia, 2021

Con relación al segundo objetivo, comprende el análisis, interpretación y determinación del tipo de medidas correctivas, después de haber desarrollado las etapas de Inventario de fallas y cálculo de PCI promedio de la avenida José María Arguedas, según el criterio del investigador, se procede a analizar los datos obtenidos, para luego determinar el tipo de mantenimiento que será necesario para cada vía.

Tabla 12 Medidas correctivas de acuerdo al Índice de grado de la condición del pavimento

Medidas Correctivas De Acuerdo Al Índice De Grado De La Condición Del Pavimento				
Rango De Índice Condición Del Pavimento		Medidas Correctivas	Descripción	Actividades
55	REGULAR	Mantenimiento correctivo intensivo	Pavimento con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes.	sellado de superficie y Re-encarpetado delgado

Fuente: Elaboración propia, 2021

En relación al tercer objetivo, para establecer el grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, se realizó la evaluación de la condición superficial de forma tradicional, procesamiento de datos y posterior a ello comparar los resultados obtenidos con los resultados de la metodología PCI empleando VANT.

Para realizar el inventario de fallas de forma tradicional se comenzó con la demarcación de fallas, reconocimiento de tipo de falla de acuerdo al nivel de severidad, para así cuantificar las dimensiones (medidas), todo plasmado en el instrumento de recopilación de datos.



Figura 63 Demarcación de fallas existentes



Figura 64 Medición de fallas (grietas transversales)



Figura 65 Fallas localizadas en el pavimento flexible



Figura 66 Medición de fallas localizadas (se visualiza personal de apoyo)

Recopilación de datos tomados durante la inspección en campo, se van tomando en el instrumento de recolección de datos, se realiza el cálculo total de valores deducidos, la suma de las cantidades parciales por tipo de falla y nivel de severidad, así determinar la densidad, para identificar el valor deducido (VD) de cada falla emplearemos los ábacos de cada falla determinado en el ASTM D6433, estos están adjuntos en los anexos de la presente tesis. Para determinar número máximo admisible de VD (mi) se establece el número máx. de VD (q), > 2 , y luego identificar valor deducido más alto HDVi.

En la determinación de los valores deducidos corregidos (CDV) se utiliza la curva de VDC del ASTM D6433. Después de calcular todos los valores deducidos corregidos se tomará el mayor valor de ellos, y este se sule en la fórmula para obtener el PCI. En esta unidad de muestra se obtuvo un PCI de 33 cuyo valor representa una condición del pavimento “muy pobre”.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO																
FACULTAD DE INGENIERÍA																
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																
"Metodología PCI empleando VAN T, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."																
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI) - TRADICIONAL																
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURMAC				PROGRESIVA INICIAL:	0+000.00		ESQUEMA:								
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DE DERECHO (IDA)				PROGRESIVA FINAL:	0+046.00										
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS				NÚMERO DE SECCIÓN:	Ud-01										
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUESPE MAUCAYLE				ÁREA DE SECCIÓN (M2):	233.224										
FECHA:	miércoles, 03 de abril de 2021															
TIPOS DE FALLAS																
F01 Fiel de ovoido	M	2	F11 Parocho y Acometidas de Servidores Públicos	M	2											
F02 Exudación	M	2	F12 Pulimiento de Agregado	M	2											
F03 Agrietamiento en Bloque	M	2	F13 Huecos	M	2											
F04 Abultamientos y Hundimientos	M		F14 Cruce de Vía Férrea	M	2											
F05 Corrugación	M	2	F15 Ahueamiento	M	2											
F06 Depresión	M	2	F16 Desplazamiento	M	2											
F07 Grieta de Borde	M		F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M	2											
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M		F18 Hinchamiento	M	2											
F09 De nivel Carril / Berma	M		F19 Meteorización de Agregado	M	2											
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M															
NIVEL DE SEVERIDAD:	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H										
INVENTARIO DE FALLAS																
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO		
F10	M	31.46											31.46	13.49	19.00	
F18	L	0.96											0.96	0.41	7.51	
F13	M	0.28	0.06	0.12									0.46	0.20	8.89	
F18	H	1.41	2.84	1.2									5.45	2.34	61.19	
F16	H	1.30											1.30	0.56	16.22	
NÚMERO DE DEDUCIDO 3 MAYORES A 2 (q) =												5	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		112.81	
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (VDM) =												61.19	TOTAL VD = Σ(VDI)			
NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDO 3 (mi) =												4.56				
CÁLCULO DEL PCI																
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV		
85-100 EXCELENTE	1	61.19	19.00	16.22	8.89								105.3	4.00	59.00	
70-85 MUY BUENO	2	61.19	19.00	7.51	2.00								89.7	3.00	58.00	
55-70 BUENO	3	61.19	19.00	2.00	2.00								84.19	2.00	61.00	
40-55 REGULAR	4	61.19	2.00	2.00	2.00								67.19	1.00	67.00	
25-40 POBRE	5															
10-25 MUY POBRE	6															
0-10 COLAPSADO	7															
	8															
	9															
	10															
	11															
	12															
	13															
	14															
	15															
	16															
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												67.00				
<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;"> $PCI = 100 - \max CDV$ </div>												PCI =	33	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		POBRE

Figura 67 Resultados PCI tradicional y condición del pavimento – Ud-01
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Una vez concluido con el inventario de fallas de forma tradicional, se procedió a aplicar la metodología del PCI para pavimento flexible a todas las unidades de muestreo siguiendo el mismo procedimiento de cálculo expuesto como ejemplo para la unidad de muestreo Ud-01 – tradicional.

Con relación a los tipos de fallas encontradas durante la evaluación PCI- tradicional, se encontraron los descritos en la tabla a continuación.

Tabla 13 Tipos de falla encontradas - Metodología PCI Tradicional.

Cód.	Tipo de falla	Unidad	Cantidad	% Respecto al área total muestreada (6072.96 m2)	% respecto a la totalidad de fallas (952.71 m2)
F01	Piel de cocodrilo	M2	177.58	2.92%	18.64%
F02	Exudación	M2	20.38	0.34%	2.14%
F03	Agrietamiento en Bloque	M2	1.74	0.03%	0.18%
F04	Abultamientos y Hundimientos	M2	7.74	0.13%	0.81%
F05	Corrugación	M2	6.47	0.11%	0.68%
F10	Grietas Longitudinales y Transversales	M	287.4	4.73%	30.17%
F11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2	92.79	1.53%	9.74%
F12	Pulimiento de Agregado	M2	339.49	5.59%	35.63%
F13	Huecos	M2	11.59	0.19%	1.22%
F15	Ahuellamiento	M2	6.31	0.10%	0.66%
F17	Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2	1.22	0.02%	0.13%

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La tabla anterior muestra cada falla su área en m2 de y su porcentaje respecto al área total muestreada, para el caso de piel de cocodrilo se encontró una cantidad de 177.58 m2 que representa un 2.92% del área total muestreada; las fallas de tipo grietas longitudinales y transversales se encontró una cantidad de 287.40 m2 que representa un 4.73 % del área total muestreada; con respecto a fallas de tipo los parcheos y acometidas de servicios públicos alcanzan un área de 92.79 m2 y es equivalente a 1.53 % del área total muestreada; en relación a fallas como pulimiento de agregado se detectó un ares de 339.49 m2 que representa el 5.59 %.

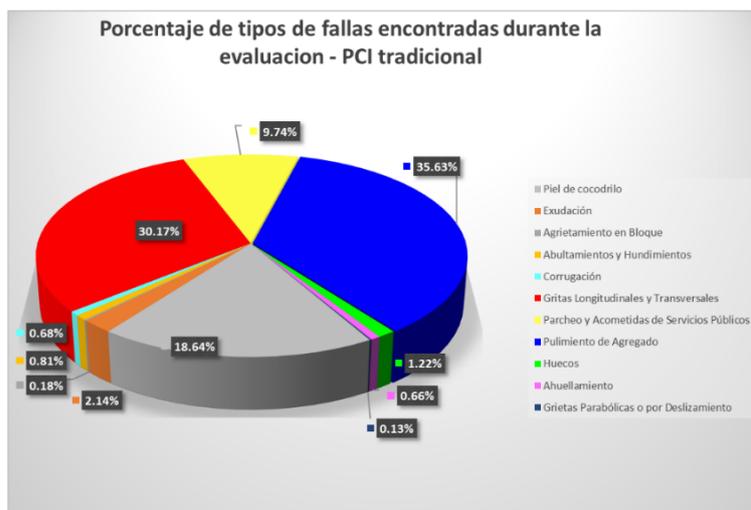


Gráfico 4 Porcentaje de tipos de fallas encontradas durante la evaluación - PCI tradicional

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Durante la elaboración del inventario de fallas se lograron identificar que el 35.63% pertenecen a fallas de tipo pulimiento de agregados, el 30.17% representa al grietas longitudinales y transversales, el 18.64% constituyen fallas de tipo piel de cocodrilo, un 9.74% a parcheo y acometidas de servicios, las fallas tipo abultamientos y hundimientos, huecos, ahuellamientos y grietas parabólicas por desplazamiento, agrietamiento en bloque, corrugación y exudación se presentan en mínimos porcentajes.

Se presenta los resultados adquiridos en cada unidad de muestra.

Tabla 14 Resultados condición superficial del pavimento flexible - Metodología tradicional

CARRIL	SECCION	ABCISA		AREA (m2)	PCI	GRADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
		INICIAL	FINAL			
DERECHO	Ud-01	0+000.00	0+046.00	233.224	33.00	POBRE
DERECHO	Ud-04	0+138.00	0+184.00	232.691	67.00	BUENO
DERECHO	Ud-08	0+322.00	0+368.00	231.590	60.00	BUENO
DERECHO	Ud-11	0+460.00	0+506.00	230.360	35.00	POBRE
DERECHO	Ud-14	0+598.00	0+644.00	233.450	36.00	POBRE
DERECHO	Ud-18	0+782.00	0+828.00	274.640	66.00	BUENO
DERECHO	Ud-21	0+920.00	0+966.00	270.980	63.00	BUENO
DERECHO	Ud-24	1+057.99	1+103.99	257.260	68.00	BUENO
DERECHO	Ud-28	1+241.97	1+281.68	306.474	50.00	REGULAR
DERECHO	Ud-31	1+373.77	1+419.77	283.160	58.00	BUENO
DERECHO	Ud-34	1+511.77	1+557.77	251.900	65.00	BUENO
DERECHO	Ud-38	1+695.77	1+741.77	252.560	63.00	BUENO
IZQUIERDO	Ui-02	0+046.00	0+092.00	238.470	76.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-05	0+184.00	0+230.00	248.370	75.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-09	0+368.00	0+414.00	250.570	43.00	REGULAR
IZQUIERDO	Ui-12	0+506.00	0+552.00	240.080	57.00	BUENO
IZQUIERDO	Ui-15	0+644.00	0+690.00	239.950	36.00	POBRE
IZQUIERDO	Ui-19	0+828.00	0+874.00	258.230	17.00	MUY POBRE
IZQUIERDO	Ui-22	0+966.00	1+012.00	260.010	79.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-25	1+103.99	1+149.99	263.110	39.00	POBRE
IZQUIERDO	Ui-29	1+281.68	1+327.68	222.510	14.00	MUY POBRE
IZQUIERDO	Ui-32	1+419.77	1+465.77	286.100	67.00	BUENO
IZQUIERDO	Ui-35	1+557.77	1+603.77	250.070	72.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-38	1+741.77	1+787.77	257.200	53.00	REGULAR
PROMEDIO PCI					54.00	REGULAR

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La tabla anterior recoge los resultados de cada muestra evaluada expresada en el grado de condición superficial del pavimento flexible determinados con la metodología PCI empleando VANT, se aprecia variaciones desde 14 hasta 79 que reflejan una condición del pavimento “muy pobre” y “Muy buena” respectivamente. Sin embargo, el PCI empleando VANT promedio es de 54 que representa una condición de pavimento “regular”.



Gráfico 5 Resultados del grado de PCI empleando PCI tradicional
Fuente: Elaboración propia, 2021.

El gráfico muestra los picos más altos y bajos respecto al grado de PCI, la unidad muestral Ui-19 presenta un PCI de 17 y la Ui-29 un PCI de 14, ambos reflejan una condición de pavimento “muy pobre”, por otro lado, se visualizan PCI de 79 en la Ui-22 y determina una condición de pavimento “muy buena”.

La siguiente tabla, contiene el resultado promedio del PCI en la vía de estudio equivalente a 54 y el estado de condición del pavimento es “regular”.

Tabla 15 Resultado promedio de la condición superficial, metodología PCI tradicional.

AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS	TIPO DE PAVIMENTO	PCI - PROMEDIO	PROMEDIO-CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
	FLEXIBLE	54.00	REGULAR

Fuente: Elaboración propia, 2021

La comparación de los resultados obtenidos respecto a la detección de tipos de fallas superficiales mediante la metodología PCI empleando VANT y PCI-tradicional, se muestran a continuación.

Tabla 16 Comparación de resultados detección de tipos de fallas superficiales

Tipo De Falla	Und	PCI- empleando VANT		PCI- Tradicional		Diferencia de área (m2)
		AREA (m2)	% (*)	AREA (m2)	% (*)	
Piel de cocodrilo	M2	290.73	4.79%	177.58	2.92%	113.15
Exudación	M2	0.00	0.00%	20.38	0.34%	-20.38
Agrietamiento en Bloque	M2	0.00	0.00%	1.74	0.03%	-1.74
Abultamientos y Hundimientos	M2	7.74	0.13%	7.74	0.13%	0.00
Corrugación	M2	6.47	0.11%	6.47	0.11%	0.00
Grietas Longitudinales y Transversales	M	60.53	1.00%	287.4	4.73%	-226.87
Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	M2	92.01	1.52%	92.79	1.53%	-0.78
Pulimiento de Agregado	M2	155.63	2.56%	339.49	5.59%	-183.86
Huecos	M2	11.41	0.19%	11.59	0.19%	-0.18
Ahuellamiento	M2	5.01	0.08%	6.31	0.10%	-1.30
Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2	1.22	0.02%	1.22	0.02%	0.00

(*) Respecto al area total muestreada (6072.96 m2)

Fuente: Elaboración propia, 2021

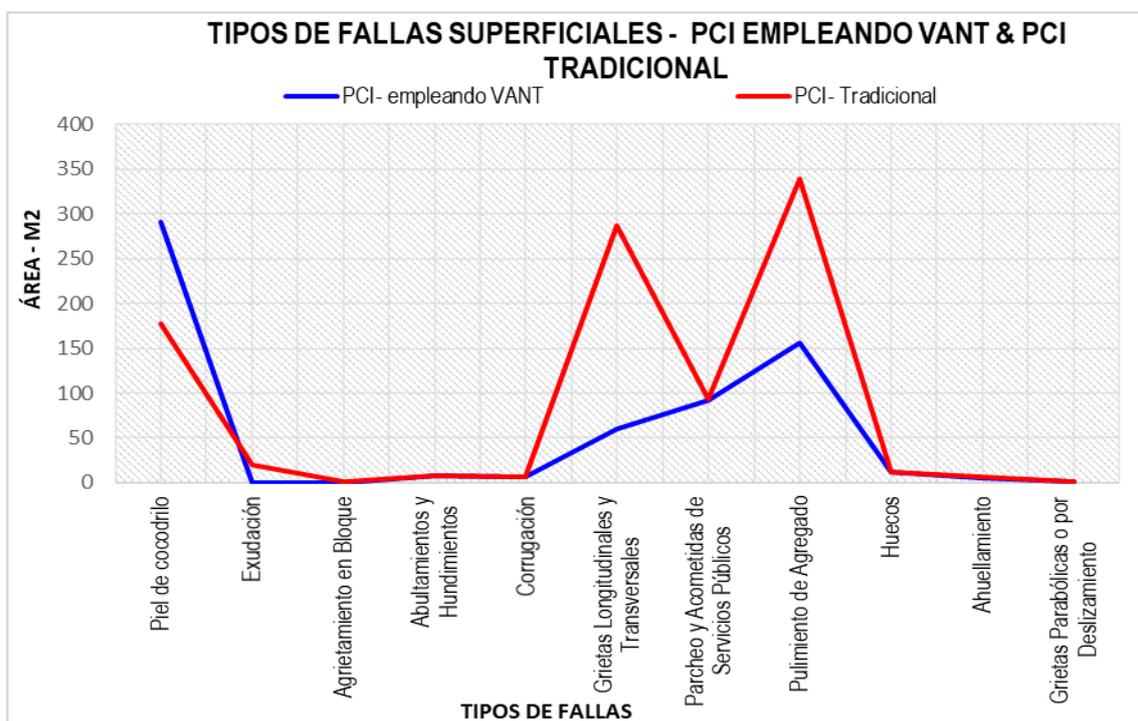


Gráfico 6 Tipos de fallas superficiales PCI empleando VANT & PCI tradicional
Fuente: Elaboración propia, 2021.

La tabla 16 y el gráfico 6, muestran las diversas fallas localizadas por ambos métodos, se aprecia que la evaluación de PCI empleando VANT tiene mayor aceptación en la identificación de fallas tipo piel de cocodrilo, identificando un área

de 290.73 m2 frente a un 177.58 m2 determinado por el PCI tradicional, es se debe a que la fotogrametría procesa imágenes a escala real y que otorgan dimensiones más exactas en referencia a una medición manual. Por su parte ambas metodologías PCI empleando VANT y PCI tradicional identifican los tipos de fallas como abultamientos y hundimientos, corrugación, parcheo y acometidas de servicios públicos, huecos, ahuellamiento y grietas parabólicas o por deslizamiento presentan áreas con diferencias mínimas, es decir cualquiera de las dos metodologías pueden realizar una identificación de confiabilidad frente a estas fallas. Con lo que corresponde a fallas de tipo grietas longitudinales y transversales, exudación y pulimiento de agregados existe una variación significativa del área obtenido por metodología PCI empleando VANT en relación a la PCI tradicional, ya que la fotogrametría no logra detectar estas fallas por su nivel poco significativo y afectación sobre el tránsito vehicular.

Tabla 17 Comparación de área de fallas encontradas ambas metodologías

Área total muestreada M2	PCI- empleando VANT		PCI- Tradicional	
	área de fallas encontradas (m2)	% evaluado	área de fallas encontradas (m2)	% evaluado
6072.96	630.75	10.39%	952.71	15.69%

Fuente: Elaboración propia, 2021

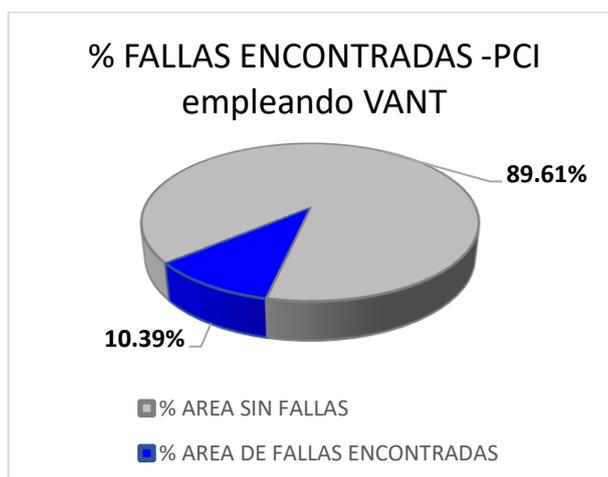


Gráfico 7 Porcentaje de fallas encontradas mediante – PCI empleando VANT

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La metodología PCI empleando VANT, logra detectar fallas en un área de 630.75 m2 que es equivalente al 10.39 % del área total muestreada.

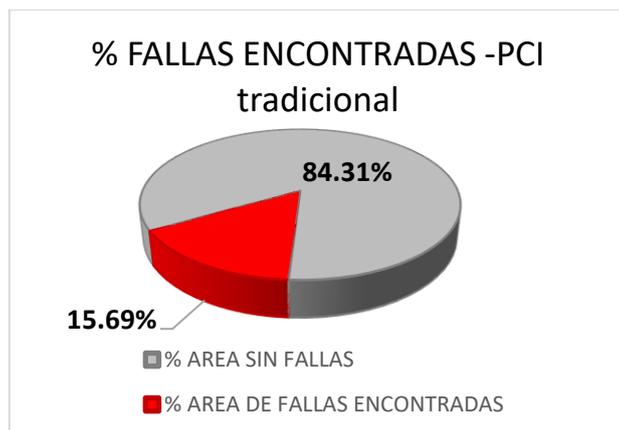


Gráfico 8 Porcentaje de fallas encontradas mediante – PCI tradicional
Fuente: Elaboración propia, 2021.

La metodología PCI de forma tradicional, logra detectar fallas en un área de 952.71 m² que es equivalente al 15.69 % del área total muestreada.

En efecto a lo descrito anteriormente, la metodología PCI empleando VANT, logra revelar el área de fallas localizadas que es de 630.75 m² que es equivalente al 10.39 % del área total muestreada, que aparentemente muestra desventaja frente a la evaluación PCI tradicional, sin embargo esta diferencia se debe a que la fotogrametría aérea no identifica áreas donde las fallas son mínimas, o áreas con presencia de pulimiento de agregados, ya que esta falla es poco influyente en la afectación del nivel de serviciabilidad del pavimento flexible.

Tabla 18 Comparación de resultados de la condición superficial ambas metodologías

CARRIL	SECCION	ABCISA		AREA (m2)	PCI empleando VANT		PCI -Tradicional		Diferencia
		INICIAL	FINAL		PCI	CONDICIÓN	PCI	CONDICIÓN	
DERECHO	Ud-01	0+000.00	0+046.00	233.224	33	POBRE	33	POBRE	0
DERECHO	Ud-04	0+138.00	0+184.00	232.691	78	MUY BUENO	67	BUENO	-11
DERECHO	Ud-08	0+322.00	0+368.00	231.590	59	BUENO	60	BUENO	1
DERECHO	Ud-11	0+460.00	0+506.00	230.360	35	POBRE	35	POBRE	0
DERECHO	Ud-14	0+598.00	0+644.00	233.450	36	POBRE	36	POBRE	0
DERECHO	Ud-18	0+782.00	0+828.00	274.640	65	BUENO	66	BUENO	1
DERECHO	Ud-21	0+920.00	0+966.00	270.980	62	BUENO	63	BUENO	1
DERECHO	Ud-24	1+057.99	1+103.99	257.260	77	MUY BUENO	68	BUENO	-9
DERECHO	Ud-28	1+241.97	1+281.68	306.474	50	REGULAR	50	REGULAR	0
DERECHO	Ud-31	1+373.77	1+419.77	283.160	60	BUENO	58	BUENO	-2
DERECHO	Ud-34	1+511.77	1+557.77	251.900	66	BUENO	65	BUENO	-1
DERECHO	Ud-38	1+695.77	1+741.77	252.560	63	BUENO	63	BUENO	0
IZQUIERDC	Ui-02	0+046.00	0+092.00	238.470	76	MUY BUENO	76	MUY BUENO	0
IZQUIERDC	Ui-05	0+184.00	0+230.00	248.370	79	MUY BUENO	75	MUY BUENO	-4
IZQUIERDC	Ui-09	0+368.00	0+414.00	250.570	43	REGULAR	43	REGULAR	0
IZQUIERDC	Ui-12	0+506.00	0+552.00	240.080	49	REGULAR	57	BUENO	8
IZQUIERDC	Ui-15	0+644.00	0+690.00	239.950	36	POBRE	36	POBRE	0
IZQUIERDC	Ui-19	0+828.00	0+874.00	258.230	17	MUY POBRE	17	MUY POBRE	0
IZQUIERDC	Ui-22	0+966.00	1+012.00	260.010	79	MUY BUENO	79	MUY BUENO	0
IZQUIERDC	Ui-25	1+103.99	1+149.99	263.110	39	POBRE	39	POBRE	0
IZQUIERDC	Ui-29	1+281.68	1+327.68	222.510	14	MUY POBRE	14	MUY POBRE	0
IZQUIERDC	Ui-32	1+419.77	1+465.77	286.100	75	MUY BUENO	67	BUENO	-8
IZQUIERDC	Ui-35	1+557.77	1+603.77	250.070	75	MUY BUENO	72	MUY BUENO	-3
IZQUIERDC	Ui-38	1+741.77	1+787.77	257.200	53	REGULAR	53	REGULAR	0
		PROMEDIO PCI			55	REGULAR	54	REGULAR	-1

Fuente: Elaboración propia, 2021.

En la tabla se presentan la diferencia existente en los resultados del PCI, en la unidad Ud-04 existe variaciones de 11, para la Ud-24 una variación de 9, UI-12 variación de 8 y para la unidad de muestra Ui-32 la diferencia alcanza a 8, estas variaciones existentes pueden expresarse como la deficiencia de la metodología PCI empleando VANT en la evaluación de fallas de tipo pulimiento de agregados y grietas longitudinales y transversales de severidad baja, estas fallas no presentan significancia en el grado de serviciabilidad ofrecido, así que no son relevantes ya que al final el PCI promedio de ambos indica una condición de pavimento “regular”.

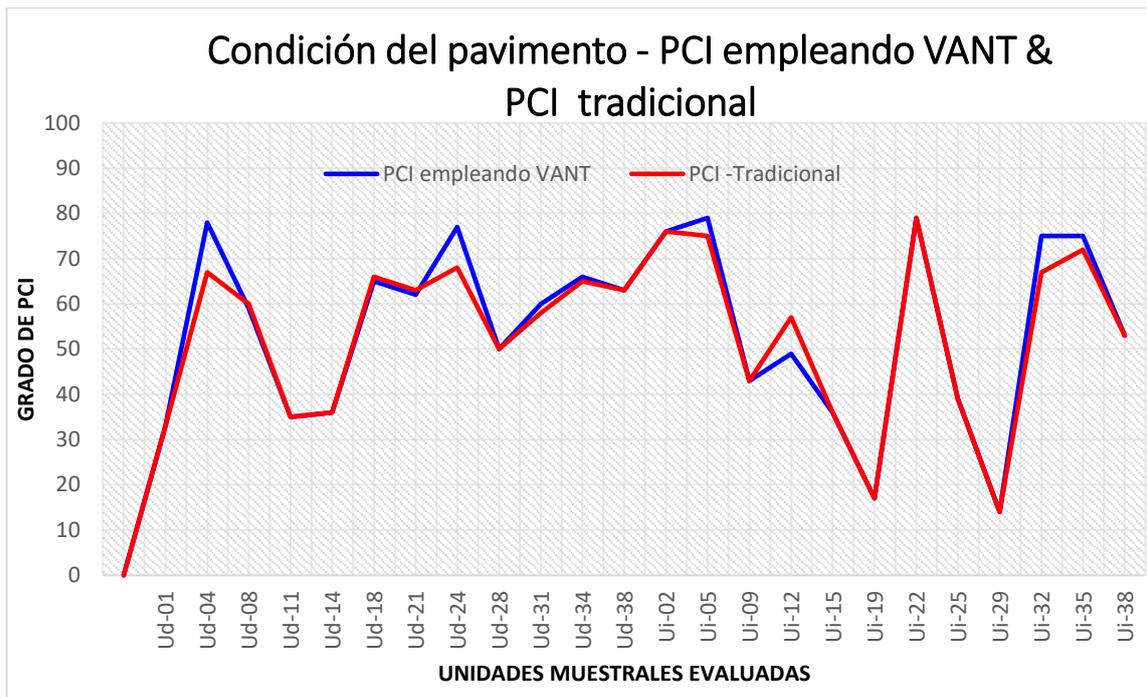


Gráfico 9 Comparación de valores PCI entre ambas metodologías aplicadas
Fuente: Elaboración propia, 2021.

El grafico muestra la comparación de valores PCI obtenidos con ambas metodologías, y se visualiza tendencias similares, con datos poco variados y no altera en definir los resultados de la condición superficial del pavimento flexible.

Tabla 19 Comparación de Resultado promedio de la condición superficial

AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS	Tipo de pavimento	PCI empleando VANT		PCI -Tradicional	
		PCI - PROMEDIO	CONDICIÓN	PCI - PROMEDIO	CONDICIÓN
	FLEXIBLE	55	REGULAR	54	REGULAR

Fuente: Elaboración propia, 2021

La comparación de valores promedios de ambas metodologías es de 55 y 54 para Metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional respectivamente, ambos presentan una condición de pavimento “regular”. sin embargo, las diferencias existentes pueden expresarse como la deficiencia de la metodología PCI empleando VANT en la evaluación de fallas de tipo pulimiento de agregados y grietas longitudinales y transversales de severidad baja, estas fallas no presentan significancia en el grado de serviciabilidad ofrecido, así que no son relevantes ya que al final el PCI promedio de ambos indica una condición de pavimento “regular”.

Finalmente se realizó la prueba t de Student para las medias de PCI empleado VANT y PCI tradicional, con el fin de corroborar el grado de confiabilidad existente.

Tabla 20 Resultado de prueba t para medias de PCI empleado VANT y PCI directo.

	PCI	PCI - VANT
Media	53.8333333	54.9583333
Varianza	333.797101	390.302536
Observaciones	24	24
Coeficiente de correlación de Pearson	0.98302532	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	23	
	-	
Estadístico t	1.44925437	
P(T<=t) una cola	0.08038266	
Valor crítico de t (una cola)	1.71387153	
P(T<=t) dos colas	0.16076531	
Valor crítico de t (dos colas)	2.06865761	

Fuente: Elaboración propia, 2021

En la tabla anterior la prueba T nos revela un P-valor igual a 0.080 que es mayor que α (0.05), que demuestran que no existe diferencia significativa en las medias del PCI empleando VANT y PCI tradicional. Por lo tanto, se deduce que si existe un alto grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.

V. DISCUSIÓN

Con respecto al primer objetivo que es explicar cómo la Metodología PCI empleando VANT, determina el grado de la condición del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021. Andrade (2018), describe que la identificación de fallas existentes vías a través de fotografías referenciales del Google Earth son una base de datos fundamentales ya que presenta grandes similitudes al cálculo del PCI en situ. Por otro lado, Cárdenas y otros (2019), sostienen que los resultados obtenidos a partir de una ortofoto respecto a la metodología PCI tiene un promedio de (52) lo que corresponde a una clasificación del pavimento REGULAR y según la metodología VIZIR un promedio de (3) lo que corresponde a una clasificación del pavimento REGULAR, pese a que ambas metodologías tienen procedimientos y niveles de valoración diferentes, predicen una condición de pavimento REGULAR. Así mismo Yumin and Yunxin (2019), a través de un modelo tridimensionales (3D) y un algoritmo logran reconocen las dimensiones de fallas tipo huecos y hundimientos, estos datos presentan un margen de error de 1.00 cm respecto a la elevación y profundidad. De igual forma, Cardoso y otros (2017), manifiestan que la inestabilidad del vehículo afecta en gran medida la calidad de la imagen generada. Sin embargo, debe utilizarse como soporte para la identificación de defectos y la evaluación cuantitativa de los servicios de restauración y mantenimiento del pavimento.

En la presente investigación se emplea una metodología innovadora que es la aplicación del PCI empleando VANT, con la finalidad de reducir los tiempos de trabajo de inspección en campo y sobre todo salvaguardar la seguridad de los evaluadores, así que se emplea un dron para recopilación de datos y posteriormente a ser procesados mediante fotogrametría, con la finalidad de tener una ortofoto y el modelo digital de elevaciones, que reflejen las características más representativas de la vía de estudio. Durante la elaboración del inventario de fallas se lograron identificar que el 46.09% pertenecen a fallas de tipo piel de cocodrilo, el 24.67% representa al pulimiento de agregados, el 14.59% constituyen parcheo y acometidas de servicios públicos, un 9.60% a grietas longitudinales, las fallas tipo huecos y ahuellamiento se presentan en mínimos porcentajes. Los Resultados de la condición superficial del pavimento flexible con la metodología PCI empleando

VANT en las unidades evaluadas presentan variaciones desde 14 hasta 79 que reflejan una condición del pavimento “muy pobre” y “Muy buena” respectivamente. Sin embargo, el PCI empleando VANT promedio es de 55 que representa una condición de pavimento “regular”.

Los resultados obtenidos mediante la metodología PCI Empleando VANT, son parte de alternativas innovadoras que tienen gran valor en la determinación de la condición superficial de pavimento flexibles, como lo mencionan los investigadores anteriormente citados, ya que este procedimiento reemplaza el trabajo de campo por uno de gabinete, así identificar los tipos de falla, su nivel de severidad y densidad de forma más precisa, en la presente investigación no se logró identificar mayores fallas de tipo huecos y ahuellamiento ya que se deberá emplear algoritmos para determinar la elevación y profundidad tal como lo mencionan Yumin y Yunxin (2019), en lo que se refiere a la inestabilidad del vehículo ocasionado por las corrientes de viento y otros factores, no afectan en gran medida la calidad de la imagen generada.

En relación al segundo objetivo, explicar cómo la Metodología PCI empleando VANT, plantea las medidas correctivas en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021. Como afirman Fiestas y Merino (2020), lograron determinar que las Calzadas 01 y 02 presenta un PCI de 68 que representa una condición de pavimento flexible “buena”, para ello se emplea un mantenimiento de tipo correctivo con las siguientes intervenciones.

Fallas	Severidad	Metrado	Reparaciones
Parche	Media	1383.88 m ²	Sellado de superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica
	Alta	31.9 m ²	Bacheo parcial (carpeta asfáltica) o bacheo profundo con mezcla asfáltica en frío/ caliente
Peladura	Baja	138.79 m ²	Riego con emulsión bituminosa
	Alta	70.65 m ²	Bacheo superficial con mezcla asfáltica en frío/caliente o sellado con lechada asfáltica (slurry seal)
Baches	Media	1.6 m ²	Bacheo superficial o bacheo parcial con mezcla asfáltica en frío/caliente
	Alta	14 m ²	Bacheo profundo y sellado de superficie con lechada asfáltica

También Cruz (2018), menciona que la aplicación de la tecnología de vehículo aéreo no tripulado permite el levantamiento de información en con eficiencia en

tiempo y proponer la alternativa apropiada de mantenimiento. En este sentido para el presente resultado se ha basado directamente en el PCI empleando VANT promedio que es de 55 y representa una condición de pavimento “regular”, y a este corresponde como medida correctiva un mantenimiento correctivo intensivo con actividades de sellado de superficie y Re-encarpetado delgado en fallas más significativas como son piel de cocodrilo, parcheo y acometidas de servicios públicos y sellado de grietas longitudinales y transversales. Con relación a lo expuesto por Fiestas y Merino (2020), los pavimentos que presenten condición buena o regular presenta gran similitud de medias correctivas de nivel de mantenimiento correctivo intensivo, de acuerdo a lo expuesto por Sotil (2014).

Para el tercer objetivo, nombrado como establecer el grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo. Se ha evaluado lo estudiado por Ventura (2019), tal como menciona sus resultados, realizando una comparación de los valores PCI obtenidos, por fotogrametría es de 23 y PCI convencional de 24 , ambos reflejan una condición del pavimento “muy pobre”, de igual manera, Berríos y otros (2020), los resultados obtenidos con metodología PCI tradicional y PCI VANT indican una similitud considerable, ya que solo presenta de un error de 2, es decir, no existe una gran diferencia entre los valores, por consiguiente, implica que la clasificación PCI es la misma para cada unidad evaluada, Así mismo Quispe (2020), obtiene los siguientes resultados con medición directa es un PCI promedio de 49(condición de pavimento regular) mientras utilizando el Drone Phantom 4 Pro v2.0 el valor del PCI fue de 50(Estado Regular Pavimento), Al realizar la confrontación de resultados de ambas metodologías, se indica que existe variación absoluta en un rango 1 a 13, esto indica que en algunos sectores de la zona de estudio no hay variación significativa del Estado resultante del pavimento considerando ambos métodos, no obstante, el análisis estadístico de datos muestra un P - valor de 0.530 que mayor que α (0.05) se indica que no hay diferencia significativa en las medias de los PCI entre el método drone y el método directo, esto lo determina que el empleo del drone Phantom 4 PRO v2.0 para el cálculo de PCI es confiable. También Peña y Zárate (2020), en sus resultados obtenidos de la medición visual y el valor de medición obtenido a través de GIS varía entre 0,17 y 5 cm, el análisis de datos

estadísticos presenta desviación estándar de 2,32 cm, estos datos hacen del VANT un equipo confiable para recopilación de fallas superficiales. Por último Vasconcelos y otros (2021), manifiestan que existe un 94,4% de viabilidad del empleo de Drones para mapear e inspeccionar manifestaciones patológicas en pavimentos asfálticos en comparación con el método tradicional, además se obtiene una reducción importante del tiempo de operación a un 33,3%.

Para establecer el grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional, se realizó la evaluación de la condición superficial de forma tradicional, procesamiento de datos y posterior a ello comparar los resultados obtenidos con los resultados de la metodología PCI empleando VANT.

La comparación de los resultados obtenidos respecto a la detección de tipos de fallas superficiales mediante la metodología PCI empleando VANT y PCI-tradicional presenta diferencias pronunciadas, muestran las diversas fallas localizadas por ambos métodos, se aprecia que la evaluación de PCI empleando VANT tiene mayor aceptación en la identificación de fallas tipo piel de cocodrilo, identificando un área de 290.73 m² frente a un 177.58 m² determinado por el PCI tradicional, esto se debe a que la fotogrametría procesa imágenes a escala real y que otorgan dimensiones más exactas en referencia a una medición manual. Por su parte ambas metodologías PCI empleando VANT y PCI tradicional identifican los tipos de fallas como abultamientos y hundimientos, corrugación, parcheo y acometidas de servicios públicos, huecos, ahuellamiento y grietas parabólicas o por deslizamiento presentan áreas con diferencias mínimas, es decir cualquiera de las dos metodologías pueden realizar una identificación de confiabilidad frente a estas fallas. Con lo que corresponde a fallas de tipo grietas longitudinales y transversales, exudación y pulimiento de agregados existe una variación significativa del área obtenido por metodología PCI empleando VANT en relación a la PCI tradicional, ya que la fotogrametría no logra detectar estas fallas por su nivel poco significativo y afectación sobre el tránsito vehicular.

La metodología PCI empleando VANT, logra detectar fallas en un área de 630.75 m² que es equivalente al 10.39 % del área total muestreada, mientras la

metodología PCI de forma tradicional, logra detectar fallas en un área de 952.71 m² que es equivalente al 15.69 % del área total muestreada. En efecto a lo descrito anteriormente aparentemente muestra desventaja frente a la evaluación PCI tradicional, sin embargo, esta diferencia se debe a que la fotogrametría aérea no identifica áreas donde las fallas son mínimas, o áreas con presencia de pulimiento de agregados, ya que esta falla es poco influyente en la afectación del nivel de serviciabilidad del pavimento flexible.

Los resultados de la condición superficial del pavimento flexible con la metodología PCI tradicional en las unidades evaluadas presentan variaciones desde 14 hasta 79 que reflejan una condición del pavimento “muy pobre” y “muy buena” respectivamente. Sin embargo, el PCI tradicional presenta un promedio es de 54 que representa una condición de pavimento “regular”.

Con respecto a la comparación de condición del pavimento, se muestra la diferencia existente.

Tabla 21 Comparación del PCI empleando VANT y PCI- tradicional.

CARRIL	SECCION	ABCISA		AREA (m ²)	PCI empleando VANT		PCI-Tradicional		Diferencia
		INICIAL	FINAL		PCI	CONDICIÓN	PCI	CONDICIÓN	
DERECHO	Ud-01	0+000.00	0+046.00	233.224	33	POBRE	33	POBRE	0
DERECHO	Ud-04	0+138.00	0+184.00	232.691	78	MUY BUENO	67	BUENO	-11
DERECHO	Ud-08	0+322.00	0+368.00	231.590	59	BUENO	60	BUENO	1
DERECHO	Ud-11	0+460.00	0+506.00	230.360	35	POBRE	35	POBRE	0
DERECHO	Ud-14	0+598.00	0+644.00	233.450	36	POBRE	36	POBRE	0
DERECHO	Ud-18	0+782.00	0+828.00	274.640	65	BUENO	66	BUENO	1
DERECHO	Ud-21	0+920.00	0+966.00	270.980	62	BUENO	63	BUENO	1
DERECHO	Ud-24	1+057.99	1+103.99	257.260	77	MUY BUENO	68	BUENO	-9
DERECHO	Ud-28	1+241.97	1+281.68	306.474	50	REGULAR	50	REGULAR	0
DERECHO	Ud-31	1+373.77	1+419.77	283.160	60	BUENO	58	BUENO	-2
DERECHO	Ud-34	1+511.77	1+557.77	251.900	66	BUENO	65	BUENO	-1
DERECHO	Ud-38	1+695.77	1+741.77	252.560	63	BUENO	63	BUENO	0
IZQUIERDO	Ui-02	0+046.00	0+092.00	238.470	76	MUY BUENO	76	MUY BUENO	0
IZQUIERDO	Ui-05	0+184.00	0+230.00	248.370	79	MUY BUENO	75	MUY BUENO	-4
IZQUIERDO	Ui-09	0+368.00	0+414.00	250.570	43	REGULAR	43	REGULAR	0
IZQUIERDO	Ui-12	0+506.00	0+552.00	240.080	49	REGULAR	57	BUENO	8
IZQUIERDO	Ui-15	0+644.00	0+690.00	239.950	36	POBRE	36	POBRE	0
IZQUIERDO	Ui-19	0+828.00	0+874.00	258.230	17	MUY POBRE	17	MUY POBRE	0
IZQUIERDO	Ui-22	0+966.00	1+012.00	260.010	79	MUY BUENO	79	MUY BUENO	0
IZQUIERDO	Ui-25	1+103.99	1+149.99	263.110	39	POBRE	39	POBRE	0
IZQUIERDO	Ui-29	1+281.68	1+327.68	222.510	14	MUY POBRE	14	MUY POBRE	0
IZQUIERDO	Ui-32	1+419.77	1+465.77	286.100	75	MUY BUENO	67	BUENO	-8
IZQUIERDO	Ui-35	1+557.77	1+603.77	250.070	75	MUY BUENO	72	MUY BUENO	-3
IZQUIERDO	Ui-38	1+741.77	1+787.77	257.200	53	REGULAR	53	REGULAR	0
PROMEDIO PCI					55	REGULAR	54	REGULAR	-1

Fuente: Elaboración propia, 2021

Se presentan valores promedios de 55 y 54 para Metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional respectivamente, ambos presentan una condición de pavimento “regular”, sin embargo, las diferencias existentes pueden expresarse como la deficiencia de la metodología PCI empleando VANT en la evaluación de fallas de tipo pulimiento de agregados y grietas longitudinales y transversales de severidad baja, estas fallas no presentan significancia en el grado de serviciabilidad ofrecido, así que no son relevantes ya que al final el PCI promedio de ambos indica una condición de pavimento “regular”, para ello se realiza una prueba estadística t para medias de PCI empleado VANT y PCI directo el cual nos revela un P-valor igual a 0.080, eso indica que es mayor que α (0.05), por consiguiente que no existe diferencia significativa en las medias del PCI empleando VANT y PCI tradicional. Consecuentemente, se deduce que si existe un alto grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.

Según lo manifestado por Ventura (2019), Berríos y otros (2020), Quispe (2020), Peña y Zárate (2020), y, Vasconcelos y otros (2021), manifiestan la existencia de una alta confiabilidad de emplear VANT en la evaluación de la condición superficial de pavimentos flexibles, que puede ser empleado por los gobiernos locales para una evaluación superficial así mejorar la gestión vial, ante ello la presente investigación establece que si existe un alto grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.

VI. CONCLUSIONES

1. La metodología PCI empleando VANT, es confiable ya que determina valores similares a una evaluación tradicional, este alcance innovador permite realizar toma de datos en campo en tan solo minutos, por ende, mejorar las evaluaciones de la condición superficial del pavimento flexible, ya que coadyuva a la optimización de tiempos de trabajo, personal designado, costos seguridad sin la necesidad de generar interrupciones en el flujo vehicular.
2. Se logró explicar el procedimiento exacto de cómo la Metodología PCI empleando VANT, determina de manera óptima el grado de condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, basándose en la implementación de un VANT para la recopilación de imágenes georreferenciadas, realizando un trabajo de campo más corto, sin la interrupción del tráfico vehicular y sobre todo salvaguardando la vida de los evaluadores, dicha información plasmarlas en una ortofoto que permita realizar un inventario de fallas que presente áreas exactas. Entre las fallas que presentan se lograron identificar que el 46.09% pertenecen a fallas de tipo piel de cocodrilo, el 24.67% representa al pulimiento de agregados, el 14.59% constituyen parcheo y acometidas de servicios públicos, un 9.60% a grietas longitudinales, las fallas tipo huecos y ahuellamiento se presentan en mínimos porcentajes. Los Resultados de la condición superficial del pavimento flexible con la metodología PCI empleando VANT en a las unidades evaluadas presentan variaciones desde 14 hasta 79 que reflejan una condición del pavimento “muy pobre” y “muy buena” respectivamente. Sin embargo, el PCI empleando VANT promedio es de 55 que representa una condición de pavimento “regular”.
3. Se logró plantear medidas correctivas de acuerdo a la Metodología PCI Empleando VANT, en función de la condición del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021, ya que el PCI empleando VANT tiene un promedio que es de 55 y representa una condición de pavimento “regular”, a este le corresponde como medida correctiva un mantenimiento correctivo intensivo con actividades de sellado de superficie y Re-encarpetado delgado en fallas más significativas como son piel de cocodrilo, parcheo y

acometidas de servicios públicos y sellado de grietas longitudinales y transversales.

4. Se logró establecer el grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional, para ello se realizó una evaluación tradicional con toma de datos en campo, para su posterior procesamiento y finalmente se comparan los resultados respecto a la detección de tipos de fallas superficiales mediante la metodología PCI empleando VANT y PCI- tradicional presenta diferencias pronunciadas, muestran las diversas fallas localizadas por ambos métodos, se aprecia que la evaluación de PCI empleando VANT tiene mayor aceptación en la identificación de fallas tipo piel de cocodrilo, identificando un área de 290.73 m² frente a un 177.58 m² determinado por el PCI tradicional, es se debe a que la fotogrametría procesa imágenes a escala real y que otorgan dimensiones más exactas en referencia a una medición manual. Por su parte la metodología PCI empleando VANT con lo que corresponde a fallas de tipo grietas longitudinales y transversales, exudación y pulimiento de agregados existe una variación significativa del área obtenido por metodología PCI empleando VANT en relación a la PCI tradicional, ya que la fotogrametría no logra detectar estas fallas por su nivel poco significativo y afectación sobre el tránsito vehicular. La metodología PCI empleando VANT, logra detectar fallas en un área de 630.75 m² que es equivalente al 10.39 % del área total muestreada, mientras la metodología PCI de forma tradicional, logra detectar fallas en un área de 952.71 m² que es equivalente al 15.69 % del área total muestreada. En efecto a lo descrito anteriormente aparentemente muestra desventaja frente a la evaluación PCI tradicional, sin embargo, esta diferencia se debe a que la fotogrametría aérea no identifica áreas donde las fallas son mínimas, o áreas con presencia de pulimiento de agregados, ya que esta falla es poco influyente en la afectación del nivel de serviciabilidad del pavimento flexible.

Los Resultados de la condición superficial del pavimento flexible con la metodología PCI tradicional en las unidades evaluadas presentan variaciones desde 14 hasta 79 que reflejan una condición del pavimento “muy pobre” y “muy

buena” respectivamente. Sin embargo, el PCI empleando VANT promedio es de 54 que representa una condición de pavimento “regular”.

Se presentan valores promedios de 55 y 54 para Metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional respectivamente, ambos presentan una condición de pavimento “regular”, sin embargo, las diferencias existentes pueden expresarse como la deficiencia de la metodología PCI empleando VANT en la evaluación de fallas de tipo pulimiento de agregados y grietas longitudinales y transversales de severidad baja, estas fallas no presentan significancia en el grado de serviciabilidad ofrecido, así que no son relevantes ya que al final el PCI promedio de ambos indica una condición de pavimento “regular”, para ello se realiza una prueba estadística t para medias de PCI empleado VANT y PCI directo el cual nos revela un P-valor igual a 0.080, eso indica que es mayor que α (0.05), por consiguiente que no existe diferencia significativa en las medias del PCI empleando VANT y PCI tradicional. Consecuentemente, se deduce que si existe un alto grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda ejecutar el plan de vuelo con anticipación para que se pueda evaluar la geometría y topografía del sitio de inspección y se pueda seleccionar una buena altitud de vuelo. Lo recomendable que el VANT vuele a 30 m, para así lograr tener una mejor resolución de imágenes. En la presente investigación se realizó un vuelo a una distancia de 86.30 m, debido a que la vía presenta edificios altos, antenas de internet y árboles, que podía interrumpir el plan, por eso es recomendable que se vuele en vías despejadas de árboles.

Se recomienda realizar los vuelos de VANT dentro de horas cerca del mediodía, e identificar correctamente la falla para evitar la oclusión de la sombra.

Se recomienda considerar a la tecnología del PCI empleando VANT en la evaluación superficial de vías urbanas, ya que, a diferencia de otros métodos tradicionales en cuanto al trabajo de campo, además coadyuvan a recolectar información en un corto período de tiempo sin interrumpir el tráfico y reduciendo personal. Es necesario evaluar continuamente el estado de la superficie de las vías locales así monitorear la condición y las medidas correctivas para un mantenimiento adecuado en la superficie de la calzada para evitar nuevas fallas y garantizar la servibilidad vial.

Es importante que la persona que evalúa la superficie de pavimentos esté familiarizada con el tipo, su nivel de severidad y la medición de la falla de acuerdo con el método a utilizar, esto es importante porque cada método es diferente.

REFERENCIAS

AMAYA, A. y ROJAS, E. Análisis Comparativo entre Metodologías VIZIR Y PCI Para la Auscultación Visual de Pavimentos Flexibles en la Ciudad de Bogotá [en línea]. Tesis titulada. Universidad Santo Tomás Facultad De Ingeniería Civil Bogotá D.C.,2017. [Consultado 26 abril 2021]. Disponible en: <https://1library.co/document/4yr1r57q-analisis-comparativo-metodologias-auscultacion-visual-pavimentos-flexibles-bogota.html>

AMERICAN Society of Photogrammetry and Remote Sensors (ASPRS). 1980. Manual of Photogrammetry. Washington, D.C: George Banta Publishing CO.

AMERICAN Society of Testing and Materials (ASTM), ASTM D6433, Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA; 2017.

ANDRADE, ALEXIS. Mejora de la gestión del mantenimiento de pavimentos urbanos en la ciudad de Valencia a través de la predicción de su deterioro. [en línea]. Tesis titulada. Universitat Politècnica de València, 2018 [consultado 21 abril 2021]. Disponible en: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/115994/01_Memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ASTM D6433-03, Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos

BERRIOS, A. FLORES, J. RAMOS, C. y REYES, M. Comparación de la Evaluación Superficial del Pavimento Empleando un Vehículo Aéreo no Tripulado (Vant) y la Forma Tradicional de Evaluación Visual del Método PCI. [en línea]. Tesis titulada. Universidad de el Salvador, 2020. [Consultado 22 abril 2021]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/22319/1/COMPARACI%C3%93N%20DE%20LA%20EVALUACI%C3%93N%20SUPERFICIAL%20DEL%20PAVIMENTO%20EMPLEANDO%20UN%20VEHICULO%20AEREO%20NO%20TRIPULADO%20Y%20LA%20FORMA%20TRADICIONAL.pdf>

BRITO, J. PRADO, W. y AUGUSTO, E, 1999. Estágio de fotogrametría digital para ingenieros cartógrafo. Rio de Janeiro: s.n., 1999.

CARDENAS, D. HOLGUIN, O. y ZABALA, S. Auscultación Visual Realizada Mediante El Drone Dji Phantom 4 Pro, Con Implementación De Metodologías Vizir Y PCI Para Pavimentos Flexibles En La Carrera 69b Sur Entre La Avenida Primera De Mayo Y Calle 9 A Sur - Barrio Villa Claudia - Ciudad Bogotá [en línea]. Tesis titulada. Universidad Piloto De Colombia Programa De Ingeniería Civil Bogotá D.C., 2019 [consultado 23 abril 2021]. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6515>

CRUZ, J. “Cálculo del índice de condición del pavimento con imágenes del vehículo aéreo no tripulado” Tesis (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Ingeniería. 2018 116pp

CRUZ, J. Evaluación superficial de vías urbanas empleando vehículo aéreo no tripulado (VANT) [en línea]. Métodos & Materiales Volumen 8 diciembre 2018-ISSN electrónico 2215-4558 [consultado 02 mayo 2021]. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/materiales/article/download/34113/38081/>

D 6433 – 07. 2016. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. American Society of Testing and Materials (ASTM). USA: s.n., 2016

DÁVALOS, P. 2016. Aerofotogrametría Inteligente. Cusco: s.n., 2016.

DIRECCION General de Aeronáutica Civil. 2015. NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA 001-2015. Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015.

DIRECCION General de Caminos y Ferrocarriles. 2018. MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMETRICO DG-2018. LIMA: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018.

FIESTAS, C. y MERINO, F. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible a la Av. Don Bosco - Piura usando drones [en línea]. Tesis titulada. Universidad de Piura, enero de 2020 [consultado 29 abril 2021]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4490>

GONZALES, C. Fallas en el Pavimento Flexible de La Avenida Vía de Evitamiento Sur, Cajamarca, 2015. Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Civil. Cajamarca – Perú. Universidad Privada del Norte. 2015. 150 p.85

GUTIERREZ. W. 1994. Índice de Condición del Pavimento. Método de Evaluación de Pavimentos Asfálticos. 1994.

HERNANDEZ, R. Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 2014 pp 37-140.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. 2014. Metodología de la Investigación. México: Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 2014. pág. 634 p. 978-1-4562-2396-0.

HERRERA, J y SERNA, I. Metodología para la Detección de Huecos o Baches en Vías Terciarias Urbanas a Partir de Imágenes de Alta Resolución Espacial, Usando Técnicas de Geobia y Lógica Difusa. [en línea]. Tesis titulada. Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad de Ingeniería, Ingeniería Catastral y Geodesia Bogotá, Colombia 2017 [consultado 24 abril 2021]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6564/SernaGaleanolvanAndresFelipe2017.pdf?sequence=11&isAllowed=y>

HUILCAPI, V. y PUCHA, K. "Análisis comparativo de los métodos de evaluación funcional de Pavimentos Flexibles en las vías García Moreno y Panamericana Sur del Cantón Colta - Provincia de Chimborazo". Trabajo de grado para la obtención

del título de Ingeniero Civil. Riobamba – Ecuador 2015: Universidad Nacional de Chimborazo, 2015. 335 p.

HUMPIRI, K. 2015. "Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno". Tesis para optar el grado académico de Magister en Ingeniería Civil. Juliaca - Peru: Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", 2015. 171 p.

JAUREGUI, L. 2005. Lecturas Cartografía. [En línea] 2005. [Citado el: 01 de marzo de 2020.] http://lecturas-cartografia.synthasite.com/resources/Introduccion_a_%20la_%20fotogrametría_Cap_1.pdf.

K Wu Development of PCI-based Pavement Performance Model for Management of Road Infrastructure System. Arizona State University, 2015. pp 8.

KOTIAN L., CHHEDA A., NARWANE V. Aerial Vehicle for Road Monitoring: Fully Convolutional Networks Approach [en línea] Volume 12 Issue 6 * June 2019 (Fecha de consulta: 25 de octubre de 2005) ISSN:2581-4915.

KAMIL, C. XUESONG, Z. y SHANE, U. Development of PCI-based Pavement Performance Model for Management of Road Infrastructure System [en línea]. Tesis titulada. Arizona State University December 2015 [consultado 29 abril 2021]. Disponible en: https://repository.asu.edu/attachments/163996/content/Wu_asu_0010N_15506.pdf

LEGUÍA, P. y PACHECO, H. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho - Huaura - Lima). Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Lima-Perú: Universidad San Martín de Porres, 2016. 174 p.

MENÉNDEZ, J. Ingeniería de pavimentos - materiales, diseño y conservación [en línea]. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2009 pp. 19 [consultado 21

mayo 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/jonat/Downloads/378106092-4-Ingenieria-de-Pavimentos-Materiales-Diseno-Y-Conservacion-Jose-Rafael-Menendez-Acurio-1ra-Edicion%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/jonat/Downloads/378106092-4-Ingenieria-de-Pavimentos-Materiales-Diseno-Y-Conservacion-Jose-Rafael-Menendez-Acurio-1ra-Edicion%20(1).pdf)

MINISTERIO de Obras Públicas y Comunicaciones. 2016. Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación (Catálogo de fallas). Republica 86 Dominicana: Departamento de Administración y evaluación de pavimentos, 2016. pág. 212 p.

MINISTERIO de transporte y comunicaciones (Perú). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima: 2018 pp. 12

MINISTERIO de transporte y comunicaciones (Perú). Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima: 2014 pp. 92-98-20-46

MINISTERIO de vivienda, construcción y saneamiento (Perú). CE.010. Pavimentos urbanos. Lima: 2010 pp. 14.

OBLITAS, J. y VILLAR, E. Viabilidad del Uso del Vehículo Aéreo no Tripulado en la Evaluación Superficial en Carreteras no Pavimentadas en la Carretera la Encantada, PKI 0+000 – PKF 3+950, Santa María - Lima [en línea]. Tesis titulada.

PEÑA, M. y ZARATE, B. Use of UAV for the Determination of Surface Faults in Flexible Pavements. Avances: Investigación en Ingeniería [en línea]. Vol. 17, Nº. 2, 2020. [fecha de consulta 10 mayo 2021]. ISSN-e 1794-4953. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7855039>

PONCE, L. Análisis Comparativo de los Resultados entre los Métodos VIZIR y PCI Aplicados a un Tramo de 1.6 Km Vía Jipijapa- Chade [en línea]. Tesis titulada. Universidad Estatal Del Sur De Manabí Facultad De Ciencias Técnicas Carrera De Ingeniería, 2017 [consultado 27 abril de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1221/1/UNESUM-ECUADOR-ING.CIVIL-2018-28.pdf>

QUISPE, O. Evaluación de Confiabilidad del Drone Phantom 4 Pro V2.0 para Calcular el Índice de Condición del Pavimento Flexible en Av. Miraflores del Distrito de Comas, Lima - 2020 [en línea]. Tesis titulada. Universidad Privada del Norte, 2020 [consultado 28 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25498>

QUIRÓS, R. 2014. Introducción a la Fotogrametría y Cartografía. Cáceres: Universidad de Extremadura., 2014. 978-84-697-1317-4.

REVISTA ALCONPAT. Use of unmanned aerial vehicle (UAV) in the identification of surface pathology in asphalt pavement [en línea]. Master thesis. Latinamerican Association of quality control, 2017. [Consultado 30 abril 2021]. Disponible en: <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/161>

SOTIL, A. Propuesta de Sistema de Gestión de Pavimentos para Municipalidades y Gobiernos Locales. Revista Infraestructura Vial / LanammeUCR / ISSN: 2215-3705 / Volumen 16 / Número 28 / Octubre, 2014 / p.p. 13-24

USMP Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Lima-Perú ,2019 [consultado 28 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6477?locale-attribute=de>

VALAVANIS, KIMON y VACHTSEVANOS, G. 2015. Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. s.l.: Department of Electrical and Computer Engineering, 2015. 978-90-481-9706-4.

VARGAS, C. Análisis Comparativo de la Inspección Visual de un Pavimento Flexible, por los Métodos Tradicional y por Sensores Remotos en un Kilómetro de la Calle Séptima en el Municipio de Cajica Cundinamarca [en línea]. Tesis titulada. Universidad Militar Nueva Granada Facultad De Ingeniería Programa De Ingeniería Civil Bogotá D.C., 2018. [Consultado 26 abril 2021]. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/20509>

VASQUEZ, L. Pavement Condition Index (Pci) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras Manizales, 2002

VENTURA, E. Evaluación superficial del pavimento flexible con el Método PCI mediante la fotogrametría aérea en la Circunvalación Este, Huanta-Ayacucho- 2019 [en línea]. Tesis titulada. Universidad Cesar Vallejo Facultad De Ingeniería Y Arquitectura Escuela Profesional De Ingeniería Civil [fecha de consulta 28 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51287>

YAURI, Z. y MAMANI, M. Elaboración De Un Plan De Gestión De Pavimentos Con El Método Del Pci Mediante El Uso Del Uav En La Urbanización Ingeniería Larapa Grande San Jerónimo – Cusco 2019 [en línea]. Tesis titulada. Universidad Andina Del Cusco Escuela Profesional De Ingeniería Civil,2019 [consultado 30 abril 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/3113>

YUMIN, T. y YUNXIN, L. UAV Photogrammetry-Based 3D Road Distress Detection [en línea]. International Journal of Geo-Information., 2019 [consultado 01 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2220-9964/8/9/409>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Metodología PCI empleando VANT	También conocida como UAV, Es el método que incorpora a la metodología tradicional del PCI y el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) o DRONES para la inspección y evaluación de pavimentos, basado en la fotogrametría que permite realizar el inventario de fallas para posteriormente calcular el índice de condición del pavimento.	Para realizar la evaluación se empleará VANT, software de procesamiento de datos fotogramétricos, para luego contrastarlas en las Hojas de inspección - PCI, Manual PCI, Hojas de cálculo, Ábacos de calculo	Fotogrametría	Resolución Grado de confiabilidad	Ordinal	Tipo y diseño: No Experimental Prospectivo, Transversal y Analítico Nivel: Explicativo Enfoque: cuantitativo Población: Av. José maría Arguedas Muestra: Av. José maría Arguedas
			Inventario de falla	Tipo de falla Severidad Cantidad o Densidad		
			Índice de condición del pavimento	Valor Deducido Número Máximo Admisible De Valor Deducido Máximo Valor Deducido Corregido PCI		
Condición superficial del pavimento flexible	La condición superficial del pavimento, es la expresión del grado de la condición del pavimento, además permite plantear medidas correctivas frente a los diferentes deterioros que se presentan en los pavimentos flexibles.	Se emplearán: manual PCI, Manual mantenimiento y rehabilitación de carreteras	Grado de la condición del pavimento	Excelente Muy bueno Bueno Regular Pobre Muy pobre Colapsado	Ordinal – nominal	Muestreo: Muestreo probabilístico estadístico Técnica: Observación Instrumento Hoja de inspección - PCI Método de Análisis de datos: Procesamiento en software e interpretación
			Medidas correctivas	Mantenimiento rutinario y preventivo Mantenimiento correctivo Rehabilitación mayor Reconstrucción		

Anexo 2: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	INDEPENDIENTE	Metodología PCI empleando VANT	Fotogrametría	Resolución Grado de confiabilidad	VANT - DRON
¿Cómo la metodología PCI empleando VANT, determina la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021?	Explicar cómo la metodología PCI empleando VANT, determina la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.	La metodología PCI empleando VANT, Determina de manera óptima la Condición Superficial Del Pavimento Flexible Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.			Inventario de fallas	Tipo de falla Severidad Cantidad o Densidad	Hojas de inspección - PCI
					Índice de condición del pavimento	Valor deducido Número máximo admisible de valor deducido Máximo valor deducido corregido Determinar el PCI	Hojas de inspección - PCI Manual PCI Hojas de calculo Ábacos de calculo
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	DEPENDIENTE	condición superficial del pavimento flexible	Grado de la condición del pavimento	Excelente Muy bueno Bueno Regular Pobre Muy pobre Colapsado	Hojas de inspección - PCI Manual PCI
¿Cómo la metodología PCI empleando VANT, determina el grado de la condición del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021?	Explicar cómo la metodología PCI empleando VANT, determina el grado de la condición del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.	La metodología PCI empleando VANT, Determina de manera óptima el grado de la condición del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.				Medidas correctivas	Mantenimiento rutinario y preventivo Mantenimiento correctivo Rehabilitación mayor Reconstrucción
¿Cómo la metodología PCI empleando VANT, plantea las medidas correctivas en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021?	Explicar cómo la metodología PCI empleando VANT, plantea las medidas correctivas en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.	La metodología PCI empleando VANT, plantea medidas correctivas de acuerdo a la condición del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.					
¿Cuál es el grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021?	Establecer el grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo.	Existe un alto grado de confiabilidad entre la metodología PCI empleando VANT y PCI tradicional en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021.					

Anexo 3: Instrumento de recolección de datos

INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."								
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)								
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURÍMAC	PROGRESIVA INICIAL:	ESQUEMA:					
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)	PROGRESIVA FINAL:						
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS	NÚMERO DE SECCIÓN :						
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONYQUISPE MAUCAYLLE	ÁREA DE SECCIÓN (M2)						
FECHA:								
TIPOS DE FALLAS								
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	M2					
F02 Exudación	M2	F12 Pulimiento de Agregado	M2					
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2					
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea	M2					
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2					
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2					
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2					
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2					
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2					
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M							
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H		
INVENTARIO DE FALLAS								
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =				VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		-		
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDI) =				TOTAL VD= Σ(VDI)				
NÚMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =								
CÁLCULO DEL PCI								
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	q	CDV
85-100 EXCELENTE	1							
70-85 MUY BUENO	2							
55-70 BUENO	3							
40-55 REGULAR	4							
25-40 POBRE	5							
10-25 MUY POBRE	6							
0-10 COLAPSADO	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;"> PCI = 100 - max CDV </div>				PCI = 0		VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =		
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				

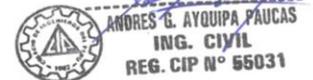

 MIGUEL ENVER
 QUISPÉ PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 141682


 ANDRÉS G. AYOVIPA PAUCAS
 ING. CIVIL
 REG. CIP N° 55031


 Berçin Alcacondori Alata
 INGENIERO CIVIL
 REG. N° 174331

Anexo 3: validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Título de investigación: "Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."								
Apellidos y nombres de investigador: Xavier Rony Quispe Maucaylle								
Apellidos y nombres del experto: <u>ANDRÉS AYQUIPA PAUCAS</u>								
VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	OPINION DEL EXPERTO		
						SI CUMPLE	NO CUMPLE	SUGERENCIA
Metodología PCI empleando VANT	También conocida como UAV, Es el método que incorpora a la metodología tradicional del PCI y el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) o DRONES para la inspección y evaluación de pavimentos, basado en la fotogrametría que permite realizar el inventario de fallas para posteriormente calcular el índice de condición del pavimento .	Para realizar la evaluación se empleará VANT, software de procesamiento de datos fotogramétricos, para luego contrastarlas en las Hojas de inspección - PCI, Manual PCI, Hojas de cálculo, Ábacos de calculo	Fotogrametría	Resolución de Grado de confiabilidad	Hoja de inspección - PCI	✓		
			Inventario de falla	Tipo de falla Severidad Cantidad o Densidad	Hoja de inspección - PCI	✓		
			Índice de condición del pavimento	Valor Deducido Número Máximo Admisible De Valor Deducido Máximo Valor Deducido Corregido PCI	Hoja de inspección - PCI	✓		
condición superficial del pavimento flexible	La condición superficial del pavimento, es la expresión del grado de la condición del pavimento , además permite plantear medidas correctivas frente a los diferentes deterioros que se presentan en los pavimentos flexibles.	Se emplearán: manual PCI, Manual mantenimiento y rehabilitación de carreteras	Grado de la condición del pavimento	Excelente Muy bueno Bueno Regular Pobre Muy pobre Colapsado	Hoja de inspección - PCI	✓		
			Medidas correctivas	Mantenimiento rutinario y preventivo Mantenimiento correctivo Rehabilitación mayor Reconstrucción	Hojas de inspección - PCI	✓		
Firma del experto: 					Fecha: <u>02/abril/2021</u>			
								

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Título de investigación: "Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."								
Apellidos y nombres de investigador: Xavier Rony Quispe Maucayllle								
Apellidos y nombres del experto: MIGUEL ENVER QUISPE PALOMINO								
VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	OPINION DEL EXPERTO		
						SI CUMPLE	NO CUMPLE	SUGERENCIA
Metodología PCI empleando VANT	También conocida como UAV, Es el método que incorpora a la metodología tradicional del PCI y el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) o DRONES para la inspección y evaluación de pavimentos, basado en la fotogrametría que permite realizar el inventario de fallas para posteriormente calcular el índice de condición del pavimento .	Para realizar la evaluación se empleará VANT, software de procesamiento de datos fotogramétricos, para luego contrastarlas en las Hojas de inspección - PCI, Manual PCI, Hojas de cálculo, Ábacos de calculo	Fotogrametría	Resolución de Grado de confiabilidad	Hoja de inspección - PCI	✓		
			Inventario de falla	Tipo de falla Severidad Cantidad o Densidad	Hoja de inspección - PCI	✓		
			Índice de condición del pavimento	Valor Deducido Número Máximo Admisible De Valor Deducido Máximo Valor Deducido Corregido PCI	Hoja de inspección - PCI	✓		
condición superficial del pavimento flexible	La condición superficial del pavimento, es la expresión del grado de la condición del pavimento , además permite plantear medidas correctivas frente a los diferentes deterioros que se presentan en los pavimentos flexibles.	Se emplearán: manual PCI, Manual mantenimiento y rehabilitación de carreteras	Grado de la condición del pavimento	Excelente Muy bueno Bueno Regular Pobre Muy pobre Colapsado	Hoja de inspección - PCI	✓		
			Medidas correctivas	Mantenimiento rutinario y preventivo Mantenimiento correctivo Rehabilitación mayor Reconstrucción	Hojas de inspección - PCI	✓		
Firma del experto:					Fecha:			
 MIGUEL ENVER QUISPE PALOMINO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 141682					02/ abril / 2021			

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Título de investigación: "Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."

Apellidos y nombres de investigador: Xavier Rony Quispe Maucaylle

Apellidos y nombres del experto: *BERCÉN ALCCACONDORI ALATA*

VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	OPINION DEL EXPERTO		
						SI CUMPLE	NO CUMPLE	SUGERENCIA
Metodología PCI empleando VANT	También conocida como UAV, Es el método que incorpora a la metodología tradicional del PCI y el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) o DRONES para la inspección y evaluación de pavimentos, basado en la fotogrametría que permite realizar el inventario de fallas para posteriormente calcular el índice de condición del pavimento .	Para realizar la evaluación se empleará VANT, software de procesamiento de datos fotogramétricos, para luego contrastarlas en las Hojas de inspección - PCI, Manual PCI, Hojas de cálculo, Ábacos de calculo	Fotogrametría	Resolución Grado de confiabilidad de	Hoja de inspección - PCI	X		
			Inventario de falla	Tipo de falla Severidad Cantidad o Densidad	Hoja de inspección - PCI	X		
			Índice de condición del pavimento	Valor Deducido Número Máximo Admisible De Valor Deducido Máximo Valor Deducido Corregido PCI	Hoja de inspección - PCI	X		
condición superficial del pavimento flexible	La condición superficial del pavimento, es la expresión del grado de la condición del pavimento , además permite plantear medidas correctivas frente a los diferentes deterioros que se presentan en los pavimentos flexibles.	Se emplearán: manual PCI, Manual mantenimiento y rehabilitación de carreteras	Grado de la condición del pavimento	Excelente Muy bueno Bueno Regular Pobre Muy pobre Colapsado	Hoja de inspección - PCI	X		
			Medidas correctivas	Mantenimiento rutinario y preventivo Mantenimiento correctivo Rehabilitación mayor Reconstrucción	Hojas de inspección - PCI	X		

Firma del experto:



Berçen Alccacondori Alata
INGENIERO CIVIL
N° 17433

Fecha:

02 de abril 2021

Anexo 4: Catálogo de fallas

CATÁLOGO DE FALLA PIEL DE COCODRILO

TIPO DE FALLA	F01. PIEL DE COCODRILO O AGRIETAMIENTO POR FATIGA		
DESCRIPCION	<ul style="list-style-type: none"> • Serie de grietas interconectadas. • Las fisuras se conectan formando varios fragmentos, cuyos bordes exteriores forman ángulos agudos en su interior, desarrollando así un patrón semejante al alambrado de un gallinero o a la piel de un cocodrilo. • A menudo ocurre en las huellas de un carril. 		
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Causadas por acción de la fatiga de la superficie, sometida a repeticiones de carga de tráfico. • Se origina en la base de la superficie de concreto asfáltico o base estabilizada, donde los esfuerzos de tensiones y deformaciones unitarias son más altos bajo la carga. 		
FOMA DE MEDICION	Metros cuadrados (m2)		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	Finas fisuras longitudinales no descascaradas con recorrido paralelo entre ellos y con alguna y ninguna fisura de interconexión	
	MEDIA (M)	Fisuras finas que podrían estar ligeramente descascaradas.	
	ALTA (H)	El patrón de fisuras está bien definidas y descascaradas en los bordes.	

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE EXUDACIÓN

TIPO DE FALLA	F02. EXUDACIÓN		
DESCRIPCION	<ul style="list-style-type: none"> • Se presenta sobre la superficie del pavimento, como una película de material bituminoso que crea una superficie brillante, cristalina y reflexiva y generalmente se vuelve pegajosa. • El proceso de exudación no es reversible. 		
CAUSAS	<p>Es causada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por cantidades excesivas de cemento asfáltico o alquitranes en la mezcla. • La aplicación excesiva de un sello bituminoso. • Bajo contenido de vacíos. • Combinación de estas causas. • Ocurre cuando existe altas temperaturas, y el asfalto llena los vacíos en la mezcla. 		
FOMA DE MEDICION	<p>Metros cuadrados (m2)</p> <p>Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimiento de agregados.</p>		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	Es percibida sólo durante algunos días al año, y el asfalto no se pega a los zapatos o llantas de los vehículos.	
	MEDIA (M)	Desde que el asfalto se pega a los zapatos o a las llantas de los vehículos sólo durante algunas semanas en el año.	
	ALTA (H)	Desde que una cantidad considerable de asfalto se pega a los zapatos y llantas de los vehículos al menos durante varias semanas al año.	

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE AGRIETAMIENTO EN BLOQUE

TIPO DE FALLA	F03. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		
DESCRIPCION	<p>Fisuras interconectadas que dividen el pavimento en piezas rectangulares. Los bloques varían de 0.3 x 0.3 m hasta 3 x 3 m. Indica que el asfalto se ha endurecido significativamente. A diferencia del tipo piel de cocodrilo, este no presenta mayor cantidad de fragmentos pequeños ni ángulos interiores agudos.</p>		
CAUSAS	<p>Causadas principalmente por la contracción del concreto asfáltico y la variación diaria de temperatura, no está asociado con la carga de tráfico, por lo que ocurrirá sólo en áreas largas donde no hay tráfico.</p>		
FOMA DE MEDICION	<p>Metro cuadrado (m2) Generalmente se presenta con un solo nivel de severidad en una sección, si se encuentra con diferentes niveles se mide separadamente</p>		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	<p>Los bloques están definidos por grietas de baja severidad.</p>	
	MEDIA (M)	<p>Los bloques están definidos por grietas de mediana severidad.</p>	
	ALTA (H)	<p>Los bloques están definidos por grietas de alta severidad.</p>	

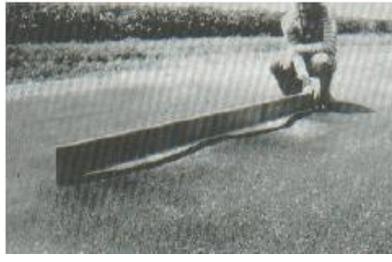
Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS

TIPO DE FALLA	F04. ABULTAMIENTOS (BUMPS) Y HUNDIMIENTOS (SAGS)		
DESCRIPCION	<p>Abultamientos: Son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento.</p> <p>Hundimientos: Son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos localizados en la superficie del pavimento.</p>		
CAUSAS	<p>Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Pórtland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.</p> <p>Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).</p> <p>Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado "tenting").</p>		
FOMA DE MEDICION	<p>Metros Lineales (ml)</p> <p>Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, registrar ambas.</p> <p>Si esta con un patrón perpendicular a flujo de tránsito, y esta espaciadas a menos de tres metros el daño se llama corrugación.</p>		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.	
	MEDIA (M)	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.	
	ALTA (H)	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.	

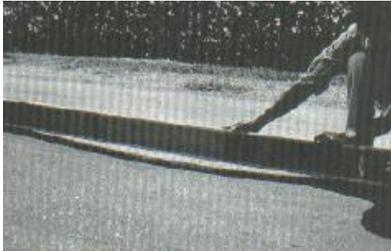
Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE CORRUGACIÓN

TIPO DE FALLA	F05. CORRUGACION		
DESCRIPCION	<p>Es una serie de cimas y depresiones que ocurren a intervalos regulares, a menos de 3m usualmente.</p> <p>Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito</p>		
CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> • Este tipo de daño normalmente ocurre por la acción del tránsito combinada con una carpeta asfáltica inestable. 		
FOMA DE MEDICION	Metros cuadrados (m2)		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	Cuando la corrugación genera una calidad de tránsito de baja severidad.	
	MEDIA (M)	Cuando la corrugación genera una calidad de tránsito de mediana severidad.	
	ALTA (H)	Cuando la corrugación genera una calidad de tránsito de alta severidad.	

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE DEPRESIÓN

TIPO DE FALLA	F06. DEPRESIÓN		
DESCRIPCION	<p>Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En ocasiones son visibles después de la lluvia Origina alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua puede causar hidropneumático. A comparación del hundimiento, el hundimiento son caídas bruscas de nivel.</p>		
CAUSAS	Formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta		
FOMA DE MEDICION	Metros cuadrados (m2)		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	La máxima profundidad de depresión se encuentra entre 13 mm a 25mm.	
	MEDIA (M)	La máxima profundidad de depresión se encuentra entre 25mm a 51mm.	
	ALTA (H)	La máxima profundidad de depresión se encuentra entre más de 51mm.	

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE GRIETA DE BORDE

TIPO DE FALLA	F07. GRIETA DE BORDE O FISURA DE BORDE		
DESCRIPCION	<ul style="list-style-type: none"> Son paralelas al borde externo del pavimento y generalmente se encuentran a una distancia de 0.3 a 0.6 m del borde. Es clasificada como área de desprendimiento si esta se encuentra agrietada (a veces al punto en que los fragmentos son removidos). Solo se considera el área a los 0.6 m del borde de la vía. 		
CAUSAS	Este daño es acelerado por las cargas de tráfico y su origen se puede atribuir al debilitamiento de la base o la subrasante por congelamiento en zonas cercanas al borde del pavimento y/o a la falta de berma que apoya al soporte estructural de las cargas.		
FOMA DE MEDICION	Metros lineales (ml)		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	Agrietamiento sin fragmentación o desprendimiento	
	MEDIA (M)	Agrietamiento con alguna fragmentación o desprendimiento	
	ALTA (H)	Agrietamiento o desprendimiento considerable a lo largo del borde.	

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE GRIETA DE JUNTA DE REFLEXIÓN

TIPO DE FALLA	F08. GRIETA DE JUNTA DE REFLEXIÓN (LOSAS DE CONCRETO PORTLAND)		
DESCRIPCION	<p>Ocurre sólo en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre losas de concreto.</p> <p>No está relacionado a efectos de carga; pero las cargas de tráfico pueden causar el deterioro de la superficie del Concreto Asfáltico.</p>		
CAUSAS	<p>Son causadas por el movimiento inducido por la humedad o temperatura de las losas de concreto que se encuentran bajo la superficie del concreto armado, causadas también por cargas de tráfico.</p>		
FOMA DE MEDICION	<p>Metros lineales (ml)</p> <p>Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión esta también debe de registrarse.</p>		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	<p>Grieta sin relleno de ancho menor a 10 mm, grieta rellena de cualquier ancho.</p>	
	MEDIA (M)	<p>Grieta sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 76 mm.</p>	
	ALTA (H)	<p>Grieta con o sin relleno de ancho mayor a 76 mm, o fisuras de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm.</p>	

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE DESNIVEL CARRIL / BERMA

TIPO DE FALLA	F09. DESNIVEL CARRIL / BERMA		
DESCRIPCION	Es la diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma.		
CAUSAS	<p>Este daño es provocado por:</p> <p>La erosión de la berma. El asentamiento de la berma. La colocación de nuevas capas sin el debido ajuste del nivel de la berma Inexistencia de la berma.</p>		
FOMA DE MEDICION	Metros cuadrados (m2)		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 25 mm y menor a 51 mm.	
	MEDIA (M)	El rango cambia a 51 mm y 102 mm.	
	ALTA (H)	Diferencias mayores a 102 mm.	

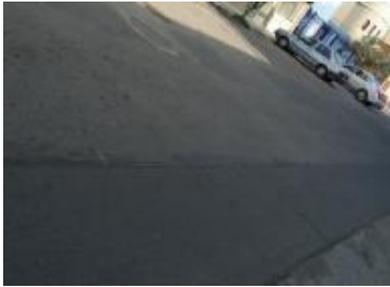
Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

TIPO DE FALLA	F10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES		
DESCRIP.	Las grietas longitudinales, son paralelas al eje central del pavimento. Las grietas transversales, se extienden a través del ancho del pavimento formando aproximadamente ángulos rectos con el eje central del pavimento.		
CAUSAS	<p>Estas fisuras pueden ser causadas por:</p> <p>Una junta de carril del pavimento construido pobremente.</p> <p>Contracción de la superficie del concreto asfáltico debido a bajas temperaturas, endurecimiento del asfalto, y/o la variación diaria de temperaturas.</p> <p>Una grieta de reflexión causada por un agrietamiento bajo la capa superficial.</p>		
FOMA DE MEDICION	<p>Metros lineales (ml)</p> <p>Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud debe registrarse por separado.</p>		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	<p>Grietas sin relleno se ancho < 10mm</p> <p>Grietas rellena de cualquier ancho</p>	 <p style="text-align: center;">Longitudinal Transversal</p>
	MEDIA (M)	<p>Grietas sin relleno de ancho entre 10 y 76mm.</p> <p>Grietas sin relleno de cualquier ancho, hasta 76mm, con grietas aleatorias. Grieta rellena de cualquier ancho con un ligero agrietamiento aleatorio.</p>	 <p style="text-align: center;">Longitudinal Transversal</p>
	ALTA (H)	<p>Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas.</p> <p>Grietas sin relleno de más de 76mm de ancho.</p> <p>Grieta de cualquier ancho, con pavimento alrededor severamente fracturado.</p>	 <p style="text-align: center;">Longitudinal Transversal</p>

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS

TIPO DE FALLA	F11. PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS		
DESCRIPCION	<p>Área del pavimento que ha sido reemplazada con material nuevo, para su reparación.</p> <p>Considerado un defecto, ya que no se comporta como la sección original.</p> <p>Por lo general, alguna rugosidad está asociada con este daño.</p>		
CAUSAS	Es causada por reparación de vías.		
FOMA DE MEDICION	<p>Metros cuadrados (m2)</p> <p>Si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, se registra de forma separada</p> <p>Si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el ara se califica únicamente como parche</p>		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	<p>El parche se encuentra en buenas condiciones. La calidad de tránsito es calificada de baja severidad o mejor.</p>	
	MEDIA (M)	<p>El parche está deteriorado en forma moderada. La calidad de tránsito es calificada de mediana severidad o ambos.</p>	
	ALTA (H)	<p>El parche está deteriorado en forma moderada. La calidad de tránsito es calificada de mediana severidad o ambos.</p>	

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE PULIMIENTO DE AGREGADOS

TIPO DE FALLA	F12. PULIMIENTO DE AGREGADOS	
DESCRIPCION	<p>Cuando una porción de agregado que se extiende sobre el asfalto es muy pequeña, o existe aspereza o partículas de agregado angular que proporcionen buena resistencia al deslizamiento.</p> <p>No existe adherencia con las llantas de los vehículos y no contribuye a la reducción de la velocidad de los vehículos.</p> <p>El agregado pulido debe ser registrado cuando las evaluaciones revelen que el agregado es insignificante, y es suave al tacto.</p>	
CAUSAS	Causada por repeticiones de carga de tráfico.	
FOMA DE MEDICION	<p>Metros cuadrados (m²)</p> <p>Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimiento de agregados.</p>	
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	
	MEDIA (M)	
	ALTA (H)	<p>No hay niveles de severidad definidos; sin embargo, el nivel de pulido debe ser claramente notable en la unidad de muestra y la superficie de agregado debe ser suave al tacto</p>

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE HUECOS

TIPO DE FALLA	F13. HUECOS																					
DESCRIP.	<p>Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón.</p> <p>Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior.</p> <p>El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo.</p>																					
CAUSAS	<p>Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento.</p> <p>La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta.</p>																					
FOMA DE MEDICION	<p>Unidad de Falla</p> <p>Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad debe registrarse como huecos</p>																					
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)																					
	MEDIA (M)																					
	ALTA (H)																					
<p>Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor 762mm son:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL HUECO</th> <th colspan="3">DIÁMETRO MEDIO</th> </tr> <tr> <th>102mm a 203mm</th> <th>203mm a 457mm</th> <th>457mm a 762mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12.7mm a 25.4mm</td> <td>L</td> <td>L</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>>25.4mm a 50.8mm</td> <td>L</td> <td>M</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>>50.8mm</td> <td>M</td> <td>M</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table> <p>Si el diámetro del hueco es mayor que 762mm debe medirse el área en metros cuadrados y dividirlo entre 0.42 m², para hallar el número de huecos equivalentes. Se considera de severidad media si la profundidad es menor o igual a 25mm y severidad alta si es mayor a 25mm.</p>				PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL HUECO	DIÁMETRO MEDIO			102mm a 203mm	203mm a 457mm	457mm a 762mm	12.7mm a 25.4mm	L	L	M	>25.4mm a 50.8mm	L	M	H	>50.8mm	M	M	H
PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL HUECO	DIÁMETRO MEDIO																					
	102mm a 203mm	203mm a 457mm	457mm a 762mm																			
12.7mm a 25.4mm	L	L	M																			
>25.4mm a 50.8mm	L	M	H																			
>50.8mm	M	M	H																			

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE CRUCE DE VÍA FÉRREA Y ROMPEMUELLE

TIPO DE FALLA	F14. CRUCE DE VÍA FÉRREA Y ROMPEMUELLE		
DESCRIPCION	<p>El cruce de vía férrea con abultamientos o depresiones que se encuentran alrededor, entre los rieles, o ambos.</p> <p>Los rompemuelleres son consideradas zonas levantadas para reducir la velocidad vehicular en alguna locación de la calle donde se requiere dicha reducción.</p>		
CAUSAS	Por la existencia de una vía férrea o reductores de velocidad.		
FOMA DE MEDICION	Metros cuadrados (m2)		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	<p>Cuando el cruce de vía férrea o el rompemueller genera una calidad de tránsito de baja severidad.</p>	
	MEDIA (M)	<p>Cuando el cruce de vía férrea genera una calidad de tránsito de mediana severidad.</p>	
	ALTA (H)	<p>Cuando el cruce de vía férrea genera una calidad de tránsito de alta severidad.</p>	

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE AHUELLAMIENTO

TIPO DE FALLA	F15. AHUELLAMIENTO		
DESCRIPCION	Es una depresión superficial en las huellas de las ruedas. El levantamiento del pavimento puede ocurrir a lo largo sus lados. Se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o subrasante.		
CAUSAS	Casi siempre es son causados por la consolidación o movimiento lateral de los materiales debido a las cargas de tráfico.		
FOMA DE MEDICION	Metros cuadrados (m2) Se toma medida a lo largo del ahuellamiento para calcular su profundidad media		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	Profundidad media de 6 a 13 mm.	
	MEDIA (M)	Profundidad media >13 a 25 mm.	
	ALTA (H)	Profundidad media > 25 mm.	

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE DESPLAZAMIENTO

TIPO DE FALLA	F16. DESPLAZAMIENTO		
DESCRIPCION	Es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada, causado por acción de la carga de tráfico, que produce una onda corta y brusca en la superficie del pavimento.		
CAUSAS	Este tipo de daño normalmente ocurre sólo en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestable. En algunos casos ocurre cuando los pavimentos asfálticos colindan con pavimentos rígidos, estos al aumentar su longitud empujan al pavimento asfáltico; produciendo desplazamiento.		
FOMA DE MEDICION	Metros cuadrados (m2) Los desplazamientos que ocurren en parches se considera una falla tipo parche.		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	Cuando el desplazamiento genera una calidad de tránsito de baja severidad.	
	MEDIA (M)	Cuando el desplazamiento genera una calidad de tránsito de mediana severidad.	
	ALTA (H)	Cuando el desplazamiento genera una calidad de tránsito de alta severidad.	

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE PARABÓLICAS

TIPO DE FALLA	F17. GRIETAS PARABÓLICAS (SLIPPAGE)		
DESCRIPCION	Son grietas en forma de media luna creciente.		
CAUSAS	<p>Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento.</p> <p>Usualmente ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de un ligante pobre entre la superficie y la capa siguiente.</p>		
FOMA DE MEDICION	Metros cuadrados (m2)		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	El ancho promedio de la grieta menor que 10mm.	
	MEDIA (M)	Existe una de las siguientes condiciones: 1) Ancho promedio de la grieta entre 10mm y 38mm 2) El área del rededor de la grieta esta fracturada a pequeños espacios ajustables.	
	ALTA (H)	Existe una de las siguientes condiciones: Ancho promedio de la grieta mayor que 38mm. El área del rededor de la grieta esta fracturada en pedazos fácilmente removibles.	

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE HINCHAMIENTO

TIPO DE FALLA	F18. HINCHAMIENTO		
DESCRIPCION	<p>El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento, una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3 m.</p> <p>El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial.</p>		
CAUSAS	Este daño es causado usualmente por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.		
FOMA DE MEDICION	Metros cuadrados (m2)		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	El hinchamiento no es fácil de ver, puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe, se producirá un movimiento hacia arriba.	
	MEDIA (M)	El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.	
	ALTA (H)	El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.	

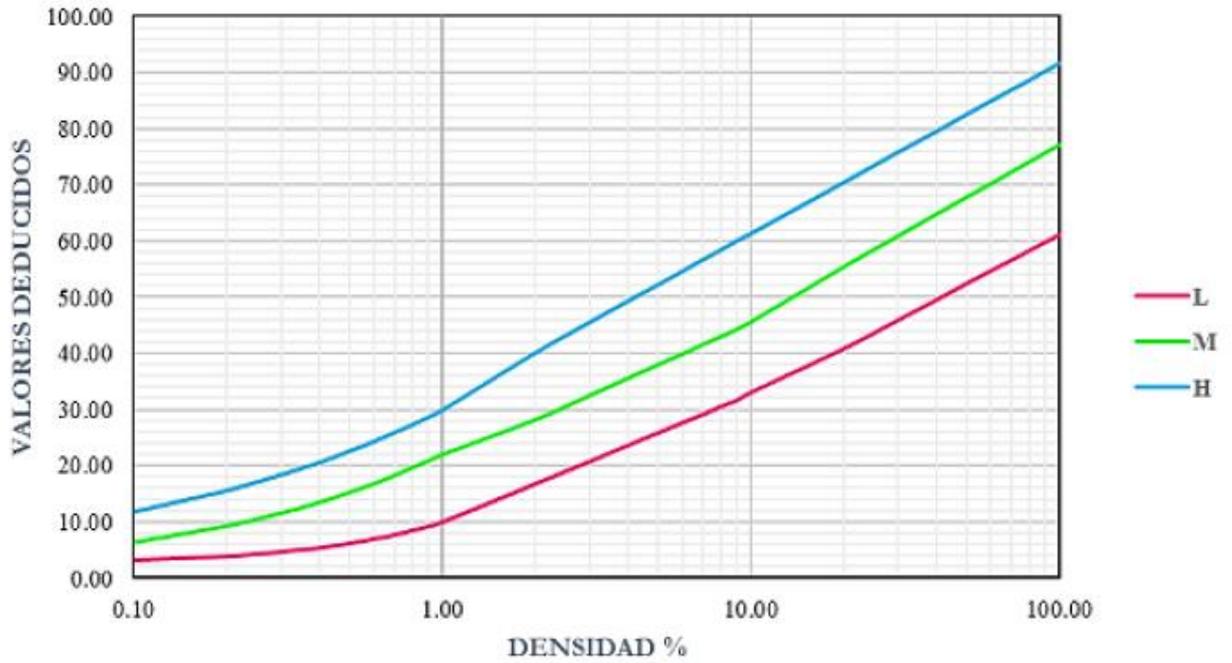
Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

CATÁLOGO DE FALLA DE METEORIZACIÓN / DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

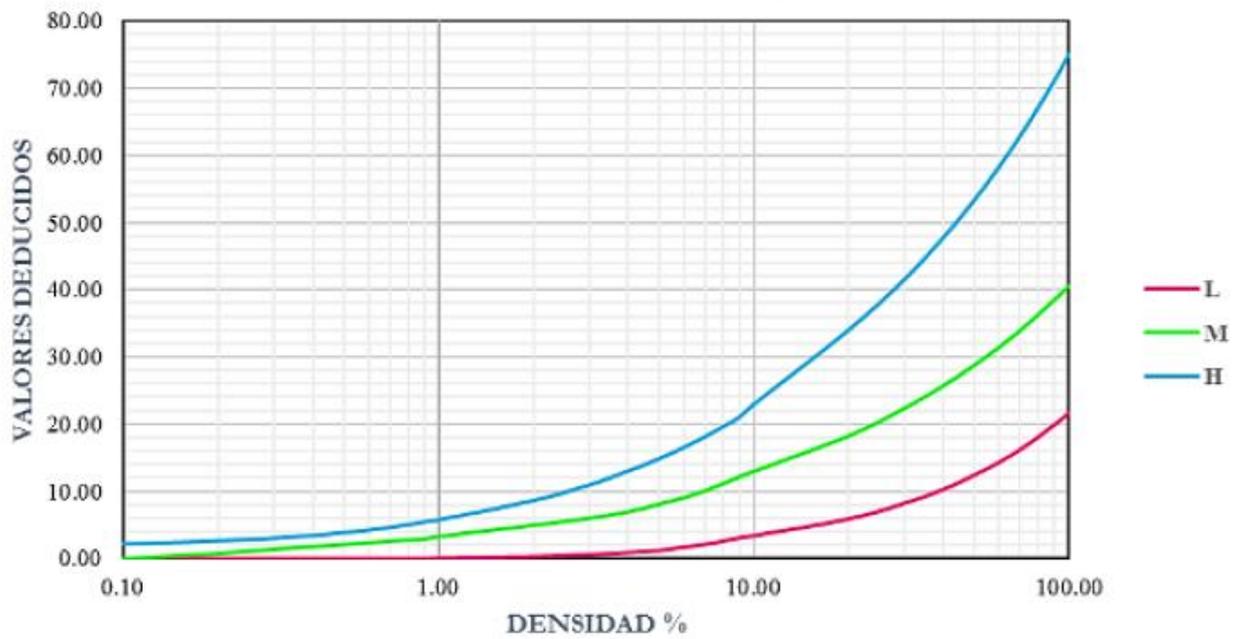
TIPO DE FALLA	F19. METEORIZACIÓN / DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
DESCRIPCION	Los desprendimientos son el desgaste en la superficie del pavimento debido a la pérdida de ligante asfáltico o alquitrán y partículas del agregado removidas. Estas fallas nos indican que el ligante asfáltico ha sufrido un endurecimiento considerable o que estamos en presencia de una mezcla de pobre calidad.		
CAUSAS	Causado por la insuficiencia del ligante asfáltico, la mala calidad de la mezcla, la compactación insuficiente, la segregación o peladuras. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.		
FOMA DE MEDICION	Metros cuadrados (m ²) Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10mm y profundidades menores que 13mm, en cambio sí es de mayor área se consideran hueco.		
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA (L)	La pérdida de agregado fino es notable y puede haber decoloración en el asfalto. Los bordes del agregado grueso empiezan a ser expuestos (menos de 1 mm) a pesar de que el pavimento es relativamente nuevo (6 meses de edad).	
	MEDIA (M)	Cuando la pérdida de agregado fino es notable y los bordes del agregado grueso están expuestos hasta ¼ sobre la superficie (del lado más largo)	
	ALTA (H)	Cuando los bordes del agregado grueso están expuestos más ¼ sobre la superficie (del lado más largo). Además, hay una pérdida considerable de agregado fino que conduce a alguna pérdida potencial de agregado grueso	

Fuente: Recopilado de Yauri y Mamani, 2019.

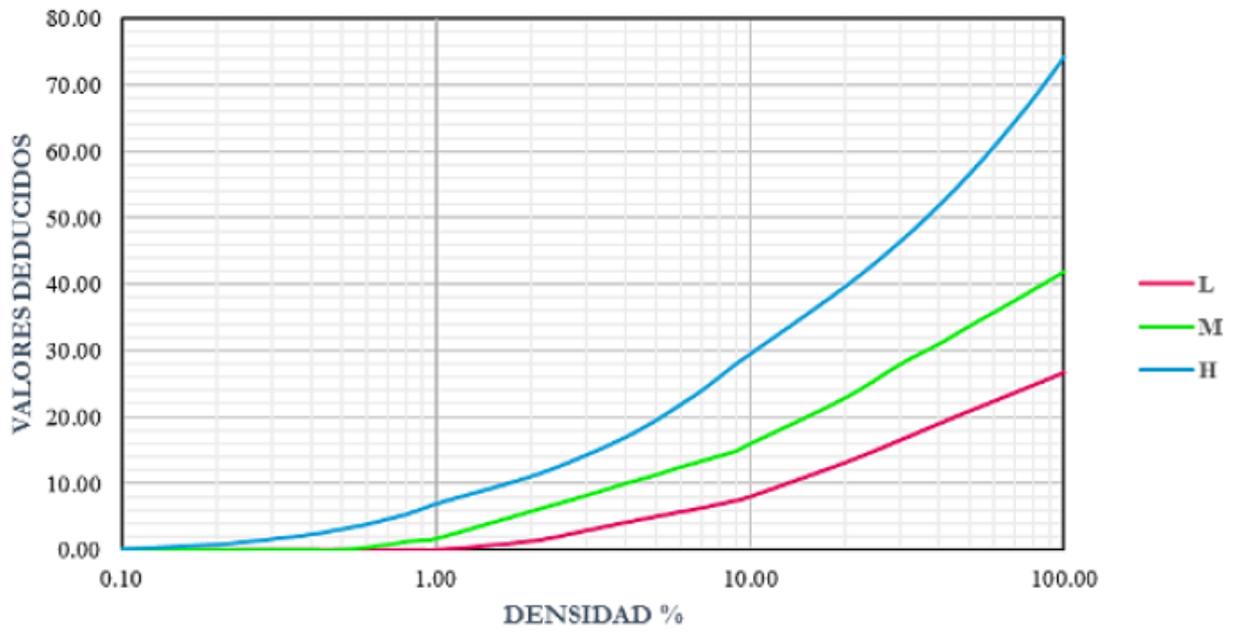
Anexo 5: Ábacos de valores deducidos de cada falla para pavimentos flexible



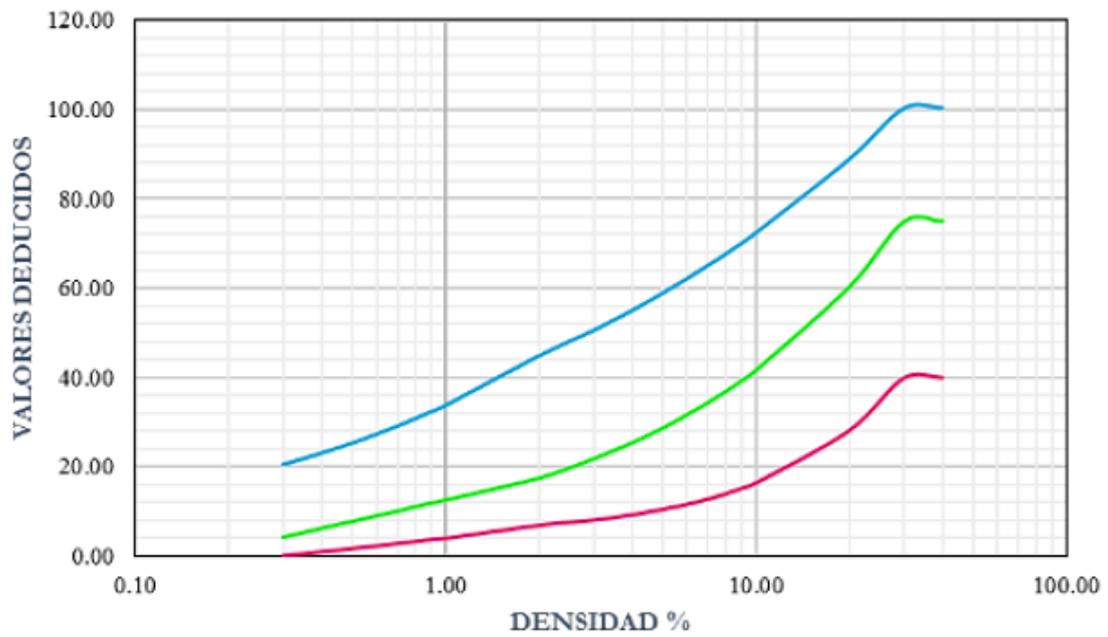
PIEL DE COCODRILLO



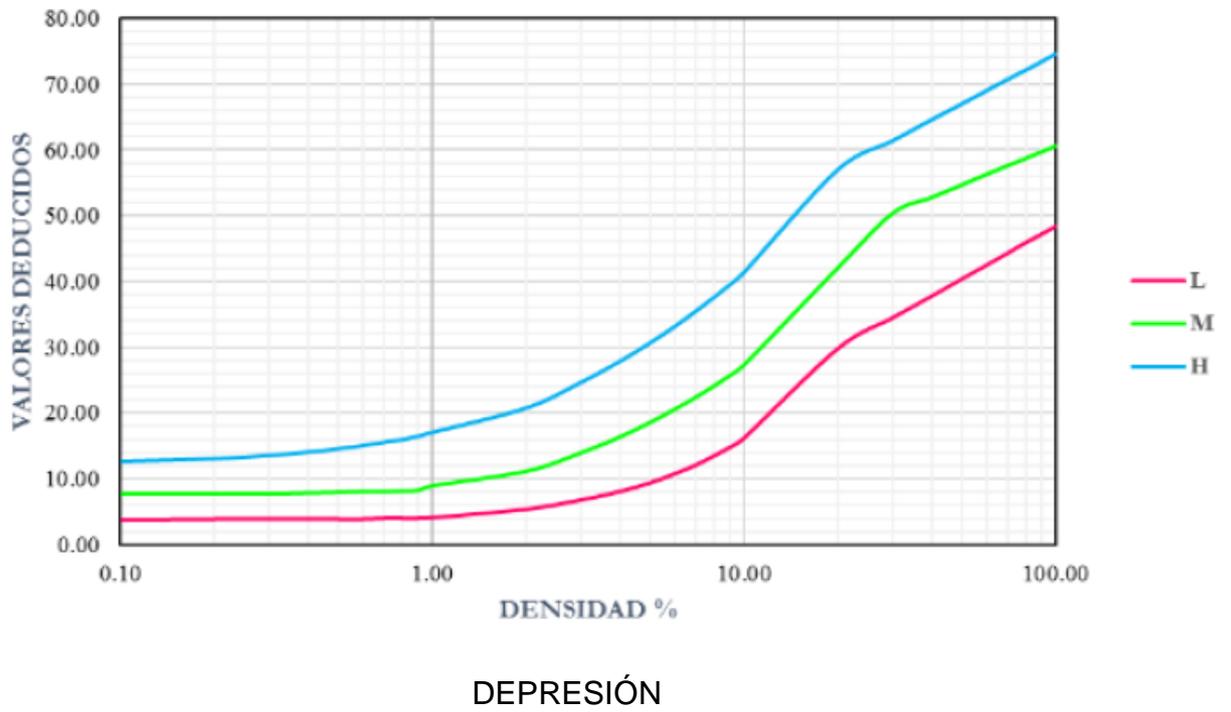
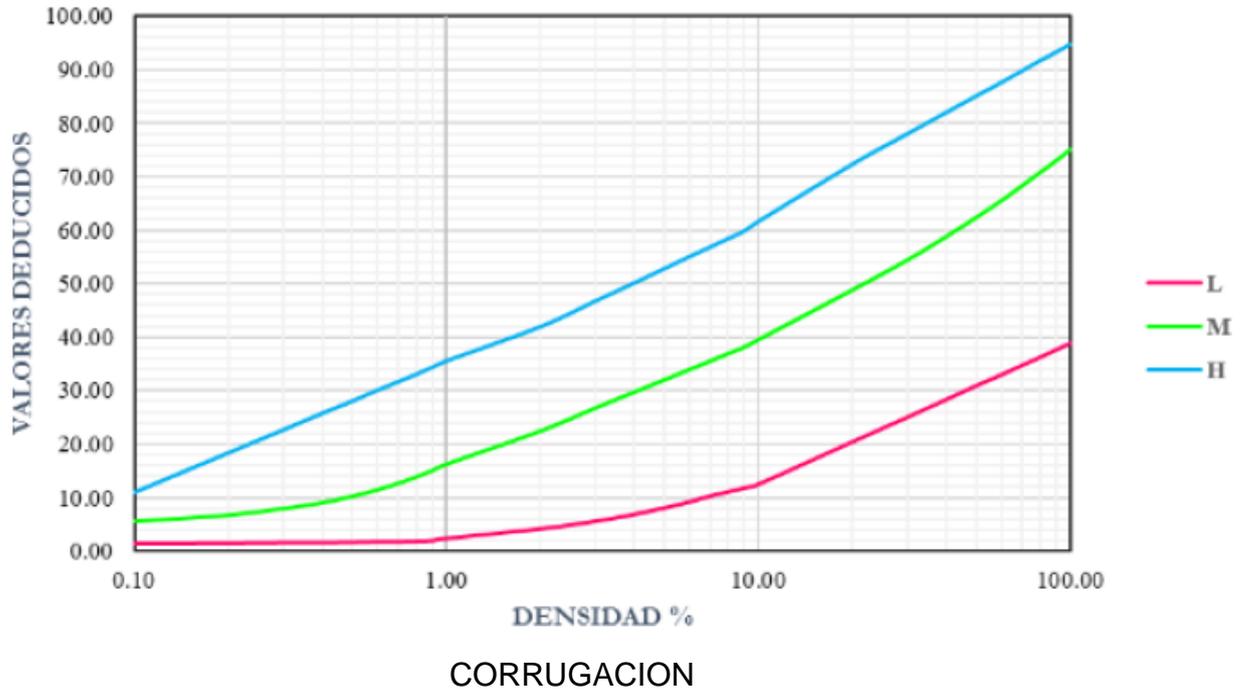
EXUDACION

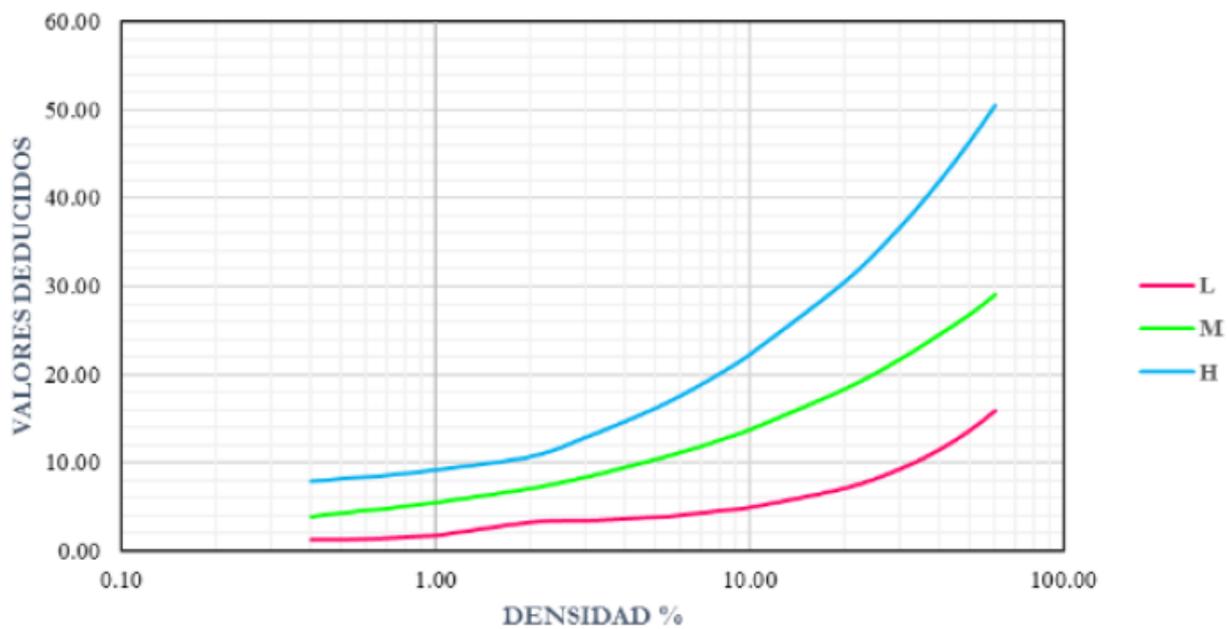


AGRIETAMIENTO EN BLOQUE

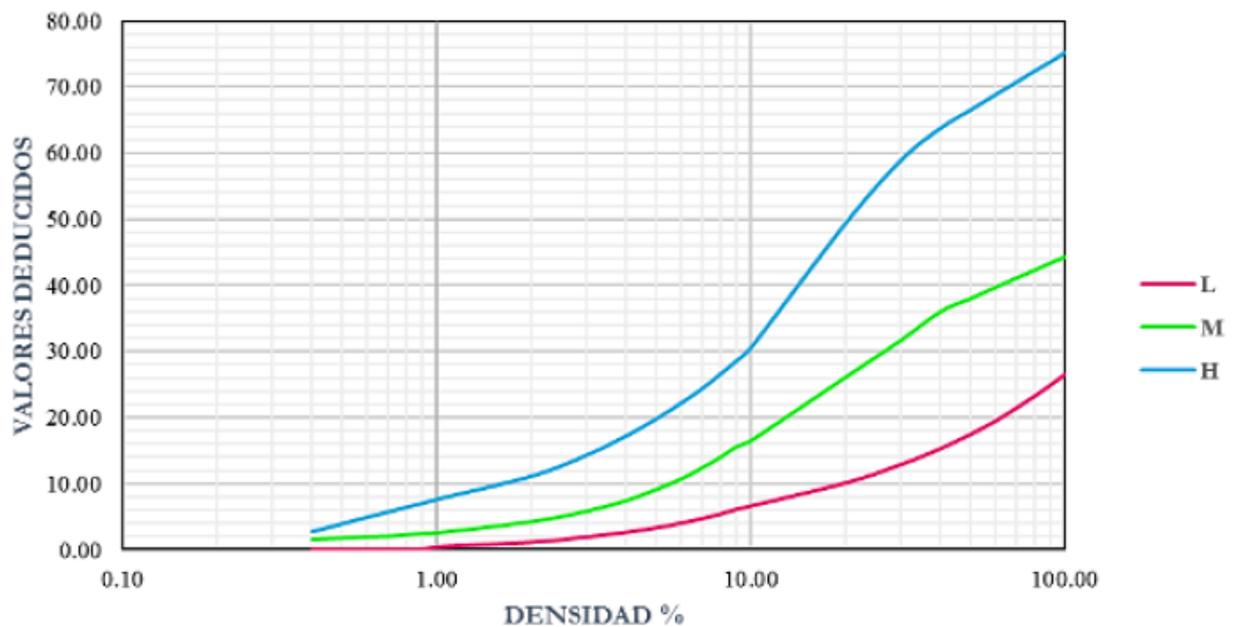


ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO

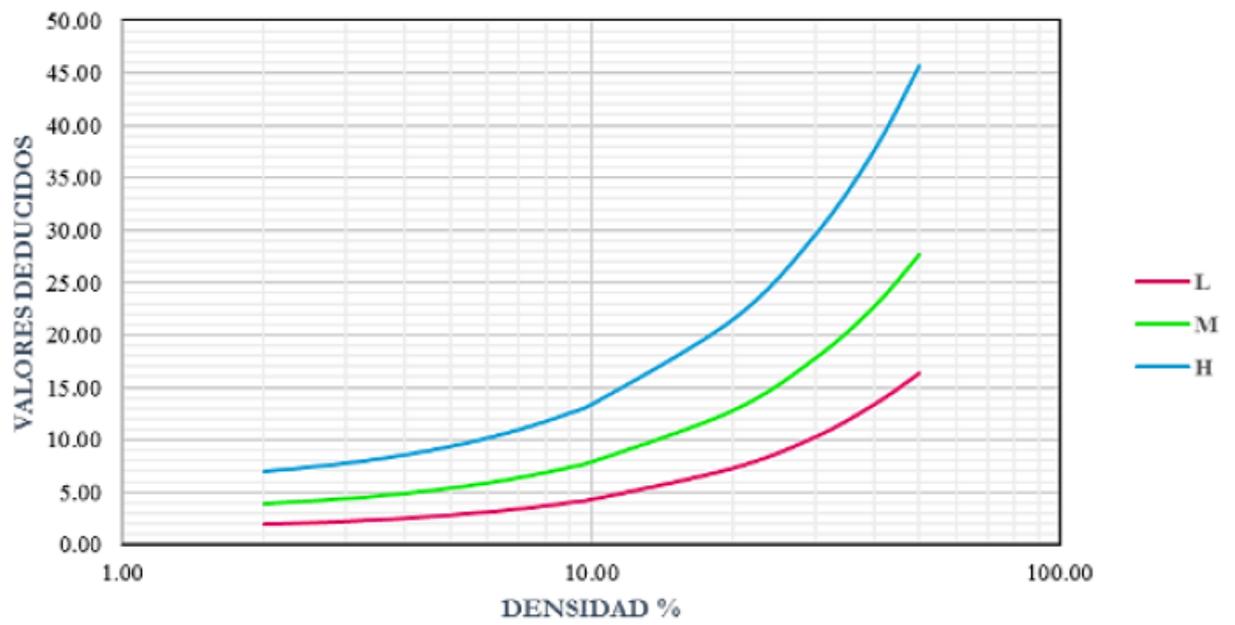




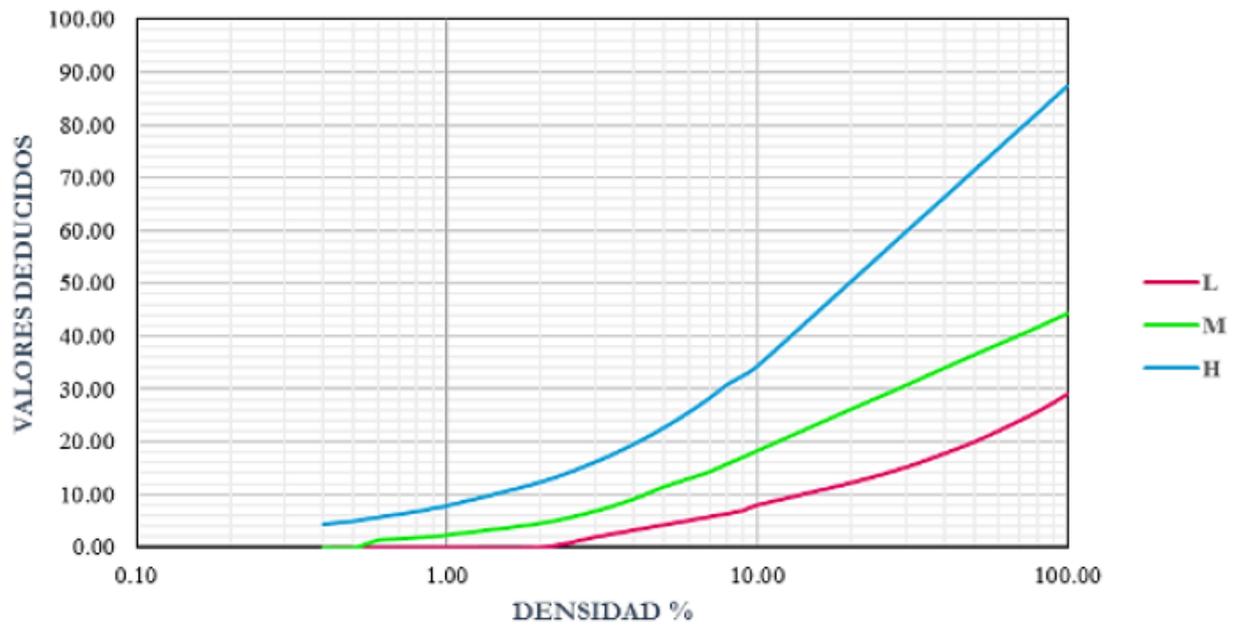
GRIETA DE BORDE



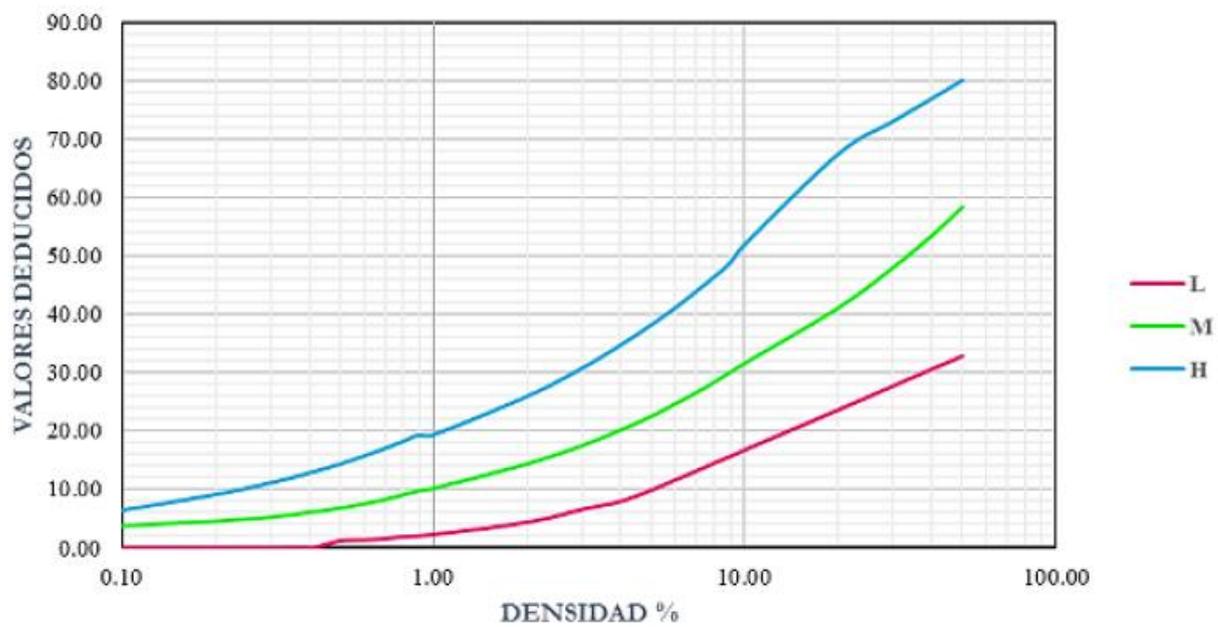
GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA



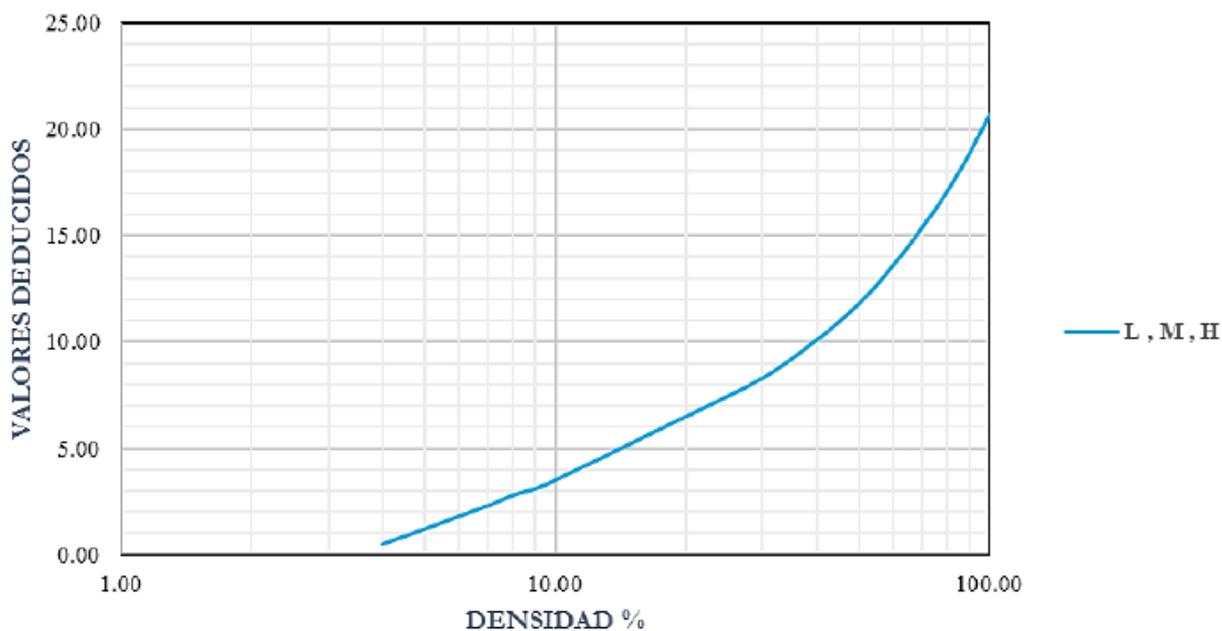
DESNIVEL CARRIL BERMA



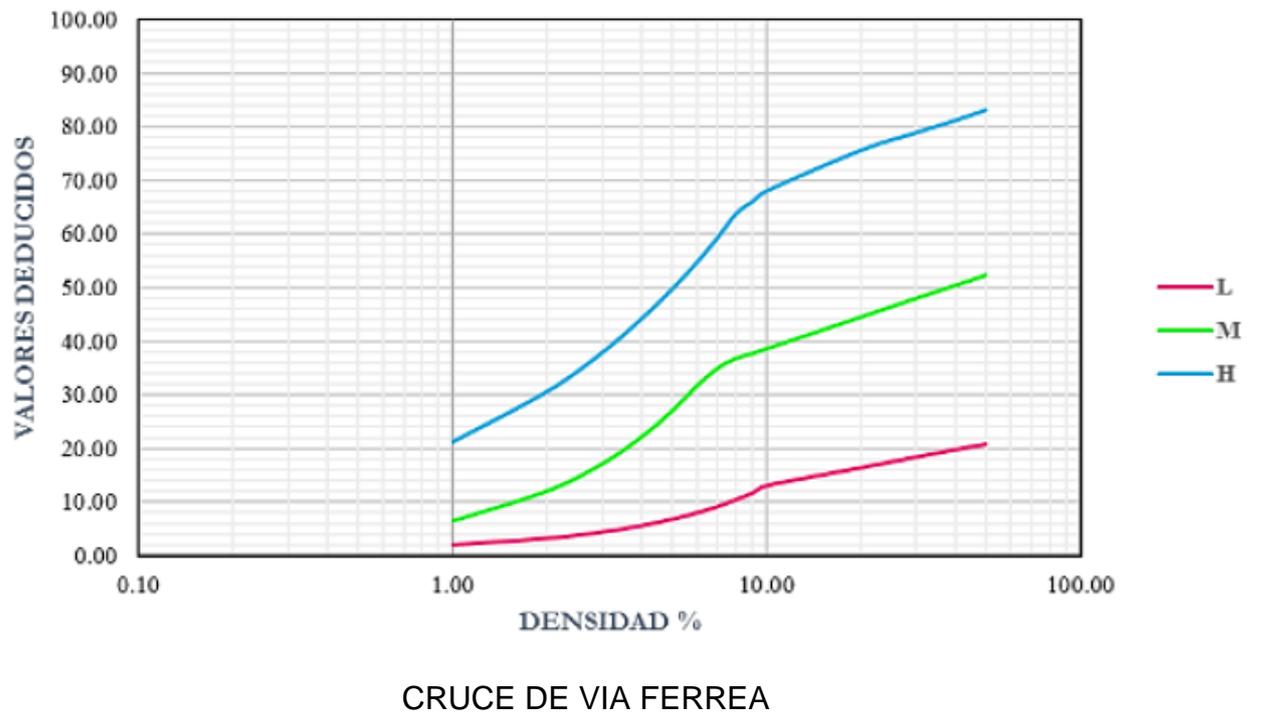
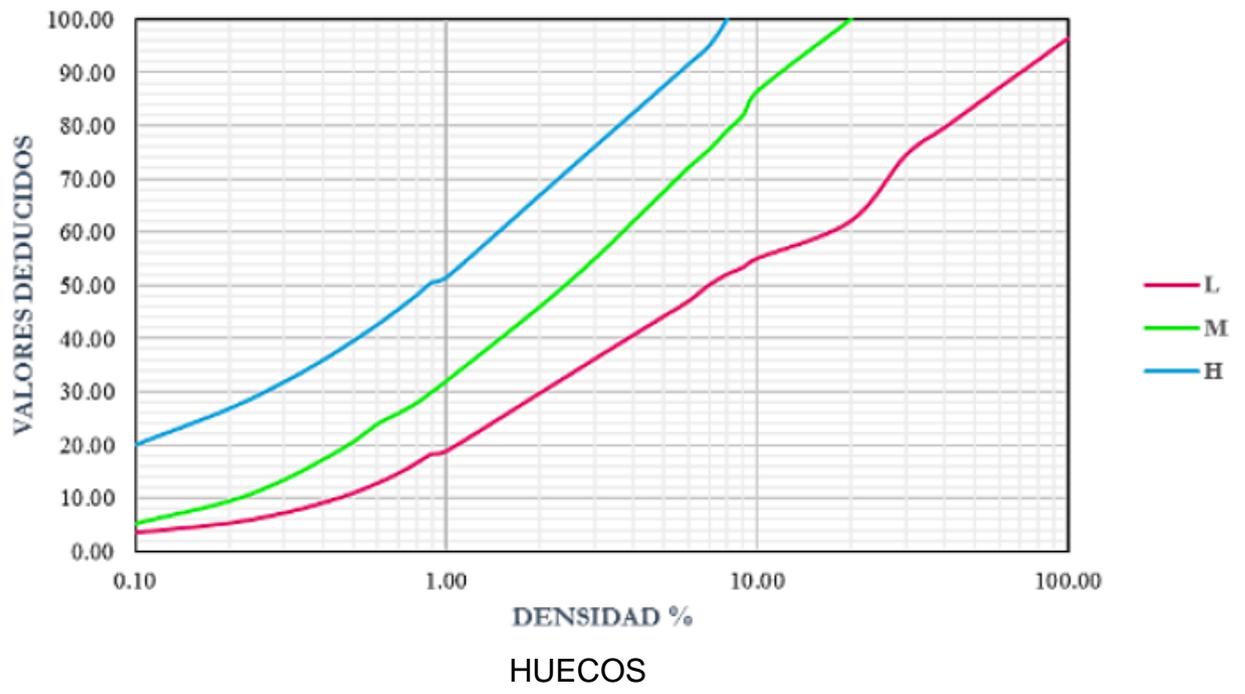
GRIETAS LONGITUDINALES

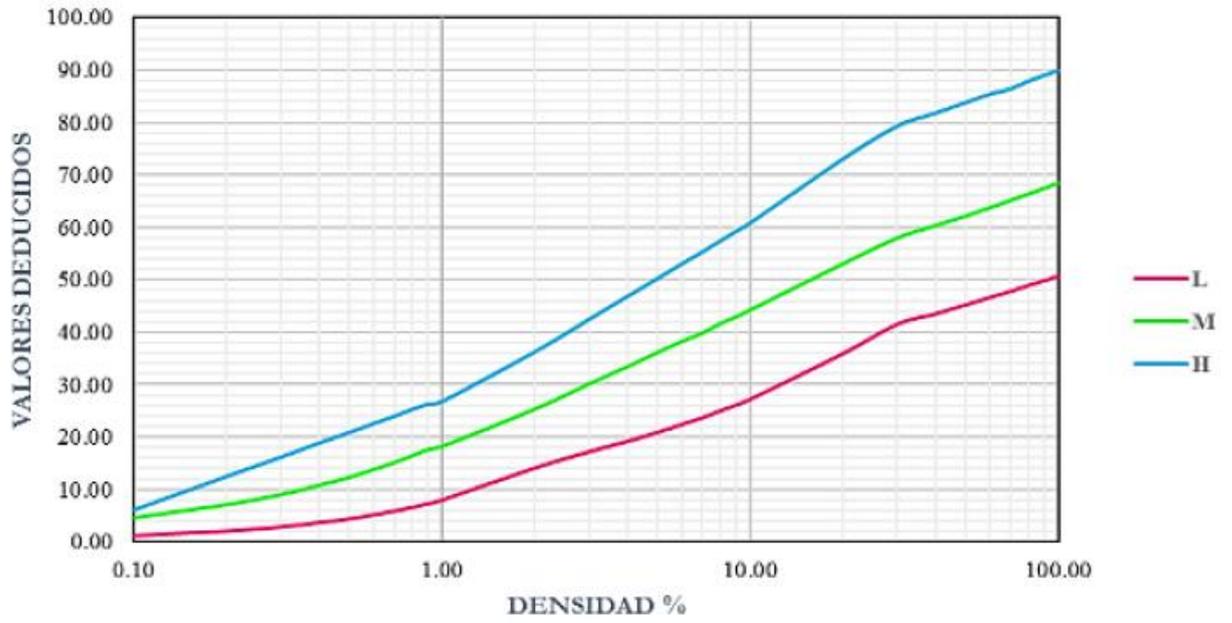


PARCHEO

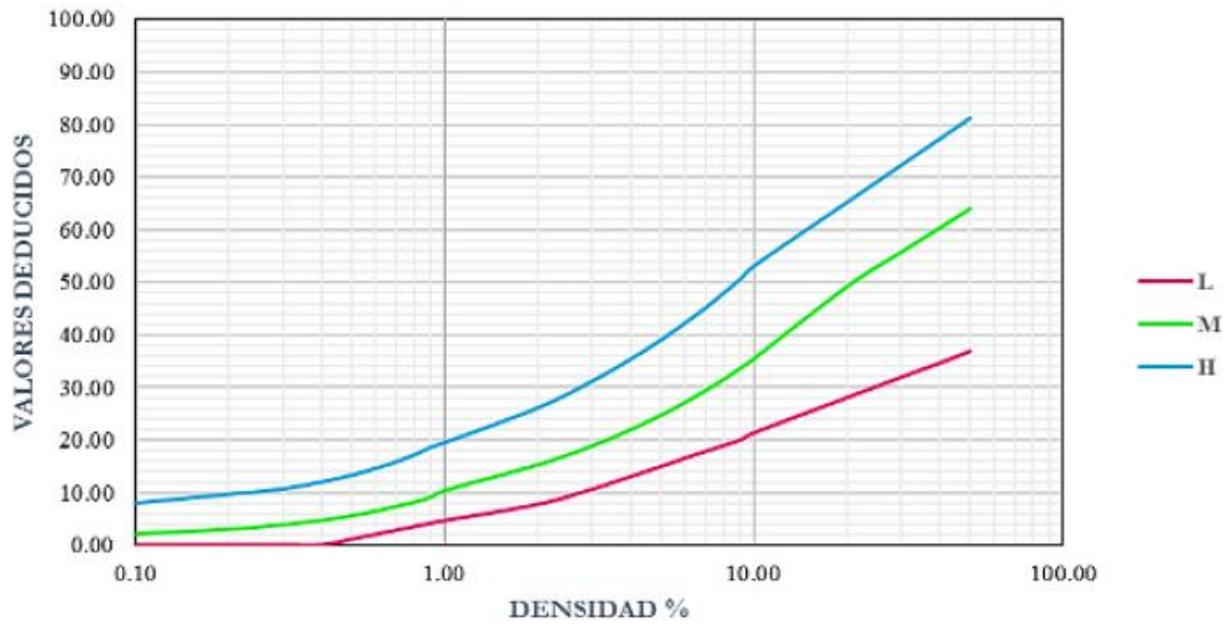


AGREGADO PULIDO

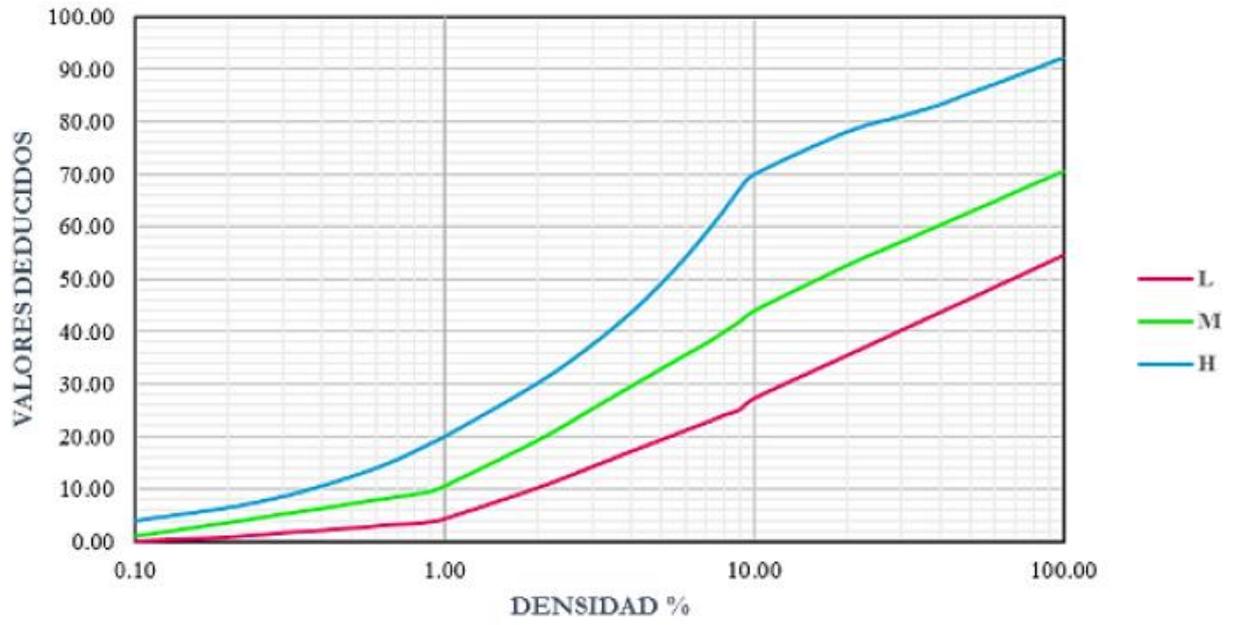




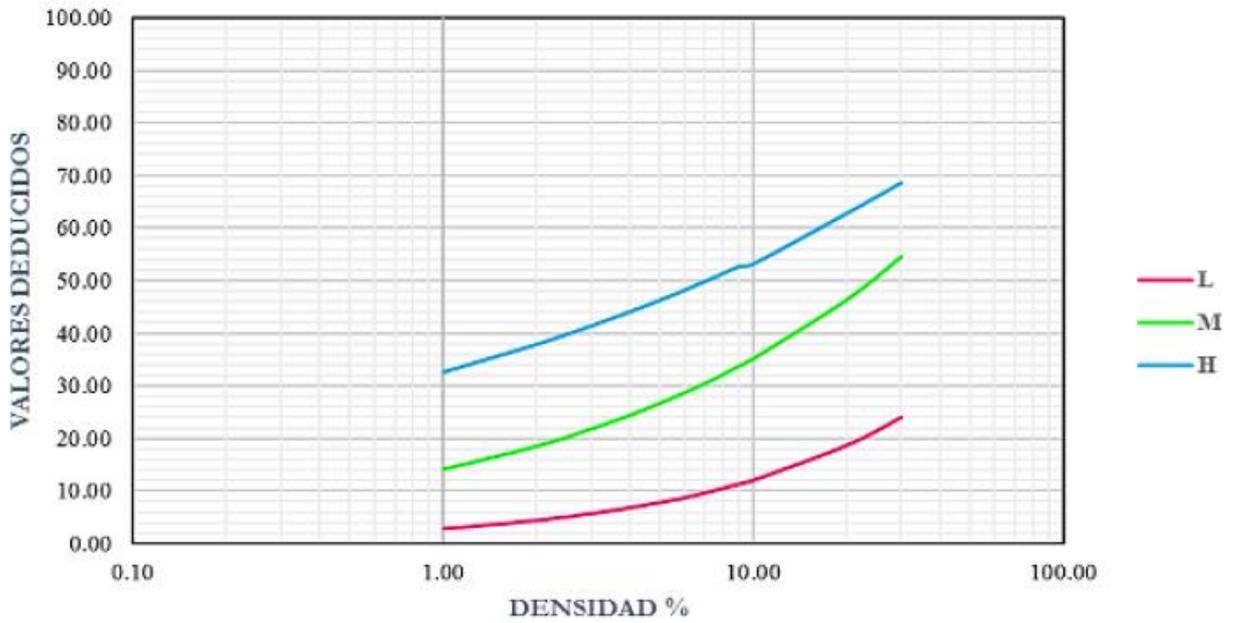
AHUELLAMIENTO



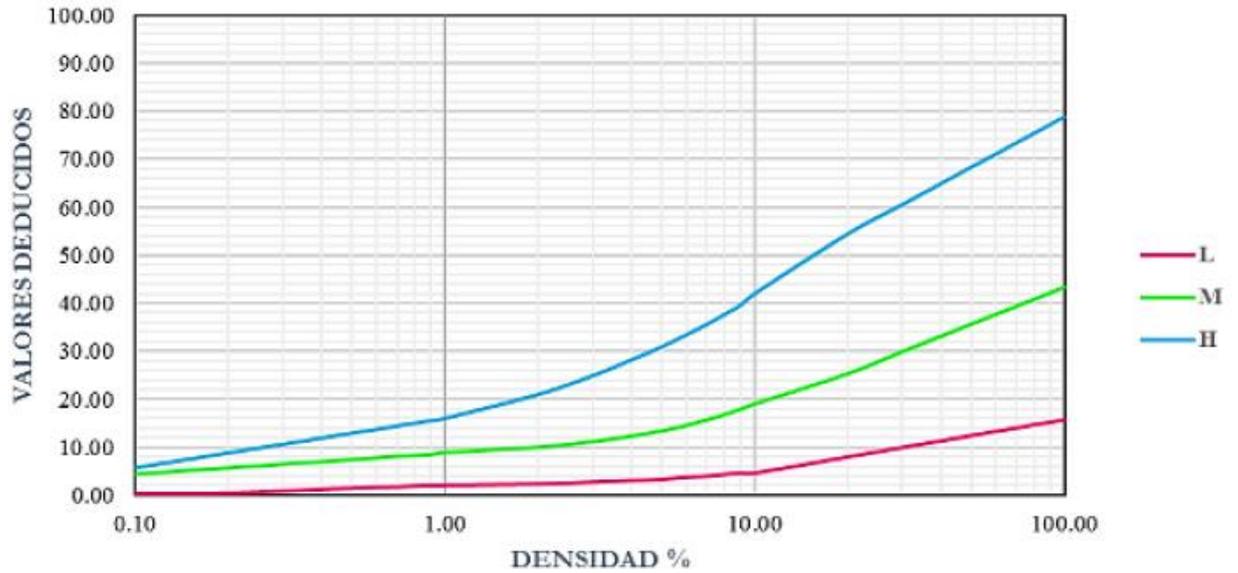
DESPLAZAMIENTO



GRIETAS PARABOLICAS

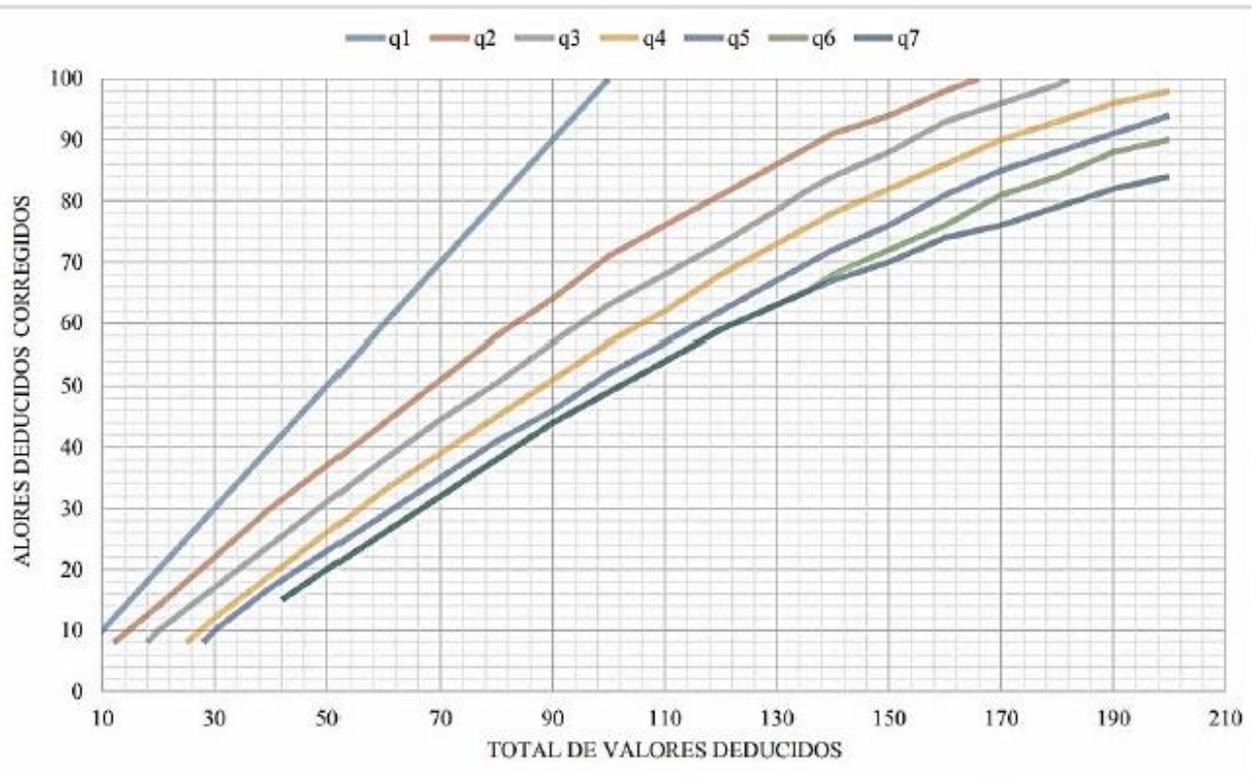


HINCHAMIENTO



METEORIZACION/ DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

Anexo 6: Abaco de valor deducido corregido



Fuente: (Asociación Americana de Ensayo de Materiales - ASTM, 2012)

ABACO PARA DETERMINAR LOS VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS CVD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.

Anexo 7: Resultados de la condición superficial de pavimento – metodología PCI
empleando VANT

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento,
Ud-01- carril derecho

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."									
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)									
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC	PROGRESIVA INICIAL:	0+000.00	ESQUEMA:					
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)	PROGRESIVA FINAL:	0+046.00						
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS	NÚMERO DE SECCIÓN :	Ud-01						
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE	ÁREA DE SECCIÓN (M2):	233.224						
FECHA:	miércoles, 21 de abril de 2021								
TIPOS DE FALLAS									
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2						
F02 Exudación	M2	F12 Pulimiento de Agregado	M2						
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2						
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea	M2						
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2						
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2						
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2						
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2						
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2						
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M								
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H			
INVENTARIO DE FALLAS									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
F13	L	0.96					0.96	0.41	7.51
F13	M	0.28					0.28	0.12	4.62
F13	H	1.41	2.84	1.2			5.45	2.34	61.19
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =						3	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		73.32
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =						61.19	TOTAL VD= Σ(VDi)		
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =						4.56			
CÁLCULO DEL PCI									
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV
	1	61.19	7.51	4.62	2.00		75.32	3.00	48.00
85-100 EXCELENTE	2	61.19	7.51	2.00	2.00		72.7	2.00	53.00
70-85 MUY BUENO	3	61.19	2.00	2.00	2.00		67.19	1.00	67.00
40-55 REGULAR	5								
25-40 POBRE	6								
10-25 MUY POBRE	7								
0-10 COLAPSADO	8								
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =							67.00		
PCI = 100 - max CDV		PCI =				33	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		33.00 POBRE

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ud-14- carril derecho

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO																			
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA																			
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																			
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."																					
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)																					
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL:	0+598.00														
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)					PROGRESIVA FINAL:	0+644.00														
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN :	Ud-14														
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2):	233.45														
FECHA:	jueves, 22 de abril de 2021																				
TIPOS DE FALLAS																					
F01 Piel de cocodrilo					M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos					M2										
F02 Exudación					M2	F12 Pulimiento de Agregado					M2										
F03 Agrietamiento en Bloque					M2	F13 Huecos					M2										
F04 Abultamientos y Hundimientos					M	F14 Cruce de Via Férrea					M2										
F05 Corrugación					M2	F15 Ahuellamiento					M2										
F06 Depresión					M2	F16 Desplazamiento					M2										
F07 Grieta de Borde					M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento					M2										
F08 Grieta de Reflexión de Junta					M	F18 Hinchamiento					M2										
F09 Desnivel Carril / Berma					M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado					M2										
F10 Grietas Longitudinales y Transversales					M																
NIVEL DE SEVERIDAD :					BAJO L						MEDIO M										ALTO H
INVENTARIO DE FALLAS																					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO							
F01	M	0.39	7.37	0.63											8.39	3.59	28.91				
F01	H	2.25	8.69												10.94	4.69	43.12				
F11	M	1.10	0.88												1.98	0.85	9.00				
F11	H	4.53													4.53	1.94	23.34				
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		4										VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		104.37							
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =		43.12										TOTAL VD= Σ(VDI)									
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		6.22																			
CÁLCULO DEL PCI																					
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV							
85-100 EXCELENTE	1	43.12	28.91	23.34	9.00	2.00	2.00								108.37	4.00	61.00				
70-85 MUY BUENO	2	43.12	28.91	23.34	2.00	2.00	2.00								101.37	3.00	64.00				
55-70 BUENO	3	43.12	28.91	2.00	2.00	2.00	2.00								80.03	2.00	58.00				
40-55 REGULAR	4	43.12	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00								53.12	1.00	53.00				
25-40 POBRE	5																				
10-25 MUY POBRE	6																				
0-10 COLAPSADO	7																				
	8																				
	9																				
	10																				
	11																				
	12																				
	13																				
	14																				
	15																				
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												64.00									
PCI = 100 - max CDV		PCI= 36										CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		36.00	POBRE						



Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ud-18- carril derecho

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO										FACULTAD DE INGENIERÍA			ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."																	
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)																	
UBICACIÓN: SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL: 0+782.00					ESQUEMA:							
CARRIL DE EVALUACIÓN: LADO DERECHO (IDA)					PROGRESIVA FINAL: 0+828.00												
NOMBRE DE VIA: AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN: Ud-18												
INSPECCIONADO POR: XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2): 274.64												
FECHA: jueves, 22 de abril de 2021																	
TIPOS DE FALLAS																	
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2														
F02 Exudación	M2	F12 Pulimiento de Agregado	M2														
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2														
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Via Férrea	M2														
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2														
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2														
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2														
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2														
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2														
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M																
NIVEL DE SEVERIDAD :		BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H										
INVENTARIO DE FALLAS																	
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO			
F10	M	45.96											45.96	16.73	19.94		
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		1										VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		19.94			
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) =		19.94										TOTAL VD= Σ(VDi)					
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		8.35															
CÁLCULO DEL PCI																	
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N*	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV			
	1	19.94	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.70			34.64	1.00	35.00		
85-100	EXCELENTE	2															
70-85	MUY BUENO	3															
55-70	BUENO	4															
40-55	REGULAR	5															
25-40	POBRE	6															
10-25	MUY POBRE	7															
0-10	COLAPSADO	8															
		9															
		10															
		11															
		12															
		13															
		14															
		15															
PCI = 100 - max CDV		PCI= 65										VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =		35.00			
												CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		65.00			
														BUENO			

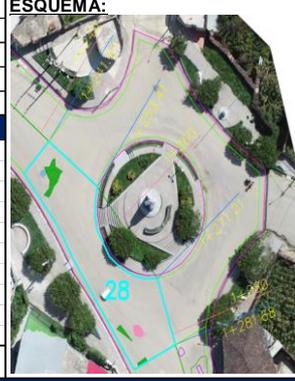
Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ud-24- carril derecho

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO											
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA											
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."													
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)													
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL:	1+057.99						
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)					PROGRESIVA FINAL:	1+103.99						
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN :	Ud-24						
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2):	257.26						
FECHA:	jueves, 22 de abril de 2021												
TIPOS DE FALLAS													
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2										
F02 Exudación	M2	F12 Pulimiento de Agregado	M2										
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2										
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea	M2										
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2										
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2										
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2										
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2										
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2										
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M												
NIVEL DE SEVERIDAD :		BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H						
INVENTARIO DE FALLAS													
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES									TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
F11	H	1.30									1.30	0.51	6.73
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		1									VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		6.73
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =		6.73									TOTAL VD= Σ(VDi)		
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		9.57											
CÁLCULO DEL PCI													
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS									TOTAL	q	CDV
85-100 EXCELENTE	1	6.73	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	22.73	1.00	23.00
70-85 MUY BUENO	2												
55-70 BUENO	3												
40-55 REGULAR	4												
25-40 POBRE	5												
10-25 MUY POBRE	6												
0-10 COLAPSADO	7												
	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												
PCI = 100 - max CDV		PCI= 77									VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =		23.00
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		77.00									MUY BUENO		



Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ud-28- carril derecho

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."															
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)															
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL:	1+241.97								
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)					PROGRESIVA FINAL:	1+281.68								
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN :	Ud-28								
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2):	306.474								
FECHA:	jueves, 22 de abril de 2021														
TIPOS DE FALLAS															
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2												
F02 Exudación	M2	F12 Pulimiento de Agregado	M2												
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2												
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Via Férrea	M2												
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2												
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2												
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2												
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2												
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2												
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M														
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H									
INVENTARIO DE FALLAS															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F01	M	2.53	2.27	1.42	1.12								7.34	2.39	25.71
F01	H	3.26											3.26	1.06	30.21
F15	M	2.35											2.35	0.77	14.93
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =												3	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		70.85
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) =												30.21	TOTAL VD= Σ(VDi)		
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =												7.41			
CÁLCULO DEL PCI															
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N*	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV	
	1	30.21	25.71	14.93	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				78.85	3.00	50.00
85-100 EXCELENTE	2	30.21	25.71	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				65.92	2.00	48.00
70-85 MUY BUENO	3	30.21	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				42.21	1.00	42.00
55-70 BUENO	4														
40-55 REGULAR	5														
25-40 POBRE	6														
10-25 MUY POBRE	7														
0-10 COLAPSADO	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												50.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI= 50										CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		REGULAR	



Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ud-31- carril derecho

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO											
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA											
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."													
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)													
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC				PROGRESIVA INICIAL:	1+373.77		ESQUEMA:					
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)				PROGRESIVA FINAL:	1+419.77							
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS				NÚMERO DE SECCIÓN :	Ud-31							
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE				ÁREA DE SECCIÓN (M2):	283.16							
FECHA:	viernes, 23 de abril de 2021												
TIPOS DE FALLAS													
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2										
F02 Exudación	M2	F12 Pulimiento de Agregado	M2										
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2										
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea	M2										
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2										
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2										
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2										
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2										
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2										
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M												
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H							
INVENTARIO DE FALLAS													
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES									TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
F04	M	3.98									3.98	1.41	13.28
F11	H	1.37									1.37	0.48	11.49
F13	H	0.33									0.33	0.12	20.67
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		3									VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		45.44
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =		20.67									TOTAL VD= Σ(VDi)		
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		8.29											
CÁLCULO DEL PCI													
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	q	CDV	
85-100 EXCELENTE	1	20.67	13.28	11.49	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	55.44	3.00	35.00	
70-85 MUY BUENO	2	20.67	19.92	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	52.59	2.00	40.00	
55-70 BUENO	3	20.67	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	34.67	1.00	35.00	
40-55 REGULAR	4												
25-40 POBRE	5												
10-25 MUY POBRE	6												
0-10 COLAPSADO	7												
	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =		40.00											
PCI = 100 - max CDV		PCI= 60									CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		60.00
													BUENO

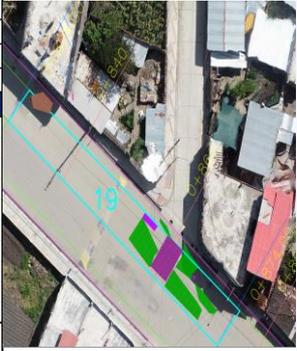
Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ud-34- carril derecho

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."															
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)															
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC				PROGRESIVA INICIAL:	1+511.77		ESQUEMA:							
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)				PROGRESIVA FINAL:	1+557.77									
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS				NÚMERO DE SECCIÓN:	Ud-34									
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE				ÁREA DE SECCIÓN (M2):	251.9									
FECHA:	viernes, 23 de abril de 2021														
TIPOS DE FALLAS															
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2												
F02 Exudación	M2	F12 Pulimiento de Agregado	M2												
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2												
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Via Férrea	M2												
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2												
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2												
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2												
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2												
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2												
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M														
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H									
INVENTARIO DE FALLAS															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F13	M	0.03											0.03	0.01	0.6
F13	H	0.25											0.25	0.10	20
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		1										VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		20.60	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) =		20										TOTAL VD= Σ(VDi)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		8.35													
CÁLCULO DEL PCI															
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV	
85-100 EXCELENTE	1	20.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	34	1.00	34.00	
70-85 MUY BUENO	2														
55-70 BUENO	3														
40-55 REGULAR	4														
25-40 POBRE	5														
10-25 MUY POBRE	6														
0-10 COLAPSADO	7														
	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												34.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI= 66										CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		66.00	BUENO

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, U1-15- carril izquierdo.

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."															
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)															
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC				PROGRESIVA INICIAL:	0+644.00		ESQUEMA: 							
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO VUELTA (VUELTA)				PROGRESIVA FINAL:	0+690.00									
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS				NÚMERO DE SECCIÓN :	U1-15									
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE				ÁREA DE SECCIÓN (M2):	239.95									
FECHA:	viernes, 23 de abril de 2021														
TIPOS DE FALLAS															
F01 Piel de cocodrilo	M2					F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2								
F02 Exudación	M2					F12 Pulimiento de Agregado	M2								
F03 Agrietamiento en Bloque	M2					F13 Huecos	M2								
F04 Abultamientos y Hundimientos	M					F14 Cruce de Vía Férrea	M2								
F05 Corrugación	M2					F15 Ahuellamiento	M2								
F06 Depresión	M2					F16 Desplazamiento	M2								
F07 Grieta de Borde	M					F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2								
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M					F18 Hinchamiento	M2								
F09 Desnivel Carril / Berma	M					F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2								
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M														
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO				M	ALTO				H			
INVENTARIO DE FALLAS															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F01	M	0.11	2.45										2.56	1.07	22.19
F01	H	11.86	8.23										20.09	8.37	56.2
F04	M	3.76											3.76	1.57	13.9
F11	M	0.25											0.25	0.10	4.00
F11	H	0.37											0.37	0.15	6.67
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =												5	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		102.96
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =												56.2	TOTAL VD= Σ(VDi)		
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =												5.02			
CÁLCULO DEL PCI															
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N*	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV	
	1	56.20	22.19	13.90	6.67	4.00							102.96	5.00	54.00
85-100 EXCELENTE	2	56.20	22.19	13.90	6.67	2.00							100.96	4.00	57.00
70-85 MUY BUENO	3	56.20	22.19	13.90	2.00	2.00							96.29	3.00	61.00
55-70 BUENO	4	56.20	22.19	2.00	2.00	2.00							84.39	2.00	60.00
40-55 REGULAR	5	56.20	2.00	2.00	2.00	2.00							64.2	1.00	64.00
25-40 POBRE	6														
10-25 MUY POBRE	7														
0-10 COLAPSADO	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =														64.00	
PCI = 100 - max CDV		PCI =										36	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		POBRE

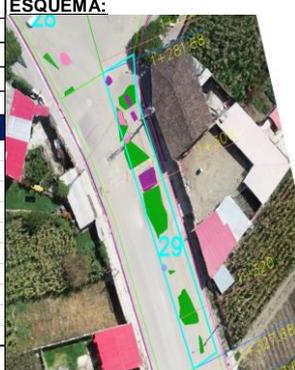
Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, U-19- carril izquierdo.

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO												
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA												
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."														
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)														
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL:	0+828.00		ESQUEMA:					
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO IZQUIERDA (VUELTA)					PROGRESIVA FINAL:	0+874.00							
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN :	U-19							
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2):	258.23							
FECHA:	viernes, 23 de abril de 2021													
TIPOS DE FALLAS														
F01 Piel de cocodrilo	M2						F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2						
F02 Exudación	M2						F12 Pulimiento de Agregado	M2						
F03 Agrietamiento en Bloque	M2						F13 Huecos	M2						
F04 Abultamientos y Hundimientos	M						F14 Cruce de Via Férrea	M2						
F05 Corrugación	M2						F15 Ahuellamiento	M2						
F06 Depresión	M2						F16 Desplazamiento	M2						
F07 Grieta de Borde	M						F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2						
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M						F18 Hinchamiento	M2						
F09 Desnivel Carril / Berma	M						F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2						
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M													
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO		L		MEDIO		M		ALTO		H			
INVENTARIO DE FALLAS														
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
F01	M	1.21	7.72									8.93	3.46	28.56
F01	H	14.33	4.6	14.97								33.90	13.13	63.04
F05	M	6.47										6.47	2.51	20.03
F11	M	0.19										0.19	0.07	2.8
F11	H	2.01	15.58									17.59	6.81	40.3
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		5										VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		154.73
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) =		63.04										TOTAL VD= Σ(VDi)		
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		4.39												
CÁLCULO DEL PCI														
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N*	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV				
	1	63.04	40.03	28.56	20.03	2.80		154.46	5.00	78.00				
85-100 EXCELENTE	2	63.04	40.03	28.56	20.03	2.00		153.66	4.00	83.00				
70-85 MUY BUENO	3	63.04	40.03	28.56	2.00	2.00		135.63	3.00	81.00				
55-70 BUENO	4	63.04	40.03	2.00	2.00	2.00		109.07	2.00	75.00				
40-55 REGULAR	5	63.04	2.00	2.00	2.00	2.00		71.04	1.00	71.00				
25-40 POBRE	6													
10-25 MUY POBRE	7													
0-10 COLAPSADO	8													
	9													
	10													
	11													
	12													
	13													
	14													
	15													
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												83.00		
PCI = 100 - max CDV		PCI= 17										CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		MUY POBRE

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, U-25- carril izquierdo.

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO											
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA											
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."													
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)													
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL:	1+103.99		ESQUEMA:				
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO IZQUIERDO (VUELTA)					PROGRESIVA FINAL:	1+149.99						
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN :	U-25						
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2):	263.11						
FECHA:	sábado, 24 de abril de 2021												
TIPOS DE FALLAS													
F01 Piel de cocodrilo	M2						F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2					
F02 Exudación	M2						F12 Pulimiento de Agregado	M2					
F03 Agrietamiento en Bloque	M2						F13 Huecos	M2					
F04 Abultamientos y Hundimientos	M						F14 Cruce de Via Férrea	M2					
F05 Corrugación	M2						F15 Ahuellamiento	M2					
F06 Depresión	M2						F16 Desplazamiento	M2					
F07 Grieta de Borde	M						F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2					
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M						F18 Hinchamiento	M2					
F09 Desnivel Carril / Berma	M						F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2					
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M												
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO					M	ALTO				
INVENTARIO DE FALLAS													
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F01	M	7.42								7.42	2.82	26.85	
F01	H	18.49								18.49	7.03	51.44	
F13	H	0.19								0.19	0.07	14	
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) = 3 VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) = 92.29													
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) = 51.44 TOTAL VD= Σ(VDi)													
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) = 5.46													
CÁLCULO DEL PCI													
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N*	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	q	CDV	
	1	51.44	26.85	14.00	2.00	2.00				96.29	3.00	61.00	
85-100 EXCELENTE	2	51.44	26.85	2.00	2.00	2.00				84.29	2.00	60	
70-85 MUY BUENO	3	51.44	2.00	2.00	2.00	2.00				59.44	1.00	59	
55-70 BUENO	4												
40-55 REGULAR	5												
25-40 POBRE	6												
10-25 MUY POBRE	7												
0-10 COLAPSADO	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) = 61.00													
PCI = 100 - max CDV		PCI= 39								CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		39.00 POBRE	

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, U-29- carril izquierdo.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
		FACULTAD DE INGENIERÍA													
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."															
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)															
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL:	1+281.68					ESQUEMA: 			
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)					PROGRESIVA FINAL:	1+327.68								
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN :	U-29								
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2):	222.51								
FECHA:	sábado, 24 de abril de 2021														
TIPOS DE FALLAS															
F01 Piel de cocodrilo					M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos								M2	
F02 Exudación					M2	F12 Pulimiento de Agregado								M2	
F03 Agrietamiento en Bloque					M2	F13 Huecos								M2	
F04 Abultamientos y Hundimientos					M	F14 Cruce de Via Férrea								M2	
F05 Corrugación					M2	F15 Ahuellamiento								M2	
F06 Depresión					M2	F16 Desplazamiento								M2	
F07 Grieta de Borde					M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento								M2	
F08 Grieta de Reflexión de Junta					M	F18 Hinchamiento								M2	
F09 Desnivel Carril / Berma					M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado								M2	
F10 Grietas Longitudinales y Transversales					M										
NIVEL DE SEVERIDAD :					BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H					
INVENTARIO DE FALLAS															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F01	M	0.33	11.66	1.18									13.17	5.92	35.12
F01	H	19.35	10.33	3.13	6.08								38.89	17.48	64.49
F11	M	1.00											1.00	0.45	6.33
F11	H	1.95	0.86	3.27	4.02								10.10	4.54	31.98
F15	M	0.71	1.95										2.66	1.20	26.78
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =					5					VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		164.70			
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) =					64.49					TOTAL VD= Σ(VDi)					
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =					4.26										
CÁLCULO DEL PCI															
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN		N*	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV				
85-100 EXCELENTE		1	64.49	35.12	31.98	26.78	6.33		164.7	5.00	84.00				
70-85 MUY BUENO		2	64.49	35.12	31.98	26.78	2.00		160.37	4.00	86				
55-70 BUENO		3	64.49	35.12	31.98	2.00	2.00		135.59	3.00	81				
40-55 REGULAR		4	64.49	35.12	2.00	2.00	2.00		105.61	2.00	84				
25-40 POBRE		5	64.49	2.00	2.00	2.00	2.00		72.49	1.00	72				
10-25 MUY POBRE		6													
0-10 COLAPSADO		7													
		8													
		9													
		10													
		11													
		12													
		13													
		14													
		15													
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =					86.00										
PCI = 100 - max CDV		PCI=	14						CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		MUY POBRE				

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, U-39- carril izquierdo

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO														
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA														
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."																
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)																
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL:	1+741.77									
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO IZQUIERDA (VUELTA)					PROGRESIVA FINAL:	1+787.77									
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN :	U-39									
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2):	257.2									
FECHA:	sábado, 24 de abril de 2021															
TIPOS DE FALLAS																
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2													
F02 Exudación	M2	F12 Pulimiento de Agregado	M2													
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2													
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea	M2													
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2													
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2													
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2													
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2													
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2													
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M															
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H										
INVENTARIO DE FALLAS																
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO		
F13	H	1.54											1.54	0.60	37.22	
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =												1	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		37.22	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =												37.22	TOTAL VD= Σ(VDi)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =												6.77				
CÁLCULO DEL PCI																
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV		
85-100	EXCELENTE	1	37.22	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00					47.22	1.00	47.00	
70-85	MUY BUENO	2														
55-70	BUENO	3														
40-55	REGULAR	4														
25-40	POBRE	5														
10-25	MUY POBRE	6														
0-10	COLAPSADO	7														
		8														
		9														
		10														
		11														
		12														
		13														
		14														
		15														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												47.00				
PCI = 100 - max CDV		PCI=	53										CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		53.00	REGULAR



Anexo 8: Resultados de la condición superficial de pavimento – metodología PCI tradicional

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ud-01- carril derecho

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO																
FACULTAD DE INGENIERÍA																
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."																
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)																
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURMAC				PROGRESIVA INICIAL:	0+000.00				ESQUEMA:						
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)				PROGRESIVA FINAL:	0+046.00										
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS				NÚMERO DE SECCIÓN :	Ud-01										
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE				ÁREA DE SECCIÓN (M2):	233.224										
FECHA:	Lunes, 26 de abril de 2021															
TIPOS DE FALLAS																
F01 Piel de cocodrilo				M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos					M2						
F02 Exudación				M2	F12 Pulimiento de Agregado					M2						
F03 Agrietamiento en Bloque				M2	F13 Huecos					M2						
F04 Abultamientos y Hundimientos				M	F14 Cruce de Via Férrea					M2						
F05 Corrugación				M2	F15 Ahuellamiento					M2						
F06 Depresión				M2	F16 Desplazamiento					M2						
F07 Grieta de Borde				M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento					M2						
F08 Grieta de Reflexión de Junta				M	F18 Hinchamiento					M2						
F09 Desnivel Carril / Berma				M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado					M2						
F10 Grietas Longitudinales y Transversales				M												
NIVEL DE SEVERIDAD :				BAJO	L					MEDIO	M			ALTO	H	
INVENTARIO DE FALLAS																
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO		
F10	M	31.46											31.46	13.49	19.00	
F13	L	0.96											0.96	0.41	7.51	
F13	M	0.28	0.06	0.12									0.46	0.20	8.89	
F13	H	1.41	2.84	1.2									5.45	2.34	61.19	
F15	H	1.30											1.30	0.56	16.22	
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =												5	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		112.81	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =												61.19	TOTAL VD= Σ(VDi)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =												4.56				
CÁLCULO DEL PCI																
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV		
85-100	1	61.19	19.00	16.22	8.89								105.3	4.00	59.00	
70-85	2	61.19	19.00	7.51	2.00								89.7	3.00	58.00	
55-70	3	61.19	19.00	2.00	2.00								84.19	2.00	61.00	
40-55	4	61.19	2.00	2.00	2.00								67.19	1.00	67.00	
25-40	5															
10-25	6															
0-10	7															
	8															
	9															
	10															
	11															
	12															
	13															
	14															
	15															
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												67.00				
PCI = 100 - max CDV		PCI =										33	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		33.00	POBRE

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ud-11- carril derecho

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."															
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)															
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC				PROGRESIVA INICIAL:	0+460.00		ESQUEMA: 							
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)				PROGRESIVA FINAL:	0+506.00									
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS				NÚMERO DE SECCIÓN :	Ud-11									
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE				ÁREA DE SECCIÓN (M2):	230.36									
FECHA:	Lunes, 26 de abril de 2021														
TIPOS DE FALLAS															
F01 Piel de cocodrilo	M2					F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2								
F02 Exudación	M2					F12 Pulimiento de Agregado	M2								
F03 Agrietamiento en Bloque	M2					F13 Huecos	M2								
F04 Abultamientos y Hundimientos	M					F14 Cruce de Vía Férrea	M2								
F05 Corrugación	M2					F15 Ahuellamiento	M2								
F06 Depresión	M2					F16 Desplazamiento	M2								
F07 Grieta de Borde	M					F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2								
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M					F18 Hinchamiento	M2								
F09 Desnivel Carril / Berma	M					F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2								
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M														
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO				M	ALTO				H			
INVENTARIO DE FALLAS															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F11	H	25.11											25.11	10.90	58.89
F11	M	2.87	3.37										6.24	2.71	14.13
F13	M	1.75											1.75	0.76	25.07
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		3										VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		98.09	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =		58.89										TOTAL VD= Σ(VDi)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		4.78													
CÁLCULO DEL PCI															
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV	
	1	58.89	25.07	14.13	2.00								100.09	3.00	63.00
85-100 EXCELENTE	2	58.89	25.07	2.00	2.00								87.96	2.00	63.00
70-85 MUY BUENO	3	58.89	2.00	2.00	2.00								64.89	1.00	65.00
55-70 BUENO	4														
40-55 REGULAR	5														
25-40 POBRE	6														
10-25 MUY POBRE	7														
0-10 COLAPSADO	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												65.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI = 35										CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		POBRE	

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ud-14- carril derecho

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."															
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)															
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC				PROGRESIVA INICIAL:	0+598.00		ESQUEMA:							
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)				PROGRESIVA FINAL:	0+644.00									
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS				NÚMERO DE SECCIÓN :	Ud-14									
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE				ÁREA DE SECCIÓN (M2):	233.45									
FECHA:	Lunes, 26 de abril de 2021														
TIPOS DE FALLAS															
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos		M2											
F02 Exudación	M2	F12 Pulimento de Agregado		M2											
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos		M2											
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea		M2											
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento		M2											
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento		M2											
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento		M2											
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento		M2											
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado		M2											
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M														
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H									
INVENTARIO DE FALLAS															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F01	M	0.39	7.37	0.63									8.39	3.59	28.91
F01	H	2.25	8.69										10.94	4.69	43.12
F10	M	8.79											8.79	3.77	6.92
F11	M	1.10	0.88										1.98	0.85	9.00
F11	H	4.53											4.53	1.94	23.34
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =												5	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		111.29
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =												43.12	TOTAL VD= Σ(VDi)		
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =												6.22			
CÁLCULO DEL PCI															
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV	
	1	43.12	28.91	23.34	9.00	6.92	2.00	0.44					113.73	5.00	60.00
85-100 EXCELENTE	2	43.12	28.91	23.34	9.00	2.00	2.00						108.37	4.00	61.00
70-85 MUY BUENO	3	43.12	28.91	23.34	2.00	2.00	2.00						101.37	3.00	64.00
55-70 BUENO	4	43.12	28.91	2.00	2.00	2.00	2.00						80.03	2.00	58.00
40-55 REGULAR	5	43.12	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00						53.12	1.00	53.00
25-40 POBRE	6														
10-25 MUY POBRE	7														
0-10 COLAPSADO	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												64.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI=										36	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		POBRE

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ud-18- carril derecho

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA													
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."															
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)															
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC				PROGRESIVA INICIAL:	0+782.00									
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)				PROGRESIVA FINAL:	0+828.00									
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS				NÚMERO DE SECCIÓN :	Ud-18									
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE				ÁREA DE SECCIÓN (M2):	274.64									
FECHA:	Lunes, 26 de abril de 2021														
TIPOS DE FALLAS															
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2												
F02 Exudación	M2	F12 Pulimento de Agregado	M2												
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2												
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea	M2												
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2												
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2												
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2												
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2												
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2												
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M														
NIVEL DE SEVERIDAD :		BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H								
INVENTARIO DE FALLAS															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F10	M	45.96										45.96	16.73	19.94	
F12	M	75.88										75.88	27.63	6.83	
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		2										VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		26.77	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) =		19.94										TOTAL VD= Σ(VDi)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		8.35													
CÁLCULO DEL PCI															
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N*	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV	
1	1	19.94	6.83	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	38.77	2.00	29.00	
85-100 EXCELENTE	2	19.94	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	33.94	1.00	34.00	
70-85 MUY BUENO	3														
55-70 BUENO	4														
40-55 REGULAR	5														
25-40 POBRE	6														
10-25 MUY POBRE	7														
0-10 COLAPSADO	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												34.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI= 66										CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		66.00	
														BUENO	



Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ud-28- carril derecho

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."															
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)															
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL:	1+241.97		ESQUEMA:						
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)					PROGRESIVA FINAL:	1+281.68								
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN :	Ud-28								
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2):	306.474								
FECHA:	Martes, 27 de abril de 2021														
TIPOS DE FALLAS															
F01 Piel de cocodrilo	M2						F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2							
F02 Exudación	M2						F12 Pulimiento de Agregado	M2							
F03 Agrietamiento en Bloque	M2						F13 Huecos	M2							
F04 Abultamientos y Hundimientos	M						F14 Cruce de Via Férrea	M2							
F05 Corrugación	M2						F15 Ahuellamiento	M2							
F06 Depresión	M2						F16 Desplazamiento	M2							
F07 Grieta de Borde	M						F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2							
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M						F18 Hinchamiento	M2							
F09 Desnivel Carril / Berma	M						F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2							
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M														
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO					M	ALTO					H	
INVENTARIO DE FALLAS															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F01	M	2.53	2.27	1.42	1.12							7.34	2.39	25.71	
F01	H	3.26										3.26	1.06	30.21	
F15	M	2.35										2.35	0.77	14.93	
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =												3	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		70.85
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) =												30.21	TOTAL VD= Σ(VDI)		
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =												7.41			
CÁLCULO DEL PCI															
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV	
	1	30.21	25.71	14.93	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	78.85	3.00	50.00	
85-100 EXCELENTE	2	30.21	25.71	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	65.92	2.00	48.00	
70-85 MUY BUENO	3	30.21	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	42.21	1.00	42.00	
55-70 BUENO	4														
40-55 REGULAR	5														
25-40 POBRE	6														
10-25 MUY POBRE	7														
0-10 COLAPSADO	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												50.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI =										50	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		REGULAR

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ud-31- carril derecho

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO											
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA											
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."													
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)													
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL:	1+373.77		ESQUEMA:				
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)					PROGRESIVA FINAL:	1+419.77						
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN :	Ud-31						
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2):	283.16						
FECHA:	Miercoles, 28 de abril de 2021												
TIPOS DE FALLAS													
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos					M2						
F02 Exudación	M2	F12 Pulimiento de Agregado					M2						
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos					M2						
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea					M2						
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento					M2						
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento					M2						
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento					M2						
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento					M2						
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado					M2						
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M												
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H							
INVENTARIO DE FALLAS													
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F04	M	3.98								3.98	1.41	13.28	
F11	H	1.37								1.37	0.48	11.49	
F13	H	0.33								0.33	0.12	20.67	
F10	M	43.48	3.67							47.15	16.65	19.92	
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		4								VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		65.36	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) =		20.67								TOTAL VD= Σ(VDi)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		8.29											
CÁLCULO DEL PCI													
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N*	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	q	CDV	
	1	20.67	19.92	13.28	11.49	2.00	2.00	2.00	2.00	73.36	4.00	42.00	
85-100 EXCELENTE	2	20.67	19.92	13.28	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	63.87	3.00	41.00	
70-85 MUY BUENO	3	20.67	19.92	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	52.59	2.00	39.00	
55-70 BUENO	4	20.67	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	34.67	1.00	35.00	
40-55 REGULAR	5												
25-40 POBRE	6												
10-25 MUY POBRE	7												
0-10 COLAPSADO	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =										42.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI= 58								CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		58.00	BUENO

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ud-38- carril derecho

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO											
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA											
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."													
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)													
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC				PROGRESIVA INICIAL:	1+695.77		ESQUEMA:					
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)				PROGRESIVA FINAL:	1+741.77							
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS				NÚMERO DE SECCIÓN :	Ud-38							
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE				ÁREA DE SECCIÓN (M2):	252.56							
FECHA:	Miercoles, 28 de abril de 2021												
TIPOS DE FALLAS													
F01 Piel de cocodrilo	M2					F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2						
F02 Exudación	M2					F12 Pulimiento de Agregado	M2						
F03 Agrietamiento en Bloque	M2					F13 Huecos	M2						
F04 Abultamientos y Hundimientos	M					F14 Cruce de Via Férrea	M2						
F05 Corrugación	M2					F15 Ahuellamiento	M2						
F06 Depresión	M2					F16 Desplazamiento	M2						
F07 Grieta de Borde	M					F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2						
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M					F18 Hinchamiento	M2						
F09 Desnivel Carril / Berma	M					F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2						
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M												
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H							
INVENTARIO DE FALLAS													
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F03	M	1.74								1.74	0.69	1.31	
F10	M	15.96								15.96	6.32	12.05	
F13	H	0.63								0.63	0.25	25.17	
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		2								VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =	38.53		
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =		25.17								TOTAL VD= Σ(VDi)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		7.87											
CÁLCULO DEL PCI													
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	q	CDV	
1	1	25.17	12.05	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	47.22	2.00	36.00	
85-100 EXCELENTE	2	25.17	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		37.17	1.00	37.00	
70-85 MUY BUENO	3												
55-70 BUENO	4												
40-55 REGULAR	5												
25-40 POBRE	6												
10-25 MUY POBRE	7												
0-10 COLAPSADO	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =										37.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI= 63								CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		63.00	BUENO

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, U1-02- carril izquierdo

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."															
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)															
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC										PROGRESIVA INICIAL:	0+046.00			ESQUEMA: 
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO IZQUIERDA (VUELTA)										PROGRESIVA FINAL:	0+092.00			
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS										NÚMERO DE SECCIÓN :	U1-02			
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE										AREA DE SECCIÓN (M2):	238.47			
FECHA:	miércoles, 28 de abril de 2021														
TIPOS DE FALLAS															
F01 Piel de cocodrilo		M2		F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos		M2									
F02 Exudación		M2		F12 Pulimiento de Agregado		M2									
F03 Agrietamiento en Bloque		M2		F13 Huecos		M2									
F04 Abultamientos y Hundimientos		M		F14 Cruce de Vía Férrea		M2									
F05 Corrugación		M2		F15 Ahuellamiento		M2									
F06 Depresión		M2		F16 Desplazamiento		M2									
F07 Grieta de Borde		M		F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento		M2									
F08 Grieta de Reflexión de Junta		M		F18 Hinchamiento		M2									
F09 Desnivel Carril / Berma		M		F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado		M2									
F10 Grietas Longitudinales y Transversales		M													
NIVEL DE SEVERIDAD :		BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H								
INVENTARIO DE FALLAS															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F10	M	5.96											5.96	2.50	3.00
F11	H	0.64											0.64	0.27	8.46
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		2										VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		11.46	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =		8.46										TOTAL VD= Σ(VDi)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		9.41													
CÁLCULO DEL PCI															
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV	
85-100 EXCELENTE	1	8.46	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	25.46	2.00	19.00
70-85 MUY BUENO	2	8.46	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	24.46	1.00	24.00
55-70 BUENO	3														
40-55 REGULAR	4														
25-40 POBRE	5														
10-25 MUY POBRE	6														
0-10 COLAPSADO	7														
	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												24.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI = 76										CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		76.00	MUY BUENO

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ui-05- carril izquierdo

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."															
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)															
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC	PROGRESIVA INICIAL:	0+184.00	ESQUEMA: 											
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO IZQUIERDO (VUELTA)	PROGRESIVA FINAL:	0+230.00												
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS	NÚMERO DE SECCIÓN :	Ui-05												
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE	ÁREA DE SECCIÓN (M2):	248.37												
FECHA:	miércoles, 28 de abril de 2021														
TIPOS DE FALLAS															
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2												
F02 Exudación	M2	F12 Pulimento de Agregado	M2												
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2												
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea	M2												
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2												
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2												
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2												
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2												
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2												
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M														
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H									
INVENTARIO DE FALLAS															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F12	M	81.64											81.64	32.87	8.57
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		1										VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		8.57	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =		8.57										TOTAL VD= Σ(VDi)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		9.40													
CÁLCULO DEL PCI															
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV	
85-100 EXCELENTE	1	8.57	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	24.57	1.00	25.00	
70-85 MUY BUENO	2														
55-70 BUENO	3														
40-55 REGULAR	4														
25-40 POBRE	5														
10-25 MUY POBRE	6														
0-10 COLAPSADO	7														
	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
PCI = 100 - max CDV		PCI= 75										VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =		25.00	
												CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		75.00	MUY BUENO

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, U1-12- carril izquierdo

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO										FACULTAD DE INGENIERÍA			ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."																	
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)																	
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL:	0+506.00					ESQUEMA: 					
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO IZQUIERDA (VUELTA)					PROGRESIVA FINAL:	0+552.00										
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN :	U1-12										
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2):	240.08										
FECHA:	jueves, 29 de abril de 2021																
TIPOS DE FALLAS																	
F01 Piel de cocodrilo	M2						F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2									
F02 Exudación	M2						F12 Pulimento de Agregado	M2									
F03 Agrietamiento en Bloque	M2						F13 Huecos	M2									
F04 Abultamientos y Hundimientos	M						F14 Cruce de Vía Férrea	M2									
F05 Corrugación	M2						F15 Ahuellamiento	M2									
F06 Depresión	M2						F16 Desplazamiento	M2									
F07 Grieta de Borde	M						F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2									
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M						F18 Hinchamiento	M2									
F09 Desnivel Carril / Berma	M						F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2									
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M																
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO		L		MEDIO		M		ALTO		H						
INVENTARIO DE FALLAS																	
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO			
F01	L	0.23	0.47										0.70	0.29	3.69		
F01	M	0.64	0.81										1.45	0.60	14.89		
F10	M	2.95											2.95	1.23	2.41		
F11	M	1.72	0.54	1.03									3.29	1.37	10.9		
F11	H	5.61	2.44	2.86									10.91	4.54	31.37		
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =												5		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		63.26	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDI) =												31.37		TOTAL VD= Σ(VDI)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =												7.30					
CÁLCULO DEL PCI																	
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV			
85-100 EXCELENTE	1	31.37	14.89	10.90	3.69	2.41	2.00	2.00					67.26	5.00	34.00		
70-85 MUY BUENO	2	31.37	14.89	10.90	3.69	2.00	2.00	2.00					66.85	4.00	38.00		
55-70 BUENO	3	31.37	14.89	10.90	2.00	2.00	2.00	2.00					65.16	3.00	41.00		
40-55 REGULAR	4	31.37	14.89	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00					56.26	2.00	42.00		
25-40 POBRE	5	31.37	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00					43.37	1.00	43.00		
10-25 MUY POBRE	6																
0-10 COLAPSADO	7																
	8																
	9																
	10																
	11																
	12																
	13																
	14																
	15																
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												43.00					
PCI = 100 - max CDV		PCI=		57		CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		57.00		BUENO							

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, Ui-15- carril izquierdo

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
		FACULTAD DE INGENIERÍA													
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."															
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)															
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC				PROGRESIVA INICIAL:	0+644.00		ESQUEMA:							
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO VUELTA (VUELTA)				PROGRESIVA FINAL:	0+690.00									
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS				NÚMERO DE SECCIÓN :	Ui-15									
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE				AREA DE SECCIÓN (M2):	239.95									
FECHA:	jueves, 29 de abril de 2021														
TIPOS DE FALLAS															
F01 Piel de cocodrilo	M2					F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2								
F02 Exudación	M2					F12 Pulimiento de Agregado	M2								
F03 Agrietamiento en Bloque	M2					F13 Huecos	M2								
F04 Abultamientos y Hundimientos	M					F14 Cruce de Vía Férrea	M2								
F05 Corrugación	M2					F15 Ahuellamiento	M2								
F06 Depresión	M2					F16 Desplazamiento	M2								
F07 Grieta de Borde	M					F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2								
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M					F18 Hinchamiento	M2								
F09 Desnivel Carril / Berma	M					F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2								
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M														
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L					MEDIO	M							
ALTO H															
INVENTARIO DE FALLAS															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F01	M	0.11	2.45									2.56	1.07	22.19	
F01	H	11.86	8.23									20.09	8.37	56.2	
F04	M	3.76										3.76	1.57	13.9	
F11	M	0.25										0.25	0.10	4.00	
F11	H	0.37										0.37	0.15	6.67	
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =												5	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		102.96
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =												56.2	TOTAL VD= Σ(VDi)		
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =												5.02			
CÁLCULO DEL PCI															
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N*	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	q	CDV				
	1	56.20	22.19	13.90	6.67	4.00			102.96	5.00	54.00				
85-100 EXCELENTE	2	56.20	22.19	13.90	6.67	2.00			100.96	4.00	57.00				
70-85 MUY BUENO	3	56.20	22.19	13.90	2.00	2.00			96.29	3.00	61.00				
55-70 BUENO	4	56.20	22.19	2.00	2.00	2.00			84.39	2.00	60.00				
40-55 REGULAR	5	56.20	2.00	2.00	2.00	2.00			64.2	1.00	64.00				
25-40 POBRE	6														
10-25 MUY POBRE	7														
0-10 COLAPSADO	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												64.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI =										36	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		POBRE

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, U-19- carril izquierdo

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO												
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA												
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."														
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)														
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL:	0+828.00							
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO IZQUIERDA (VUELTA)					PROGRESIVA FINAL:	0+874.00							
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN :	U-19							
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2):	258.23							
FECHA:	jueves, 29 de abril de 2021													
TIPOS DE FALLAS														
F01 Piel de cocodrilo	M2					F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2							
F02 Exudación	M2					F12 Pulimiento de Agregado	M2							
F03 Agrietamiento en Bloque	M2					F13 Huecos	M2							
F04 Abultamientos y Hundimientos	M					F14 Cruce de Via Férrea	M2							
F05 Corrugación	M2					F15 Ahuellamiento	M2							
F06 Depresión	M2					F16 Desplazamiento	M2							
F07 Grieta de Borde	M					F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2							
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M					F18 Hinchamiento	M2							
F09 Desnivel Carril / Berma	M					F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2							
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M													
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO				M	ALTO				H		
INVENTARIO DE FALLAS														
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
F01	M	1.21	7.72									8.93	3.46	28.56
F01	H	14.33	4.6	14.97								33.90	13.13	63.04
F05	M	6.47										6.47	2.51	20.03
F11	M	0.19										0.19	0.07	2.8
F11	H	2.01	15.58									17.59	6.81	40.3
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		5										VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		154.73
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) =		63.04										TOTAL VD= Σ(VDi)		
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		4.39												
CÁLCULO DEL PCI														
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N*	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV					
	1	63.04	40.03	28.56	20.03	2.80								
85-100 EXCELENTE	2	63.04	40.03	28.56	20.03	2.00	154.46	5.00	78.00					
70-85 MUY BUENO	3	63.04	40.03	28.56	2.00	2.00	153.66	4.00	83.00					
55-70 BUENO	4	63.04	40.03	2.00	2.00	2.00	135.63	3.00	81.00					
40-55 REGULAR	5	63.04	2.00	2.00	2.00	2.00	109.07	2.00	75.00					
25-40 POBRE	6						71.04	1.00	71.00					
10-25 MUY POBRE	7													
0-10 COLAPSADO	8													
	9													
	10													
	11													
	12													
	13													
	14													
	15													
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												83.00		
PCI = 100 - max CDV		PCI= 17										CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		MUY POBRE



Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, U-22- carril izquierdo

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."															
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)															
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC				PROGRESIVA INICIAL:	0+966.00		ESQUEMA:							
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)				PROGRESIVA FINAL:	1+012.00									
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS				NÚMERO DE SECCIÓN :	U-22									
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE				ÁREA DE SECCIÓN (M2):	260.001									
FECHA:	Viernes, 30 de abril de 2021														
TIPOS DE FALLAS															
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2												
F02 Exudación	M2	F12 Pulimento de Agregado	M2												
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2												
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea	M2												
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2												
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2												
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2												
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2												
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2												
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M														
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H									
INVENTARIO DE FALLAS															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F12	M	46.45											46.45	17.87	4.99
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		1										VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		4.99	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) =		4.99										TOTAL VD= Σ(VDi)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		9.73													
CÁLCULO DEL PCI															
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV	
85-100 EXCELENTE	1	4.99	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	20.99	1.00	21.00	
70-85 MUY BUENO	2														
55-70 BUENO	3														
40-55 REGULAR	4														
25-40 POBRE	5														
10-25 MUY POBRE	6														
0-10 COLAPSADO	7														
	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												21.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI = 79										CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		79.00	MUY BUENO

Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, U-25- carril izquierdo

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO											
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA											
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."													
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)													
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL:	1+103.99						
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO IZQUIERDO (VUELTA)					PROGRESIVA FINAL:	1+149.99						
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN :	U-25						
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2):	263.11						
FECHA:	Viernes, 30 de abril de 2021												
TIPOS DE FALLAS													
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2										
F02 Exudación	M2	F12 Pulimento de Agregado	M2										
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2										
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea	M2										
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2										
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2										
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2										
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2										
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2										
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M												
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H							
INVENTARIO DE FALLAS													
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F01	M	7.42								7.42	2.82	26.85	
F01	H	18.49								18.49	7.03	51.44	
F13	H	0.19								0.19	0.07	14	
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		3								VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		92.29	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) =		51.44								TOTAL VD= Σ(VDi)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		5.46											
CÁLCULO DEL PCI													
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	q	CDV	
	1	51.44	26.85	14.00	2.00	2.00				96.29	3.00	61.00	
85-100 EXCELENTE	2	51.44	26.85	2.00	2.00	2.00				84.29	2.00	60.00	
70-85 MUY BUENO	3	51.44	2.00	2.00	2.00	2.00				59.44	1.00	59.00	
55-70 BUENO	4												
40-55 REGULAR	5												
25-40 POBRE	6												
10-25 MUY POBRE	7												
0-10 COLAPSADO	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =										61.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI= 39								CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		39.00	POBRE



Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, U-29- carril izquierdo

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO														
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA														
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."																
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)																
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC					PROGRESIVA INICIAL:	1+281.68									
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO DERECHO (IDA)					PROGRESIVA FINAL:	1+327.68									
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS					NÚMERO DE SECCIÓN :	U-29									
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE					ÁREA DE SECCIÓN (M2):	222.51									
FECHA:	Viernes, 30 de abril de 2021															
TIPOS DE FALLAS																
F01 Piel de cocodrilo	M2						F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2								
F02 Exudación	M2						F12 Pulimento de Agregado	M2								
F03 Agrietamiento en Bloque	M2						F13 Huecos	M2								
F04 Abultamientos y Hundimientos	M						F14 Cruce de Vía Férrea	M2								
F05 Corrugación	M2						F15 Ahuellamiento	M2								
F06 Depresión	M2						F16 Desplazamiento	M2								
F07 Grieta de Borde	M						F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2								
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M						F18 Hinchamiento	M2								
F09 Desnivel Carril / Berma	M						F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2								
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M															
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO					M	ALTO					H		
INVENTARIO DE FALLAS																
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO		
F01	M	0.33	11.66	1.18									13.17	5.92	35.12	
F01	H	19.35	10.33	3.13	6.08								38.89	17.48	64.49	
F11	M	1.00											1.00	0.45	6.33	
F11	H	1.95	0.86	3.27	4.02								10.10	4.54	31.98	
F15	M	0.71	1.95										2.66	1.20	26.78	
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =												5	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		164.70	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) =												64.49	TOTAL VD= Σ(VDI)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =												4.26				
CÁLCULO DEL PCI												TOTAL	q	CDV		
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN		N*	VALORES DEDUCIDOS													
85-100 EXCELENTE		1	64.49	35.12	31.98	26.78	6.33						164.7	5.00	84.00	
70-85 MUY BUENO		2	64.49	35.12	31.98	26.78	2.00						160.37	4.00	86.00	
55-70 BUENO		3	64.49	35.12	31.98	2.00	2.00						135.59	3.00	81.00	
40-55 REGULAR		4	64.49	35.12	2.00	2.00	2.00						105.61	2.00	74.00	
25-40 POBRE		5	64.49	2.00	2.00	2.00	2.00						72.49	1.00	72.00	
10-25 MUY POBRE		6														
0-10 COLAPSADO		7														
		8														
		9														
		10														
		11														
		12														
		13														
		14														
		15														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												86.00				
PCI = 100 - max CDV		PCI=	14										CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		14.00	MUY POBRE



Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, U-35- carril izquierdo

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA													
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."															
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)															
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC				PROGRESIVA INICIAL:	1+557.77									
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO IZQUIERDA (VUELTA)				PROGRESIVA FINAL:	1+603.77									
NOMBRE DE VÍA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS				NÚMERO DE SECCIÓN :	Ud-35									
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE				ÁREA DE SECCIÓN (M2):	250.07									
FECHA:	Viernes, 30 de abril de 2021														
TIPOS DE FALLAS															
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	M2												
F02 Exudación	M2	F12 Pulimento de Agregado	M2												
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2												
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea	M2												
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2												
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2												
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2												
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2												
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2												
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M														
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H									
INVENTARIO DE FALLAS															
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F12	M	135.52											135.52	54.19	11.85
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		1										VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		11.85	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDV) =		11.85										TOTAL VD= Σ(VDi)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		9.10													
CÁLCULO DEL PCI															
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV	
85-100 EXCELENTE	1	11.85	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	27.85	1.00	28.00
70-85 MUY BUENO	2														
55-70 BUENO	3														
40-55 REGULAR	4														
25-40 POBRE	5														
10-25 MUY POBRE	6														
0-10 COLAPSADO	7														
	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =												28.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI= 72										CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		72.00	MUY BUENO



Recolección de datos, y determinación de la condición superficial del pavimento, U-39- carril izquierdo

UCV		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				FACULTAD DE INGENIERÍA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."													
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)													
UBICACIÓN:	SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS - APURIMAC			PROGRESIVA INICIAL:	1+741.77		ESQUEMA:						
CARRIL DE EVALUACIÓN:	LADO IZQUIERDA (VUELTA)			PROGRESIVA FINAL:	1+787.77								
NOMBRE DE VIA:	AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS			NÚMERO DE SECCIÓN :	U-39								
INSPECCIONADO POR:	XAVIER RONY QUISPE MAUCAYLLE			ÁREA DE SECCIÓN (M2):	257.2								
FECHA:	Viernes, 30 de abril de 2021												
TIPOS DE FALLAS													
F01 Piel de cocodrilo	M2	F11 Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	M2										
F02 Exudación	M2	F12 Pulimento de Agregado	M2										
F03 Agrietamiento en Bloque	M2	F13 Huecos	M2										
F04 Abultamientos y Hundimientos	M	F14 Cruce de Vía Férrea	M2										
F05 Corrugación	M2	F15 Ahuellamiento	M2										
F06 Depresión	M2	F16 Desplazamiento	M2										
F07 Grieta de Borde	M	F17 Grietas Parabólicas o por Deslizamiento	M2										
F08 Grieta de Reflexión de Junta	M	F18 Hinchamiento	M2										
F09 Desnivel Carril / Berma	M	F19 Meteorización Desprendimiento de Agregado	M2										
F10 Grietas Longitudinales y Transversales	M												
NIVEL DE SEVERIDAD :	BAJO	L	MEDIO	M	ALTO	H							
INVENTARIO DE FALLAS													
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
F10	M	29.20								29.20	11.35	18.36	
F13	H	1.54								1.54	0.60	37.22	
NÚMERO DE DEDUCIDOS MAYORES A 2 (q) =		2								VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (total VD) =		55.58	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDVI) =		37.22								TOTAL VD= Σ(VDI)			
NUMERO ADMISIBLE DE DEDUCIDOS (mi) =		6.77											
CÁLCULO DEL PCI													
RANGO DE PCI / CLASIFICACIÓN	N°	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	q	CDV	
85-100 EXCELENTE	1	37.22	18.36	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	63.58	2.00	47.00	
70-85 MUY BUENO	2	37.22	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	47.22	1.00	47.00	
55-70 BUENO	3												
40-55 REGULAR	4												
25-40 POBRE	5												
10-25 MUY POBRE	6												
0-10 COLAPSADO	7												
	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (max CDV) =										47.00			
PCI = 100 - max CDV		PCI= 53								CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		53.00	REGULAR

Anexo 9: Validación de resultados obtenidos

**RESULTADOS CONDICIÓN SUPERFICIAL - METODOLOGÍA PCI
EMPLEANDO VANT**

Título de investigación: "Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."
Apellidos y nombres de investigador: Xavier Rony Quispe Maucaylle

CARRIL	SECCION	ABCISA		AREA (m2)	PCI	GRADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
		INICIAL	FINAL			
DERECHO	Ud-01	0+000.00	0+046.00	233.224	33.00	POBRE
DERECHO	Ud-04	0+138.00	0+184.00	232.691	78.00	MUY BUENO
DERECHO	Ud-08	0+322.00	0+368.00	231.590	59.00	BUENO
DERECHO	Ud-11	0+460.00	0+506.00	230.360	35.00	POBRE
DERECHO	Ud-14	0+598.00	0+644.00	233.450	36.00	POBRE
DERECHO	Ud-18	0+782.00	0+828.00	274.640	65.00	BUENO
DERECHO	Ud-21	0+920.00	0+966.00	270.980	62.00	BUENO
DERECHO	Ud-24	1+057.99	1+103.99	257.260	77.00	MUY BUENO
DERECHO	Ud-28	1+241.97	1+281.68	306.474	50.00	REGULAR
DERECHO	Ud-31	1+373.77	1+419.77	283.160	60.00	BUENO
DERECHO	Ud-34	1+511.77	1+557.77	251.900	66.00	BUENO
DERECHO	Ud-38	1+695.77	1+741.77	252.560	63.00	BUENO
IZQUIERDO	Ui-02	0+046.00	0+092.00	238.470	76.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-05	0+184.00	0+230.00	248.370	79.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-09	0+368.00	0+414.00	250.570	43.00	REGULAR
IZQUIERDO	Ui-12	0+506.00	0+552.00	240.080	49.00	BUENO
IZQUIERDO	Ui-15	0+644.00	0+690.00	239.950	36.00	POBRE
IZQUIERDO	Ui-19	0+828.00	0+874.00	258.230	17.00	MUY POBRE
IZQUIERDO	Ui-22	0+966.00	1+012.00	260.010	79.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-25	1+103.99	1+149.99	263.110	39.00	POBRE
IZQUIERDO	Ui-29	1+281.68	1+327.68	222.510	14.00	MUY POBRE
IZQUIERDO	Ui-32	1+419.77	1+465.77	286.100	75.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-35	1+557.77	1+603.77	250.070	75.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-38	1+741.77	1+787.77	257.200	53.00	REGULAR
PROMEDIO PCI					55.00	REGULAR



 MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 141682

RESULTADOS CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - METODOLOGÍA TRADICIONAL

Título de investigación: "Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."

Apellidos y nombres de investigador: Xavier Rony Quispe Maucaylle

CARRIL	SECCION	ABCISA		AREA (m2)	PCI	GRADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
		INICIAL	FINAL			
DERECHO	Ud-01	0+000.00	0+046.00	233.224	33.00	POBRE
DERECHO	Ud-04	0+138.00	0+184.00	232.691	67.00	BUENO
DERECHO	Ud-08	0+322.00	0+368.00	231.590	60.00	BUENO
DERECHO	Ud-11	0+460.00	0+506.00	230.360	35.00	POBRE
DERECHO	Ud-14	0+598.00	0+644.00	233.450	36.00	POBRE
DERECHO	Ud-18	0+782.00	0+828.00	274.640	66.00	BUENO
DERECHO	Ud-21	0+920.00	0+966.00	270.980	63.00	BUENO
DERECHO	Ud-24	1+057.99	1+103.99	257.260	68.00	BUENO
DERECHO	Ud-28	1+241.97	1+281.68	306.474	50.00	REGULAR
DERECHO	Ud-31	1+373.77	1+419.77	283.160	58.00	BUENO
DERECHO	Ud-34	1+511.77	1+557.77	251.900	65.00	BUENO
DERECHO	Ud-38	1+695.77	1+741.77	252.560	63.00	BUENO
IZQUIERDO	Ui-02	0+046.00	0+092.00	238.470	76.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-05	0+184.00	0+230.00	248.370	75.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-09	0+368.00	0+414.00	250.570	43.00	REGULAR
IZQUIERDO	Ui-12	0+506.00	0+552.00	240.080	57.00	BUENO
IZQUIERDO	Ui-15	0+644.00	0+690.00	239.950	36.00	POBRE
IZQUIERDO	Ui-19	0+828.00	0+874.00	258.230	17.00	MUY POBRE
IZQUIERDO	Ui-22	0+966.00	1+012.00	260.010	79.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-25	1+103.99	1+149.99	263.110	39.00	POBRE
IZQUIERDO	Ui-29	1+281.68	1+327.68	222.510	14.00	MUY POBRE
IZQUIERDO	Ui-32	1+419.77	1+465.77	286.100	67.00	BUENO
IZQUIERDO	Ui-35	1+557.77	1+603.77	250.070	72.00	MUY BUENO
IZQUIERDO	Ui-38	1+741.77	1+787.77	257.200	53.00	REGULAR
PROMEDIO PCI					54.00	REGULAR



 MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 141682

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL CON AMBAS METODOLOGÍAS

Título de investigación: "Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."

Apellidos y nombres de investigador: Xavier Rony Quispe Maucaylle

CARRIL	SECCIÓN	ABCISA		AREA (m ²)	PCI empleando VANT		PCI -Tradicional		Diferencia
		INICIAL	FINAL		PCI	CONDICIÓN	PCI	CONDICIÓN	
DERECHO	Ud-01	0+000.00	0+046.00	233.224	33	POBRE	33	POBRE	0
DERECHO	Ud-04	0+138.00	0+184.00	232.691	78	MUY BUENO	67	BUENO	-11
DERECHO	Ud-08	0+322.00	0+368.00	231.590	59	BUENO	60	BUENO	1
DERECHO	Ud-11	0+460.00	0+506.00	230.360	35	POBRE	35	POBRE	0
DERECHO	Ud-14	0+598.00	0+644.00	233.450	36	POBRE	36	POBRE	0
DERECHO	Ud-18	0+782.00	0+828.00	274.640	65	BUENO	66	BUENO	1
DERECHO	Ud-21	0+920.00	0+966.00	270.980	62	BUENO	63	BUENO	1
DERECHO	Ud-24	1+057.99	1+103.99	257.260	77	MUY BUENO	68	BUENO	-9
DERECHO	Ud-28	1+241.97	1+281.68	306.474	50	REGULAR	50	REGULAR	0
DERECHO	Ud-31	1+373.77	1+419.77	283.160	60	BUENO	58	BUENO	-2
DERECHO	Ud-34	1+511.77	1+557.77	251.900	66	BUENO	65	BUENO	-1
DERECHO	Ud-38	1+695.77	1+741.77	252.560	63	BUENO	63	BUENO	0
IZQUIERDC	Ui-02	0+046.00	0+092.00	238.470	76	MUY BUENO	76	MUY BUENO	0
IZQUIERDC	Ui-05	0+184.00	0+230.00	248.370	79	MUY BUENO	75	MUY BUENO	-4
IZQUIERDC	Ui-09	0+368.00	0+414.00	250.570	43	REGULAR	43	REGULAR	0
IZQUIERDC	Ui-12	0+506.00	0+552.00	240.080	49	REGULAR	57	BUENO	8
IZQUIERDC	Ui-15	0+644.00	0+690.00	239.950	36	POBRE	36	POBRE	0
IZQUIERDC	Ui-19	0+828.00	0+874.00	258.230	17	MUY POBRE	17	MUY POBRE	0
IZQUIERDC	Ui-22	0+966.00	1+012.00	260.010	79	MUY BUENO	79	MUY BUENO	0
IZQUIERDC	Ui-25	1+103.99	1+149.99	263.110	39	POBRE	39	POBRE	0
IZQUIERDC	Ui-29	1+281.68	1+327.68	222.510	14	MUY POBRE	14	MUY POBRE	0
IZQUIERDC	Ui-32	1+419.77	1+465.77	286.100	75	MUY BUENO	67	BUENO	-8
IZQUIERDC	Ui-35	1+557.77	1+603.77	250.070	75	MUY BUENO	72	MUY BUENO	-3
IZQUIERDC	Ui-38	1+741.77	1+787.77	257.200	53	REGULAR	53	REGULAR	0
PROMEDIO PCI					55	REGULAR	54	REGULAR	-1

COMPARACIÓN DE RESULTADO PROMEDIO DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL

AVENIDA JOSÉ MARÍA ARGUEDAS	Tipo de pavimento	PCI empleando VANT		PCI -Tradicional	
		PCI - PROMEDIO	CONDICIÓN	PCI - PROMEDIO	CONDICIÓN
	FLEXIBLE	55	REGULAR	54	REGULAR



 MIGUEL ENVER
 QUISPE PALOMINO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 141682

Anexo 10: Panel fotográfico



FOTO 01. Programación de vuelo del VANT.



FOTO 02. Inicio de vuelo del VANT



FOTO 03. VANT sobrevolando la avenida José maría Arguedas.



FOTO 04. Evaluación del pavimento con el método tradicional PCI



FOTO 05. Evaluación del fallas –Parcheo.



FOTO 06. Evaluación del fallas –Parcheo.



FOTO 07. Evaluación del fallas –Huecos.





FOTO 09. Evaluación del fallas –Parcheo.

Anexo 11: Informe de procesamiento de fotogrametría

Agisoft Metashape

**Informe de Procesamiento de Fotogrametría
Tesis**

18 April 2021



Datos del levantamiento

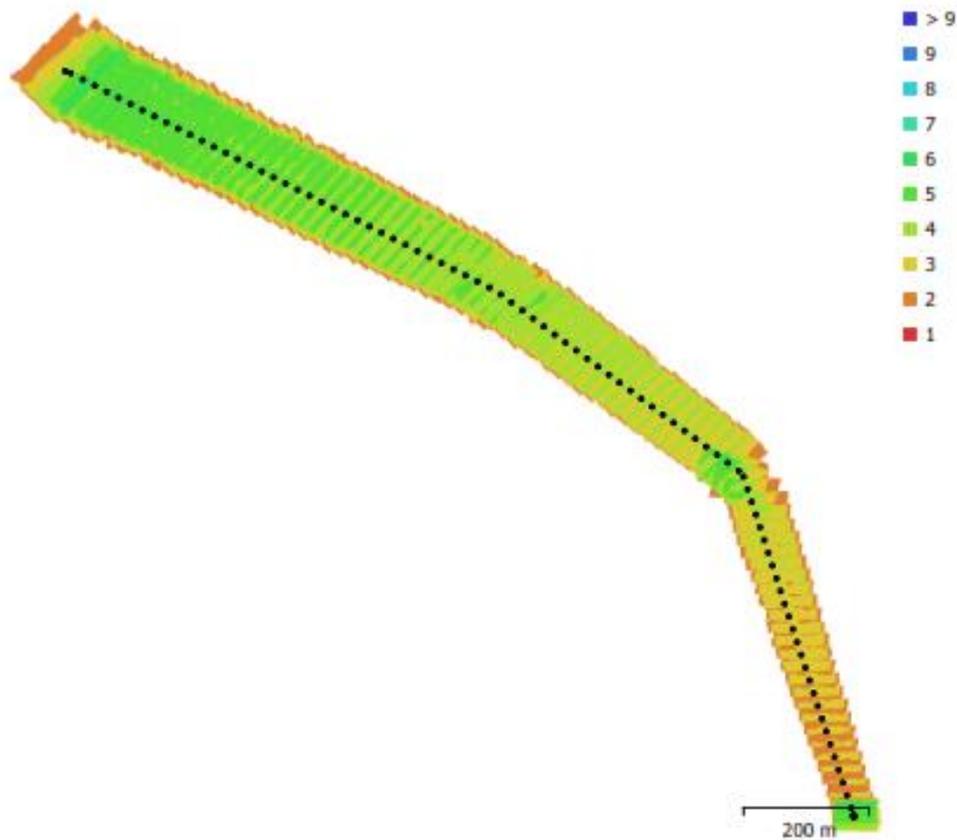


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes: 91

Altitud media de vuelo: 86.3 m

Resolución en terreno: 2.21 cm/pix

Área cubierta: 0.232 km²

Panorámicas multicámara: 1

Puntos de paso: 132,906

Proyecciones: 334,153

Error de reproyección: 0.449 pix

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
FC6310R (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 micras	No

Tabla 1. Cámaras.

Calibración de cámara

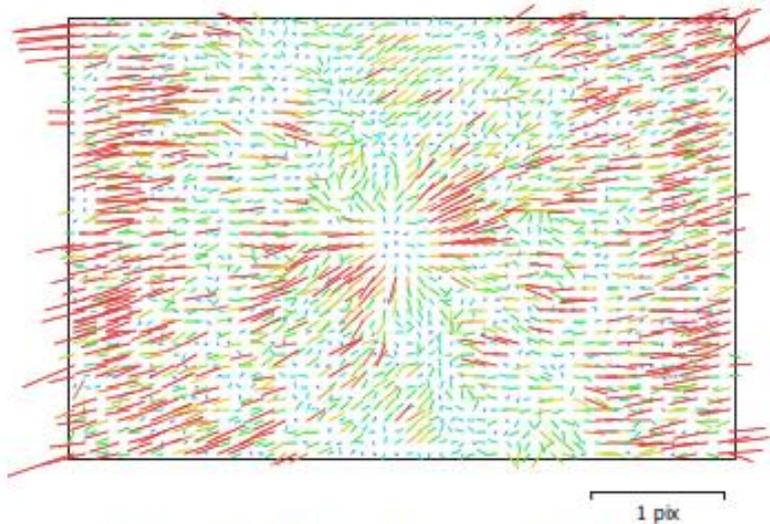


Fig. 2. Gráfico de residuos para FC6310R (8.8mm).

FC6310R (8.8mm)

91 imágenes

Tipo
Cuadro

Resolución
5472 x 3648

Distancia focal
8.8 mm

Tamaño de píxel
2.41 x 2.41 micras

	Valor	Error	B1	K1	K2	K3	P1	P2
F	3648							
B1	-1.22021	0.054	1.00	-0.09	-0.01	0.01	-0.02	0.29
K1	-0.000484921	7.5e-005		1.00	-0.49	0.47	-0.16	-0.16
K2	-0.0113557	0.00011			1.00	-0.98	0.01	0.01
K3	0.0115849	9.7e-005				1.00	-0.01	-0.02
P1	-0.000676657	1.9e-005					1.00	-0.17
P2	0.000228875	1.6e-005						1.00

Tabla 2. Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

Posiciones de cámaras

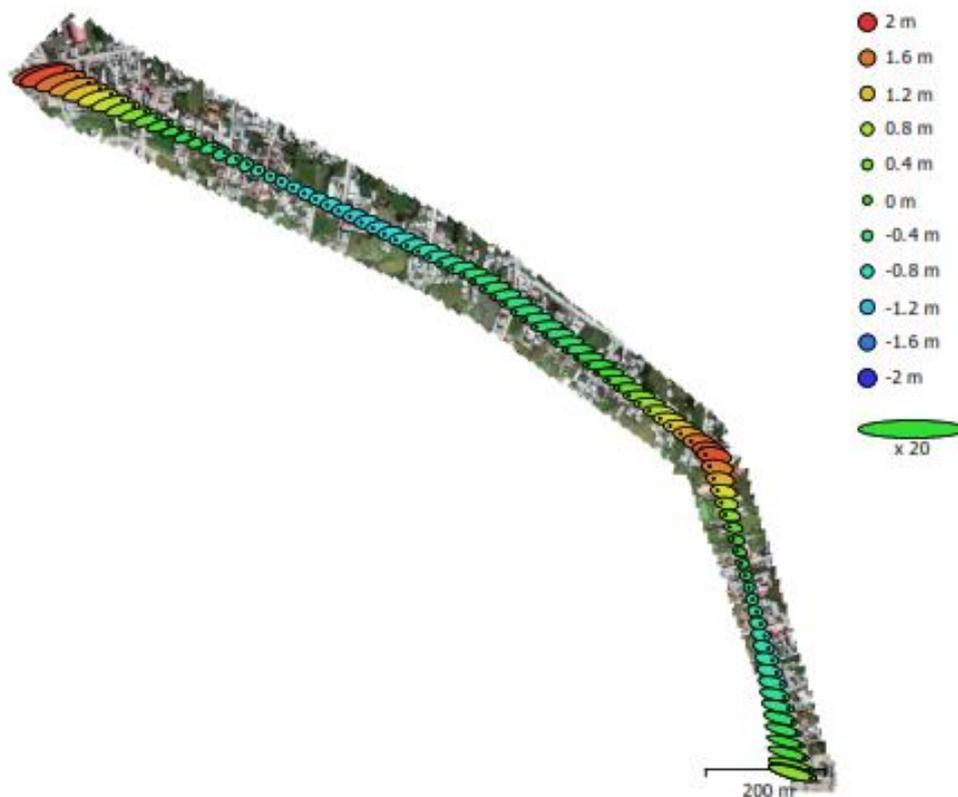


Fig. 3. Posiciones de cámaras y estimadores de error.

El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.

Posiciones estimadas de las cámaras se indican con los puntos negros.

Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Error en XY (m)	Error combinado (m)
1.60815	0.356825	0.798754	1.64727	1.83071

Tabla 3. Errores medios de las posiciones de cámaras.

X - Longitud, Y - Latitud, Z - Altitud.

Modelo digital de elevaciones

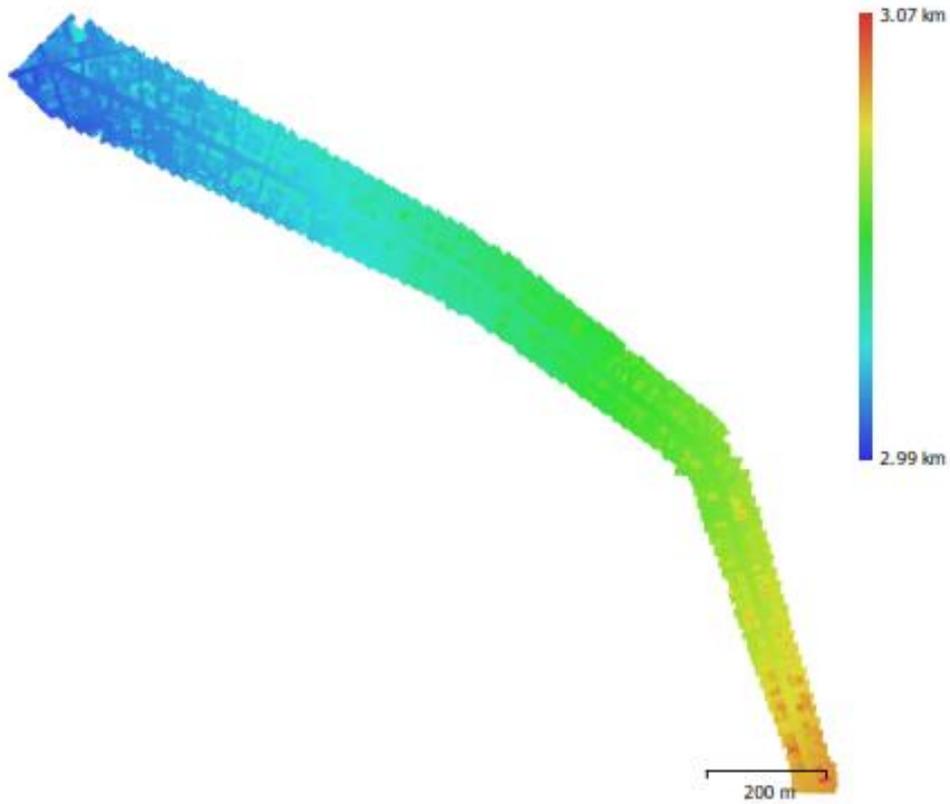


Fig. 4. Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 4.43 cm/pix
Densidad de puntos: 510 puntos/m²

Parámetros de procesamiento

Generales

Cámaras	91
Cámaras orientadas	91

Formas

Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 18S (EPSG::32718)
Sistema de coordenadas	WGS 84 (EPSG::4326)
Ángulo de rotación	Guiñada, cabeceo, alabeo

Nube de puntos

Puntos	132,906 de 138,343
RMS error de reproyección	0.115687 (0.449374 pix)
Error de reproyección máximo	0.348217 (20.3414 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	3.63678 pix
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Puntos clave	No
Multiplicidad media de puntos de paso	2.5404

Parámetros de orientación

Precisión	Alta
Pre-selección genérica	Sí
Pre-selección de referencia	Sí
Puntos claves por foto	40,000
Puntos de paso por foto	4,000
Adaptativo ajuste del modelo de cámara	Sí
Tiempo búsqueda de emparejamientos	8 minutos 55 segundos
Tiempo de orientación	2 minutos 54 segundos
Versión del programa	1.5.2.7838

Mapas de profundidad

Número	91
--------	----

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Alta
Nivel de filtrado	Agresivo
Tiempo de procesamiento	1 hora 44 minutos

Nube de puntos densa

Puntos	154,330,417
Colores de puntos	3 bandas, uint8

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Alta
Nivel de filtrado	Agresivo
Tiempo de procesamiento	1 hora 44 minutos

Parámetros de generación de la nube densa

Tiempo de procesamiento	1 hora 15 minutos
Versión del programa	1.5.2.7838

Modelo digital de elevaciones

Tamaño	52,880 x 50,097
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 18S (EPSG::32718)

Parámetros de reconstrucción

Datos fuente	Nube de puntos densa
Interpolación	Habilitada
Tiempo de procesamiento	16 minutos 19 segundos
Versión del programa	1.5.2.7838

Ortomosaico

Generales

Tamaño	62,564 x 60,122
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 18S (EPSG::32718)
Colores	3 bandas, uint8

Parámetros de reconstrucción

Modo de mezcla	Mosaico
Superficie	Modelo digital de elevaciones
Permitir el cierre de agujeros	Sí
Tiempo de procesamiento	11 minutos 50 segundos
Versión del programa	1.5.2.7838

Software

Versión	1.5.2 build 7838
Plataforma	Windows 64

Anexo 12: pantallazo del Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/en_us/?o=1596912280&student_user=1&lang=en_us&ts=&u=1115149616

feedback studio xavier rony Quispe Maucaylle TESIS FINAL_2021

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas-San Jerónimo, 2021."

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Br. Quispe Maucaylle, Xavier Rony
<https://orcid.org/0000-0001-7227-7250>

ASESOR:
Mg. Ing. Benites Zúñiga, José Luis
<https://orcid.org/0000-0003-4459-494X>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño De Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Match Overview
14%
Currently viewing standard sources
[View English Sources \(Beta\)](#)

Match	Source	Percentage
1	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	4%
2	Submitted to Universid... Student Paper	2%
3	repositorio.unc.edu.pe Internet Source	1%
4	1library.co Internet Source	1%
5	Submitted to Universid... Student Paper	1%
6	docplayer.es Internet Source	<1%
7	cybertesis.uni.edu.pe Internet Source	<1%
8	pirhua.udep.edu.pe Internet Source	<1%
9	hdl.handle.net Internet Source	<1%
10	Submitted to Universid... Student Paper	<1%
11	space.uca.edu.ec Internet Source	<1%

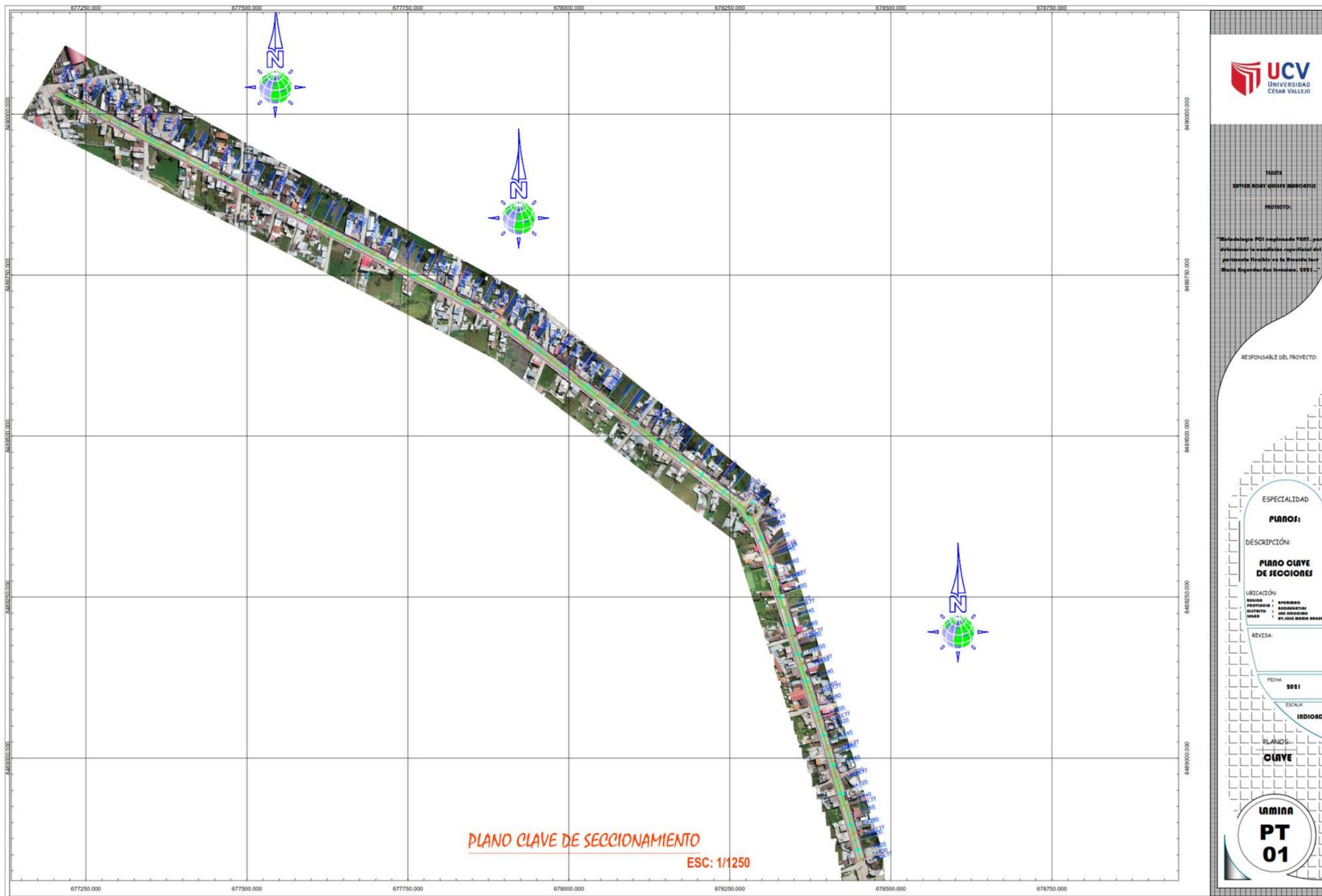
Page: 1 of 86 Word Count: 19003

Text-only Report | High Resolution On

Escribe aquí para buscar

01:18 30/05/2021

Anexo 13: Plano clave de seccionamiento



TÍTULO
XAVIER ROBY OBLIFE ARBORELE

PROYECTO:
"Metodología PCI mejorada YDOT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Dirección Interoceánica Sur-Jirón, S051..."

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

ESPECIALIDAD
PLANOS:
DESCRIPCIÓN:
PLANO CLAVE DE SECCIONES

UBICACIÓN:
REGION : PERU
PROVINCIA : AREQUIPA
DISTRITO : SAN JOAQUIN
USAR : ST. JOSE MARIA BARRERA

REVISIA:

FECHA
2021

ESCALA:
INDICADA

PLANOS:
CLAVE

LAMINA
PT 01