



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Evaluación del pavimento empleando método VIZIR y dron de  
la prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 – 5  
+500, Sullana

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Ruiz Farfan, Danitza Melania (orcid.org/0000-0002-5723-9907)

Torres Giron, Miguel Angel (orcid.org/0000-0003-3991-7046)

**ASESOR:**

Mg. Gallo Gallo, Teodora Margarita (orcid.org/0000-0001-5793-3811)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CALLAO – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Dedico mi tesis con todo mi corazón a mis padres autores principales de este gran esfuerzo a mi esposo e hijos por los ánimos ya que sin ellos no sería posible y a todos mis familiares que estuvieron cuando más los necesitaba.

Ruiz Farfán, Danitza

Este trabajo va dedicado primeramente a Dios Todopoderoso que nos da la vida y la fuerza para continuar cada día. Asimismo, también va dedicado para nuestros familiares que nos han dado los ánimos para seguir día a día en los momentos en que más hemos necesitado de su apoyo y sin ellos no habiéramos llegado hasta donde estamos hoy.

Torres Girón, Miguel

## **AGRADECIMIENTOS**

Son muchas las personas que han contribuido al proceso y conclusión de este trabajo. Queremos agradecer a Dios y a todos nuestros familiares por alentarnos para concluir nuestras carreras y esta investigación.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO:.....	4
III. MÉTODOLÓGÍA .....	16
3.1. Tipo y Diseño de investigación .....	16
3.2. Variables y operacionalización .....	16
3.3. Población, muestra y muestreo .....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos .....	21
3.7. Aspectos éticos .....	21
IV. RESULTADOS .....	22
V. DISCUSIÓN .....	35
VI. CONCLUSIONES .....	38
VII. RECOMENDACIONES .....	39
REFERENCIAS.....	40
ANEXOS	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Defectos o fallas de tipo A.....	9
<b>Tabla 2.</b> Defectos o fallas de tipo B.....	9
<b>Tabla 3.</b> Criterios de gravedad de fallas de tipo A.....	12
<b>Tabla 4.</b> Criterios de gravedad de fallas de tipo B.....	13
<b>Tabla 5.</b> Índice de deterioro superficial.....	14
<b>Tabla 6.</b> Calificación final método VIZIR.....	14
<b>Tabla 7.</b> Características de las calicatas evaluadas.....	22
<b>Tabla 8.</b> Cuadro de CBR – Calicata 01.....	23
<b>Tabla 9.</b> Cuadro de CBR – Calicata 02.....	23
<b>Tabla 10.</b> Cuadro de CBR – Calicata 03.....	23
<b>Tabla 11.</b> Cuadro de CBR – Calicata 04.....	24
<b>Tabla 12.</b> Cuadro de CBR – Calicata 05.....	24
<b>Tabla 13.</b> Cuadro de CBR – Calicata 06.....	24
<b>Tabla 14.</b> Número de imágenes y características del vuelo.....	25
<b>Tabla 15.</b> Inventario de fallas detectadas en los ortomosaicos.....	30
<b>Tabla 16.</b> Determinación del estado superficial del pavimento con método VIZIR – Tramo 01.....	31
<b>Tabla 17.</b> Determinación del estado superficial del pavimento con método VIZIR – Tramo 02.....	31
<b>Tabla 18.</b> Determinación del estado superficial del pavimento con método VIZIR – Tramo 03.....	32
<b>Tabla 19.</b> Determinación del estado superficial del pavimento con método VIZIR – Tramo 04.....	32
<b>Tabla 20.</b> Determinación del estado superficial del pavimento con método VIZIR – Tramo 05.....	33
<b>Tabla 21.</b> Condición general del pavimento con método VIZIR.....	34

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1.</b> Organigrama procedimental del método VIZIR .....	11
<b>Figura 2.</b> DJI Mavic MINI .....	19
<b>Figura 3.</b> Procesamiento de imágenes de dron obtenidas en campo en el software Agisoft Metashape Professional .....	20
<b>Figura 4.</b> Ortomosaico Tramo 1 (0+000 – 0+600).....	27
<b>Figura 5.</b> Ortomosaico Tramo 2 (0+600 – 1+200).....	27
<b>Figura 6.</b> Ortomosaico Tramo 3 (1+200 – 1+800).....	28
<b>Figura 7.</b> Ortomosaico Tramo 4 (1+800 – 2+400).....	28
<b>Figura 8.</b> Ortomosaico Tramo 5 (2+400 – 3+000).....	28
<b>Figura 9.</b> Exportación y análisis en Civil 3D 2020 .....	29
<b>Figura 10.</b> Cuantificación y detección de las fallas en Civil 3D 2020 .....	29
<b>Figura 11.</b> Propuesta de sección transversal de la Av. José de Lama km 2+500 – 5+500 .....	34

## RESUMEN

El objetivo general de este estudio fue realizar la evaluación del pavimento flexible de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500, empleando método VIZIR y dron, Sullana 2022. La metodología fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y de diseño no experimental – descriptivo. Se trabajó con una población de 8.0km de pavimento flexible y una muestra no probabilística por conveniencia, de 3.0km de pavimento. Los instrumentos empleados fueron lampas y picos, un dron DJI Mavic MINI, una guía de observación y una lista de cotejo. Los resultados mostraron un suelo SP, con una capacidad portante promedio de 11.38 indicando un suelo de resistencia regular. Además, de la evaluación con dron se evidenció que la falla con mayor presencia fue la pérdida de la película ligante (38%) seguido de pérdida de agregados (20%) y bacheos y parcheos (18%), además de otras fallas que dieron un resultado general de MALO como condición del pavimento, lo que se propone como alternativa de intervención la rehabilitación. Se concluye que es posible utilizar dron en conjunto con el método VIZIR para realizar evaluaciones de pavimentos, convirtiéndose esto en una metodología rápida y eficiente para fines de ingeniería y gestión de pavimentos.

**Palabras Clave:** Evaluación de pavimentos, método VIZIR, dron.

## **ABSTRACT**

The general objective of this study was to evaluate the flexible pavement of Prolongación José de Lama between kilometers 2+500 - 5+500, using the VIZIR method and drone, Sullana 2022. The methodology was quantitative, applied and of non-experimental - descriptive design. We worked with a population of 8.0 km of flexible pavement and a non-probabilistic convenience sample of 3.0 km of pavement. The instruments used were lamps and spikes, a DJI Mavic MINI drone, an observation guide and a checklist. The results showed a SP soil, with an average bearing capacity of 11.38, indicating a soil of fair strength. In addition, the drone evaluation showed that the failure with the greatest presence was the loss of the binder film (38%) followed by loss of aggregates (20%) and potholes and patches (18%), in addition to other failures that gave an overall result of BAD as pavement condition, which is proposed as an alternative for rehabilitation intervention. It is concluded that it is possible to use drone in conjunction with the VIZIR method to perform pavement evaluations, making this a fast and efficient methodology for pavement engineering and management purposes.

**Keywords:** Pavement evaluation, VIZIR method, drone.



## I. INTRODUCCIÓN

El progreso y modernidad de una ciudad se luce en la calidad de su sistema de transporte vial, ya que tener las pistas en buen estado, y darles correcto mantenimiento garantiza una interconexión dinámica tanto para fines comerciales, para transportar productos y traer beneficio social (Nuñez, 2014).

No obstante, pese a su importancia algunos países descuidan su infraestructura vial, problema que se presenta en el panorama internacional como España, por ejemplo, donde la mayoría de sus carreteras están en mal estado, y si no se toman medidas inmediatas, la mayoría de las carreteras tendrán que ser reconstruidas, lo que significa que el país sufrirá pérdidas económicas millonarias (García, 2017). La situación en el continente americano es similar pues según un informe publicado en el año 2017, países de bajo desarrollo como Guatemala y Costa Rica presentaban la mayoría de sus carreteras en mal estado, mientras que los países más desarrollados como México y Chile presentaron sus carreteras con mejor estado de conservación (Productor Agropecuario, 2017). Se ha llegado a estimar que el 20% de las carreteras asfaltadas de Latinoamérica se encuentran en mal estado (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020).

El Perú no es ajeno a esta realidad, pues el 80% de sus carreteras se encuentran en mal estado, principalmente las carreteras del norte del país por lo que tomar acciones de intervención debe ser urgente (Aldazabal, 2019). Las carreteras en mal estado son un riesgo para la seguridad y la vida de los peatones y los trabajadores del transporte, además que causa desperfectos en el móvil (ALD Automotive, 2021). En Piura se descuida gravemente el mantenimiento rutinario de las avenidas y calles, que es sumamente necesario para garantizar la seguridad de los usuarios (Diario el Tiempo de Piura, 2019), mientras que su durabilidad debe respetar la duración para la que fueron diseñadas. La gestión municipal debe contar con herramientas que ayuden a realizar los procedimientos de mantenimientos preventivos y correctivos de una manera más eficaz.

En Sullana, no se ha logrado cubrir la brecha en cuanto a pistas por pavimentar, o pistas que garanticen una adecuada calidad superficial en donde los conductores puedan circular de la manera más cómoda y segura. Una de las

vías colectoras más importantes de la ciudad es la Av. José de Lama, la misma que en su prolongación conecta varios asentamientos humanos pertenecientes al área de expansión urbana de la ciudad y por lo que, debido a la alta demanda de tráfico constante, liviano y pesado la pista ha venido deteriorándose y urge realizar un análisis para poder definir y determinar las mejores alternativas que logren recuperar las condiciones iniciales de rodadura de la pista, esto quiere decir que este diagnóstico permitirá concluir que tipo de intervención se necesita: mantenimiento, rehabilitar o reconstruir.

Entre las diferentes metodologías para evaluar el estado de los pavimentos flexibles se encuentra el método de control francés VIZIR (BCEOM, 1998). Este sistema se caracteriza por una clasificación inicial en dos tipos de fallos: fallos estructurales de tipo A y fallos funcionales de tipo B. A medida que se introducen nuevas tecnologías en la ingeniería estructural, se ha intentado incorporar el uso de drones a los procedimientos de inspección de superficies y evaluación ocular. Los dispositivos aéreos teledirigidos ofrecen muchas ventajas con respecto a las inspecciones manuales tradicionales, como la reducción de la carga de trabajo, el tiempo y el coste (Comunidad de Madrid, 2022).

Con esta investigación se pretende resolver el problema general: ¿Cuál será la evaluación del pavimento flexible de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 – 5+500, empleando VIZIR y dron, Sullana 2022? Y como problemas específicos ¿Cuál será la clasificación de suelos de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500, Sullana 2022?, ¿Cuál será el estado superficial del Pavimento Flexible de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500 empleando VIZIR y dron, Sullana? Y ¿Cuál es la alternativa de intervención para el Pavimento Flexible de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500, Sullana 2022?

La importancia de este estudio radica en conocer mediante la aplicación del método VIZIR el estado o la condición del pavimento flexible del tramo de la vía mencionada en estudio; incorporando el uso de dron dentro del procedimiento de evaluación, lo que se obtendrían muchas ventajas respecto a si se realizase como un procedimiento tradicional que requiere de mucha cantidad de mano de obra, esto da una justificación práctica. Tiene utilidad metodológica ya que esta clase de tecnología se ha venido aplicando en el

campo de la ingeniería civil durante los últimos años y aún se sigue evaluando sus aplicaciones y por tanto estandarizando métodos para diferentes fines como la es la evaluación de pavimentos, que en el caso del presente estudio planteará un procedimiento que pueden extenderse a estudiantes, profesores, profesionales e investigadores que quieran abordar problemas similares. Los resultados de este estudio estarán a disposición de las autoridades municipales, que podrán tomar las medidas necesarias para mejorar el estado de las carreteras, lo que beneficiará principalmente a los usuarios de las mismas y, por tanto, tendrá un impacto social.

Este estudio plantea como objetivo principal: Realizar la evaluación del pavimento flexible de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500, empleando método VIZIR y dron, Sullana 2022. Los objetivos específicos son: Realizar la clasificación de suelos de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500, Sullana 2022; determinar el estado superficial del pavimento flexible de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500, empleando VIZIR y dron, Sullana 2022; y proponer una alternativa de intervención para el pavimento flexible de la Prolongación José de entre los kilómetros 2+500 - 5+500, Sullana 2022.

## II. MARCO TEORICO:

### *Antecedentes Internacionales*

Cárdenas et al (2019) en Colombia realizaron un estudio con el objetivo principal de diagnosticar la superficie de un pavimento flexible empleando el método VIZIR y el método PCI, y comparar sus resultados ya que estas evaluaciones fueron realizadas con un dron Phantom 4 Pro. Se trabajó como población la Carrera 69b sur entre la avenida Primera De Mayo y Calle 9 A Sur - Barrio Villa Claudia de Bogotá. Entre los principales hallazgos, se pudieron clasificar los daños de acuerdo al método VIZIR: 14.32% de parcheo, 6.78% ahuellamiento, y 1.61% de piel de cocodrilo, en el grupo de las fallas de tipo A; mientras que en el grupo de fallas de tipo B se obtuvo un 0.57% de desprendimiento de agregados, 1.16% de abultamientos y hundimientos con 1.16% y 0.57% de exudación. El valor obtenido de la evaluación VIZIR fue 3 indicado que el Estado de conservación del pavimento es REGULAR. Concluyeron que emplearon en la evaluación superficial del pavimento es muy útil para aplicaciones de ingeniería civil, brindando resultados muy satisfactorios

Cardoso et al (2017) en Brasil realizaron un estudio con el objetivo principal de fortalecer el método de identificación de fallas presentes en la superficie del pavimento, utilizando Dron. La población de estudio fue de la vía TO-050 en Palmas – Tocantins. Concluyeron que el dron es un equipo de gran utilidad para la identificación de fallas presentadas sobre las carreteras, por tanto la metodología se ve como una alternativa prometedora de evaluación de pavimentos ya que puede acelerar el procedimiento, pues presenta resultados más rápidos, permite así mismo conservar un registro fotográfico o fotogramétrico convertido en una orto foto que puede ser visualizada desde cualquier computadora e inclusive desde un celular o una Tablet, lo que también es una ventaja ya que se evitaría de ir a campo si es que se requiriese de alguna información adicional, además una vez generado la orto foto, esta puede ser importada a un software CAD para poder realizar mediciones con una precisión centimétrica lo cual es muy útil para servicios de recuperación o mantenimiento . Aun así también los autores mencionaron que se puede presentar desventajas durante el vuelo, especialmente aquellas relacionadas con la inestabilidad que afectan a la nitidez de las fotografías tomadas.

### ***Antecedentes Nacionales***

Quispe, S (2021) en Ayacucho realizó una investigación con el objetivo de conocer la condición del pavimento mediante un proceso de evaluación del pavimento flexible empleando dron, con el mismo que se identificaron las diferentes fallas expuestas sobre el el pavimento flexible. Trabajó con una población que consistió en la Carretera Covadonga – Mollepata. Concluyó que es factible el uso de dron para la evaluación superficial de pavimentos ya que genera gastos muy inferiores respecto a si se realizasen mediante una evaluación de procedimientos tradicionales como lo es el método PCI; recomendando también de que los futuros investigadores se deben centrar en mejorar la metodología tradicional incorporando estas nuevas herramientas para simplificar procedimientos de evaluación.

Cruz, J., Gutierrez, J. (2018) en Lima hicieron un estudio con el objetivo de calificar el estado de conservación de diferentes pavimentos urbanos, utilizando el método PCI e incorporando el uso de imágenes obtenidas con dron dentro del procedimiento de evaluación, permitiéndoles concluir de que el uso de este equipo permitirá que los gobiernos municipales optimicen sus trabajos de inspección de diagnóstico y sus tareas de mantenimiento. Entre otras ventajas que descubrieron al realizar su estudio destacaron aquellos relacionados con el tiempo de evaluación pues la evaluación se realizó de una manera más rápida, no fue necesario interrumpir el tránsito ni mucho menos fue necesario emplear inspectores para cuantificar las fallas presentes en el pavimento y por tanto evitó exponer sus vidas a comparación del método tradicional en donde ellos tienen que cercar con dispositivos de control de tránsito parte de la vía exponiéndose a cualquier atropello o accidente de tránsito y por tanto afectando a la fluidez del tráfico vehicular. Las imágenes captadas con dron pueden ser utilizadas también para realizar planos visuales y detectar las zonas en mal estado para su posterior mantenimiento.

Suclupe, M (2020) en Lima realizaron una investigación con el objetivo principal de utilizar un dron mezclado con el método PCI y el método VIZIR para poder determinar el estado de conservación de un pavimento flexible, específicamente la Avenida Próceres de Huandoy, en Los Olivos, Lima. Los resultados obtenidos permitieron conocer mediante la evaluación realizada con

dron los diferentes estados de conservación de los diferentes estados de conservación de cada tramo evaluado, hallándose que el primer tramo se encuentre en estado regular pues el resultado pues el resultado del PCI fue 52 y para el método VIZIR de 3 que quiere decir regular. Sin embargo, durante una segunda evaluación tuvieron resultados discrepantes ya que con el método PCI y dron se obtuvo un pavimento en estado pobre mientras que con el método visir el mismo pavimento resultó con un estado de conservación BUENO.

### ***Antecedentes Locales***

Fiestas, C., Merino, F. (2020) en Piura realizaron una investigación con el propósito de conocer el estado de conservación del pavimento de la avenida Don Bosco de Piura, empleando una metodología mixta que mezclaba el uso del dron con el método PCI. Los resultados hallados permitieron conocer que el uso del dron agiliza los trabajos por tanto reduce los tiempos de evaluación y de recolección de datos, no obstante, hubo ciertas desventajas que tuvieron que ser subsanadas mediante los procedimientos tradicionales. Pese a ello fue posible evaluar diferentes fallas con el dron, luego degenerar la orto foto se pudo realizar la evaluación superficial desde el computador y asimismo la cuantificación de las fallas y la determinación de la severidad. Mencionaron también de que la falla pulimiento de agregados no se puede evaluar mediante el uso de elementos digitales ya que para evaluar la severidad de esta falla se debe realizar una verificación in situ y al tacto de la rugosidad del pavimento.

Ramos, R; Olaya, F (2021) en Sullana hicieron un estudio con el objetivo de realizar la evaluación Superficial del pavimento flexible del paseo Turicarami de Sullana, empleando el método PCI e incorporando inspección con Dron de la marca DJI Mavic 2 Pro. Ambos investigadores llegaron a la conclusión de que usar dron es positivamente ventajoso, ya que permite identificar las fallas de una manera más detallada, así como el nivel de severidad, a excepción de la falla pulimiento agregados. Respecto a la evaluación se obtuvo una calificación promedio buena, y por cada tramo evaluado se obtuvo: El valor del PCI de la sección 1 fue de 20,5 (muy malo), el de la sección 2 fue de 80,5 (muy bueno), el de la sección 4 fue de 85 (excelente), el de la sección 5 fue de 88 (excelente), el

de la sección 6 fue de 37 (malo), el de la sección 8 fue de 89 (excelente) y el valor del PCI de la sección 9 fue de 50 (normal).

### ***Bases teóricas y conceptuales***

#### ***Pavimento***

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú MTC (2013), los pavimentos son estructuras formadas por capas de material granular o graduado que transfieren la carga de los vehículos, las personas y los objetos que se desplazan sobre ellos al suelo o sustrato inferior. El estudio de los pavimentos se enmarca principalmente en el ámbito de la ingeniería de carreteras. (Yu y otros, 2020).

#### ***Pavimento flexible***

Los pavimentos flexibles se clasifican como un tipo de pavimento en el que la capa de rodadura (la parte que está en contacto directo con las condiciones climáticas y los vehículos) está formada principalmente por betún y se comporta de forma deflectada bajo diferentes cargas de tráfico (Yazdani, 2018). Neeraj y Sonu (2019) señalan que el asfalto o el betún, los agregados colocados y compactados sobre un material granular de buena calidad se denomina pavimento flexible.

La tecnología desempeña un papel muy importante en la ingeniería. Esto se debe a que, con el paso de los años, la tecnología ha permitido automatizar y facilitar muchos procedimientos (Redaccion Arcus Global, 2019). Uno de los últimos dispositivos tecnológicos introducidos en la ingeniería son los vehículos aéreos no tripulados o drones.

#### ***Dron***

Estos aparatos son aeronaves o aviones que pueden realizar sus misiones de forma autónoma mediante control remoto desde tierra e incluso reprogramación (Gupta y otros, 2013). Tienen muchas funciones prácticas, como la ingeniería de campo, las imágenes georreferenciadas y las tareas de inspección (González y otros, 2019). En comparación con las inspecciones visuales convencionales, los trabajos de inspección con drones (especialmente en superficies de carreteras) tienen las siguientes ventajas: tiempos de inspección más cortos, no se paraliza el tráfico de vehículos debido al cierre de

carriles, se reduce significativamente el riesgo de accidentes para el inspector, y las imágenes capturadas pueden visualizarse en un ordenador en cualquier momento (Cruz, 2018).

### *Evaluación de pavimentos*

La evaluación de los pavimentos de las carreteras se perfecciona continuamente mediante el uso de métodos cada vez más complicados. En la actualidad, los indicadores complejos, como el PSI, el PCI, etcétera., constituyen las principales herramientas para evaluar el estado de los firmes, y se consideran métodos multilaterales y más complicados, en comparación con los índices simples utilizados anteriormente, como el IRI, el PCI, etcétera., que tienen en cuenta una sola característica superficial para cada indicador (Papageorgiou, 2019).

### *Método VIZIR*

En los años sesenta, se realizaron evaluaciones de las carreteras francesas para definir un plan de acción para remediar los problemas causados por el duro invierno que afectó a las carreteras francesas. Posteriormente, entre 1970 y 1978, se desarrollaron estados de referencia coordinados para restaurar la red de carreteras. En 1972, el *Laboratoire Central des Ponts et Chaussées* (LCPC) publicó el primer catálogo de degradación de pavimentos y, en 1977, se publicó una guía para la reparación de pavimentos flexibles (Prestes, 2001). A raíz de las nuevas publicaciones, la implantación de sistemas de apoyo a la gestión de la conservación de las carreteras se convirtió en una preocupación, dentro de la cual el método VIZIR de evaluación de pavimentos vino a cumplir este nuevo objetivo.

Según Prestes (2001), La evaluación se realiza mediante una inspección visual continua del pavimento para su mantenimiento preventivo. Dado que este método es esencial para identificar los defectos existentes en el pavimento y analizar su gravedad y su potencial de corrección, se ha desarrollado un sistema de evaluación para identificar los defectos existentes a través de un muestreo y para caracterizar la sección del pavimento en estudio. El análisis del pavimento puede realizarse manualmente o mediante un dispositivo (por ejemplo, una tableta) que permita al evaluador registrar los datos en una hoja de cálculo. La



inspección puede realizarse en el tramo de carretera o mediante un vehículo que circule a 20 km/h.

Los defectos se clasifican en función del tipo de reparación necesaria tras su aparición. Se dividen en dos categorías, Tipo A y Tipo B, cada una con tres niveles de gravedad. El tipo A incluye los defectos que caracterizan el estado estructural del pavimento, mientras que el tipo B incluye los defectos que normalmente requieren reparación independientemente de la resistencia estructural del pavimento (Prestes, 2001).

En la encuesta, los deterioros deben identificarse teniendo en cuenta tres factores: tipo, gravedad y extensión. El método VIZIR proporciona una tipología de defectos y tres niveles de gravedad para cada uno de ellos.

**Tabla 1**

*Defectos o fallas de tipo A*

<b>NOMBRE DEL DETERIORO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
Ahuellamiento	AH	m
Depresiones o hundimientos longitudinales	DL	m
Depresiones o hundimientos transversales	DT	m
Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	m
Fisuras piel de cocodrilo	FPC	m
Bacheos y parcheos	B	m

Fuente. Método VIZIR

**Tabla 2**

*Defectos o fallas de tipo B*

<b>NOMBRE DEL DETERIORO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
Fisura longitudinal de junta de construcción	FLJ	m
Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	m
Fisuras de contracción térmica	FCT	m

<b>NOMBRE DEL DETERIORO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
Fisuras parabólicas	FP	m
Fisuras de borde	FB	m
Ojos de pescado	O	und
Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	DM	m
Pérdida de la película de ligante	PL	m
Pérdida de agregados	PA	m
Descascaramiento	D	m <sup>2</sup>
Pulimiento de agregados	PU	m
Exudación	EX	m
Afloramiento de mortero	AM	m
Afloramiento de agua	AA	m
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	m
Escalonamiento entre calzada y berma	ECB	m
Erosión de las bermas	EB	m
Segregación	S	m

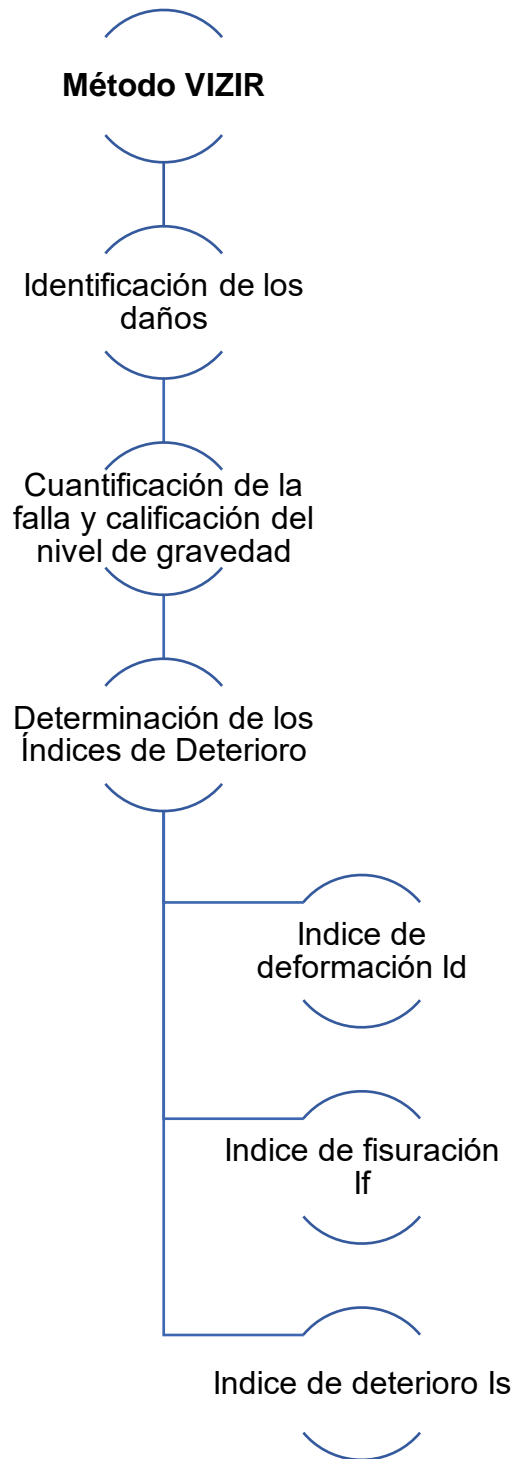
Fuente. Método VIZIR

Para realizar una evaluación con este método, es necesario tener en cuenta las diferentes fallas y que la persona que se esté encargando de evaluarlas tenga la experiencia suficiente para poder realizar una identificación correcta. Cada falla detectada presenta diferentes grados de severidad o niveles de gravedad, y la cuantificación deberá darse de acuerdo a tres aspectos: al tipo, a la gravedad del daño y a qué tan extendido se encuentre el daño.

El procedimiento de evaluación consiste básicamente en una serie de pasos que se deben seguir de acuerdo al siguiente esquema:

**Figura 1**

*Organigrama procedimental del método VIZIR*



Los criterios de calificación y cuantificación de los daños identificados en el pavimento deberán seguir lo siguiente:

**Tabla 3***Criterios de gravedad de fallas de tipo A*

Deterioro	Niveles de gravedad		
	1	2	3
Ahuellamientos y demás deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero de menor importancia flecha menor 20mm	Deformación con importancia de 20mm menor o igual flecha menor o igual 40mm	Deformación que afecta en gran manera flecha menor de 40mm
Grieta longitudinal por la fatiga	Fisuras muy finas en lo que respecta a la banda de rodamiento.	Fisura con aberturas y ramificadas	Fisuras angostamente ramificadas Y bien abiertas (grietas). Bordes de fisuras ocasionalmente degradados
Grieta longitudinal por fatiga	Piel de cocodrilo formada por mallas grandes >de 500mm con figuración fina	Mallas más densas de 500mm.	Mallas muy abiertas y con fragmentos separados
Bacheos y parches	Intervención de superficie atada a deteneros del tipo B	Conducta satisfactoria de la reparación	Ocurrencias de daños en la zona reparada

Fuente. Método VIZIR

**Tabla 4**

*Criterios de gravedad de fallas de tipo B*

DETERIORO		NIVEL DE GRAVEDAD				
		1	2		3	
Grietas longitudinales de junta de construcción		Finas y únicas	Ancha (10 mm o más) sin desprendimiento o Fina ramificada		Ancha con desprendimientos o ramificada	
Grietas de contracción térmica		Fisuras Finas	Ancha sin desprendimientos, o finas con desprendimientos o fisuras ramificadas		Ancha con desprendimiento	
Grieta parabólica		Fisuras finas	Ancha sin desprendimiento		Ancha con desprendimiento	
Grietas de borde		Fisura fina	Anchas sin desprendimientos		Anchas con desprendimientos	
Abultamiento		menor 20 mm	20 mm < F < 40 mm		F > 40 mm	
Ojos de pescado* (por cada 100 metros)	cantidad	Menor 5	5 a 10	Menor 5	Mayor 10	5a 10
	Diámetro (mm)	<300	<300	<1000	<300	<1000
Desprendimientos: • Pérdida de película de ligante • Pérdida de agregados		Perdida aislada	Pérdidas continuas		Pérdidas generalizadas y marcada.	
Descascaramiento	Prof.(mm)	Menor igual 25	Menor igual 25	Mayor 25	Mayor 25	
	Áreas (m2)	<0.8	>0.8	<0.8	>0.8	
Pulimento agregado.		No se definen niveles de gravedad				
Exudación		Puntuales	Continua sobre la banda de rodamiento		Continua y muy marcada	
Afloramientos: • de mortero • de agua		Localizado y apenas perceptible	Intensos		Muy intensos	
Desintegración de los bordes del pavimento		Inicio de la desintegración	La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o más		Erosión extrema que conduce a la desaparición del revestimiento	
Escalonamiento entre calzada y berma		Desnivel de 10 a 50 mm	Desnivel entre 50 y 100 mm		Desnivel superior a 100 mm	
Erosión de las bermas		Erosión incipiente	Erosión pronunciada		La erosión sitúa en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los beneficiarios	

Fuente. Método VIZIR

**Tabla 5***Índice de deterioro superficial*

Extensión / Gravedad	GRAVEDADES INDICE DE DEFORMACIÓN Id			GRAVEDADES INDICE DE FISURACIÓN If			CORRECCIÓN POR REPARACIÓN Ir		
	0 a 10%	10% a 50%	> 50%	0 a 10%	10% a 50%	> 50%	0 a 10%	10% a 50%	> 50%
1	1	2	3	1	2	3	0	0	0
2	2	3	4	2	3	4	0	0	1
3	3	4	5	3	4	5	0	1	1

**Tabla 6***Calificación final método VIZIR*

<b>ESTADO SUPERFICIAL</b>	<b>RANGO (Is)</b>
<i>Buen estado</i>	<i>0-3</i>
<i>Regular estado</i>	<i>3-5</i>
<i>Mal estado</i>	<i>5-7</i>

*Fuente: (Cueva, 2020)**Medidas de intervención*

Tras el diagnóstico, deben proponerse medidas alternativas para cada tipo de fallo identificado en el diagnóstico. La necesidad de que el mantenimiento y la reparación se realicen desde la fase de servicio del pavimento para minimizar los efectos de los mecanismos de fallo. El mantenimiento preventivo se define como todas las actividades destinadas a proteger el pavimento y a reducir el deterioro progresivo de los defectos, mientras que el mantenimiento correctivo se define como las actividades destinadas a corregir defectos específicos o zonas en las que el pavimento ya está dañado.

Según Jugo (2005), existen dos tipos de mantenimiento de pavimentos, menor y mayor, según el grado de daño del pavimento. Ambos tipos de mantenimiento también pueden dividirse en dos categorías: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

El mantenimiento menor se lleva a cabo sólo en secciones específicas del pavimento para mejorar su rendimiento y detener la progresión del deterioro mediante la corrección de defectos locales. El mantenimiento aplicado a todas las partes de una sección se define como mantenimiento mayor, mientras que el mantenimiento menor puede tener que repetirse.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Aplicada (CONCYTEC, 2018), pues está orientado a resolver un problema en particular aplicando las teorías y conceptos ya definidos y estandarizados como es el caso de la aplicación del método VIZIR y el uso del Dron.

**Diseño de investigación:** No Experimental - Descriptiva (Hernandez y otros, 2014), pues no habrá manipulación de ninguna de las características de las variables estudiadas y solo se limitará a observar los comportamientos y fenómenos de los mismos.

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable cuantitativa:** *Evaluación del pavimento flexible.*

*Definición conceptual*

La evaluación de los pavimentos es un proceso por el cual se emplean diferentes herramientas para diagnosticar el estado de conservación de un pavimento.

**Variable cualitativa:** *Método VIZIR con dron.*

*Definición conceptual*

Es un procedimiento de evaluación superficial que consiste en la identificación de daños, en la cuantificación de la extensión del daño y su nivel de gravedad y en el cual se ha implementado el uso de dron para realizar la evaluación.

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** Consistió en todo el pavimento flexible del tramo de la avenida prolongación José de Lama, en una longitud total de 8.00 Km.

**Muestra:** La muestra fue de tipo no probabilística y por conveniencia, seleccionada bajo el criterio de los investigadores. Estará conformada por el tramo comprendido entre la Av. El Alto (2+500) del sector Urbanización



Jardín hasta la Av. Toronto (5+500) del sector Nuevo Sullana. La muestra tiene una longitud de 3km.

**Criterios de inclusión y exclusión:** El criterio tomado para la selección de la muestra ha sido el basado en la antigüedad, en el tipo de capa de rodadura y en la afluencia de tráfico.

**Inclusión:**

- El tramo seleccionado presenta una capa de rodadura de tipo asfáltica o pavimento flexible.
- El tramo seleccionado de pavimento flexible presenta diferentes fallas en su trayecto.
- El tramo seleccionado para la muestra presenta una afluencia de tráfico muy alta dado que el mismo conecta diferentes asentamientos humanos, urbanizaciones populares de la provincia tales como la Urb. Jardín, Urb. Capullanas, Urb. Mariano Santos, Urb. Pedro Silva Arevalo, Sector Villa Primavera, Urb. Nueva Sullana, etcétera.

**Exclusión:**

- Se ha excluido de la muestra el tramo que abarca desde el km 0+000 hasta el km 1+800 de pavimento que tienen su capa de rodadura de concreto, o sea pavimento rígido.
- Se ha excluido el tramo mencionado ya que ha sido recientemente construido y no presenta mucho deterioro en su trayecto.

**Unidad de análisis:** Pavimento flexible de la Av. José de Lama.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Técnica: Observación. Esto se dio mediante la inspección visual que se realizó en el tramo evaluado. Además, se utilizó esta técnica para estudiar el comportamiento del suelo.

Instrumentos: Ficha de recolección de datos. Se emplearon las fichas estandarizadas de ensayos de suelos para determinar datos como la

clasificación SUCS, ASSHTO 93, y el % CBR, producto del estudio de suelos. Además, se utilizó una lista de cotejo para marcar la presencia o la ausencia de las diferentes fallas por cada tramo evaluado, y para la cuantificación de los daños y nivel de gravedad se utilizó una guía de observación (Anexo 3). También se empleó el dron de modelo Mavic MINI de la marca DJI para realizar el levantamiento fotogramétrico.

### **3.5. Procedimientos**

Se solicitó el permiso correspondiente a la Municipalidad Provincial de Sullana para que se brinden las facilidades en cuanto a realizar el trabajo de inspección con dron y también para realizar la perforación de pozos exploratorios o calicatas. El vuelo fue realizado por un piloto calificado y debidamente acreditado por el MTC. Respecto al procedimiento de recolección de información de campo, se hizo lo siguiente:

- 1) Se identificó el lugar que será delimitado empleando tiza o yeso, marcando la progresiva de evaluación 2+500 hasta la progresiva de evaluación 5+500. Este trabajo de identificación y delimitación fue realizado un día domingo, día en el que el tráfico es mucho menos congestionado a modo de evitar molestias y superposición de vehículos en el levantamiento fotogramétrico.
- 2) Para la realización de las calicatas: Fue necesario emplear lampas y picos para realizar las distintas calicatas, las cuales estuvieron ubicadas cada 500 metros con profundidad no menor a 1.50m conforme a lo estipulado en el Manual de Suelos, Geología y Geotecnia (Ministerio de Transportes, 2013). Se extrajeron muestras de suelo de la capa de la base, de la subbase, así como de la subrasante para evaluar la calidad del material granular. Dichas muestras serán transportadas en sacos plásticos debidamente codificados hacia el laboratorio de suelos en donde se hicieron los diferentes ensayos para determinar los parámetros del suelo. Estos ensayos correspondieron al Análisis Granulométrico, Proctor y CBR. Los resultados fueron emitidos en un informe por parte del laboratorio de suelos.

- 3) Para el sobrevuelo del dron se contó con el apoyo de un piloto acreditado. Este empleó el software DH Mobile para programar la trayectoria del vuelo y realizar de manera automática el levantamiento fotogramétrico, y se siguió el protocolo de seguridad de vuelo establecido dentro del marco de la Norma Técnica Complementaria (NTC 001-2015). El dron que se empleará será un Mavic MINI de la marca DJI, así mismo se utilizará un dispositivo móvil desde donde se controlará el vuelo.

Una vez recopilada la información producto del levantamiento fotogramétrico con el dron, se procederá a digitalizar lo visualizado en campo. Para ello la información será descargada en una laptop y procesada en el software *Agisoft Metashape Professional*. Una vez generado el orto mosaico se procederá a realizar la identificación y cuantificación de las fallas presentes en el pavimento siguiendo la metodología VIZIR, para lo cual la información se anotará en la ficha de recolección de datos. Este trabajo de gabinete se realizará en el local propio de los investigadores.

## Figura 2

### *DJI Mavic MINI*

#### SE ENTREGA CON

- 1 Dron DJI Mavic Mini
- 1 Control Remoto
- 3 Batería
- 3 Par de hélices de repuesto
- 2 Cable Micro USB
- 1 Protector del Estabilizador
- 1 Cable RC Mini USB
- 1 Cable RC USB C
- 1 Cable RC
- 1 Par Palancas de control de recambio
- 18 Tornillos de recambio
- 1 Destornillador
- 1 Protector de Aspas
- 1 Centro de carga bidireccional
- 1 Bolso para transportar el Dron
- Manual Original
- Packaging Original

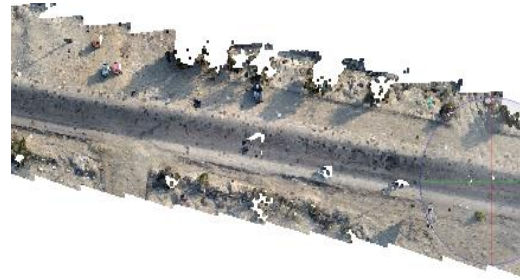


### Figura 3

Procesamiento de imágenes de dron obtenidas en campo, en el software Agisoft Metashape Professional

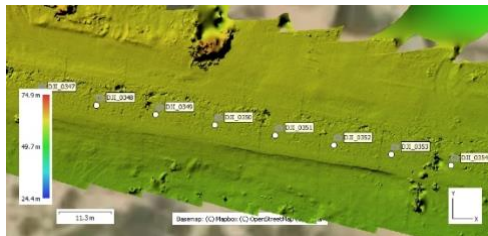


**Importación de imágenes al Software y conversión de coordenadas a UTM WGS84 DATUM 17S**



**Alineación de fotos y creación de nube de puntos densa**

**Creación del modelo digital DEM**



**Generación del Ortomosaico**



Elaboración propia

### **3.6. Método de análisis de datos**

- Para el levantamiento fotogramétrico con dron: Se empleó el software *DH Mobile* para el Sistema Operativo Android.
- Para el procesamiento de las imágenes del dron o generación del ortomosaico, se utilizó el software *Agisoft Metashape Professional*.
- Para la evaluación con la metodología VIZIR: Se empleó el software Excel 2019 y una hoja de cálculo diseñada para calcular la condición del pavimento siguiendo los procesos que estipula este método.

Para la presentación de resultados: elaboración de tablas y gráficos estadísticos se utilizó el software *Excel 2019*. Los resultados fueron mostrados de acuerdo a cada objetivo específico y se presentaron en tablas estadísticas descriptivas.

### **3.7. Aspectos éticos**

Describe los lineamientos estipulados en el Código de Ética para la investigación de la Universidad Cesar Vallejo (2017). Cumple principios éticos de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Clasificación de suelos de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500.

**Tabla 7**

*Características de las calicatas evaluadas*

Calicata	Estrato (m)	Ubicación	Clas. SUCS	Clas. ASSHTO	Proctor (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR %	Clasif.
1	0.80 -3.00	2+750	SP	1.67	A-3	10.89	Regular
2	0.30-1.50	3+250	SP	1.66	A-3	11.47	Regular
3	0.28 -3.00	3+750	SP	1.68	A-3	10.68	Regular
4	0.30 -3.00	4+250	SP	1.66	A-3	11.82	Regular
5	0.30-1.50	4+750	SP	1.67	A-3	11.47	Regular
6	0.30 -3.00	5+250	SP	1.66	A-3	11.96	Regular

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

En la **Tabla 7** se puede apreciar el resumen obtenido del estudio de mecánica de suelos realizado en el tramo de la Prolongación avenida José de Lama Km 2+500 al 3+500. Las calicatas estuvieron a 500 m de equidistancia, y los resultados del estudio de suelos indican que la clasificación es en general arena mal graduada de naturaleza pobre para ser compactada y de características infiltrantes, lo que quiere decir que está afectada por la infiltración de aguas, con mayor impacto en los tiempos del Fenómeno del Niño. Además, se ha verificado una baja resistencia a la penetración. En tanto la clasificación del CBR se encuentra en un promedio de Regular.

**Tabla 8***Cuadro de CBR – Calicata 01*

N° de golpes	12	25	56
%C.B.R. 0.1"	3.87	5.88	7.40
%C.B.R. 0.2"	5.55	8.57	10.89

Fuente: Estudio de mecánica de suelos

**Tabla 9***Cuadro de CBR – Calicata 02*

N° de golpes	12	25	56
%C.B.R. o.r	4.10	6.11	8.02
%C.B.R. 0.2"	5.90	8.53	11.47

Fuente: Estudio de mecánica de suelos

**Tabla 10***Cuadro de CBR – Calicata 03*

N° de golpes	12	25	56
%C.B.R. o.r	3.57	6.23	7.39
%C.B.R. 0.2"	5.56	9.03	10.68

Fuente: Estudio de mecánica de suelos

**Tabla 11***Cuadro de CBR – Calicata 04*

N° de golpes	12	25	56
%C.B.R. o.r	3.65	5.67	8.02
%C.B.R. 0.2"	5.44	8.45	11.82

Fuente: Estudio de mecánica de suelos

**Tabla 12***Cuadro de CBR – Calicata 05*

N° de golpes	12	25	56
%C.B.R. o.r	3.82	5.88	7.78
%C.B.R. 0.2"	5.58	8.57	11.47

Fuente: Estudio de mecánica de suelos

**Tabla 13***Cuadro de CBR – Calicata 06*

N° de golpes	12	25	56
%C.B.R. o.r	6.22	8.57	9.77
%C.B.R. 0.2"	7.90	10.01	11.96

Fuente: Estudio de mecánica de suelos



**4.2. Estado superficial del pavimento flexible de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500 empleando VIZIR y dron, Sullana 2022.**

**Tabla 14**

*Número de imágenes y características del vuelo*

<b>Vuelos</b>	<b>Altura de vuelo (m)</b>	<b>N° de imágenes capturadas</b>	<b>Propiedades de imagen</b>
Vuelo 1	50	35	<p><i>Dimensiones: 4000 x 3000 px</i></p> <p><i>Resolución: 1.23cm/px</i></p> <p><i>Cámara: FC7303</i></p> <p><i>Punto F: f/2.8</i></p> <p><i>Exposición: 1/320s</i></p> <p><i>Velocidad ISO: ISO-200</i></p> <p><i>Distancia focal: 4mm</i></p> <p><i>Apertura máxima: 2.97</i></p> <p><i>Altitud de vuelo prom: 80 m.s.n.m.</i></p>
Vuelo2	50	40	<p><i>Dimensiones: 4000 x 3000 px</i></p> <p><i>Resolución: 1.63cm/px</i></p> <p><i>Cámara: FC7303</i></p> <p><i>Punto F: f/2.8</i></p> <p><i>Exposición: 1/320s</i></p> <p><i>Velocidad ISO: ISO-200</i></p> <p><i>Distancia focal: 4mm</i></p> <p><i>Apertura máxima: 2.97</i></p> <p><i>Altitud de vuelo prom: 80 m.s.n.m.</i></p>
Vuelo 3	50	42	<p><i>Dimensiones: 4000 x 3000 px</i></p> <p><i>Resolución: 1.63cm/px</i></p> <p><i>Cámara: FC7303</i></p> <p><i>Punto F: f/2.8</i></p> <p><i>Exposición: 1/320s</i></p> <p><i>Velocidad ISO: ISO-200</i></p> <p><i>Distancia focal: 4mm</i></p> <p><i>Apertura máxima: 2.97</i></p> <p><i>Altitud de vuelo prom: 80 m.s.n.m.</i></p>
Vuelo 4	50	38	<p><i>Dimensiones: 4000 x 3000 px</i></p> <p><i>Resolución: 1.63cm/px</i></p>

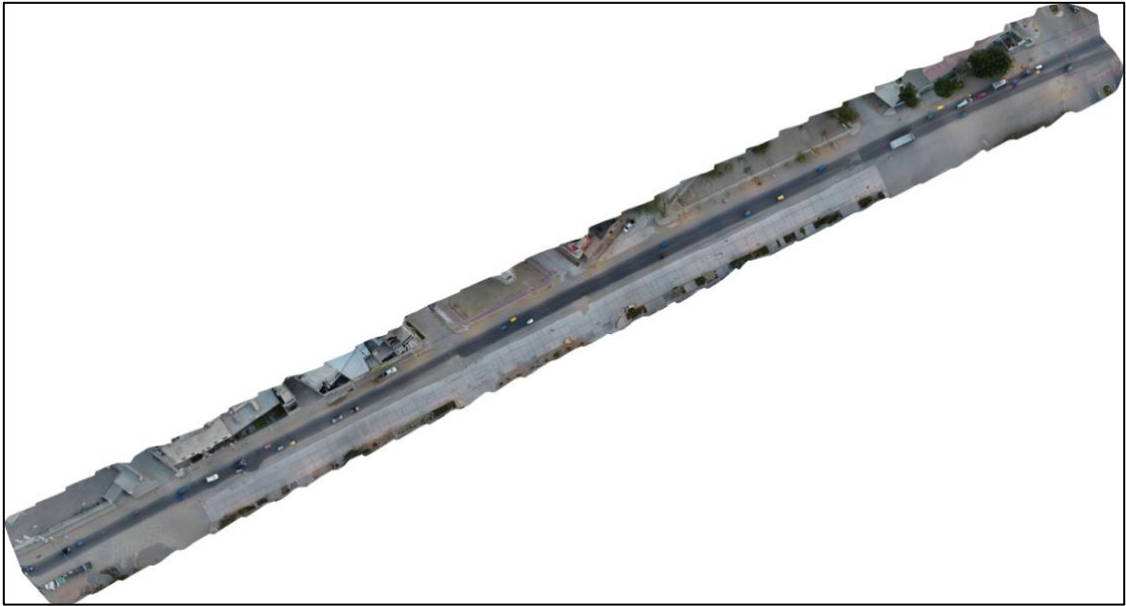
			<i>Cámara: FC7303</i> <i>Punto F: f/2.8</i> <i>Exposición: 1/320s</i> <i>Velocidad ISO: ISO-200</i> <i>Distancia focal: 4mm</i> <i>Apertura máxima: 2.97</i> <i>Altitud de vuelo prom: 80 m.s.n.m.</i>
Vuelo 5	50	39	<i>Dimensiones: 4000 x 3000 px</i> <i>Resolución: 1.63cm/px</i> <i>Cámara: FC7303</i> <i>Punto F: f/2.8</i> <i>Exposición: 1/320s</i> <i>Velocidad ISO: ISO-200</i> <i>Distancia focal: 4mm</i> <i>Apertura máxima: 2.97</i> <i>Altitud de vuelo prom: 80 m.s.n.m.</i>

Fuente. Vuelo con dron DJI Mavic mini

La **Tabla 14** muestra todo lo concerniente a las características de las imágenes obtenidas en el vuelo, básicamente sus configuraciones. El plan de vuelo fue dividido en 6 tramos para lo cual se configuró el dron para sobrevolar el espacio a una altura promedio de 50m, obteniendo un total de 231 imágenes de 4000 x 3000 px, con una resolución de 1.63cm/px, Punto F: f/2.8, Exposición: 1/320s, Velocidad ISO: ISO-200, Distancia focal: 4mm, Apertura máxima: 2.97 y Altitud de vuelo prom: 80 m.s.n.m. Con estas fotografías se obtuvo los ortomosaicos por cada uno de los 5 tramos en los que se realizó el vuelo, los cuales se muestran a continuación:

**Figura 4**

*Ortomosaico Tramo 1 (0+000 – 0+600)*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 5**

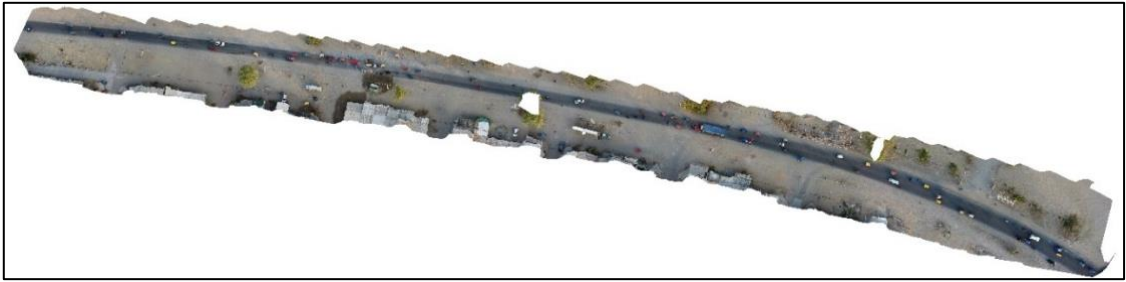
*Ortomosaico Tramo 2 (0+600 – 1+200)*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 6**

*Ortomosaico Tramo 3 (1+200 – 1+800)*

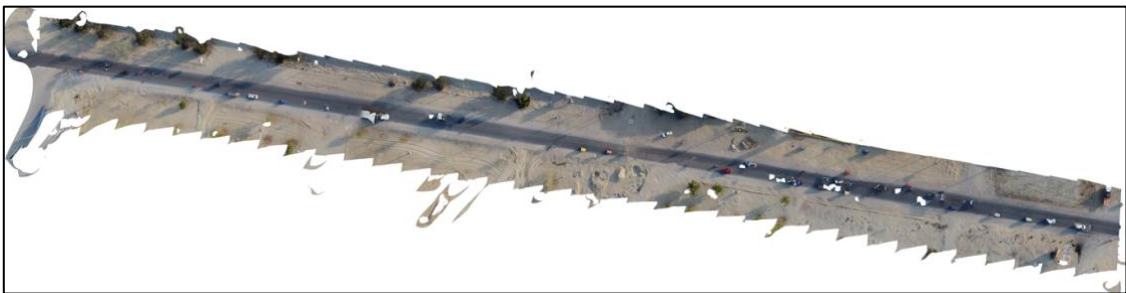


Fuente. Elaboración propia

**Figura 7**

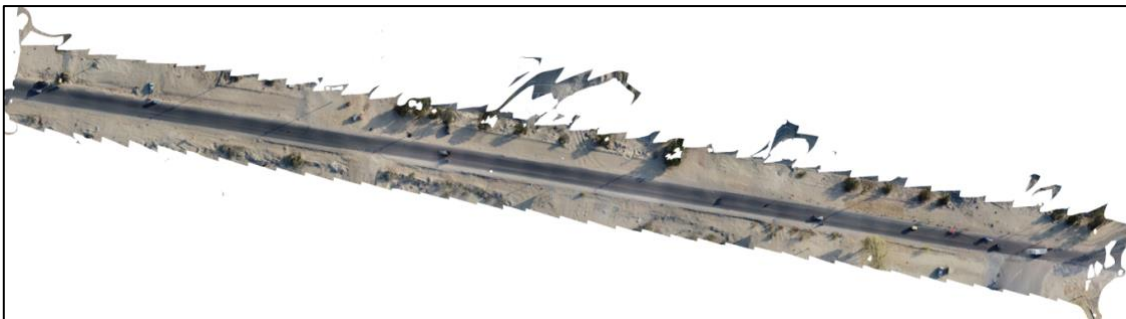
*Ortomosaico Tramo 4 (1+800 – 2+400)*

Fuente. Elaboración propia



**Figura 8**

*Ortomosaico Tramo 5 (2+400 – 3+000)*



Fuente. Elaboración propia

## Figura 9

### Exportación y análisis en Civil 3D 2020



Fuente: Civil 3D 2020

## Figura 10

### Cuantificación y detección de las fallas en Civil 3D 2020



Fuente: Civil 3D 2020

Como se puede observar en las **Figura 9** y **Figura 10**, las imágenes obtenidas por el dron fueron importadas al software Civil 3d con la finalidad de realizar la identificación y las mediciones de las fallas detectadas entre los tramos 0+000 al 3+000. Las fallas presentadas se exponen en el siguiente cuadro:

**Tabla 15***Inventario de fallas detectadas en los ortomosaicos*

FALLA	ORTOMOSAICO / TRAMO				
	1	2	3	4	5
<b>--FALLAS DE TIPO A --</b>					
Ahuellamiento	X	X	X	X	NP
Depresiones o hundimientos longitudinales	NP	X	NP	X	X
Depresiones o hundimientos transversales	NP	NP	NP	NP	NP
Fisuras longitudinales por fatiga	NP	NP	NP	NP	NP
Fisuras piel de cocodrilo	NP	NP	NP	NP	NP
Bacheos y parcheos	X	X	X	X	X
<b>-- FALLAS DE TIPO B --</b>					
Fisuras de contracción térmica	NP	NP	NP	NP	NP
Fisuras parabólicas	NP	NP	NP	NP	NP
Fisuras de borde	X	X	X	X	X
Ojos de pescado	NP	NP	NP	NP	NP
Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	NP	NP	NP	NP	NP
Pérdida de la película de ligante	X	X	X	X	X
Pérdida de agregados	X	X	X	X	X
Descascaramiento	NP	NP	NP	NP	NP
Pulimiento de agregados	NP	NP	NP	NP	NP
Exudación	X	NP	NP	NP	NP
Afloramiento de mortero	NP	NP	NP	NP	NP
Afloramiento de agua	NP	NP	NP	NP	NP
Desintegración de los bordes del pavimento	NP	X	X	X	X
Escalonamiento entre calzada y berma	NP	NP	NP	NP	NP
Erosión de las bermas	X	X	X	X	X
Segregación	NP	NP	NP	NP	NP

Fuente: Lista de cotejo

La **Tabla 15** muestra las fallas detectadas por cada tramo. El ahuellamiento se presentó en el tramo 1, 2, 3 y 4, desprendimientos o hundimientos longitudinales en los tramos 2, 4 y 5, bacheos y parcheo en todos los tramos al igual que las fisuras de borde, la pérdida de la película de ligante, pérdida de agregados y la erosión de las bermas, exudación en el tramo 1 y desintegración de los bordes del pavimento en todos los tramos excepto el 1.

**Tabla 16**

*Determinación del estado superficial del pavimento con método VIZIR – Tramo 01*

MUESTRA	PROGRESIVA		DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	TIPO DE DETERIORO	CÓDIGO FALLA	MEDICIÓN	GRAVEDAD	EXT	Id	If	Is	Ir	CALIF.
	INICIO	FIN						%					
Tramo 01	0+000	0+600	Ahuellamiento	A	AH	67.66	2	11.28%	3	0	5	0	REGULAR
			Bacheos y parcheos	A	B	147.68	2	24.61%	3	0			
			Fisuras de borde	B	FB	179.6	3	29.93%	0	4			
			Pérdida de la película de ligante	B	PL	367.81	2	61.30%	0	4			
			Pérdida de agregados	B	PA	311.99	1	52.00%	0	3			
			Exudación	B	EX	23.11	1	3.85%	0	1			
			Erosión de las bermas	B	EB	43.88	2	7.31%	0	2			
<b>PROM =</b>								3	3				

**Tabla 17**

*Determinación del estado superficial del pavimento con método VIZIR – Tramo 02*

MUESTRA	PROGRESIVA		DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	TIPO DE DETERIORO	CÓDIGO FALLA	MEDICIÓN	GRAVEDAD	EXT	Id	If	Is	Ir	CALIF.
	INICIO	FIN						%					
Tramo 02	0+600	1+200	Ahuellamiento	A	AH	50.65	1	8.44%	1	0	6	0	MALO
			Depresiones o hundimientos longitudinales	A	DL	47.91	1	7.99%	1	0			
			Bacheos y parcheos	A	B	113.07	3	18.85%	4	0			
			Fisuras de borde	B	FB	110.08	3	18.35%	0	4			
			Pérdida de la película de ligante	B	PL	279.54	2	46.59%	0	3			
			Pérdida de agregados	B	PA	144.71	2	24.12%	0	3			
			Desintegración de los bordes del pavimento	B	DB	107.66	3	17.94%	0	4			
			Erosión de las bermas	B	EB	111.55	3	18.59%	0	4			
<b>PROM =</b>								2	4				

**Tabla 18**

*Determinación del estado superficial del pavimento con método VIZIR – Tramo 03*

MUESTRA	PROGRESIVA		DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	TIPO DE DETERIORO	CÓDIGO FALLA	MEDICIÓN	GRAVEDAD	EXT %	Id	If	Is	Ir	CALIF.
	INICIO	FIN											
Tramo 03	1+200	1+800	Ahuellamiento	A	AH	20.75	1	3.46%	1	0	7	0	MALO
			Bacheos y parcheos	A	B	100.89	3	16.82%	4	0			
			Fisuras de borde	B	FB	133.99	3	22.33%	0	4			
			Pérdida de la película de ligante	B	PL	260.7	3	43.45%	0	4			
			Pérdida de agregados	B	PA	74.06	2	12.34%	0	3			
			Desintegración de los bordes del pa	B	DB	94.72	3	15.79%	0	4			
			Erosión de las bermas	B	EB	98.66	2	16.44%	0	3			
<b>PROM =</b>								3	4				

**Tabla 19**

*Determinación del estado superficial del pavimento con método VIZIR – Tramo 04*

MUESTRA	PROGRESIVA		DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	TIPO DE DETERIORO	CÓDIGO FALLA	MEDICIÓN	GRAVEDAD	EXT %	Id	If	Is	Ir	CALIF.
	INICIO	FIN											
Tramo 04	1+800	2+400	Ahuellamiento	A	AH	15.76	2	2.63%	2	0	5	0	REGULAR
			Depresiones o hundimientos longitud	A	DL	34.35	3	5.73%	3	0			
			Bacheos y parcheos	A	B	160.77	3	26.80%	4	0			
			Fisuras de borde	B	FB	24.4	3	4.07%	0	3			
			Pérdida de la película de ligante	B	PL	133.55	3	22.26%	0	4			
			Pérdida de agregados	B	PA	41.11	2	6.85%	0	2			
			Desintegración de los bordes del pa	B	DB	100.01	3	16.67%	0	4			
Erosión de las bermas	B	EB	99.52	3	16.59%	0	4						
<b>PROM =</b>								3	3				



**Tabla 20**

*Determinación del estado superficial del pavimento con método VIZIR – Tramo 05*

MUESTRA	PROGRESIVA		DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	TIPO DE DETERIORO	CÓDIGO FALLA	MEDICIÓN	GRAVEDAD	EXT %	Id	If	Is	Ir	CALIF.
	INICIO	FIN											
Tramo 05	2+400	3+000	Depresiones o hundimientos longitudinales	A	DL	6.55	2	1.09%	2	0	4	0	REGULAR
			Bacheos y parcheos	A	B	7.88	3	1.31%	3	0			
			Fisuras de borde	B	FB	42.04	2	7.01%	0	2			
			Pérdida de la película de ligante	B	PL	96.54	2	16.09%	0	3			
			Pérdida de agregados	B	PA	34.65	1	5.78%	0	1			
			Desintegración de los bordes del pavimento	B	DB	88.55	2	14.76%	0	3			
			Erosión de las bermas	B	EB	20.22	2	3.37%	0	2			
<b>PROM =</b>								3	2				

Desde la **Tabla 16** hasta la **Tabla 20**, se muestra el procedimiento de cálculo del estado de conservación o condición superficial del pavimento bajo el método VIZIR, evaluación realizada a los 5 tramos y de acuerdo a cada falla identificada y cuantificada. Se puede observar que la falla con mayor presencia fue la pérdida de la película ligante, con una presencia hasta en el 38% de la totalidad del tramo evaluado, le sigue la pérdida de agregados con un 20%, los bacheos y parcheos con un 18%, las fisuras de borde con un 16%, desintegración de los bordes del pavimento con 13%, erosión de bermas con 12%, y en menor medida las depresiones con la exudación. Finalmente, los resultados de este procesamiento muestran diferentes calificaciones para cada posición de tramo, siendo la calificación para el Tramo 1 (0+000 – 0+600) como regular (Is=5), para el tramo 2 (0+600 – 1+200) como malo (Is=6), para el tramo 3 (1+200 – 1+800) como malo (Is=7), para el Tramo 4 (1+800 – 2+400) como regular (Is=5) y para el tramo 5 (2+400 – 3+000) como regular (Is=4).

4.3. **Alternativa de intervención para el pavimento flexible de la Prolongación José de entre los kilómetros 2+500 - 5+500, Sullana 2022.**

**Tabla 21**

*Condición general del pavimento con método VIZIR*

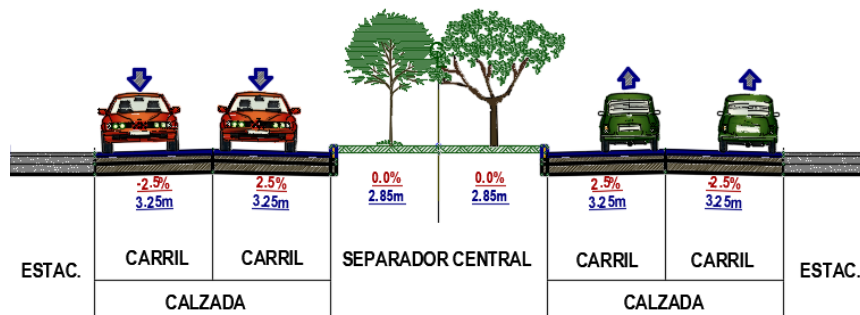
Tramo	Is	CALIF.
1	5	REGULAR
2	6	MALO
3	7	MALO
4	5	REGULAR
5	4	REGULAR
<b>TOTAL</b>	<b>5.4</b>	<b>MALO</b>

Fuente: Elaboración propia

La **Tabla 21** muestra finalmente el resultado general de la evaluación, dando un promedio de 5.4 que se clasificaría como un pavimento en mal estado, por lo que la sugerencia inmediata sería la reconstrucción total del tramo evaluado, ya que la carretera no se encuentra apta para recibir una rehabilitación parcial. Además, se deberá considerar las condiciones de tráfico actual como lo son la demanda vehicular y el peso de los vehículos que transitan por ella, ya que actualmente ese tramo de la carretera recibe la carga de muchos vehículos pesados que se dirigen hacia la ciudad de Paita, además que solo cuenta con dos carriles de doble sentido generando congestionamiento vehicular. Bajo las condiciones expuestas y la realidad obtenida se propone la reconstrucción total del tramo de la avenida José de lama con las siguientes características geométricas:

**Figura 11**

*Propuesta de sección transversal de la Av. José de Lama km 2+500 – 5+500 -*



Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

Realizar este estudio ha permitido poder conocer como es que se encuentra actualmente el pavimento flexible de la prolongación avenida José de Lama, precisamente entre los kilómetros 2+500 al 5+500 en donde se ha detectado numerosas fallas, algunas de gravedad que han imposibilitado una adecuada circulación vehicular, ha causado retrasos y daños materiales en los vehículos de los usuarios que transitan en ella, además que no se han realizado diagnósticos previos y técnicamente justificables para tomar acciones inmediatas, por lo que esta investigación puede servir como justificación técnicamente sustentada.

Las fallas más comúnmente identificadas en todos los tramos evaluados han sido el ahuellamiento, los baches, las fisuras de borde, la pérdida de la película ligante, así como de agregados, y erosión de bermas. La falla con mayor presencia fue la pérdida de la película ligante, con una presencia hasta en el 38% de la totalidad del tramo evaluado, le sigue la pérdida de agregados con un 20%, los bacheos y parcheos con un 18%, las fisuras de borde con un 16%, desintegración de los bordes del pavimento con 13%, erosión de bermas con 12%, y en menor medida las depresiones con la exudación. A diferencia de lo obtenido por Cárdenas et al (2019) quien evidenció que la falla con mayor presencia en su evaluación fue el parcheo con 14.32%. Cabe mencionar que en este estudio no se evaluó la falla “pulimiento de agregados” ya que esta clase de falla se evalúa mediante el tacto, y por tanto el dron no podría detectarla. Se coincide con Fiestas, C., Merino, F. (2020) y con Ramos y Olaya (2021) quienes mencionaron también que la falla pulimiento de agregados, no se podría evaluar con los modelos digitales.

Los resultados de la evaluación con dron y método VIZIR determinaron que el pavimento se encuentra en mal estado, estableciendo su efectividad como herramienta para el análisis visual de pavimentos. En el caso de Cárdenas et al (2019), su evaluación con dron permitió calificar a su pavimento con un estado de conservación regular. Lo mencionado anteriormente coincide con lo dicho por Cardoso et al (2017) quienes califican al dron como una herramienta muy útil para poder identificar las fallas presentes en la superficie de una vía. En el caso

de Suclupe, M (2020), los resultados fueron un poco discrepantes ya que ellos compararon los resultados de una evaluación de pavimentos basados en dos metodologías tradicionales a las cuales se les implementó el uso de dron obteniendo un resultado de calificación POBRE para la evaluación PCI-dron y un resultado BUENO para la evaluación VIZIR-dron. De repente, ha habido problemas durante la calificación de los pavimentos y de las fallas detectadas para que esto haya ocurrido.

Otra de las ventajas obtenidas en el presente estudio es que el vuelo de dron ha permitido capturar una imagen de alta resolución y a escala real centimétrica de la situación actual del pavimento, esto quiere decir que en cualquier momento se puede acceder desde una computadora sin la necesidad de regresar a campo a tomar medidas. Igualmente, Cardoso et al (2017) destacó la metodología como prometedora ya que acelera la presentación de resultados, permite tener un registro al cual se puede acceder desde el computador en cualquier momento sin tener que ir a campo, lo que también ayuda a tener un metrado que puede ser empleado para servicios de recuperación y/o mantenimiento.

El equipo empleado en el presente estudio para realizar la evaluación con dron fue el DJI Mavic MINI, y se pudieron obtener diferentes ventajas como realizar la inspección en el menor tiempo posible (duró 2 horas), no exponer al personal a los vehículos, no se interrumpió el tránsito, de manera similar Cárdenas et al (2019), utilizó un dron de la misma marca DJI pero en modelo Phantom 4 Pro concordando en que estos equipos de vuelo no tripulado son de gran utilidad en lo que respecta a la ingeniería civil, y Cruz & Gutiérrez (2018) concordaron en mencionar como ventajas el levantamiento agilizado, la no irrupción del tránsito vehicular y no poner en riesgo la vida de los inspectores a comparación del método tradicional.

También se puede comentar que la evaluación con dron generó costos de inspección muy mínimos ya que no fue necesario contar con demasiado personal ni tampoco emplear instrumentos para cerrar la calle como conos o tranqueras, ni cintas de seguridad, entre otros, ya que las mediciones se realizaron en una computadora. De igual modo, Quispe (2021) recomendó el uso de dron para la

evaluación de pavimentos ya que los costos generados son mínimos a comparación de una evaluación tradicional.

Finalmente, se puede mencionar que en términos generales es posible emplear un dron para evaluar pavimentos, reforzando lo mencionado por Ramos y Olaya (2021) quienes mencionan que los vehículos aéreos no tripulados permiten identificar las fallas, su gravedad y calificar el estado de conservación del pavimento de manera satisfactoria.

## VI. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la clasificación de suelos, se concluye un suelo SP arena mal graduada de naturaleza pobre para ser compactada y de características infiltrantes, y de baja resistencia a la penetración. En tanto la clasificación del CBR dio un promedio de 11.38 indicando que el suelo es Regular.
2. De acuerdo a la evaluación superficial realizada con dron y método VIZIR, se concluye que el estado en que se encuentran la vía evaluada varía entre regular a malo, siendo el Tramo 1 (0+000 – 0+600) regular, el tramo 2 (0+600 – 1+200) malo, el tramo 3 (1+200 – 1+800) malo, el Tramo 4 (1+800 – 2+400) regular y el tramo 5 (2+400 – 3+000) regular. Además, las fallas identificadas con el vuelo del dron fueron ahuellamiento, desprendimientos, bacheos y parcheo, fisuras de borde, pérdida de la película de ligante y de agregados, erosión de bermas, exudación y desintegración de los bordes del pavimento.
3. De acuerdo a la alternativa de intervención, se concluye que el tramo evaluado debe ser reconstruido en su totalidad considerando una vía de doble sentido con dos carriles por sentido, con una carpeta estructural diseñada para soportar el tránsito vehicular pesado.
4. Es posible utilizar dron en conjunto con el método VIZIR para realizar evaluaciones de pavimentos, convirtiéndose esto en una metodología rápida y eficiente para fines de ingeniería y gestión de pavimentos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a las autoridades emplear los materiales adecuados para la construcción del nuevo pavimento de acuerdo a lo especificado en el estudio de suelos, empleando cemento de tipo MS, con aditivos anti salitre.
2. Se recomienda a los futuros investigadores y profesionales emplear la metodología VIZIR con la incorporación del uso de dron dentro de todo el proceso de diagnóstico de un pavimento, ya que esto permitirá ahorrar tiempo, costos y tener una base gráfica que puede ser consultada desde cualquier dispositivo y sin la necesidad de ir a campo.
3. Se recomienda a los futuros investigadores ampliar el conocimiento respecto a evaluaciones con aplicación de dron en distintos tipos de obras, no solamente en pavimentos, esto con la finalidad de ir estableciendo metodologías modernas que pueden ser utilizadas en trabajos de ingeniería.
4. Se recomienda a las autoridades municipales implementar el uso de dron en lo que respecta a la gestión vial de los distritos a los cuales atienden, con la finalidad de mantener un diagnóstico constante y poder determinar las mejores alternativas que permitan conservar a las vías y mantenerlas en buenas condiciones.

## REFERENCIAS

- ALD Automotive. (03 de diciembre de 2021). Cómo afecta el mal estado de las carreteras a la seguridad en el vehículo: <https://www.aldautomotive.pe/sobre-ald/noticias/ArticleID/3124/C%C3%B3mo-afecta-el-mal-estado-de-las-carreteras-a-la-seguridad-en-el-veh%C3%ADculo>
- Aldazabal, A. (2019). CCL: El 80% de las carreteras del Perú está en mal estado. *Diario Correo*. Retrieved 6 de noviembre de 2020, from <https://diariocorreo.pe/economia/ccl-el-80-de-las-carreteras-del-peru-esta-en-mal-estado-876224/>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (11 de agosto de 2020). *De estructuras a servicios: El camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe*. Retrieved 9 de noviembre de 2020, from Carreteras Pan-Americanas: <https://flagships.iadb.org/es/DIA2020/de-estructuras-a-servicios>
- BCEOM. (1998). *Pavement Management System*.
- Cárdenas, D., Holguin, O., & Zabala, S. (2019). *Auscultación visual realizada mediante el dron 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*. [Tesis. Universidad Piloto de Colombia]. <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6515/TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cardoso, D., Carvalho, N., & Pessoa, A. (2017). Uso de vehículo aéreo no tripulado (VANT) en la identificación de falla superficial en pavimento asfáltico. *Rev. ALCONPAT*, 7(2), 160-171. <https://doi.org/10.21041/ra.v7i2.161>
- Comunidad de Madrid. (2022). *Los Drons y sus aplicaciones a la ingeniería civil*. <https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2015/03/Los-Drons-y-sus-Aplicaciones-a-la-Ingenieria-Civil-fenercom-2015.pdf>



- CONCYTEC. (2018). *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del SINACYT*. Retrieved 20 de setiembre de 2020, from <https://portal.concytec.gob.pe>
- Cruz, J. (2018). Evaluación superficial de vías urbanas empleando vehículo aéreo no tripulado (VANT). *Metodos & Materiales*, 8, 22-32. <https://doi.org/10.15517/mym.v8i1.34113>
- Cueva, E. (2020). *Evaluación del pavimento de la vía los Álamos en San Juan de Miraflores*. [Tesis de pregrado. Universidad Cesar Vallejo].
- Diario el Tiempo de Piura. (16 de Diciembre de 2019). *Red de Comunicación Regional*. Avenidas y calles de piura lucen en total abandono: <https://www.rcrperu.com/avenidas-y-calles-de-piura-lucen-en-total-abandono/>
- Fiestas, D., & Merino, F. (2020). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible a la Av. Don Bosco - Piura usando drons*. [Tesis de pregrado]. [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4490/ICI\\_2001.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4490/ICI_2001.pdf)
- Garcia, R. (2017). *¿El mal estado de las carreteras repercute en los accidentes de tráfico?* Retrieved 10 de noviembre de 2020, from Fundación CEA: <https://www.seguridad-vial.net/via/203-el-mal-estado-de-las-carreteras-repercute-en-los-accidentes-de-traffic>
- González, R., Ucán, J., Sanchez, J., Medina, R., Árcega, F., Zetina, C., & Casares, R. (2019). Drons. Aplicaciones en ingeniería civil y geociencias. *Interciencia*, 326-331. <https://www.redalyc.org/journal/339/33960068003/html/>
- Gupta, S., Ghonge, M., & Jawandhiya, P. (2013). Review of Unmanned Aircraft System (UAS). *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)*, 2(4), 1646 -1658. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3451039>
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). México: McGraw-Hill.
- Jugo, A. (2005). *Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles*. Venezuela.

- Ministerio de Transportes. (2013). *Manual de Carreteras: Suelos geología, geotécnica y pavimentos*. Lima. [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
- Neeraj, S., & Sonu, K. (2019). Flexible Pavement. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 6(11), 1. <https://www.irjet.net/archives/V6/i11/IRJET-V6I11321.pdf>
- Núñez, J. (2014). *Fallas presentadas en la construcción de carreteras asfaltadas*. (Tesis). [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2143/MAS\\_ICIV-L\\_028.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2143/MAS_ICIV-L_028.pdf)
- Papageorgiou, G. (2019). Appraisal of Road Pavement Evaluation Methods. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 158-166. [https://www.researchgate.net/publication/338964385\\_Appraisal\\_of\\_Road\\_Pavement\\_Evaluation\\_Methods](https://www.researchgate.net/publication/338964385_Appraisal_of_Road_Pavement_Evaluation_Methods)
- Prestes, M. (2001). *Métodos de avaliação visual de pavimentos flexíveis : um estudo comparativo*. [Tesis de maestría. Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/2304>
- Productor Agropecuario. (17 de julio de 2017). *Estado de calamidad vial declarado en Guatemala*. Retrieved 8 de noviembre de 2020, from Productor Agropecuario: <https://revistaproagro.com/estado-calamidad-vial-declarado-guatemala/>
- Ramos, R., & Olaya, F. (2021). *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible del Paseo Turicarami, Sullana - Piura utilizando Tecnología VANT*. [Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/69510>
- Redaccion Arcus Global. (09 de mayo de 2019). *Arcus Global*. La tecnología y la ingeniería civil: <https://www.arcus-global.com/wp/la-tecnologia-y-la-ingenieria-civil/#:~:text=La%20aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20tecnolog%C3%ADa,lectura%20y%20an%C3%A1lisis%20de%20planos.>

- Saravia, W. (2021). *Evaluación de fallas superficiales del pavimento flexible por el método PCI y empleo del Dron, Carretera Covadonga – Mollepata, Ayacucho 2021*. [Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64812>
- Suclupe, M. (2020). *Aplicación de Métodos UAV Y VIZIR en la evaluación del estado superficial del pavimento flexible – Avenida Próceres de Huandoy - Los Olivos, 2019*. [Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53201>
- Universidad Cesar Vallejo. (2017). *Código de ética en investigación*. Trujillo. <https://www.ucv.edu.pe/datafiles/C%C3%93DIGO%20DE%20%C3%89TICA.pdf>
- Yazdani, G. (2018). *Effect of Nanopolymer Modified Binder on Hot Mix Asphalt*. [Thesis, University of North Dakota]. <https://commons.und.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3387&context=theses>
- Yu, L., Peifeng, S., Miaomiao, L., Zhanping, Y., & Mohan, Z. (2020). Review on evolution and evaluation of asphalt pavement structures and materials. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.05.003>

## ANEXOS

### ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	POBLACION	MUESTRA	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
<b>GENERAL:</b> ¿Cuál será la evaluación del pavimento flexible de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 – 5+500, empleando VIZIR y dron, Sullana 2022?	<b>GENERAL:</b> Realizar la evaluación del pavimento flexible de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500, empleando método VIZIR y dron, Sullana 2022	No presenta	Consistirá en todo el pavimento flexible del tramo de la avenida prolongación José de Lama, en una longitud total de 8.00 Km.	No probabilística e intencional. Estará conformada por el tramo comprendido entre la Av. El Alto (2+500) del sector Urbanización Jardín hasta la Av. Toronto (5+500) del sector Nuevo Sullana. La muestra tiene una longitud de 3km..	Observación	Ficha de recolección de datos
<b>ESPECÍFICO 1:</b> ¿Cuál será la clasificación de suelos de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500, Sullana 2022?	<b>ESPECÍFICO 1:</b> Realizar la clasificación de suelos de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500, Sullana 2022	No presenta			Observación	Lampas y picos Fichas de laboratorio
<b>ESPECÍFICO 2:</b> ¿Cuál será el estado superficial del Pavimento Flexible de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500 empleando VIZIR y dron, Sullana?	<b>ESPECÍFICO 2:</b> Determinar el estado superficial del pavimento flexible de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500, empleando VIZIR y dron, Sullana 2022.	No presenta			Observación	Dron, ficha de recolección de datos, lista de cotejo
<b>ESPECÍFICO 3:</b> ¿Cuál es la alternativa de intervención para el Pavimento Flexible de la Prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 - 5+500, Sullana 2022?	<b>ESPECÍFICO 3:</b> Proponer una alternativa de intervención para el pavimento flexible de la Prolongación José de entre los kilómetros 2+500 - 5+500, Sullana 2022.	No presenta			Observación	

## ANEXO 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Evaluación del pavimento flexible	La evaluación de los pavimentos es un proceso por el cual se emplean diferentes herramientas para diagnosticar el estado de conservación de un pavimento	Se medirá de acuerdo a los tipos de evaluación del pavimento	Evaluación de calicatas.	Análisis granulométrico Proctor Modificado CBR	Razón
Método VIZIR con dron	Es un procedimiento de evaluación superficial que consiste en la identificación de daños, en la cuantificación de la extensión del daño y su nivel de gravedad y en el cual se ha implementado el uso de dron para realizar la evaluación.	Se medirá de acuerdo al tipo de fallas ya sean funcionales (A) o no funcionales	Falla de tipo A Falla de tipo B	Ahuellamientos Depresiones o hundimientos longitudinales Depresiones o hundimientos transversales Fisuras longitudinales por fatiga Fisuras piel de cocodrilo Bacheos y Parcheos Fisuras longitudinales de junta de construcción Fisura transversal de junta de construcción Fisuras de contracción térmica Fisuras parabólicas Fisura de borde Ojos de pescado Desplazamiento o abultamiento Pérdida de la película de ligante	Razón

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
				Pérdida de agregados Descascaramiento Pulimiento de agregados Exudación Afloramiento de mortero Afloramiento de agua Desintegración de los bordes del pavimento Escalonamiento entre calzada y berma Erosión de las bermas Segregación	

# ANEXO 3. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

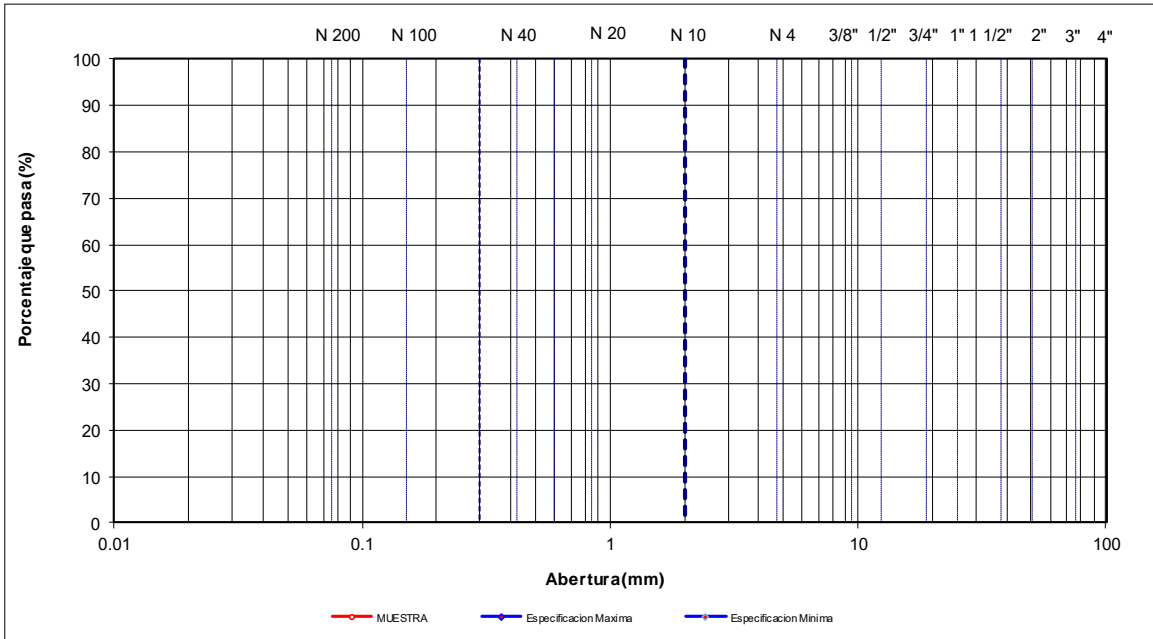
(NORMA MTC E-107, E-108 AASHTO T-27, ASTM D422)

PROYECTO :	
MUESTRA :	
CALICATA :	

DATOS DE LA MUESTRA		
MUESTREO : M - 01	TAMAÑO MAXIMO :	3"
PROF. (m) : 0.00 - 1.50 m	Peso inicial seco :	0.0 g
	Peso lavado seco :	0 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION "A"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.600						Contenido de Humedad (%) :
3"	76.200						Límite Líquido (LL) :
2"	50.800						Límite Plástico (LP) :
1 1/2"	38.100						Índice Plástico (IP) :
1"	25.400						Clasificación (SUCS) :
3/4"	19.000						Clasificación (AASHTO) :
1/2"	12.500						Índice de Grupo :
3/8"	9.500						Descripción ( AASHTO ) :
Nº 4	4.750						Descripción ( SUCS ) :
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000						Índice de Liquidez:
Nº 16	1.190						Estado del Suelo:
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia:
Nº 30	0.600						Estado del Suelo:
Nº 40	0.425						<b>OBSERVACIONES :</b>
Nº 50	0.300						Bolonería > 3" :
Nº 80	0.177						Grava 3" - Nº 4 :
Nº 100	0.150						Arena Nº4 - Nº 200 :
Nº 200	0.075						Finos < Nº 200 :
< Nº 200	FONDO						D50

### CURVA GRANULOMETRICA



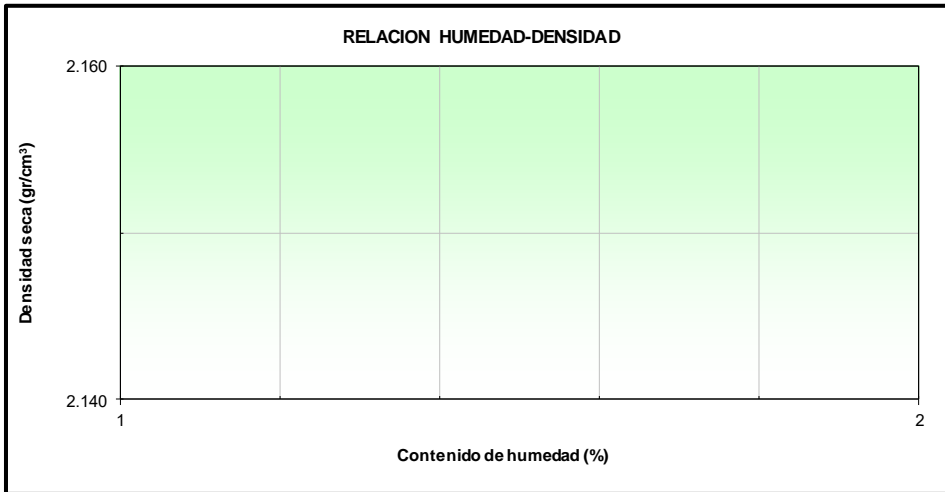
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

PROYECTO :	
TRAMO :	
CALICATA :	

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTREO :	CLASF. (SUCS) :
PROF. (m): :	CLASF. (AASHTO) :

METODO DE COMPACTACION :

Peso suelo + molde	gr					
Peso molde	gr					
Peso suelo húmedo compactado	gr					
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>					
Peso volumétrico húmedo	gr					
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr					
Peso del suelo seco + tara	gr					
Tara	gr					
Peso de agua	gr					
Peso del suelo seco	gr					
Contenido de agua	%					
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>					
						Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )
						Humedad óptima (%)





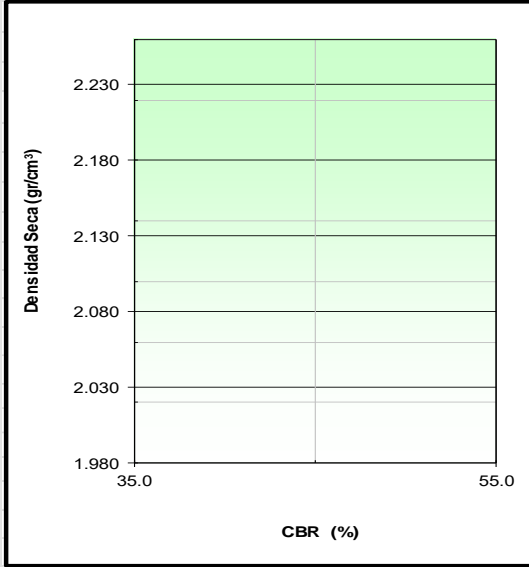


**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

<b>PROYECTO</b> :										
<b>TRAMO</b> :										
<b>CALICATA:</b> :										

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>MUESTREO</b> :										
<b>PROF. (m):</b> :										



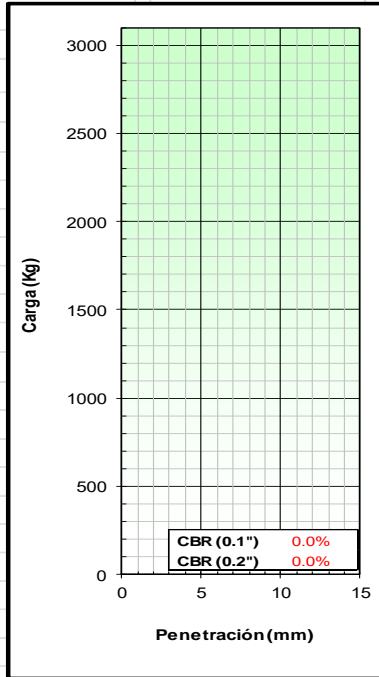
**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** :  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** :  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	

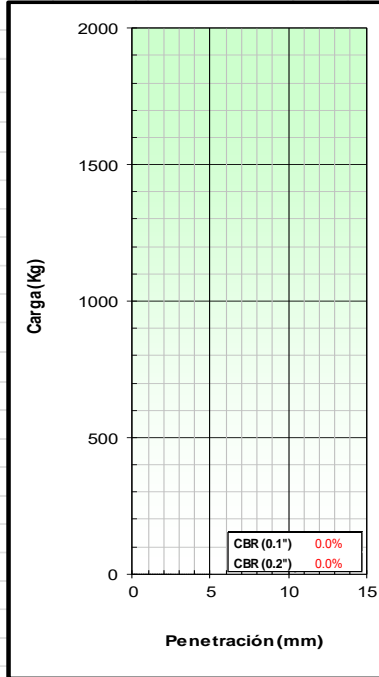
**RESULTADOS:**  
**Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.** =                    (%)  
**Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.** =                    (%)

**OBSERVACIONES:**

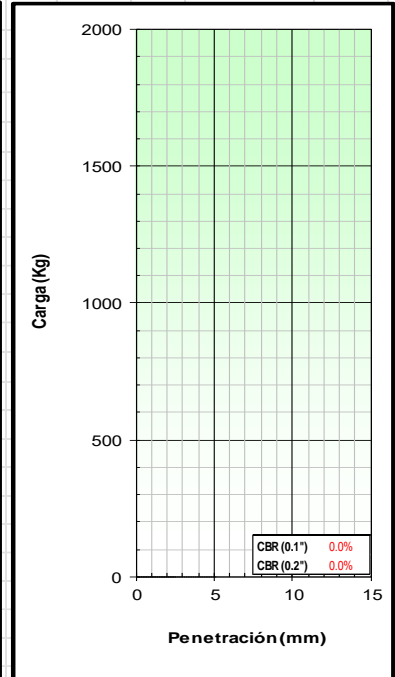
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



## LISTA DE COTEJO

**TESIS:** Evaluación del pavimento empleando método VIZIR y dron de la prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 – 5+500, Sullana

**AUTORES:** Ruiz Farfán, Danitza Melania (orcid.org/0000-0002-5723-9907)

Torres Girón, Miguel Angel (orcid.org/0000-0003-3991-7046)

---

### **INSTRUCCIONES:**

Este instrumento sirve para verificar la presencia de las diferentes fallas clasificadas como A y B según la metodología VIZIR. Básicamente, consiste en marcar la casilla con un aspa (X) en la falla que se pudo encontrar en el tramo evaluado.

**TRAMO EVALUADO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

FALLA		Presenta	
		Si	No
Falla de tipo "A"	Ahuellamiento		
	Depresiones o hundimientos longitudinales		
	Depresiones o hundimientos transversales		
	Fisuras longitudinales por fatiga		
	Fisuras piel de cocodrilo		
	Bacheos y parcheos		
Falla de tipo "B"	Fisuras de contracción térmica		
	Fisuras parabólicas		
	Fisuras de borde		
	Ojos de pescado		
	Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla		
	Pérdida de la película de ligante		
	Pérdida de agregados		
	Descascaramiento		
	Pulimiento de agregados		
	Exudación		
	Afloramiento de mortero		
	Afloramiento de agua		
	Desintegración de los bordes del pavimento		
	Escalonamiento entre calzada y berma		
	Erosión de las bermas		
Segregación			

## GUIA DE OBSERVACIÓN



## ANEXO 8. HOJA DE PROCESAMIENTO DE CALCULO DEL VIZIR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### HOJA DE PROCESAMIENTO DE DATOS PARA CALCULAR LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO MEDIANTE METODO VIZIR

Proyecto: Evaluación del pavimento empleando método VIZIR y dron de la prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 – 5+500, Sullana

Autores: Ruiz Farfán, Danitza Melania (orcid.org/0000-0002-5723-9907)  
Torres Girón, Miguel Angel (orcid.org/0000-0003-3991-7046)

#### I. INSTRUCTIVO DEL INSTRUMENTO

Este instrumento automatizado ha sido diseñado de acuerdo al procedimiento establecido en el método VIZIR. Básicamente, consiste en seleccionar el tipo de falla encontrada en la muestra del tramo evaluado, entre qué progresivas se está evaluando y a que gravedad se encuentra la falla. La hoja de calculo realizará los cálculos determinando finalmente el estado del pavimento.

#### TRAMO 01

MUESTRA	PROGRESIVA		DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	TIPO DE DETERIORO	CÓDIGO FALLA	MEDICIÓN	GRAVEDAD	EXT %	Id	If	Is	Ir	CALIF.
	INICIO	FIN											
Tramo 01	0+000	0+600	Ahuellamiento	A	AH	67.66	2	11.28%	3	0	5	0	REGULAR
			Bacheos y parcheos	A	B	147.68	2	24.61%	3	0			
			Fisuras de borde	B	FB	179.6	3	29.93%	0	4			
			Pérdida de la película de ligante	B	PL	367.81	2	61.30%	0	4			
			Pérdida de agregados	B	PA	311.99	1	52.00%	0	3			
			Exudación	B	EX	23.11	1	3.85%	0	1			
			Erosión de las bermas	B	EB	43.88	2	7.31%	0	2			
<b>PROM =</b>								3	3				

MUESTRA	PROGRESIVA		DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	TIPO DE DETERIORO	CÓDIGO FALLA	MEDICIÓN	GRAVEDAD	EXT %	Id	If	Is	Ir	CALIF.
	INICIO	FIN											
Tramo 02	0+600	1+200	Ahuellamiento	A	AH	50.65	1	8.44%	1	0	6	0	MALO
			Depresiones o hundimientos longitudinales	A	DL	47.91	1	7.99%	1	0			
			Bacheos y parcheos	A	B	113.07	3	18.85%	4	0			
			Fisuras de borde	B	FB	110.08	3	18.35%	0	4			
			Pérdida de la película de ligante	B	PL	279.54	2	46.59%	0	3			
			Pérdida de agregados	B	PA	144.71	2	24.12%	0	3			
			Desintegración de los bordes del pavimento	B	DB	107.66	3	17.94%	0	4			
Erosión de las bermas	B	EB	111.55	3	18.59%	0	4						
<b>PROM =</b>								2	4				

MUESTRA	PROGRESIVA		DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	TIPO DE DETERIORO	CÓDIGO FALLA	MEDICIÓN	GRAVEDAD	EXT %	Id	If	Is	Ir	CALIF.
	INICIO	FIN											
Tramo 03	1+200	1+800	Ahuellamiento	A	AH	20.75	1	3.46%	1	0	7	0	MALO
			Bacheos y parcheos	A	B	100.89	3	16.82%	4	0			
			Fisuras de borde	B	FB	133.99	3	22.33%	0	4			
			Pérdida de la película de ligante	B	PL	260.7	3	43.45%	0	4			
			Pérdida de agregados	B	PA	74.06	2	12.34%	0	3			
			Desintegración de los bordes del pavimento	B	DB	94.72	3	15.79%	0	4			
			Erosión de las bermas	B	EB	98.66	2	16.44%	0	3			
<b>PROM =</b>								3	4				

MUESTRA	PROGRESIVA		DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	TIPO DE DETERIORO	CÓDIGO FALLA	MEDICIÓN	GRAVEDAD	EXT %	Id	If	Is	Ir	CALIF.
	INICIO	FIN											
Tramo 04	1+800	2+400	Ahuellamiento	A	AH	15.76	2	2.63%	2	0	5	0	REGULAR
			Depresiones o hundimientos longitudinales	A	DL	34.35	3	5.73%	3	0			
			Bacheos y parcheos	A	B	160.77	3	26.80%	4	0			
			Fisuras de borde	B	FB	24.4	3	4.07%	0	3			
			Pérdida de la película de ligante	B	PL	133.55	3	22.26%	0	4			
			Pérdida de agregados	B	PA	41.11	2	6.85%	0	2			
			Desintegración de los bordes del pavimento	B	DB	100.01	3	16.67%	0	4			
			Erosión de las bermas	B	EB	99.52	3	16.59%	0	4			
<b>PROM =</b>								3	3				
Tramo 05	2+400	3+000	Depresiones o hundimientos longitudinales	A	DL	6.55	2	1.09%	2	0	4	0	REGULAR
			Bacheos y parcheos	A	B	7.88	3	1.31%	3	0			
			Fisuras de borde	B	FB	42.04	2	7.01%	0	2			
			Pérdida de la película de ligante	B	PL	96.54	2	16.09%	0	3			
			Pérdida de agregados	B	PA	34.65	1	5.78%	0	1			
			Desintegración de los bordes del pavimento	B	DB	88.55	2	14.76%	0	3			
			Erosión de las bermas	B	EB	20.22	2	3.37%	0	2			
			<b>PROM =</b>										



**ANEXO 8. UBICACIÓN DEL PROYECTO**



Ubicación del proyecto

**ANEXO 8. PANEL FOTOGRÁFICO**



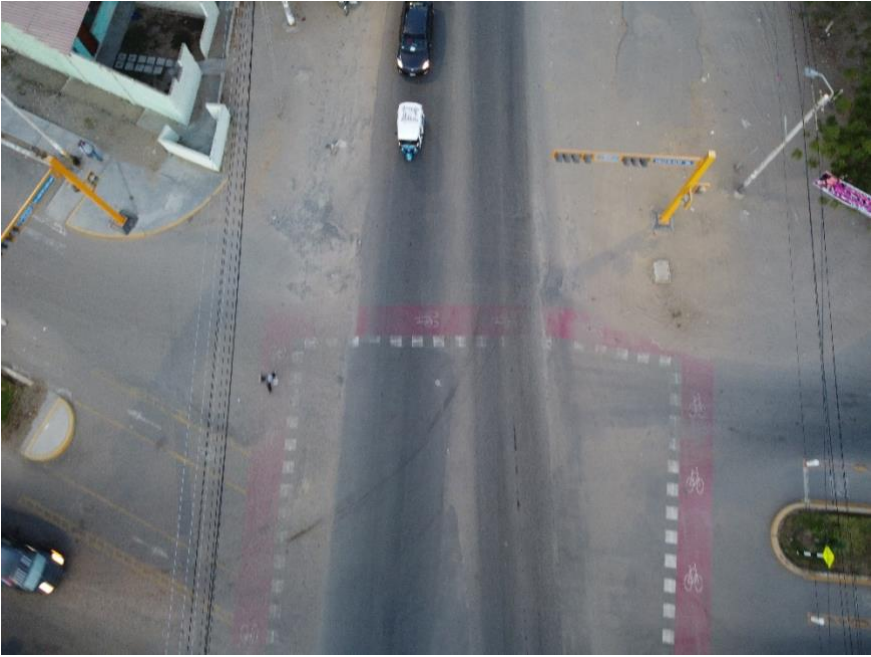
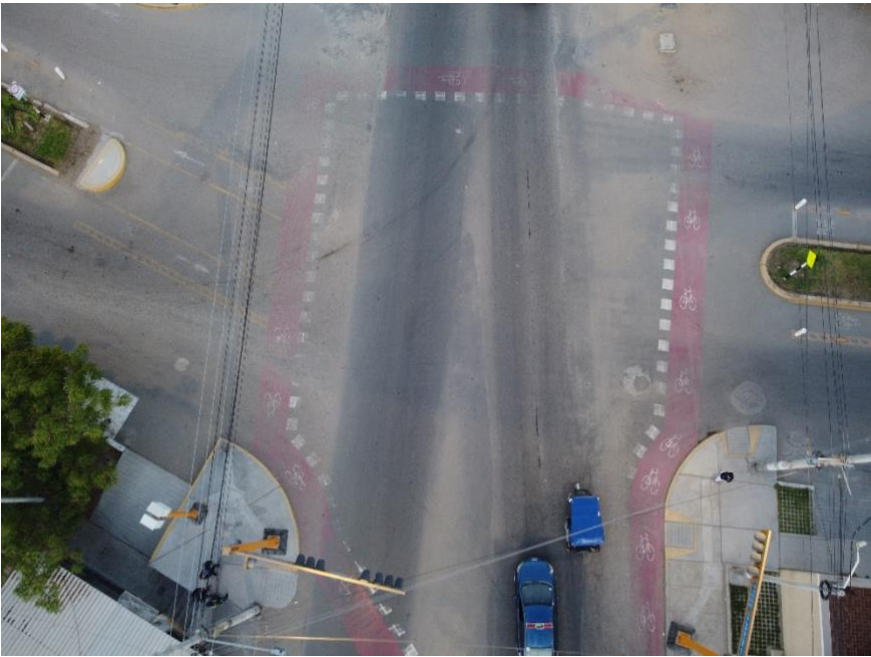




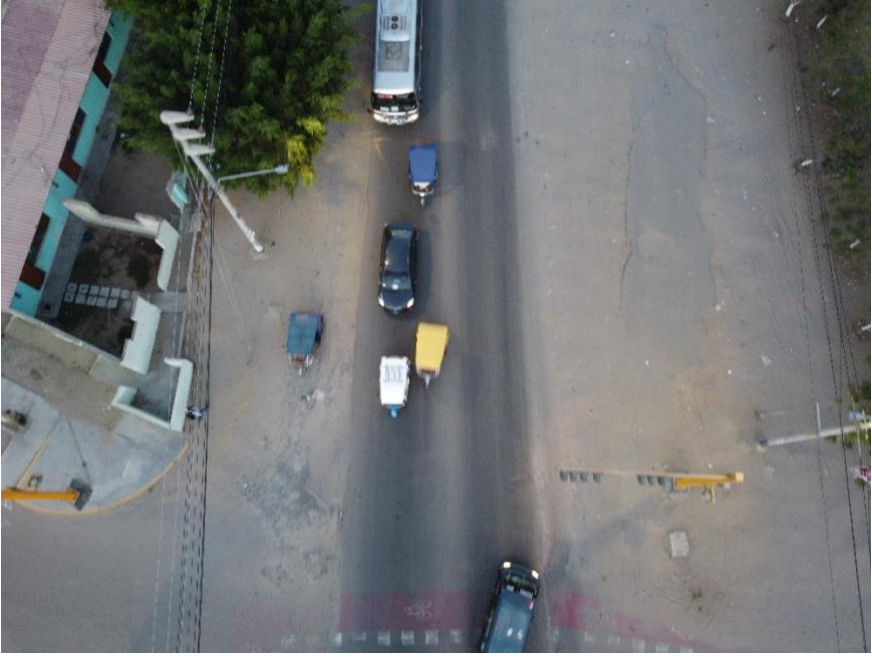


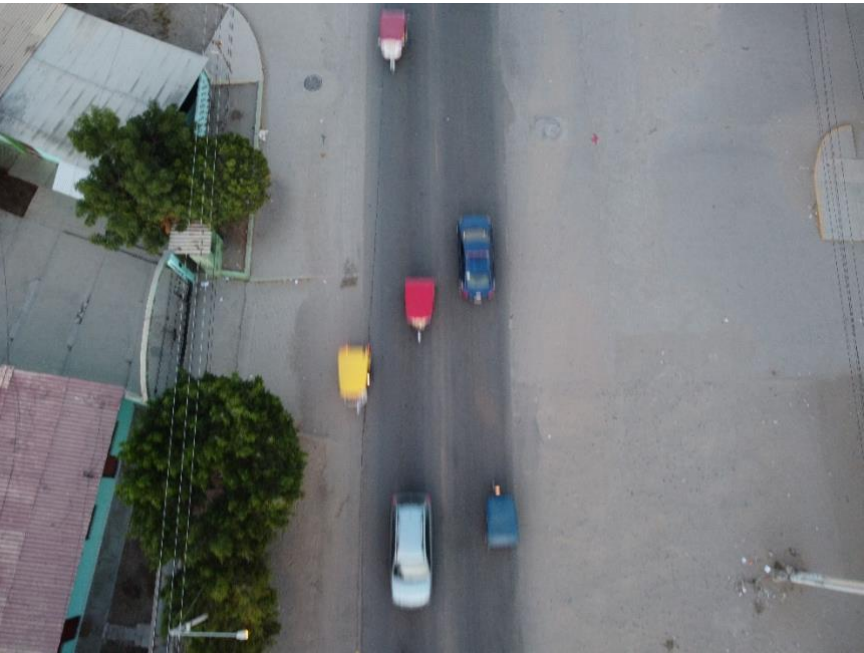
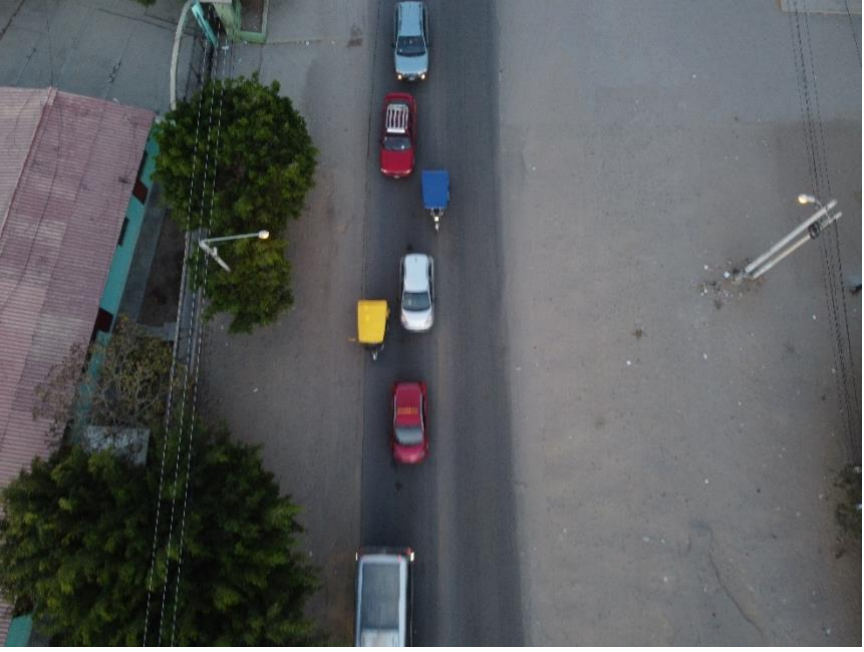


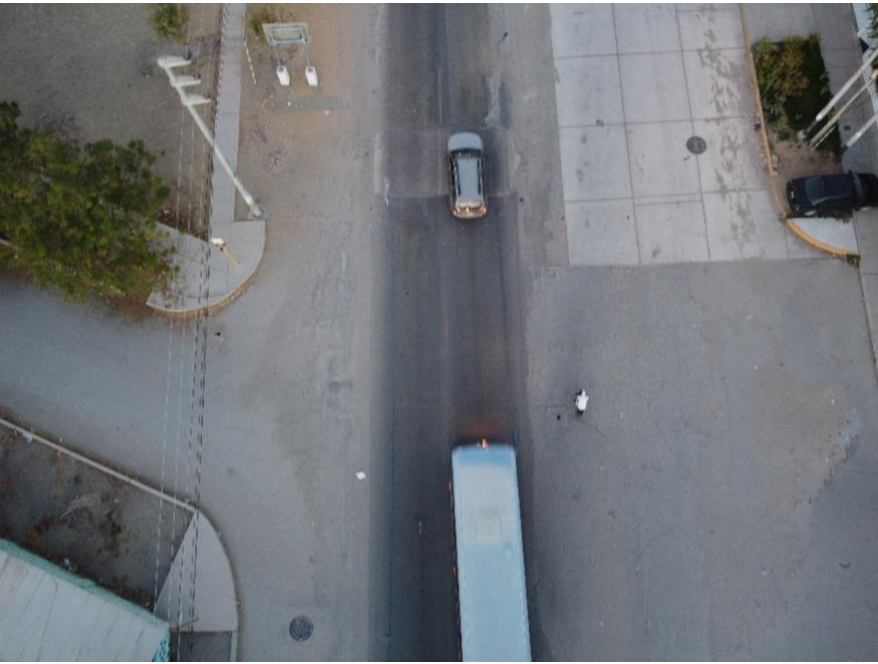
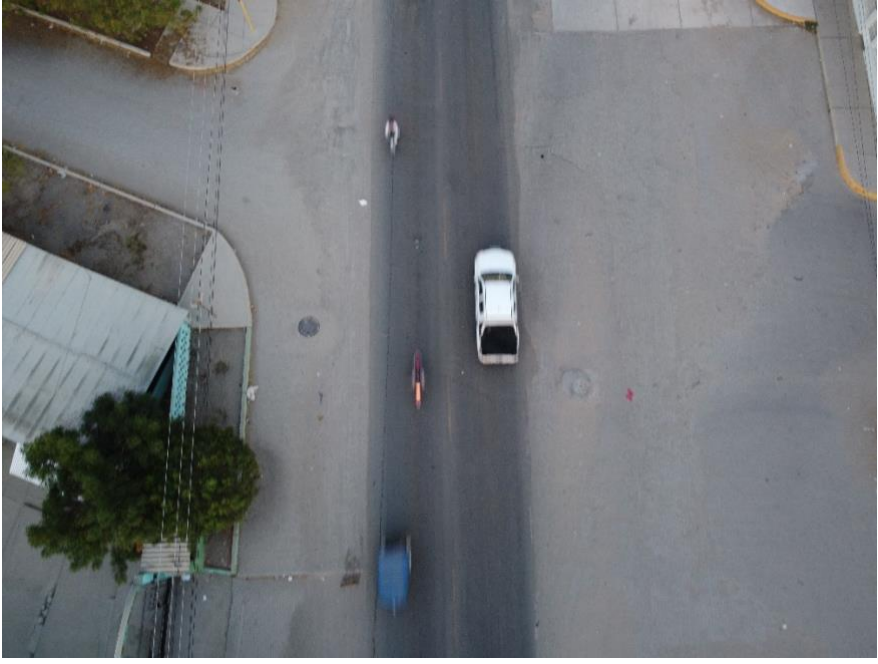
**ANEXO 8. LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO DEL DRON**



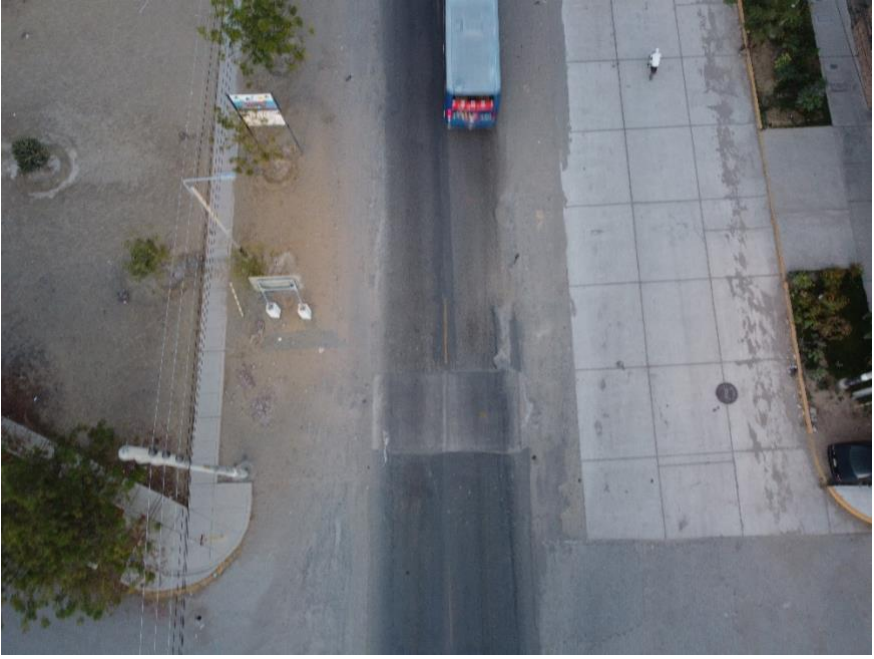




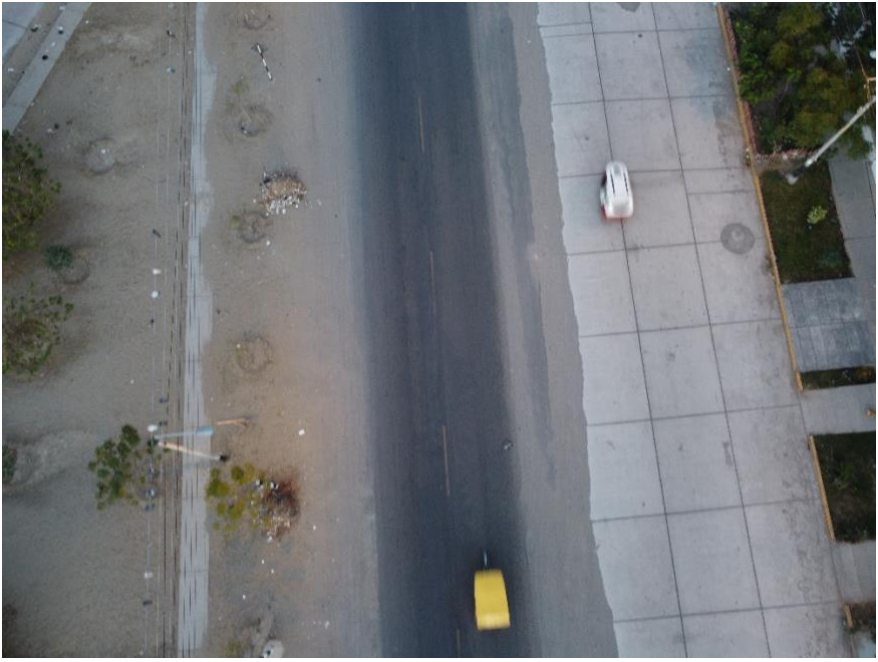
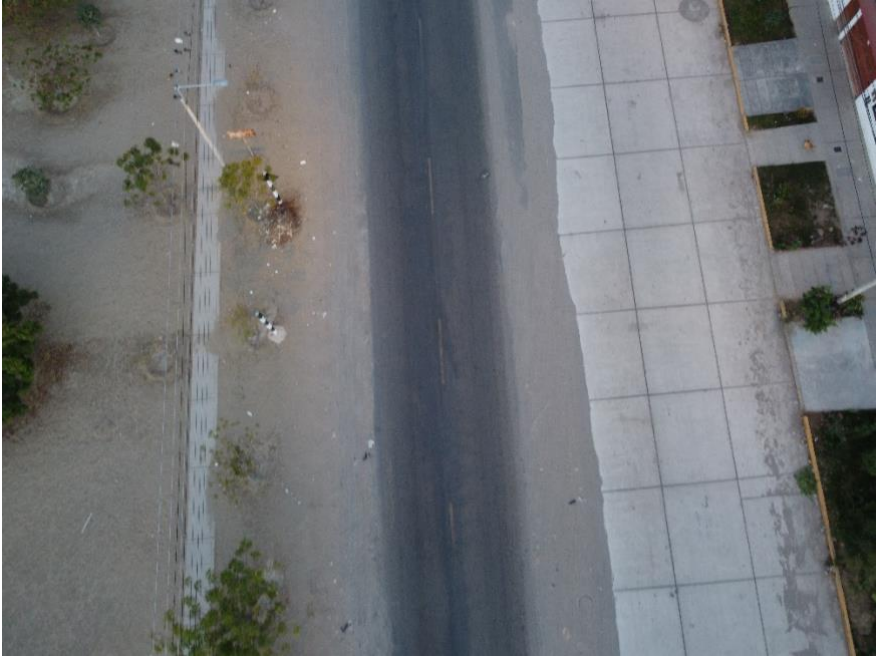


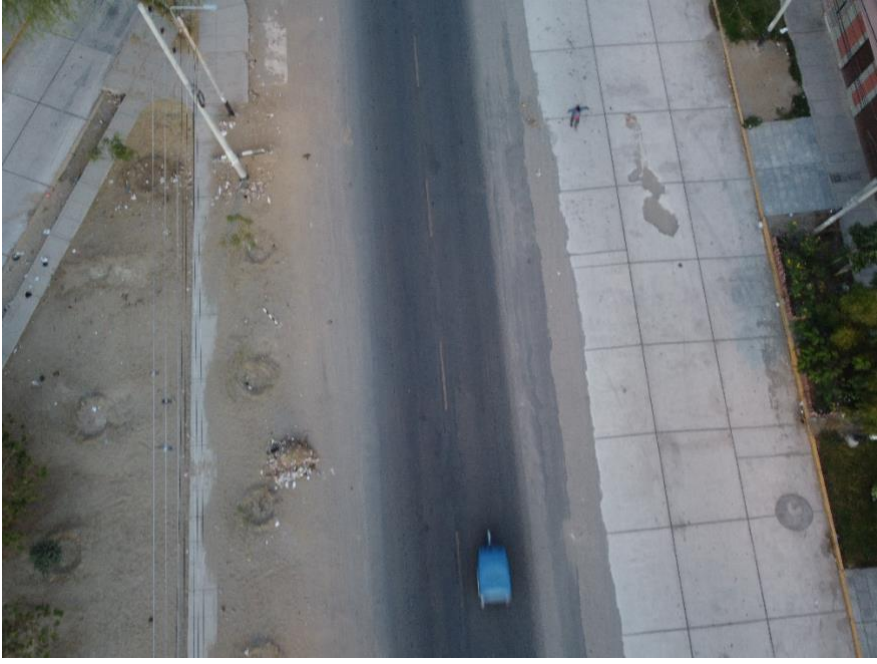


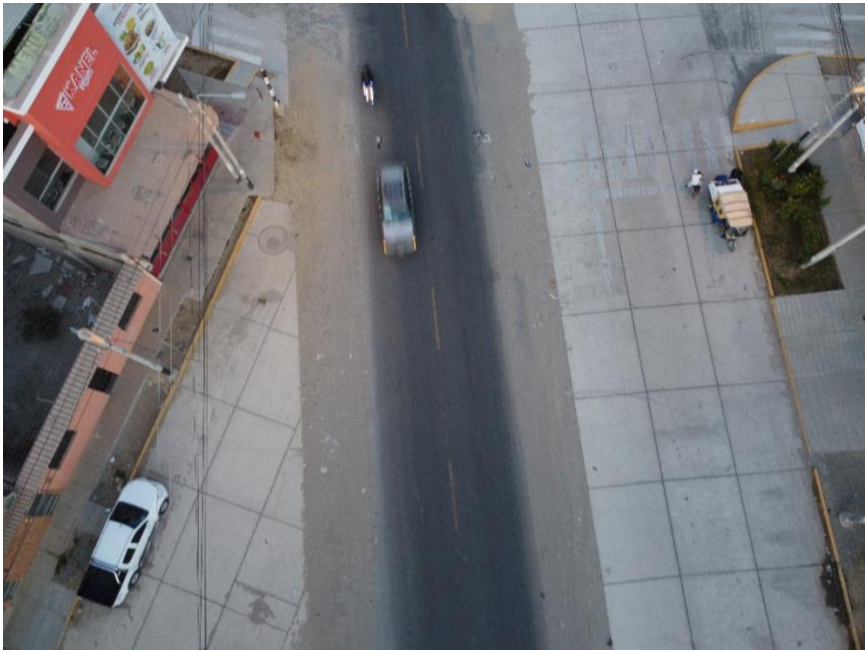






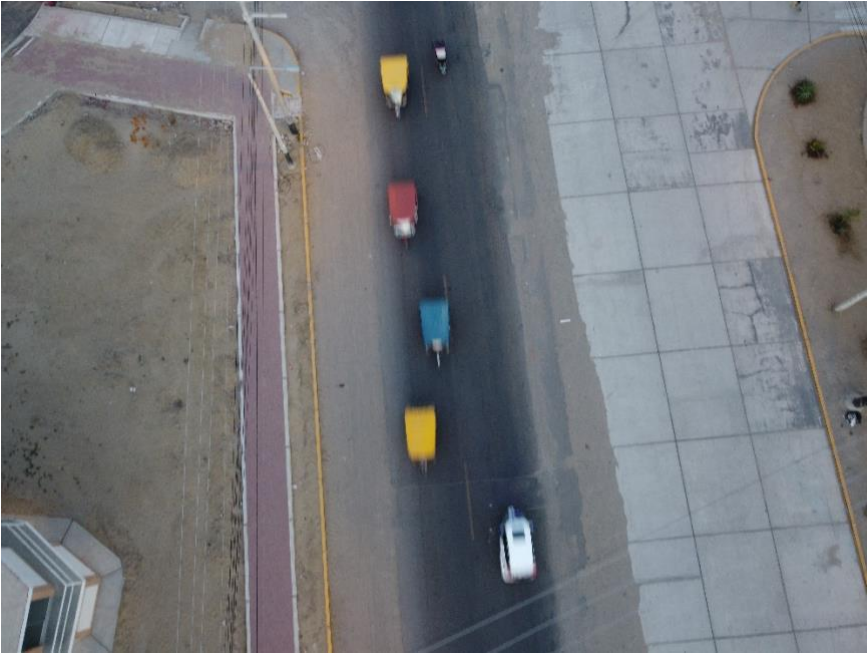
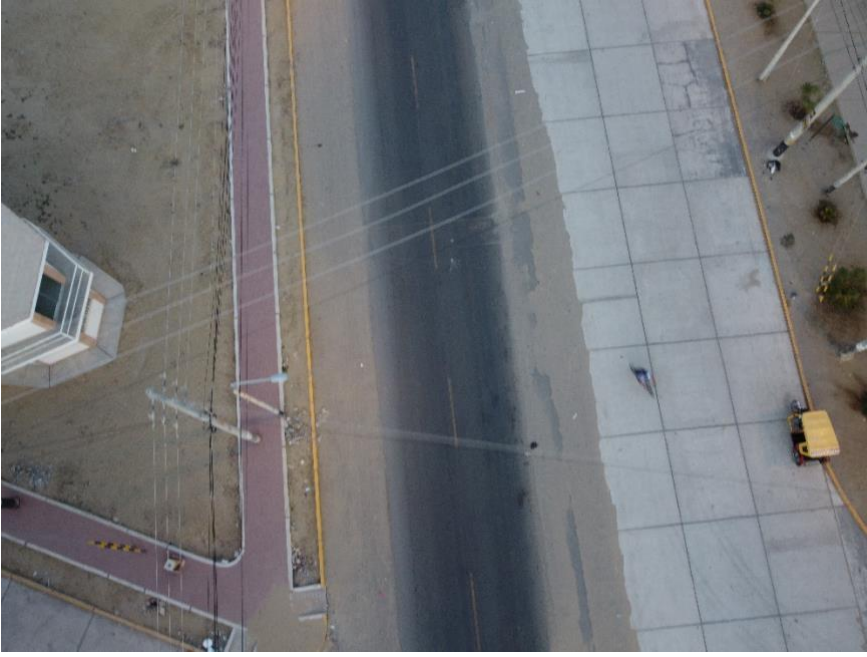


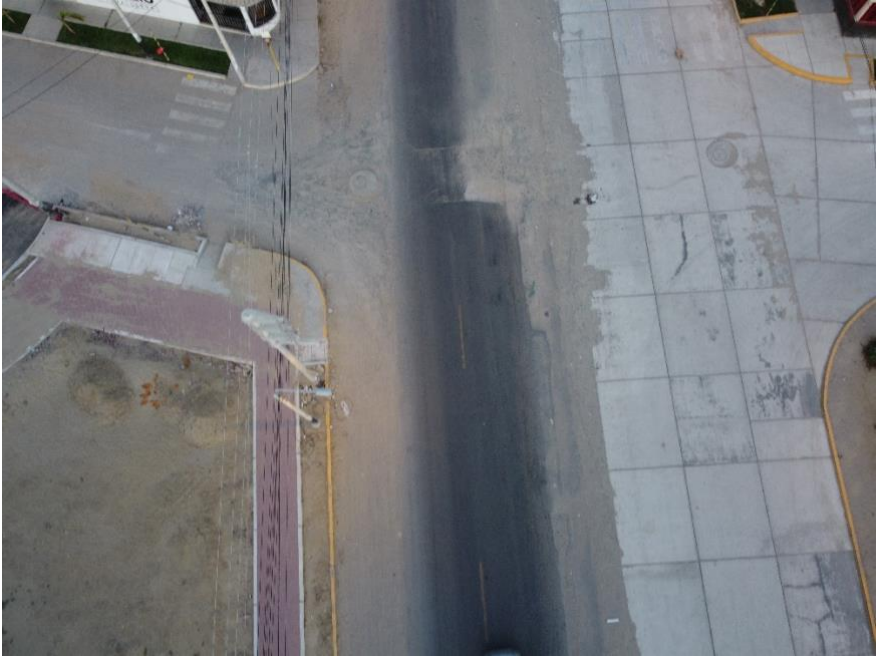




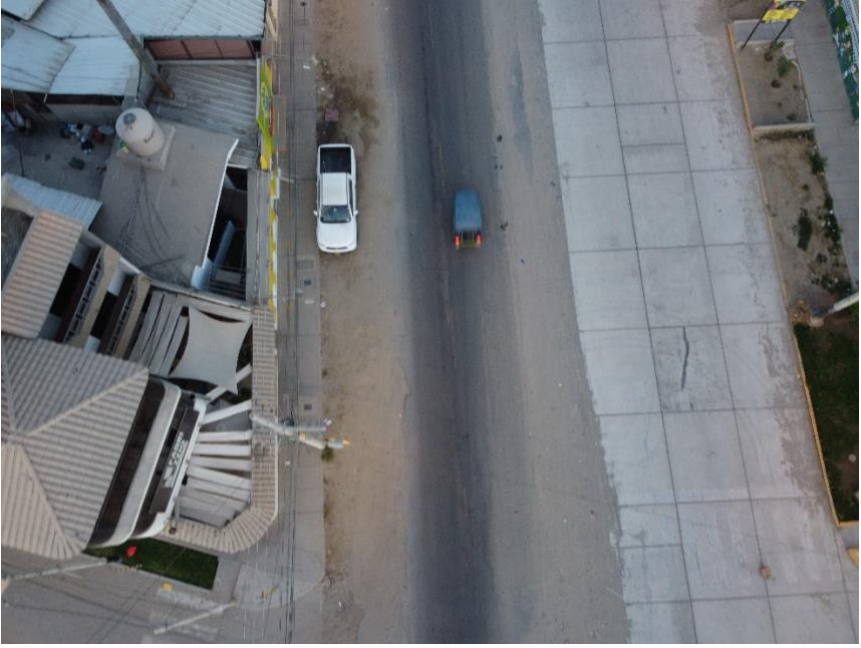


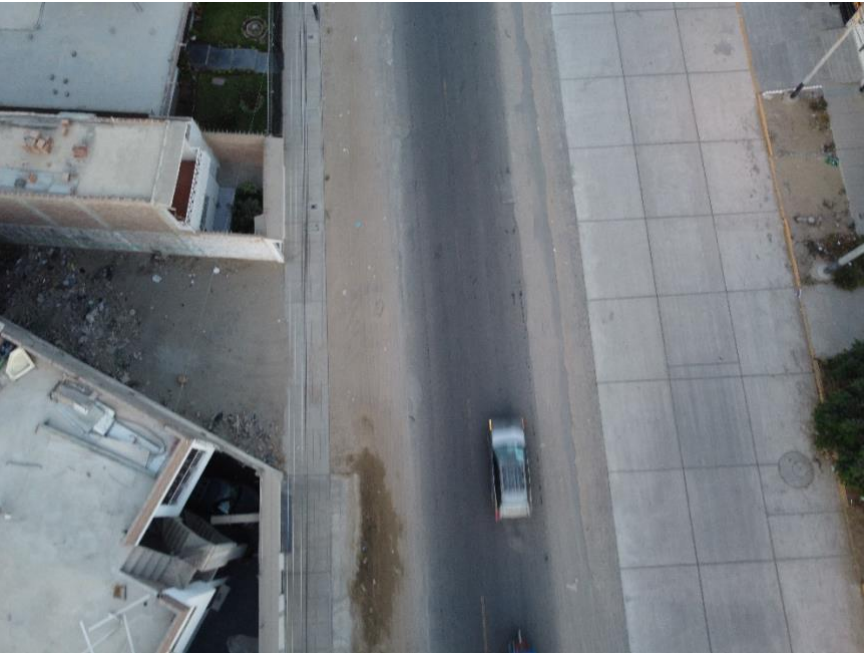




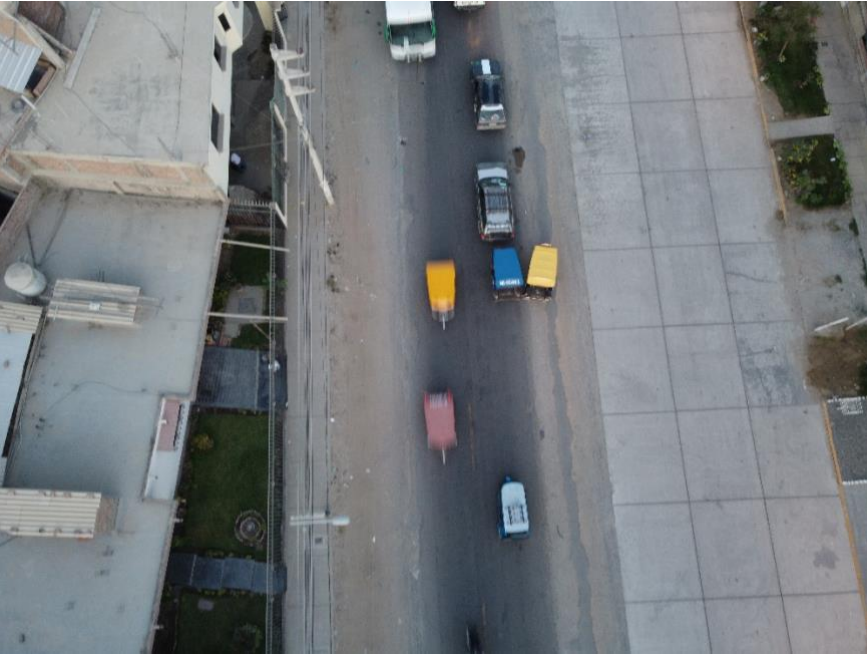
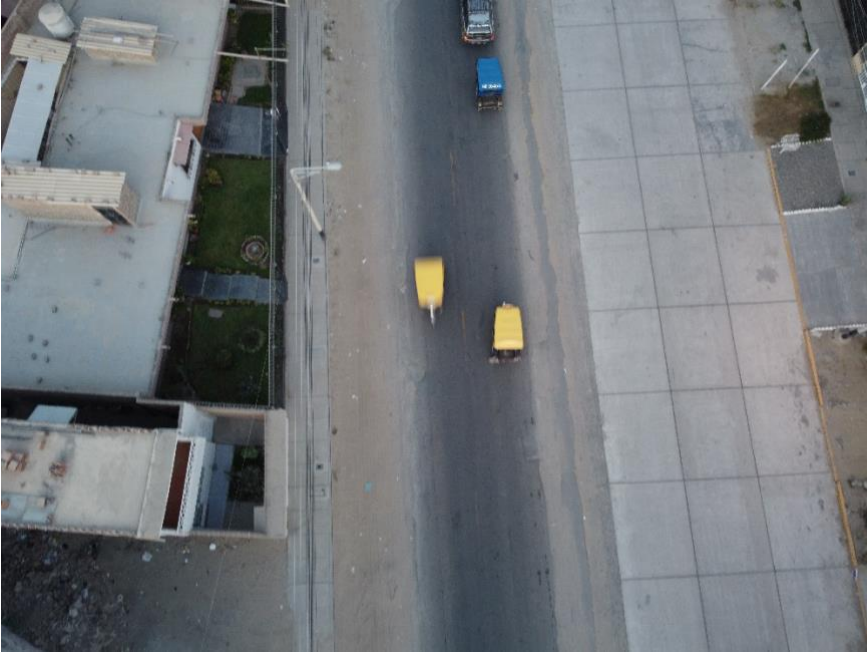


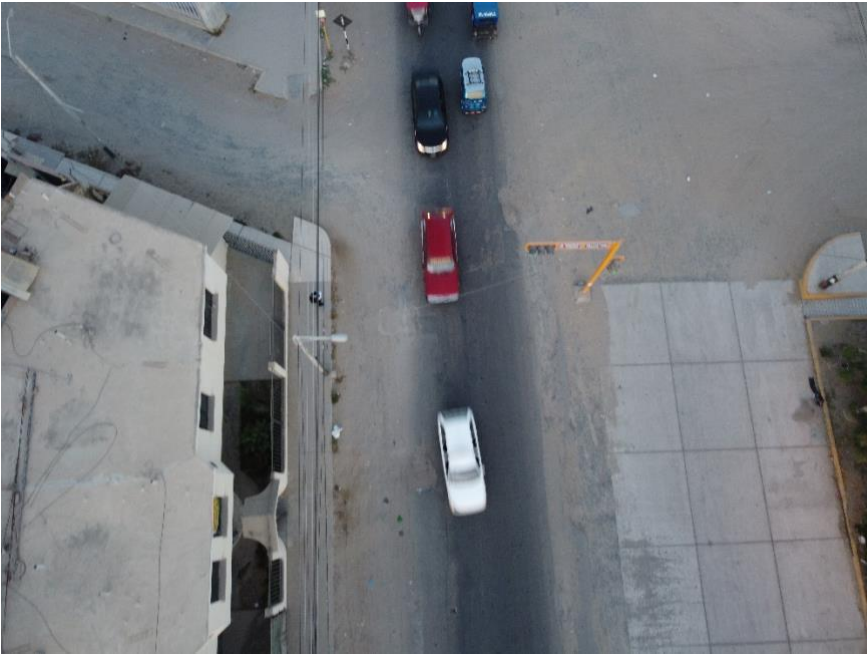
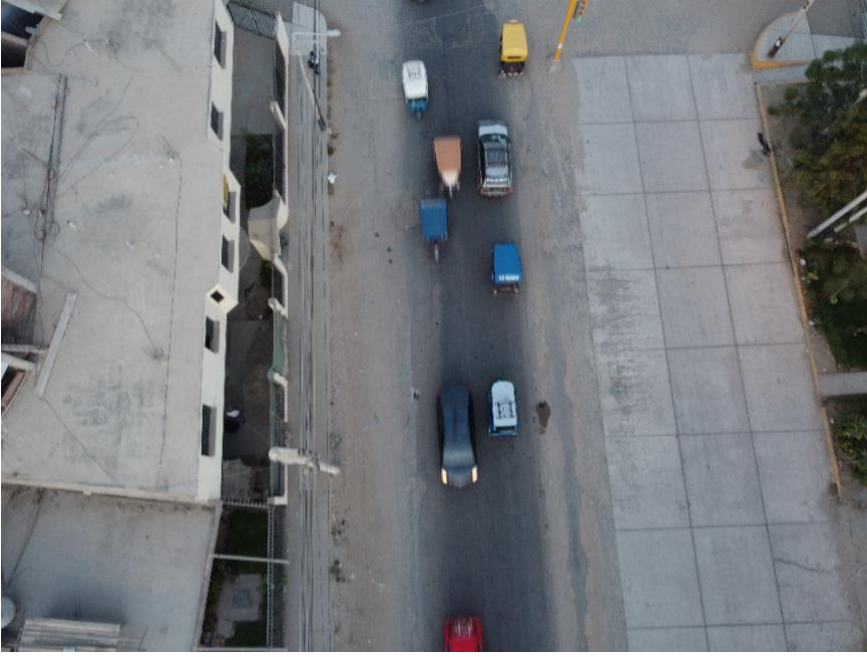


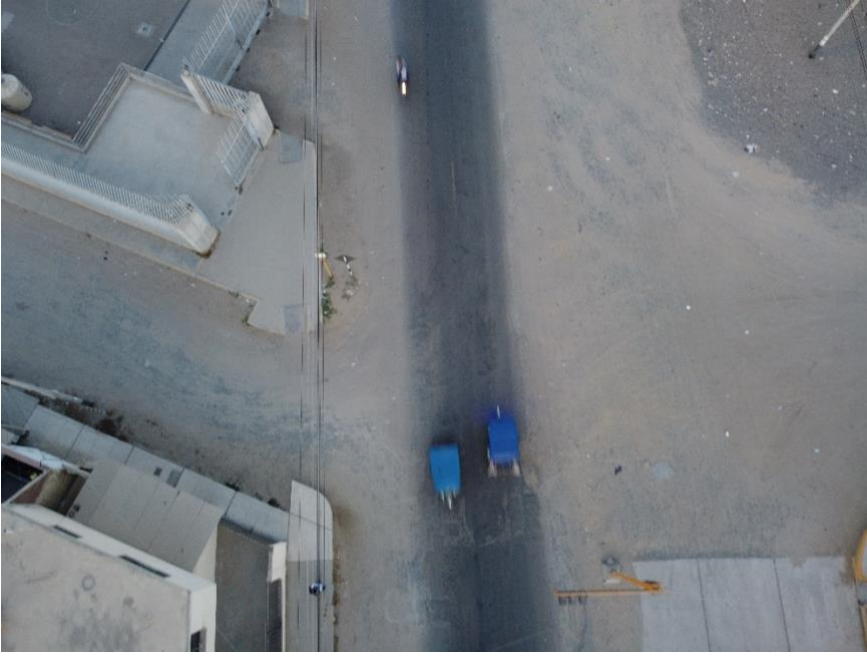




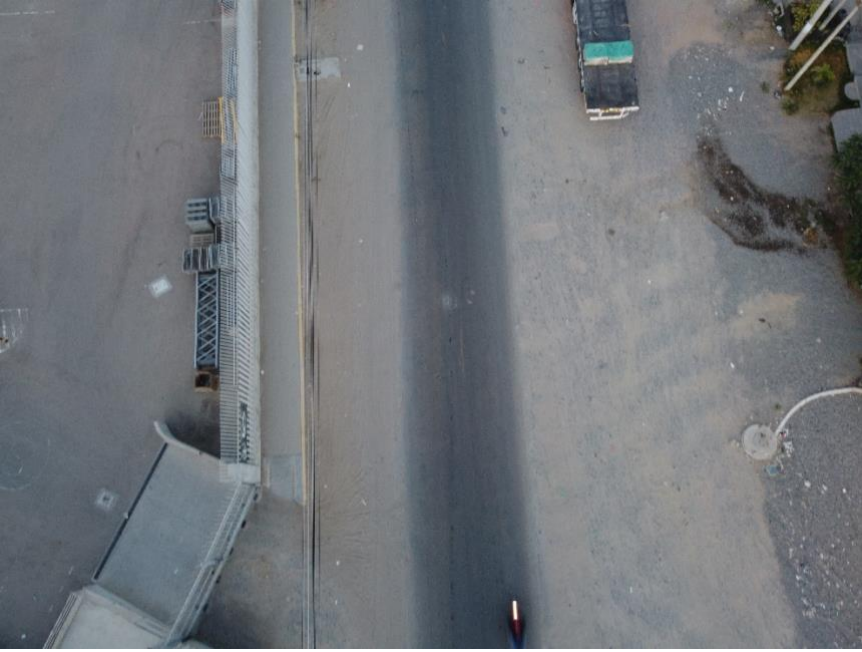


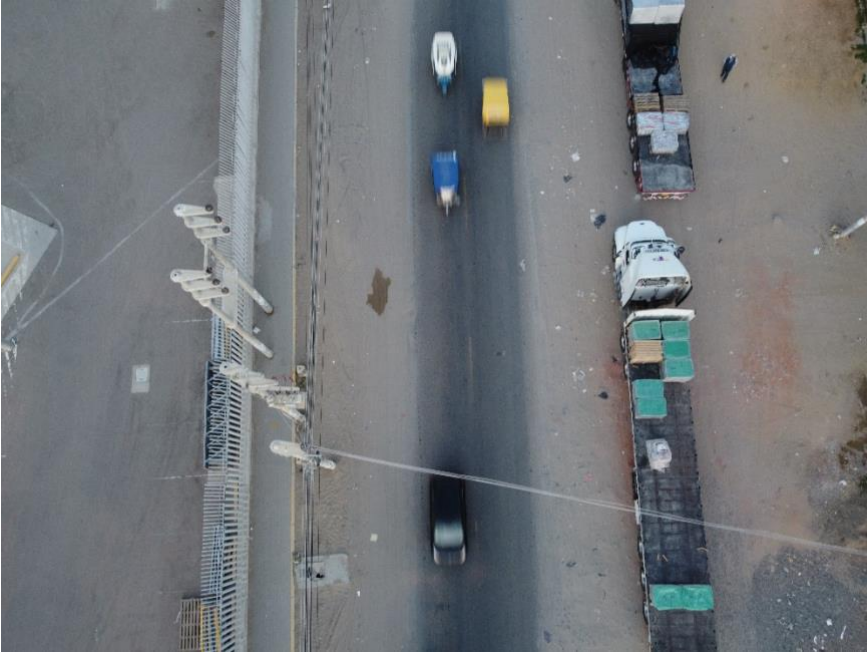













# ANEXO 9. REPORTE DE TURNITIN

Feedback Studio - Brave  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?student\_user=1&u=1135403832&o=1894908911&s=&lang=es

feedback studio DANITZA RUIZ Evaluación del pavimento empleando método VIZIR y dron de la prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 – 5+500, Sullana



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TÍTULO DE LA TESIS**

Evaluación del pavimento empleando método VIZIR y dron de la prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 – 5+500, Sullana

**Resumen de coincidencias**

**19 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

**Coincidencias**

1	repositorio ucv.edu.pe	5 %
2	hdl.handle.net	4 %
3	Entregado a Universidad...	3 %
4	library.co	2 %
5	repositorio upao.edu.pe	1 %
6	Entregado a Harford C...	1 %
7	www.repositorio.unesa...	<1 %
8	Entregado a Universida...	<1 %
9	repositorio unesam.ed...	<1 %
10	repositorio unc.edu.pe	<1 %
11	repositorio arp.edu.pe	<1 %

Página: 1 de 42    Número de palabras: 8829    Versión solo texto del informe    Alta resolución    Activado



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, GALLO GALLO TEODORA MARGARITA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "Evaluación del pavimento empleando método VIZIR y dron de la prolongación José de Lama entre los kilómetros 2+500 – 5+500, Sullana", cuyos autores son RUIZ FARFAN DANITZA MELANIA, TORRES GIRON MIGUEL ANGEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CALLAO, 08 de Setiembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
GALLO GALLO TEODORA MARGARITA : 16487399 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5793-3811	Firmado electrónicamente por: T GALLOGA el 08-09- 2022 10:29:55

Código documento Trilce: INV - 0928347