



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Índice de Rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército, con la  
aplicación Roadroid en un Smartphone distrito de Andahuaylas,  
2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Fernández Sosa, Carmen Melissa (ORCID: 0000-0003-3769-5021)

**ASESOR(A):**

Ms. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño De infraestructura Vial

**LIMA – PERU**

**2021**

## Dedico

*Esta investigación se la dedico a DIOS creador del universo infinito, por las bendiciones dadas, por las que aún falta por venir y por la sabiduría otorgada.*

## Agradezco

*A mi familia, por darme la vida y haberme llevado de la mano por el camino correcto, por haberme levantado cada vez que me sentía caer, por su apoyo incondicional en mi trayectoria educativa y a mi hija quien es mi fuerza para seguir adelante.*

## Índice de Contenido

|   |      |
|---|------|
| Carátula  | i    |
| Dedicatoria   | ii   |
| Agradecimiento                                      | iii  |
| Índice de contenido                                 | iv   |
| Índice de tablas                                    | v    |
| Índice de gráficos y figuras                        | vi   |
| Resumen   | vii  |
| Abstract  | viii |
| <br>  |      |
| I. INTRODUCCIÓN                                     | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO                                   | 7    |
| III. METODOLOGÍA                                    | 21   |
| 3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación           | 21   |
| 3.2. Variables y operacionalización:                | 21   |
| 3.3 Población, muestra y muestreo                   | 23   |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 23   |
| 3.5 Procedimientos                                  | 23   |
| 3.6 Método de análisis de datos                     | 23   |
| 3.7 Aspectos éticos                                 | 24   |
| IV. RESULTADOS                                      | 25   |
| V. DISCUSIÓN  | 43   |
| VI. CONCLUSIONES                                    | 45   |
| VII. RECOMENDACIONES                                | 46   |
| REFERENCIAS   | 48   |
| ANEXOS  | 52   |

## Índice de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Mediciones de cIRI (Forslöf,2014)                              | 21 |
| <i>Tabla 2 Aplicación Roadroid de la Av. Ejército – carril derecho</i> | 30 |
| Tabla 3 Condición de la vía Carril Derecho                             | 35 |
| Tabla 4 Aplicación Roadroid de la Av. Ejército – carril izquierdo      | 36 |
| Tabla 5 Condición de la vía Carril Izquierdo                           | 41 |
| Tabla 6 Resultado Final Av. Ejército                                   | 42 |
| Tabla 7 Serviabilidad y estado de la Av. Ejército                      | 44 |

## Índice de Gráficos y Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Ubicación geográfica de la Av. Ejército correspondiente al distrito de San Jerónimo | 9  |
| Figura 2 Ubicación geográfica de la Av. Ejército correspondiente al distrito de Andahuaylas  | 10 |
| Figura 3 Escala estándar del Banco Mundial para la cuantificación del IRI                    | 15 |
| Figura 4 Perfilómetro APL  | 19 |
| Figura 5 Perfilómetro SDP  | 19 |
| Figura 6 Para la conservación de pavimentos flexibles  | 22 |
| Figura 7 Tramo de la Av. Ejército  | 29 |
| Figura 8 Valores referenciales al IRI según la norma E010                                    | 46 |
| Gráfico 1 Av. Ejército - Carril Derecho  | 34 |
| Gráfico 2 Av. Ejército - Carril Izquierdo  | 40 |

## Resumen

La investigación planteada, el objetivo principal es determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) y serviciabilidad de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone 2021. El muestreo correspondiente estuvo conformado por todo el tramo de la Av. Ejército que va desde la altura de Martinelli del distrito de Andahuaylas, hasta una cuadra antes del mercado del distrito de San Jerónimo, Es una investigación de tipo aplicativo experimental ya que está sujeta a una evaluación directa del cual se ha obtenido los resultados, para esto se utilizará la aplicación roadroid en un smartphone. Se concluye que el IRI obteniendo con un valor estimado promedio de 1.49m/km - carril derecho y un IRI estimado de 1,41m/km - carril izquierdo y como promedio 1,45m/km de ambos carriles, lo que considera que la condición del pavimento es BUENO, por lo tanto su nivel de rugosidad es BAJO, así también indica que el estado de serviciabilidad (PSI) del pavimento es BUENO.

**Palabras Clave:** índice de rugosidad internacional (IRI), serviciabilidad, aplicación roadroid en un smartphone

## Abstract

The proposed investigation, the main objective is to determine the international roughness index (IRI) and serviceability of Av. Ejército of the Andahuaylas province with the roadroid application on a 2021 smartphone. The corresponding sampling consisted of the entire section of Av. Army that goes from the height of Martinelli in the Andahuaylas district, up to one block before the market in the San Jerónimo district, It is an experimental application type investigation since it is subject to a direct evaluation from which the results have been obtained, for this the roadroid application will be used on a smartphone. It is concluded that the IRI obtaining with an average estimated value of 1.49m / km - right lane and an estimated IRI of 1.41m / km - left lane and an average of 1.45m / km of both lanes, which considers that the condition of the pavement is GOOD, therefore its roughness level is LOW, thus it also indicates that the pavement's serviceability status (PSI) is GOOD.

**Keywords:** international roughness index (IRI), serviceability and roadroid application on a smartphone



## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la ingeniería vial tiene grande avancen, viene creciendo a grandes pasos en lo referente a las investigaciones así también en relación a la aplicación de nuevas tecnologías. La búsqueda de trabajos referente a infraestructuras que permitan dar accesibilidad a los pobladores a un transporte perdurable y de calidad, consintiendo que los focos urbanos y rurales se vayan integrando alcanzando el progreso a nivel mundial.

En todo el mundo, la regularidad en las vías de transporte es una de las características que se exige, ya que se busca la sensación de confort y seguridad que todo conductor y pasajero requiere al circular por una carretera. Así también se entiende que la aparición de baches y otras deformaciones son susceptibles a ocasionar accidentes.

En el Perú se puede apreciar a través de las edificaciones o creaciones de las nuevas carreteras, vías o caminos vecinales, así también la apertura de trochas, así como el crecimiento de las zonas urbanas y demás de la preparación para la ejecución de zonas viales que se vienen desarrollado a lo largo de nuestro territorio.

Pero uno de los mayores problemas de las ejecuciones de trabajos públicos es que las presupuestaciones para el sostenimiento y ejecución de infraestructura no siempre van de la mano con los proyectos de desarrollo urbano, ello se puede percibir claramente a través del mal estado de algunas carreteras y en las pavimentaciones urbanas que muchas veces se encuentran bastante descuidadas.

Si se realiza una supervisión visual al estado de las carreteras y caminos vecinales de las diferentes localidades de nuestra nación, nos damos cuenta que nos desafiamos hacia un gran problema o déficit de las vías que están pavimentadas, estos resultados nos permiten reflexionar en esta problemática,

ya que las infraestructuras y los servicios de transporte tiene la obligación de ser eficaces, beneficiosos, confiables y sostenibles ecológicamente. (GTT 2015)

La ciudad de Andahuaylas no está excepta de esta problemática, ya que a pesar de estar creciendo urbanísticamente, es fácilmente observable que las vías ya existentes se encuentran altamente deterioradas.

Existe diversas maneras de medir la calidad de las vías de tránsito, una de ellas es el *Índice Internacional de Rugosidad (IRI)*, este es un cuantificación que permite dar la evaluación de la regularidad superficial de la pavimentación y mostrar las buenas condiciones y seguridad que se brinda a los usuarios (Badilla 2014).

De acuerdo a Arriaga, Mario et, al (1998) El Índice Internacional de Rugosidad, más identificada como el IRI (International Roughness Index), fue presentado por el Banco Mundial en el año de 1986 como el estándar estadístico de la rugosidad que sirve como cuantificador de referencia para tomar medida de la calidad de la rodadura de un determinado camino. El IRI tiene sus principios en un programa estadounidense llamado “Nacional Cooperative Highway Reseach Program (NCHRP)”. Se realiza un cálculo matemático expresado en unidades de m/km, mm/m, in/mi, etc. Mide la respuesta de un vehículo con las condiciones de un camino. El IRI es utilizado en plan de estándar que permite calibrar los materiales o equipos de medición de la regularidad superficial de una vía.

Existe diversas formas para medir, pero actualmente con los avances tecnológicos se implementado un sistema Roadroid el cual permite recoger información sobre la condición de los pavimentos, a través de un teléfono inteligente. Esta aplicación permite registrar las vibraciones de la vía con el *acelerómetro del teléfono - y del GPS* para posicionarlo. (Roadroid, 2014)

Es ante la problemática y contando con la nueva tecnología que se ha planteado realizar la investigación formulando como problema general ¿Cuál es el índice de rugosidad internacional (IRI) y serviciabilidad de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un Smartphone 2021?

Como problemas específicos se plantea lo siguiente ¿Cuál es el índice de rugosidad internacional (IRI) de la Av Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone?, ¿Cuál es el índice de serviciabilidad de la Av Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone? y por último ¿Cuál es el índice de utilidad de la aplicación roadroid en un smartphone para el levantamiento de información de la rugosidad internacional (IRI) de la Av, Ejército de la provincia Andahuaylas?

Como objetivo general se busca determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) y serviciabilidad de la Av Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone 2021

Como objetivos específicos se busca determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) de la Av Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone, determinar el índice de serviciabilidad de la Av Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone y por último evaluar la utilidad de la aplicación roadroid en un smartphone para el levantamiento de información de la rugosidad internacional (IRI) de la Av Ejército de la provincia Andahuaylas.

Mientras que para la hipótesis general de la investigación se plantea que se ha logrado determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) y serviciabilidad de la Av Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone 2021.

Por último, la hipótesis específicas considera que se ha logrado determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) de la Av Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone, así también se ha logrado determinar el índice de serviciabilidad de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone y por último se ha logrado evaluar la utilidad de la aplicación roadroid en un smartphone para el levantamiento de información de la rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas.

Delimitación espacial que corresponde a la presente investigación es la Av. Ejército, la misma que se encuentra ubicada en la provincia de Andahuaylas, que va desde la Av. Martinelli del distrito de Andahuaylas, hasta el mercado del distrito del distrito de San Jerónimo.

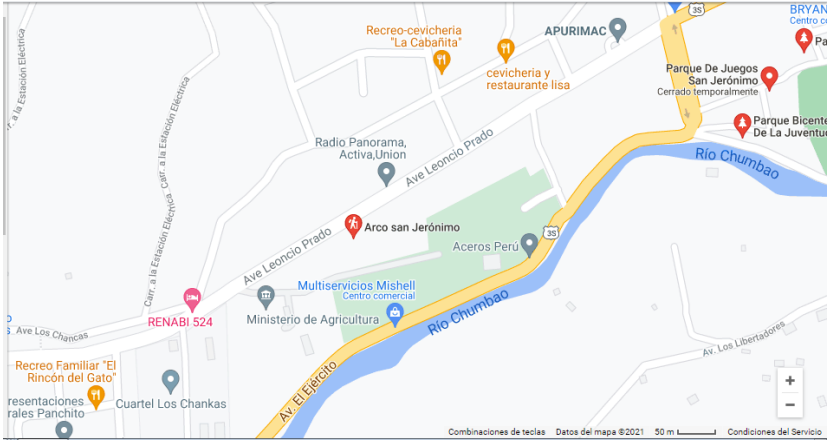


Figura 1 Ubicación geográfica de la Av. Ejército correspondiente al distrito de San Jerónimo

Fuente: google-map



Figura 2 Ubicación geográfica de la Av. Ejército correspondiente al distrito de Andahuaylas

Fuente: google-map

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes

#### A nivel internacional

Marcobal y Col. (2017) en la presentación de su investigación al Congreso Iberoamericano de Asfalto en Medellín 2017 con el tema “Evaluación de rugosidad (IRI) en carreteras pavimentadas con geometrías limitadas: geometría de cómputos de IRI - caso de aplicación” cuyo objetivo es presentar estimaciones de rugosidad (IRI) en carreteras pavimentadas de forma limitada con cálculo de IRI. Como metodología se utilizó una aplicación experimental, cuyos resultados fueron presentados en el congreso antes mencionado. En la presentación del estudio, se concluyó que dado que es útil para la evaluación del índice internacional de rugosidad (IRI) que se muestre para carreteras de forma limitada, se han estimado valores más altos esperados. Esto se debe a que el cálculo del IRI, el modelo de "automóvil precioso" se enfrenta a una sección transversal longitudinal con cambios abruptos en la pendiente, que se debe principalmente al desarrollo del peralte de la alineación horizontal y en el grado inferior es la curvatura de la línea longitudinal . , que induce cambios en la elevación del trazo de circulación y, por lo tanto, induce fuertes vibraciones en el modelo IRI.

Almeida (2018) Brasil, estudio “Aplicación de smartphone para tratamiento de irregularidades longitudinales en rodovias. 2018”, tesis de maestría en la Universidad Federal de Ceará, Fortaleza, 2018, tengo como objetivo administrar una aplicación de teléfono inteligente (SmartIRI) para poder estimar el índice de rugosidad internacional (IRI), una medida que representa la longitud de la irregularidad del pavimento flexible. La metodología se aplica a partir de un estudio correlacional. Este dispositivo se carga en un automóvil o vehículo a través de una base que se adhiere al parabrisas, la aplicación utiliza sensores de teléfonos inteligentes, como acelerómetro y sensores del sistema de posicionamiento global (GPS) (GPSGlobal Positioning System) para recopilar datos de aceleración vertical, velocidad y posición. SmartIRI se utiliza como una herramienta para registrar el estado de parches y

pavimentos, como una alternativa para recopilar los datos presentados. Se ha determinado que esta aplicación puede ser utilizada como una buena alternativa, sobre todo por el menor costo, factible para su uso en lugares con pocos recursos económicos, por lo que los datos también están disponibles, registrados por acelerómetro y receptor GPS. Registraron sus datos y el valor del IRI fue georreferenciado en tiempo real. Luego de recorrer 198 km, los resultados obtenidos pueden demostrar que los valores de IRI calculados están significativamente correlacionados con los datos proporcionados por la otra aplicación, su propuesta es la medición de la anomalía de acuerdo con las medidas longitudinalmente por perfilómetro. Láser, con un análisis subjetivo de Nivel y Objetivo. E (Almeida, 2018, p. 79)

Mohammed (2018), India, trabajo de investigación "Promoción del rendimiento mediante el uso de aplicaciones para teléfonos inteligentes Android", tesis para la maestría en ingeniería de tráfico en la Universidad de Osmania, el objetivo propuesto es determinar las métricas de rendimiento mediante el uso de la aplicación para teléfonos inteligentes Android. El método utilizado en este trabajo es descriptivo y aplicado. Este trabajo permitió medir el rendimiento real de la pavimentación dura y flexible en Hyderabad. Los cálculos realizados también permiten la identificación y análisis de fisuras, así como el desarrollo de deflexiones, progresión de baches e índice de rugosidad. Se puede sugerir que el modelo utilizado en la encuesta es el que deben utilizar las agencias de construcción, ayuda a predecir el buen desempeño de los adoquines, ayuda a proteger y prevenir el deterioro de caminos y carreteras adicionales, además de permitir buenas planificación financiera y evitar gastos fuera del presupuesto. Roadroid, concluye, es una herramienta económica que le permite calcular la rugosidad de la carretera. (Mohammed, 2018, p. 9)

A nivel nacional

Ramírez (2017), titulado "Cálculo de IRI mediante acelerómetros con teléfonos inteligentes entre Huarmey / Casma de la carretera Panamericana Norte", tiene como objetivo principal relacionar los resultados obtenidos a través de la

aplicación de teléfono inteligente y un perfilador láser para calcular el IRI de un tramo vial nacional. La aplicación de la metodología del método es exploratoria y encuesta descriptiva. El estudio concluyó que el valor de cIRI (clase 2 IRI) obtenido con la aplicación Roadroid, comparado con el perfilador (clase 1) IRI, varió entre 9,2% y 16,31%, debido a los valores registrados de alto valor reportados. Esto permite correlacionar los dos grupos administrados en este estudio.

López (2019) en su estudio sobre “Correlación entre índice de rugosidad internacional utilizando Roadroid y grupo Rooga en adoquines, cubriendo desde el puente Cunas hasta el puente Chupuro-Chupaca hasta 2018”, se supera el objetivo principal de correlacionar si los métodos utilizados permiten el registro. De resultados similares de IRI para la pavimentación de la vía desde el puente Cunas hasta el puente Chupuro - Chupaca. Asimismo, también potencia la metodología como investigación exploratoria, descriptiva y correlacionada. Se concluyó que los resultados obtenidos del IRI con el uso de Roadroid y el grupo Rooga mostraron una regresión lineal de 3.7 m / km y 3.59 m / km, respectivamente, indicando un grado de similitud. 5 .27% y 3 .77%, respectivamente, de De norte a sur y de sur a norte, siendo este último el IRI calculado por regresión lineal de 3,7 m / km para Roadroid y 3,59 m / km para Rooga. Se concluye que no se pueden comparar debido a la débil correlación con los datos obtenidos en ambas direcciones.

El estado de la vía desde el Puente Chupuro (Norte a Sur) hasta el Puente Cunas y viceversa, según Roadroid Clase 3, tiene un eIRI de 3.78m / km (mediante calibración de instrumentos) en el tramo indicado. Se permite concluir con resultados que muestran que en ambas direcciones según Roadroid clase 3, está en condiciones insatisfactorias. Al vincular los valores numéricos generados en el apartado estudiado, se concluye que los valores obtenidos del IRI más cercanos a la clase 1 son los valores del grupo Rooga, seguidos del Roadroid eIRI y el cIRI que contiene los valores. .aún más bajo. Tingal, (2021) "Cálculo del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) de la

superficie rodante del pavimento dúctil de Cajamarca - Baños del Inca, con el uso de un medidor de rugosidad Merlin" se fija como meta El método principal de cálculo de rugosidad superficial mediante el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) de pavimentos flexibles de la vía Cajamarca - Baños del Inca, con el uso del medidor de rugosidad MERLIN. El método utilizado es un método empírico descriptivo e inferencial en el que se determina que se cumple la hipótesis. El procedimiento de deformación longitudinal fue analizado por el instrumento Merlin Roughometer dlo mostrando la usabilidad del pavimento dúctil en un estado aceptable.

## Bases Teóricas

### Teorías relacionadas al tema

La regularidad de la superficie del pavimento se define, de acuerdo con la norma de prueba ASTM E 86706 como el término estándar para sistemas de pavimentación vehicular, que debe entenderse como regularidad de la superficie del área de la "desviación de una superficie". estado teóricamente dado, con extensiones que afectan la trayectoria exacta de un automóvil o cualquier tipo de vehículo, así como la disposición activa del manejo, cargas dinámicas y drenaje "(Badilla Vargas, 2009).

En cuanto a lo que se refiere a la regularidad de la carretera, el personal que la evalúa los hacen de dos formas: Una de ellas es la textura, esta se refiere a su capacidad para soportar la carga de los vehículos, así como a su función, todas estas se relacionan con la comodidad y seguridad que todo usuario debe experimentar al viajar en cualquier camino o autopista, así como los costos de operación del vehículo, dependiendo del grado de incomodidad, muchas veces de la superficie, lo que puede ocasionar mayor desgaste de los neumáticos y también costos de combustible. Asimismo, cualquier defecto que se pueda encontrar en la vía afectará directamente al costo de reparación y mantenimiento del vehículo. (Badilla Vargas, 2009)El Índice de Regularidad Internacional (IRI) plantea el manejo de un modelo puntual denominado Quarter Car Simulation (QCS). Reside en aplicar el modelo de un cuarto de carro a una velocidad de



80km/h, con el cual se fingirá la resistencia con el desplazamiento vertical de un automóvil de características estándar que se va a lo largo del trayecto. (Badilla Vargas, 2009)

Para medir las tipologías superficiales de las vías o caminos existen algunos instrumentos, estos pueden ser *las vigas móviles* que tienen un interés específico en la detección puntual de las irregularidades esto en el período de control de obra; pero, a consecuencia de su bajo rendimiento son estimados como obsoletos para medir grandes longitudes de camino. Hay equipos de tipo dinámico, que permiten aplicarse para una la evaluación mayor, permitiendo establecer el estado real de total de una red.

En vista de la existencia de la gran variedad de instrumentos usados para medir la regularidad superficial de las vías o caminos, los cuantiosos índices y escalas para establecer diferentes criterios de aceptación del estado y función de la carretera, se llegó a establecer que es conveniente el adoptar un "*índice único*", lo que obligaría a proponerse a nivel general en todo el mundo, el manejo del *Índice Internacional de Rugosidad*.

El *Índice de regularidad internacional (IRI)* se elige, por grupos de investigación de diferentes países, con la finalidad de dar un estándar de la medida de rugosidad de todos los pavimentos, tanto rígidos como flexibles, esto es planteado durante la ejecución del congreso *International Road Roughness Experiment (IRRE) en 1982*.

Esta propuesta fue establecida como medida estandarizada por su gran estabilidad en el tiempo, así también su transportabilidad, es relevante y fácil manejo para la medición (Contreras Sauñe, 2000).

Para la Escala y las características del IRI, se plantea que a partir del análisis ejecutado por iniciativa del *Banco Mundial*, este planteó una *escala de medición* de las condiciones de las rutas o vías de tránsito y la velocidad que se recomienda para transitarlas.

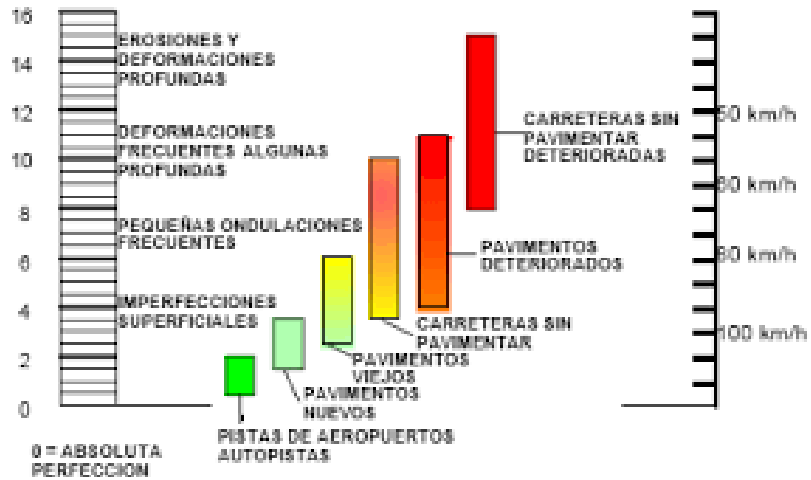


Figura 3 Escala estándar del Banco Mundial para la cuantificación del IRI

Fuente: Badilla Vargas, 2009.

Las vías, carreteras o rutas de tránsito que se encuentran en mejores condiciones, generaran un valor IRI más bajo, en comparación a las carreteras que presentan mayor deterioro. Logar valores de IRI igual a cero es casi imposible desde el punto de vista constructivo. La regularidad del pavimento se ira plasmando en forma muy lenta con el paso del tiempo y por el uso como ruta de alto tráfico.

Los factores que pueden afectar la precisión Sayers, (1986) se establece que el error se pueden clasificar en tres categorías: *Error de repetibilidad* (er), va en relación con las características de la diferencia de los resultados obtenidos bajo las mismas condiciones de medición. (Portuondo & Moret, 2010)

Al momento de repetir la toma de la medida con un equipo determinado, no se podría esperar una exactitud completa, ya que siempre habrá variaciones generadas por diversos factores aleatorios o porque, no se pueden controlar, esto requiere de un buen manejo del operador de los equipos que debe tener precisión para obtener la medida exacta de acuerdo a las características del camino evaluado (Sayers W., et al. 1986).

De igual manera, los datos obtenidos *del IRI* son afectados por las diferentes herramientas utilizadas para la medida, esto se da porque cada evaluador selecciona el instrumento que quiera utilizar para levantar su información, esto influye en los resultados, así también afecta la velocidad de operación y algunos cambios que se puedan presentar en la dinámica del vehículo.

En conclusión, el *error de repetibilidad* se relaciona de acuerdo a la longitud total que abarca en lo planteado por la Ecuación. (Sayers, M., & Karamihas, S. 1998)

$$e_r E \frac{1}{\sqrt{}}$$

Error de *calibración (ec)*: Se da en relación a los instrumentos, quiere decir, que cada una de las herramientas utilizadas arrojan medidas relativamente diferentes al ser ejecutas en diferentes tiempos. En estas circunstancias podrían ser corregidas por medio de la calibración, anulando las diferencias sistemáticas de las medidas, trasladándolas a una escala en común. Pero, si al calibrar no se cubriera todas las variables que puedan afectar la medición, entonces no se podría decir que la adecuación es correcta, de esta manera se mantiene el error. (Portuondo & Moret, 2010)

Error de *reproducibilidad (ere)*: Este error es la correlación entre los datos resultantes de la medición bajo diferentes condiciones. Ya que las medidas obtenidas con una herramienta (o instrumento) pueden ser capaces de ser repetibles, no se pueden reproducir de manera exacta cuando estas medidas han sido tomadas con una herramienta diferente. Esto se podría controlar a través de repeticiones y promedios con métodos de calibración válidos. (Portuondo & Moret, 2010)

Efecto *de singularidades*: Es toda falla no constructiva que hace que se incremente el *valor del IRI*. Las de mayor constancia son aquellas ubicadas

en los puentes, las alcantarillas, los óvalos, el cruce de calles, las cuñas y los badenes. *El valor del IRI se afectará con cualquier perturbación del área de influencia de 40 metros. (Portuondo & Moret, 2010)*

Existen diversos Sistemas de Medida de la Regularidad Superficial entre los que se tiene:

*Perfilómetros:* El parámetro que influye más a la *regularidad superficial* de una vía de tránsito, es el *perfil longitudinal*, que sus medidas se basan en la obtención del *perfil longitudinal*. En una carretera este perfil puede alterarse a través de una serie de armónicos (o sinusoides) de distintas *amplitudes y longitudes de onda*. La gama de longitudes de onda afectados a la regularidad superficial está relacionada entre algunos pocos centímetros y con muchas decenas de metros. Los desniveles con longitudes relativamente inferiores son aquellos que constituyen la textura superficial de una calzada y las superiores son aquellas que condicionan a la topografía de la zona aplicada dentro del proyecto. Todos estos aspectos son necesarios para el buen funcionar de la vía de transporte y no es considerada como irregularidades superficiales. *Un perfilómetro* permite proporcionar la indicación de la *regularidad superficial*, debe medir irregularidades con longitudes de onda comprendidas entre 0,5 y 50 m. (Paterson, 1999)

Hay dos grupos de *perfilómetros* principales, *los estáticos y los dinámicos*. Los *sistemas estáticos* en cualquiera de los casos brindan perfiles de mayor precisión como los métodos aplicados de *"mira y nivel"* (o topográficos) los de *"viga y nivel"*, el Dipstick, etc. Otros sistemas estáticos o *seupdo estáticos*, aunque no de precisión, son la regla de tres metros, el *viógrafo*, *los perfilómetros tipo CHLOE*, y otros.

Los *sistemas estáticos* de precisión admiten dar medidas más puntuales del perfil longitudinal. Pero, por se caracteriza por tener bajo rendimiento y un

costo alto, estos aspectos lo hacen poco adecuado para realizar los estudios no muy especializados, sobre todo son utilizados en aquellos países donde la mano de obra es muy económica. Los métodos *pseudo-estáticos* son igual de lentos o toman mayor al igual que los anteriores y no permiten dar las medidas exactas de su perfil longitudinal.

El perfilómetro APL es un remolque especial que se acopla en un auto más rápido, tiene una llanta para motocicleta, un chasis con un lastre y un péndulo inercial de baja frecuencia. Esta herramienta va midiendo el ángulo que se forma en la rueda-eje del péndulo con el sistema de referencia, este se ira transformando con el desplazamiento vertical a través de una sencilla operación aritmética.

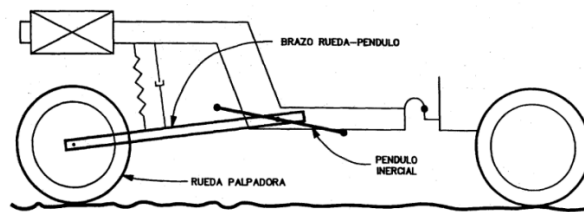


Figura 4 Perfilómetro APL

Fuente: Revista de Ingeniería de Construcción N°6

Los perfilómetros tipo SDP (antiguamente conocidos como GMR) son los sensores que permiten medir la aceleración vertical en un punto del automóvil especial y el desplazamiento relativo de éste punto con respecto al nivel de la vía de tránsito. Se integra de manera doble la señal obtenida por el acelerómetro y se suma al desplazamiento relativo él se ha obtenido por el otro sensor, de esta manera se consigue el perfil longitudinal de la carretera.

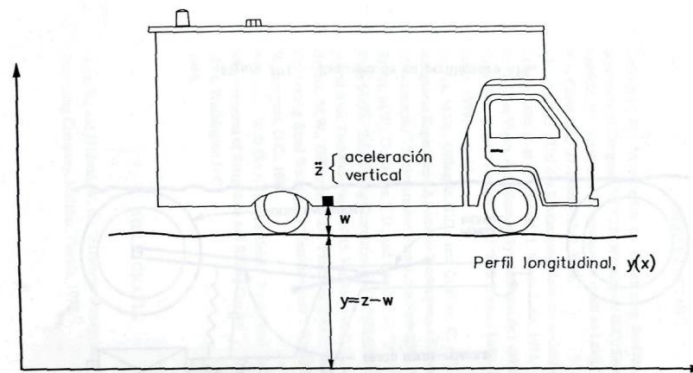


Figura 5 Perfilómetro SDP

Fuente: Revista de Ingeniería de Construcción N°6

El Sistema Roadroid, dentro de la norma peruana que explica sobre los pavimentos urbanos en nuestro país es la CE.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Tiene por esencia plantear las obligaciones mínimas para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimientos, rotura y reposición de pavimentos urbanos, desde los parámetros de la mecánica de suelos y de la ingeniería de pavimentos, permitiendo establecer su durabilidad, así mismo establece el uso racional de los materiales y recursos, como también el buen comportamiento que debe tener las aceras, pistas y estacionamientos de las pavimentaciones urbanas, dentro de su vida de servicio.

Roadroid se convierte en un sistema de monitoreo donde se evalúa el estado de las carreteras a través de un teléfono inteligente. Sucede de la siguiente manera: esta aplicación recopila las vibraciones de la carretera utilizando la función de acelerómetro del teléfono y el GPS para localizar su ubicación y también es un servicio de Internet que se utiliza para rastrear y transmitir datos del estado de la pista, esto es para rastrear los sistemas de gestión de mantenimiento

Su aplicación permite analizar las vibraciones de la vía 100 veces por segundo (en 90 km/h una señal cada 25 cm). Calcula y guarda un valor de la condición de la vía con las coordenadas del GPS.

Los datos se almacenan en el teléfono y luego se transfieren por WiFi o 3G a un servidor en la nube. (Roadroid, 2014)

Interface de servicio, después de que los datos son trasferidos, pueden ser monitoreados en un mapa. (Roadroid, 2014)

De acuerdo a lo revelado durante el IV Congreso Regional Latinoamericano de Carreteras IRF - Perú 2021, se explicó que la aplicación puede analizar los pavimentos como base para la gestión del mantenimiento vial para optimizar la economía relacionada con el nivel de servicio. La degradación de una carretera con el tiempo es inminente, pero existe una gran diferencia en el costo y el nivel de servicio de la superficie de un sendero en comparación con una que se ha derrumbado, muestra un gráfico. Muy claro sobre los costos de mantenimiento que se pueden evaluar hoy, el equipo de Roadroid dirigido por el CEO Lars Forslöf actualiza constantemente su aplicación y proporciona un uso de la plataforma dinámico y fácil de usar.

El IRI se calcula utilizando el modelo de vehículo de un cuarto y utilizando el filtro de saturación, que es recomendado por el equipo de Roadroid para obtener valores más precisos, ya que se considera un método de precisión de nivel 2 (Sayers, 1996 (at)). Necesita una tasa constante constante para muestrear.

Para la medición en cIRI se tienen en cuenta todas las variables configuradas en el programa Roadroid y es importante especificarlas previamente en el programa. Este es el tipo de medio, la sensibilidad para medir y determinar la longitud de los segmentos de 20 a 200 m, cuya longitud simula el cálculo de las masas oscilantes para determinar el valor de rugosidad promedio en cada segmento. También es necesario tener en cuenta mantener constante la frecuencia de muestreo entre 60 y 80 km / h

Los tipos de vehículos estipulados en la configuración son: Vehículo pequeño, vehículo normal (Sedan), camioneta de doble tracción o 4x4 y bicicleta

De acuerdo a lo que se ha analizado con el equipo Roadroid en diversos muestreos en diferentes países se planteó una tabla de recomendaciones para la configuración del programa previo al muestreo.

Tabla 1 Mediciones de cIRI (Forsslöf, 2014)

| Tipo de Vía         | Asfalto   | Grava     | Tierra  |
|---------------------|-----------|-----------|---------|
| Velocidad           | 80 km/h h | 60 km/h h | 40 km/h |
| Sensibilidad cIRI   | 1,6       | 2,2       | 2,8     |
| Longitud Tramo cIRI | 40 m      | 100 m     | 200 m   |

El Costos de operación de los vehículos son uno de los factores que afecta el estudio de las condiciones en las que se encuentran las vías.

Los costos que enfrenta cualquier país durante la vida útil de una carretera se dividen en tres categorías: Costos iniciales de construcción, que son costos asociados con la planificación e implementación de un proyecto, costos de conservación, son costos que incluyen inversiones de desarrollo para permitir el mantenimiento de un carretera en buen estado, así como para garantizar la calidad del servicio a los usuarios, ante un posible crecimiento de la demanda, los costos operativos, son todo lo que se produce día a día por el movimiento de vehículos por dicho carril.

El Estado del Perú es responsable de la preservación de las vías, las cuales son puestas en obra pública, con el propósito de asegurar el mantenimiento general que permita la suavidad de cualquier vía en el país. Mientras se mantiene la continuidad del servicio brindado por la infraestructura vial, en todas las condiciones climáticas.



Los valores asociados al factor IRI se establecen en el manual de configuración, este último se multiplica por la desviación estándar de la configuración. Para utilizar estos valores, se consideró que la vía urbana o la vía local de la Avenida del Ejército, que va desde el distrito de Andahuaylas hasta el distrito de San Jerónimo, se considera una calle de alto tránsito, ya que sirve para de unión interdistritales e intrarregionales. Los servicios de tráfico comercial, los valores se utilizaron como carreteras secundarias.

| 3a. Niveles de servicio para: CALZADA (Tratamiento Superficial) |  | Nivel de Servicio Tipo de Vía |                    |                    |                    |                    |
|---|--|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|   |  | Autopista 1ª clase            | Autopista 2ª clase | Carretera 1ª clase | Carretera 2ª Clase | Carretera 3ª Clase |
| Parámetro   | Medida   | IMD > 6000                    | 4001 ≤ IMD ≤ 6000  | 2001 ≤ IMD ≤ 4000  | 400 ≤ IMD ≤ 2000   | IMD < 400          |
| Piel de Cocodrilo   | Porcentaje máximo de área con piel de cocodrilo                | -                             | -                  | -                  | -                  | 0%                 |
| Fisuras Longitudinales  | Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3 mm de grosor | -                             | -                  | -                  | -                  | 0%                 |
|   | Porcentaje máximo de área con fisuras entre 1 y 3 mm de grosor | -                             | -                  | -                  | -                  | 5%                 |
| Deformación por deficiencia estructural                         | Porcentaje máximo de área con hundimientos mayores que 25 mm.  | -                             | -                  | -                  | -                  | 0%                 |
| Ahuellamiento   | Porcentaje máximo de área con ahuellamiento mayor que 12 mm.   | -                             | -                  | -                  | -                  | 5%                 |
| Reparaciones o parchados  | Porcentaje máximo de parches en mal estado                     | -                             | -                  | -                  | -                  | 0%                 |
| Peladura y Desprendimiento                                      | Porcentaje máximo de áreas con peladuras                       | -                             | -                  | -                  | -                  | 5%                 |
|   | Porcentaje máximo de áreas con desprendimiento                 | -                             | -                  | -                  | -                  | 0%                 |
| Baches (Huecos )  | Porcentaje máximo de área con Baches (huecos)                  | -                             | -                  | -                  | -                  | 0%                 |
| Fisuras Transversales   | Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3 mm de grosor | -                             | -                  | -                  | -                  | 0%                 |
|   | Porcentaje máximo de área con fisuras entre 1 y 3 mm de grosor | -                             | -                  | -                  | -                  | 5%                 |
| Desprendimiento de bordes                                       | Porcentaje máximo de longitud con desprendimiento de bordes    | -                             | -                  | -                  | -                  | 5%                 |
| Rugosidad Obra Nueva  | Rugosidad característica del tramo (TSB nuevo)                 | -                             | -                  | -                  | -                  | 3.0 IRI: (1)       |
| Rugosidad Obra con Recapa Asfáltica                             | Rugosidad característica del tramo (TSB con Recapa Asfáltica)  | -                             | -                  | -                  | -                  | 3.5 IRI: (1)       |
| Rugosidad Periodo de Servicio                                   | Rugosidad característica del tramo (TSB Periodo de Servicio)   | -                             | -                  | -                  | -                  | 4.3 IRI: (1)       |
| Fricción Superficial  | Ceficiente de fricción medido en pavimento mojado              | -                             | -                  | -                  | -                  | No menor de 0.50   |

(\*) De acuerdo al Manual de Suelos y Pavimentos del MTC las superficies de rodadura con Tratamiento Superficial se aplican en caminos con IMD > 400 no obstante en caso de presentarse Tratamientos Superficiales en Caminos con IMD > 400 vehículos, los niveles de servicio serán los que determine la Entidad encargada de la Conservación Vial.

(1)  $IRI_c$  = IRI característico (IRI<sub>c</sub>), a la confiabilidad de 70%  
 $IRI_c$  =  $IRI_p + 0.524 \times ds$   
 $IRI_p$  = IRI promedio  
 $ds$  = desviación estándar

Fuente: Elaboración Propia, en base a Contratos de Concesión Vial, Contratos por Niveles de Servicio, Tabla de parámetros globales del HDM4, Manual de Suelos y Pavimentos del MTC.

Figura 6 Para la conservación de pavimentos flexibles

Fuente: Manual del MTC Dirección de caminos y ferrocarriles - Perú

Para calcular el 80% de IRI<sub>c</sub> se utiliza la siguiente fórmula, según el Manual de Mantenimiento (MTC2018):  $IRI_c = IRI_p \cdot 0.8 \cdot 2 \times ds$ , donde se considera que: IRI<sub>c</sub> IRI Característica, IRI<sub>p</sub> Media IRI y Desviación Estándar Ds

El PSI, se puede definir como la condición de la superficie de la pavimentación, cuya finalidad es suministrar a los usuarios un manejo seguro y cómodo. Su jerarquía que varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor

comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor.

La serviciabilidad viene a ser algo subjetivo en cuanto a la calificación, se entiende como la capacidad del pavimento para que sea útil a un tipo de tráfico de diferente tipo de vehículos que circulan en la vía.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

Tipo de investigación:

Según Hernández (2014) considera la exploración investigativa, que es de tipo Aplicativo experimental ya que será sujeta una evaluación directa del cual se obtendrá un resultado

X = Variable Independiente (manipulado).

Y = Variable Dependiente (Resultado).

Nivel de Investigación:

Así mismo según Hernández (2014) la investigación se considera de nivel explicativo, ya que se dará a conocer los fenómenos ocurridos durante los ensayos en los laboratorios de estructuras.

#### 3.2. Variables y operacionalización:

Variables

Variable 1 Independiente: Aplicación Roadroid en un Smartphone

Variable 2 Dependiente: Rugosidad Internacional (IRI)

| Variables de la Investigación        | Definición Conceptual  | Definición Operacional   | Dimensiones   | Indicadores   | Escala de Medición |
|--------------------------------------|--|--|---|---|--------------------|
| Aplicación Roadroid en un Smartphone | Roadroid sistema de monitoreo que evalúa la condición de las vías, a través de un teléfono inteligente.                                | Esta aplicación registra las vibraciones de la carretera utilizando la función de acelerómetro del teléfono y el GPS para determinar su ubicación. Este es un servicio de Internet que se utiliza para monitorear y transmitir datos sobre el estado de las carreteras a un sistema de gestión de mantenimiento de carreteras.   | X1<br>Uso de Roadroid en un smartphone                        | Manejo del sistema<br>Recojo de la información  | De Razón           |
|                                      |  |  | X2<br>Utilidad del sistema Roadroid en un smartphone          | Validación del sistema a la realidad  |                    |
| Rugosidad Internacional (IRI)        | Irregularidad Superficial a la desviación de una determinada superficie respecto a una superficie plana teórica (Badilla Vargas, 2009) | Para medir las características de la superficie de la carretera, ciertos dispositivos, como las vigas móviles, son de especial interés para detectar anomalías durante la fase de control de la construcción; pero debido a su bajo rendimiento, se consideran obsoletos para medir largas distancias. Existen otros dispositivos de tipo dinámico, incluso se pueden aplicar para evaluar el estado general de la red | Y1<br>Variabilidad el índice de rugosidad internacional (IRI) | Perfiles de precisión<br>Métodos perfilométricos.<br>Estimaciones del IRI mediante correlaciones.<br>Valores subjetivos y medidas sin calibrar.<br>Precisión de las medidas |                    |
|                                      |  |  | Y2<br>Serviciabilidad   | Valoración de la vía evaluada<br>Calificación de la vía evaluada  |                    |

Propio

### 3.3 Población, muestra y muestreo

El muestreo de la investigación será aplicada a lo largo de la Av. Ejército, desde el distrito de San Jerónimo, hasta el distrito de Andahuaylas provincia de Andahuaylas departamento de Apurímac.

La presente investigación se elaborará durante el periodo 2021

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La presente investigación se basa fundamentalmente en la evaluación de la rugosidad internacional (IRI) y serviciabilidad que presente la Av. Ejército del distrito de San Jerónimo, provincia Andahuaylas para esta investigación se utilizará la aplicación roadroid en un smartphone

### 3.5 Procedimientos

De acuerdo a los datos obtenidos posterior a la aplicación de las evaluaciones el método de análisis de datos será el Descriptivo ya que nos limitaremos a dar a conocer los resultados tal cual se presenten

Para recibir datos con Roadroid tenemos que considerar lo siguiente: Tener un teléfono móvil Android, requiere una cuenta de usuario para descargar la aplicación Roadroid y así poder obtener una licencia para trabajar, en este caso estamos solicitando una licencia gratuita para investigadores o disertaciones, registre el número IMEI exacto del teléfono a utilizar.

Cuando se halla registrado y obtenido la licencia se ingresa a la página <http://www.roadroid.com/Account/Login>, donde se subirá y posteriormente descargarán los archivos recolectados del ensayo.

Equipos y herramientas a utilizar: Se utilizara un auto de Hyundai sedán año 2015 versión full, el cual está considerado como un vehículo mediano según la app Roadroid

### 3.6 Método de análisis de datos

Para el estudio de la recolección de datos del estudio se dio uso a la aplicación roadroid, Microsoft Excel 2016 y Microsoft Word 2016 para la elaboración de gráficos, tablas y análisis/ procesamiento de datos evaluados en el estudio,

### 3.7 Aspectos éticos

De acuerdo a lo que plantea la Oficina de Investigación Lima (UCV, 2016), “Todos los investigadores deben tener un compromiso por el cual pueda exponer los resultados basados en la verdad, respetando la propiedad intelectual, así mismo mostrar responsabilidad y ética” (p.12). Por otra parte, el investigador se debe comprometer a respetar la autenticidad de los aportes y ponencias de los juicios de experto, esto quiere decir, se debe desarrollar los contenidos apropiados para la investigación en curso, así como tener la confiabilidad en los datos obtenidos mediante la adquisición y recolección de información que se realizarán.

#### IV. RESULTADOS

Ubicación del tramo en estudio.

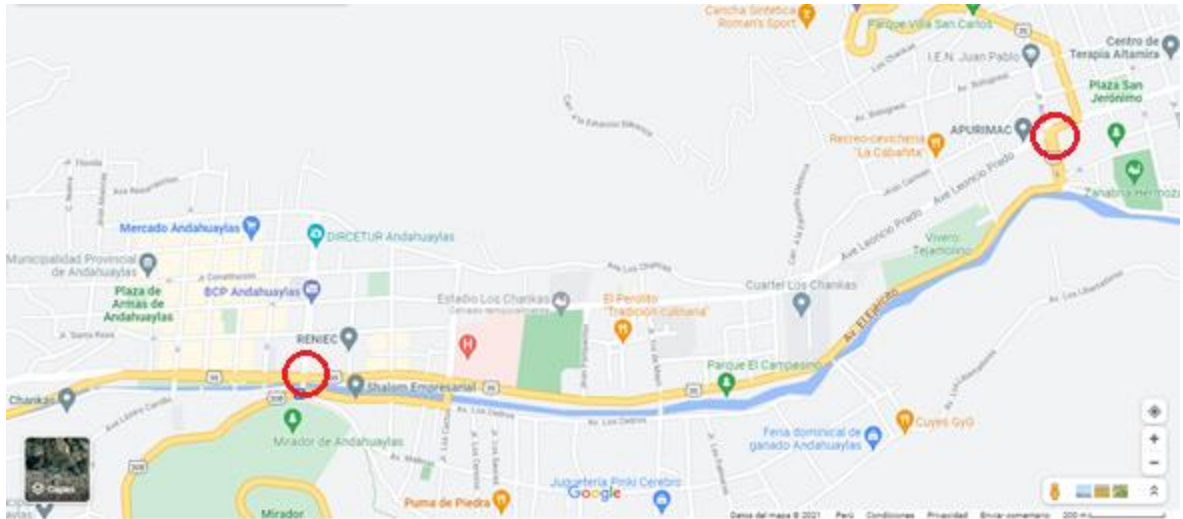


Figura 7 Tramo de la Av. Ejército

Fuente: <https://www.google.com/maps>

Ubicación política: La Av. Ejército está ubicado en el Perú, en la región de Apurímac de departamento de Apurímac de la provincia de Andahuaylas y los distritos aplicados en la investigación son Andahuaylas y San Jerónimo

Ubicación geográfica: El trayecto aplicado al presente trabajo es la Avenida del Ejército la misma que cuenta con una longitud de 1400m de pavimento.

Los resultados para el carril derecho son obtenidos con el Roadroid se aplicó a los datos del eIRI, en vista que la velocidad aplicada en la prueba fue de 20 km/h – 80km/h. No se aplicó el cIRI ya que se requiere aplicar una velocidad constante de (60km/h – 80km/h).

Tabla 2 Aplicación Roadroid de la Av. Ejército – carril derecho

| <b>N°</b> | <b>DateTime</b>  | <b>Latitude</b>      | <b>Longitude</b>     | <b>Distance (m)</b> | <b>Speed (km/h)</b> | <b>Altitude (m)</b> | <b>eIRI</b> | <b>cIRI</b> | <b>RoadI</b>   |
|-----------|------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|----------------|
| 1         | 21/12/2021 22:16 | -13,658,808          | -73,379,914          | 20                  | 49.68               | 2933                | 1.20        | 1.79        | Carril-derecho |
| 2         | 21/12/2021 22:16 | -136,588,324,736,123 | -733,797,095,209,792 | 40                  | 50.62               | 2933.5              | 1.85        | 3.59        | Carril-derecho |
| 3         | 21/12/2021 22:16 | -136,588,424,395,574 | -733,796,348,571,693 | 60                  | 52.72               | 2933.67             | 1.98        | 2.58        | Carril-derecho |
| 4         | 21/12/2021 22:16 | -136,588,867,590,066 | -733,792,791,185,942 | 80                  | 54.63               | 2933.5              | 1.86        | 2.64        | Carril-derecho |
| 5         | 21/12/2021 22:17 | -136,588,981,927,895 | -733,791,855,299,687 | 100                 | 55.75               | 2934                | 1.81        | 3.21        | Carril-derecho |
| 6         | 21/12/2021 22:17 | -136,589,100,084,715 | -733,790,861,117,858 | 120                 | 57.13               | 2934.67             | 5.94        | 2.69        | Carril-derecho |
| 7         | 21/12/2021 22:17 | -136,589,442,547,455 | -733,786,842,533,427 | 140                 | 58.99               | 2935.5              | 4.62        | 3.9         | Carril-derecho |
| 8         | 21/12/2021 22:17 | -13,658,949,979,343  | -733,785,627,431,192 | 160                 | 60.82               | 2936                | 1.10        | 5.37        | Carril-derecho |
| 9         | 21/12/2021 22:17 | -136,589,567,103,529 | -73,378,436,353,883  | 180                 | 62.28               | 2936.5              | 1.01        | 3.21        | Carril-derecho |
| 10        | 21/12/2021 22:17 | -136,589,656,137,228 | -733,782,977,923,583 | 200                 | 63.61               | 2937                | 1.00        | 1.04        | Carril-derecho |
| 11        | 21/12/2021 22:17 | -136,589,754,781,395 | -73,378,149,292,094  | 220                 | 64.69               | 2937.5              | 0.98        | 1.01        | Carril-derecho |
| 12        | 21/12/2021 22:17 | -136,589,823,638,892 | -733,779,980,694,184 | 240                 | 65.63               | 2938                | 1.04        | 0.98        | Carril-derecho |
| 13        | 21/12/2021 22:17 | -136,589,828,230,414 | -733,778,405,966,467 | 260                 | 66.78               | 2938                | 1.14        | 1.07        | Carril-derecho |
| 14        | 21/12/2021 22:17 | -136,589,712,769,889 | -733,776,762,311,803 | 280                 | 67.93               | 2938.5              | 1.09        | 1.16        | Carril-derecho |
| 15        | 21/12/2021 22:17 | -136,589,441,437,765 | -733,775,079,734,353 | 300                 | 69.11               | 2939.33             | 1.06        | 1.29        | Carril-derecho |
| 16        | 21/12/2021 22:17 | -136,588,211,759,223 | -733,769,897,330,096 | 320                 | 70.25               | 2940                | 1.39        | 1.32        | Carril-derecho |
| 17        | 21/12/2021 22:17 | -136,587,831,342,895 | -73,376,812,293,351  | 340                 | 71.44               | 2940                | 1.62        | 1.66        | Carril-derecho |
| 18        | 21/12/2021 22:17 | -136,587,477,390,427 | -733,766,268,852,529 | 360                 | 72.67               | 2940.5              | 1.39        | 1.75        | Carril-derecho |



|    |                  |                      |   |     |       |        |      |      |                |
|----|------------------|----------------------|---|-----|-------|--------|------|------|----------------|
| 19 | 21/12/2021 22:17 | -136,587,142,337,444 | -733,764,343,458,012                        | 380 | 72.67 | 2940.5 | 1.39 | 1.75 | Carril-derecho |
| 20 | 21/12/2021 22:17 | -136,587,140,393,657 | -733,764,332,266,512                        | 400 | 74.12 | 2941   | 1.10 | 1.19 | Carril-derecho |
| 21 | 21/12/2021 22:17 | -136,587,116,490,999 | -733,764,154,586,686                        | 420 | 75.83 | 2941   | 1.03 | 0.96 | Carril-derecho |
| 22 | 21/12/2021 22:17 | -136,586,841,413,359 | -733,762,087,480,735                        | 440 | 76.32 | 2941.5 | 1.04 | 0.97 | Carril-derecho |
| 23 | 21/12/2021 22:17 | -136,586,583,869,946 | -733,760,023,216,794                        | 460 | 74.97 | 2942   | 1.09 | 1.23 | Carril-derecho |
| 24 | 21/12/2021 22:17 | -136,586,346,694,241 | -733,758,006,344                            | 480 | 74.45 | 2942   | 1.18 | 1.28 | Carril-derecho |
| 25 | 21/12/2021 22:17 | -136,586,111,248,374 | -733,755,985,839,554                        | 500 | 75.64 | 2942   | 1.24 | 1.21 | Carril-derecho |
| 26 | 21/12/2021 22:17 | -136,585,933,929,368 | -73,375,390,689,364                         | 520 | 76.66 | 2942   | 1.16 | 1.21 | Carril-derecho |
| 27 | 21/12/2021 22:17 | -136,585,706,063,962 | -733,751,792,333,246                        | 540 | 77.54 | 2942.5 | 1.01 | 1.05 | Carril-derecho |
| 28 | 21/12/2021 22:17 | -136,585,364,159,589 | -733,749,664,722,079                        | 560 | 78.43 | 2943.5 | 1.02 | 0.93 | Carril-derecho |
| 29 | 21/12/2021 22:17 | -136,584,927,642,821 | -733,747,583,195,852                        | 580 | 78.98 | 2944.5 | 1.09 | 1.16 | Carril-derecho |
| 30 | 21/12/2021 22:17 | -136,584,393,666,958 | -733,745,496,643,033                        | 600 | 79.74 | 2945   | 1.10 | 1.46 | Carril-derecho |
| 31 | 21/12/2021 22:17 | -136,583,793,653,595 | -733,743,316,013,072                        | 620 | 80.68 | 2945.5 | 1.03 | 1.23 | Carril-derecho |
| 32 | 21/12/2021 22:17 | -136,583,235,252,296 | -733,741,087,667,582                        | 640 | 81.27 | 2946   | 1.14 | 1.26 | Carril-derecho |
| 33 | 21/12/2021 22:17 | -136,582,770,368,506 | -733,738,821,842,531                        | 660 | 81.27 | 2946   | 1.14 | 1.26 | Carril-derecho |
| 34 | 21/12/2021 22:17 | -136,582,762,249,846 | -733,738,781,249,229<br>-73,373,832,144,293 | 680 | 81.7  | 2946.5 | 1.42 | 1.82 | Carril-derecho |
| 35 | 21/12/2021 22:17 | -136,582,666,821,478 | -733,738,243,098,765                        | 700 | 81.58 | 2947   | 1.29 | 1.58 | Carril-derecho |
| 36 | 21/12/2021 22:17 | -136,582,212,669,149 | -733,736,065,779,184                        | 720 | 79.78 | 2947   | 1.15 | 1.4  | Carril-derecho |
| 37 | 21/12/2021 22:17 | -136,581,787,118,883 | -733,733,941,680,556                        | 740 | 77.27 | 2947.5 | 1.21 | 1.34 | Carril-derecho |
| 38 | 21/12/2021 22:17 | -136,581,260,991,988 | -73,373,194,831,941                         | 760 | 75.2  | 2948   | 1.15 | 1.21 | Carril-derecho |
| 39 | 21/12/2021 22:17 | -136,580,556,063,501 | -733,730,133,687,261                        | 780 | 74.7  | 2948.5 | 1.43 | 1.8  | Carril-derecho |
| 40 | 21/12/2021 22:17 | -136,579,531,793,144 | -733,728,430,044,051                        | 800 | 75.89 | 2949   | 1.8  | 1.74 | Carril-derecho |
| 41 | 21/12/2021 22:17 | -13,657,822,174,861  | -733,726,842,679,251                        | 820 | 76.82 | 2949   | 1.63 | 1.46 | Carril-derecho |
| 42 | 21/12/2021 22:17 | -136,576,776,129,104 | -73,372,533,335,952                         | 840 | 77.11 | 2949.5 | 1.3  | 1.11 | Carril-derecho |
| 43 | 21/12/2021 22:17 | -136,575,310,898,703 | -733,723,853,794,249                        | 860 | 77.63 | 2950.5 | 1.13 | 0.98 | Carril-derecho |

|    |                  |                      |                      |      |       |        |      |      |                |
|----|------------------|----------------------|----------------------|------|-------|--------|------|------|----------------|
| 44 | 21/12/2021 22:17 | -136,573,801,084,749 | -73,372,241,772,278  | 880  | 78.52 | 2951.5 | 1    | 0.92 | Carril-derecho |
| 45 | 21/12/2021 22:17 | -136,572,207,421,539 | -733,720,932,630,958 | 900  | 79.27 | 2952.5 | 1.13 | 0.86 | Carril-derecho |
| 46 | 21/12/2021 22:17 | -136,570,603,228,018 | -733,719,428,132,425 | 920  | 79.27 | 2952.5 | 1.13 | 0.86 | Carril-derecho |
| 47 | 21/12/2021 22:17 | -136,570,570,072,727 | -73,371,939,700,705  | 940  | 80.1  | 2953   | 1.24 | 1.24 | Carril-derecho |
| 48 | 21/12/2021 22:17 | -136,570,297,941,331 | -733,719,145,588,378 | 960  | 80.87 | 2953.5 | 1.18 | 1.29 | Carril-derecho |
| 49 | 21/12/2021 22:17 | -136,568,624,517,375 | -733,717,600,216,217 | 980  | 81.52 | 2954.5 | 1.25 | 1.4  | Carril-derecho |
| 50 | 21/12/2021 22:17 | -136,566,961,529,685 | -733,716,026,353,207 | 1000 | 81.97 | 2955   | 1.24 | 1.51 | Carril-derecho |
| 51 | 21/12/2021 22:17 | -136,565,352,347,767 | -733,714,349,047,821 | 1020 | 82.66 | 2955.5 | 1.13 | 1.43 | Carril-derecho |
| 52 | 21/12/2021 22:17 | -136,563,864,275,577 | -733,712,471,187,895 | 1040 | 83.38 | 2956.5 | 1.5  | 1.72 | Carril-derecho |
| 53 | 21/12/2021 22:17 | -136,562,563,350,922 | -733,710,411,634,904 | 1060 | 83.84 | 2957   | 2.01 | 2    | Carril-derecho |
| 54 | 21/12/2021 22:17 | -136,561,450,189,966 | -733,708,224,177,404 | 1080 | 83.84 | 2957   | 2.01 | 2    | Carril-derecho |
| 55 | 21/12/2021 22:17 | -136,561,417,857,847 | -733,708,158,151,814 | 1100 | 84.24 | 2957.5 | 1.96 | 2.53 | Carril-derecho |
| 56 | 21/12/2021 22:17 | -136,561,169,211,573 | -733,707,609,118,271 | 1120 | 84.35 | 2958   | 1.62 | 2.65 | Carril-derecho |
| 57 | 21/12/2021 22:17 | -136,560,151,317,806 | -733,705,304,723,283 | 1140 | 84.33 | 2958.5 | 1.42 | 2.14 | Carril-derecho |
| 58 | 21/12/2021 22:17 | -136,559,152,208,546 | -733,703,030,888,416 | 1160 | 84.31 | 2959   | 1.33 | 1.98 | Carril-derecho |
| 59 | 21/12/2021 22:17 | -136,558,162,755,748 | -733,700,777,210,774 | 1180 | 84.26 | 2959.5 | 1.35 | 2.02 | Carril-derecho |
| 60 | 21/12/2021 22:17 | -136,557,182,778,193 | -733,698,543,773,557 | 1200 | 84.01 | 2960.5 | 1.43 | 2.32 | Carril-derecho |
| 61 | 21/12/2021 22:17 | -13,655,624,139,651  | -733,696,340,969,835 | 1220 | 84.01 | 2960.5 | 1.43 | 2.32 | Carril-derecho |
| 62 | 21/12/2021 22:17 | -136,556,216,507,508 | -733,696,282,389,623 | 1240 | 82.78 | 2961   | 1.52 | 2.43 | Carril-derecho |
| 63 | 21/12/2021 22:17 | -136,556,059,956,308 | -733,695,895,735,208 | 1260 | 80.5  | 2961.5 | 1.46 | 2.22 | Carril-derecho |
| 64 | 21/12/2021 22:17 | -136,555,230,762,544 | -733,693,860,872,058 | 1280 | 78.1  | 2962.5 | 1.37 | 2.33 | Carril-derecho |
| 65 | 21/12/2021 22:17 | -13,655,439,568,023  | -733,691,965,606,347 | 1300 | 75.62 | 2963   | 1.39 | 2.02 | Carril-derecho |
| 66 | 21/12/2021 22:17 | -136,553,489,838,355 | -733,690,236,360,259 | 1320 | 73.78 | 2963.5 | 1.51 | 2.4  | Carril-derecho |
| 67 | 21/12/2021 22:17 | -13,655,237,762,652  | -733,688,780,823,214 | 1340 | 73.1  | 2964   | 2.43 | 2.65 | Carril-derecho |
| 68 | 21/12/2021 22:18 | -136,551,004,870,177 | -733,687,571,226,963 | 1360 | 73.67 | 2964.5 | 2.39 | 2.74 | Carril-derecho |

|    |                  |                      |                      |      |       |      |      |      |                |
|----|------------------|----------------------|----------------------|------|-------|------|------|------|----------------|
| 69 | 21/12/2021 22:18 | -136,549,453,207,212 | -733,686,563,259,896 | 1380 | 74.3  | 2965 | 1.76 | 2.45 | Carril-derecho |
| 70 | 21/12/2021 22:18 | -136,547,852,955,836 | -733,685,630,030,772 | 1400 | 74.11 | 2965 | 1.87 | 2.67 | Carril-derecho |

Propio

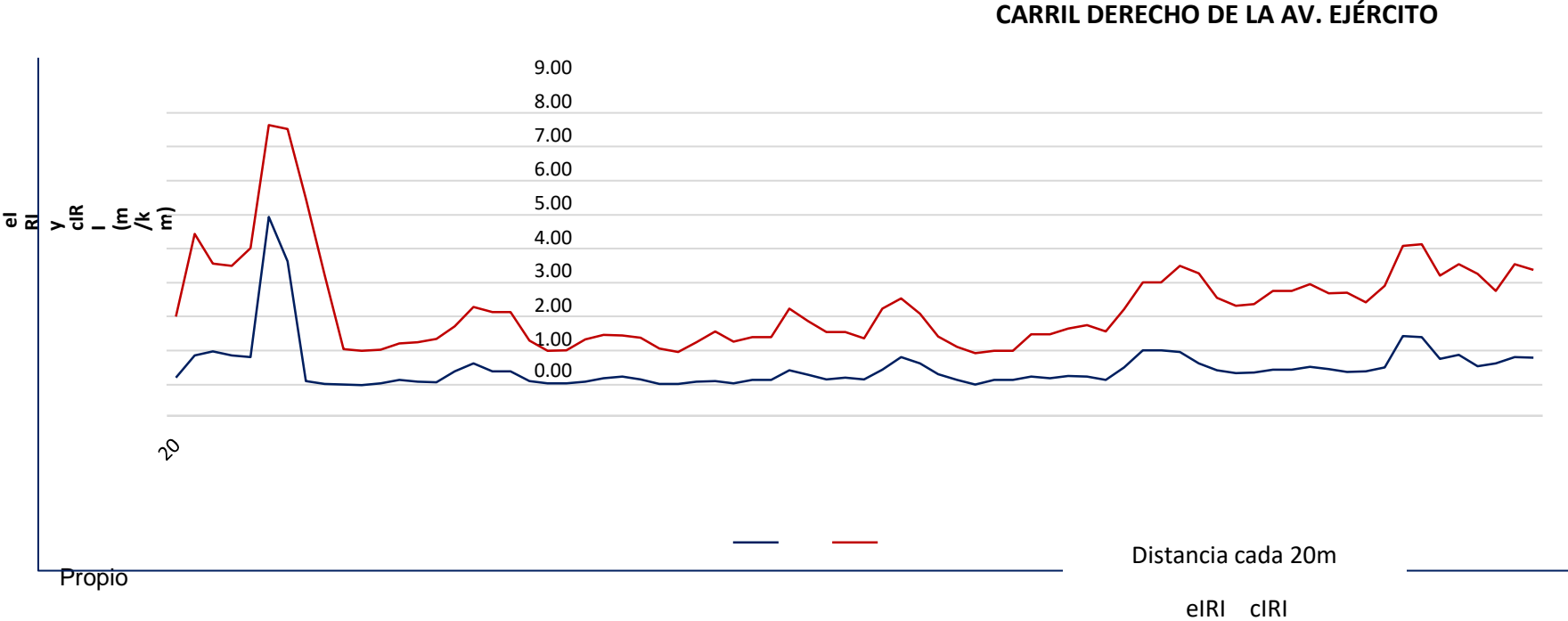
#### Interpretación:

*La tabla 02 nos da a conocer los registros obtenidos correspondientes al carril derecho de la Av. Ejército ubicada desde el distrito de Andahuaylas hasta el distrito de San Jerónimo donde muestra la fecha, la hora, la latitud, la longitud y por último la altitud; todos estos datos se han obtenido a través del GPS y acelerómetro del Teléfono Smartphone, estos datos extraídos por el eIRI, cIRI y velocidad IRI estimado (eIRI): Se estima el índice de rugosidad internacional, el mismo que es reconocido por el Banco Mundial considerado como la metodología de análisis de clase 3, utilizado para el análisis de este instrumento se recomienda mantener una velocidad de 20 a 80 km/h.*

*IRI calculado (cIRI): Es el índice de rugosidad internacional el mismo que se calcula a través de la fórmula del modelo del cuarto del vehículo, Considerado una metodología de clase 2, para su análisis se recomienda mantener una velocidad constante que va de 60 a 80 km/h. RoadId: Nombre de la vía o carretera a recorrer - Date Time: Da a conocer el tiempo (fecha y hora) del recorrido.*

*Se trabajó con los datos obtenidos del eIRI estimados por la velocidad con la cual se realizó el ensayo, por ser una zona urbana, por lo que se hace imposible cambiar la velocidad constante para el cIRI, los datos han sido estimados cada 20m, para el diagnóstico de la rugosidad superficial del pavimento. Y así acepta el instrumento en este primer tramo para el carril derecho.*

Gráfico 1 Carril Derecho



## Interpretación

Se puede apreciar en datos obtenidos en el Gráfico 1 de acuerdo al eIRI y cIRI con el método del Roadroid, se observa que la información que expresa el eIRI son casi uniformes, a diferencia del cIRI que se muestran los datos un tanto distorsionados, por la distancia que se presenta en el recorrido de la avenida evaluada. De igual manera, se observa que el registro de datos se da cada 20m. El gráfico 1 forma aparte de los instrumentos de validación del instrumento correspondiente al carril derecho de la Av. Ejército

Tabla 3 Condición de la vía Carril Derecho

| <b>CARRIL DERECHO – IDA - AV. EJERCITO</b> |           |                   |        |            |                         |                         |                         |
|--|-----------|-------------------|--------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Condición de la vía                        | EIRI      | km/h<br>Velocidad | puntos | Porcentaje | eIRI m/km<br>promediado | cIRI m/km<br>promediado | Velocidad<br>promediada |
| <b>Bueno</b>                               | < 2.2     | > 70              | 67     | 93.47      | 1.49                    | 1.84                    | 74.52                   |
| <b>Satisfactorio</b>                       | 2.2 - 3.8 | 50 - 70           | 1      | 2.68       |                         |                         |                         |
| <b>No satisfactorio</b>                    | 3.8 - 5.4 | 30 - 50           | 1      | 1.40       |                         |                         |                         |
| <b>Pobre</b>                               | > 5.4     | < 30              | 1      | 2.45       |                         |                         |                         |
| <b>TOTAL</b>                               |           | =                 | 70     | 100        |                         |                         |                         |

Propio

## Interpretación

En la tabla 03 se puede observar las condiciones en las que se encuentra la vía en estudio del carril derecho, de acuerdo a la aplicación roadroid clasificándolo en relación a los rangos de la rugosidad, se tiene un 93.47% del pavimento en un estado BUENO, por lo que se determina que se encuentra en buenas condiciones en cuanto a la rugosidad del pavimento, se visualiza el eIRI promedio de 1.49m/km, asimismo el cIRI y la velocidad promedio del recorrido.

Se llega a la conclusión que, la Av. Ejército correspondiente al carril derecho presenta una rugosidad de 1.49m/km y de acuerdo a la Norma CE. 010 pavimentos urbanos, que establece que se encuentra en un parámetro admisible de <2.5m/km, es decir, cumple con el control de calidad del pavimento.

Los resultados para el carril izquierdo son obtenidos con la aplicación del Roadroid se aplicó a los valores eIRI, en vista que la velocidad aplicada en la prueba fue de 20 km/h – 80km/h. No se aplicó el cIRI ya que se requiere aplicar una velocidad constante de (60km/h – 80km/h).

Tabla 4 Aplicación Roadroid de la Av. Ejército – carril izquierdo

| <b>N°</b> | <b>DateTime</b>  | <b>Latitude</b>      | <b>Longitude</b>     | <b>Distance (m)</b> | <b>Speed (km/h)</b> | <b>Altitude (m)</b> | <b>eIRI</b> | <b>cIRI</b> | <b>RoadI</b>     |
|-----------|------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|------------------|
| 1         | 21/12/2021 22:19 | -13,653,173          | -73,467,127          | 20                  | 30.78               | 2978.67             | 1.17        | 0.66        | Carril-izquierdo |
| 2         | 21/12/2021 22:20 | -136,533,873,018,045 | -733,770,770,917,525 | 40                  | 31.97               | 2978.67             | 2.18        | 1.89        | Carril-izquierdo |
| 3         | 21/12/2021 22:20 | -136,535,179,975,012 | -733,770,455,869,592 | 60                  | 28.45               | 2977.75             | 2.46        | 1.46        | Carril-izquierdo |
| 4         | 21/12/2021 22:20 | -136,537,256,379,709 | -73,467,255,346,901  | 80                  | 34.87               | 2977                | 3.26        | 2.18        | Carril-izquierdo |
| 5         | 21/12/2021 22:20 | -136,537,342,505,683 | -7,436,744,402,074   | 100                 | 41.02               | 2977.33             | 1.39        | 2.59        | Carril-izquierdo |
| 6         | 21/12/2021 22:20 | -136,537,819,538,463 | -733,776,893,788,467 | 120                 | 42.86               | 2977.5              | 1.32        | 1.35        | Carril-izquierdo |
| 7         | 21/12/2021 22:20 | -136,537,908,727,297 | -733,777,169,516,491 | 140                 | 47.5                | 2976.33             | 1.53        | 1.30        | Carril-izquierdo |
| 8         | 21/12/2021 22:20 | -136,539,795,723,168 | -733,779,649,095,409 | 160                 | 52.99               | 2975.5              | 1.53        | 1.31        | Carril-izquierdo |
| 9         | 21/12/2021 22:20 | -136,540,408,215,884 | -733,780,283,055,166 | 180                 | 54.74               | 2975                | 1.47        | 1.35        | Carril-izquierdo |
| 10        | 21/12/2021 22:20 | -136,541,108,987,435 | -73,468,105,187,145  | 200                 | 59.66               | 2975                | 1.67        | 1.38        | Carril-izquierdo |
| 11        | 21/12/2021 22:20 | -13,654,452,276,345  | -733,784,011,607,743 | 220                 | 64.37               | 2974.5              | 1.67        | 1.96        | Carril-izquierdo |
| 12        | 21/12/2021 22:20 | -136,545,769,852,135 | -733,784,875,870,164 | 240                 | 66.28               | 2974                | 1.66        | 2.53        | Carril-izquierdo |
| 13        | 21/12/2021 22:20 | -136,547,108,216,173 | -73,468,566,008,124  | 260                 | 67.1                | 2974                | 1.69        | 2.54        | Carril-izquierdo |
| 14        | 21/12/2021 22:20 | -136,548,485,887,504 | -733,786,488,484,884 | 280                 | 67.36               | 2974                | 1.62        | 2.54        | Carril-izquierdo |
| 15        | 21/12/2021 22:20 | -136,549,832,848,015 | -733,787,302,479,446 | 300                 | 67.07               | 2973.5              | 1.49        | 2.22        | Carril-izquierdo |
| 16        | 21/12/2021 22:20 | -136,551,088,612,034 | -733,788,210,742,193 | 320                 | 67.21               | 2973                | 2.17        | 1.90        | Carril-izquierdo |
| 17        | 21/12/2021 22:20 | -136,552,304,899,229 | -733,789,389,261,632 | 340                 | 69.39               | 2972.5              | 2.27        | 2.32        | Carril-izquierdo |

|    |                  |                      |                      |     |       |        |      |      |                  |
|----|------------------|----------------------|----------------------|-----|-------|--------|------|------|------------------|
| 18 | 21/12/2021 22:20 | -136,553,375,995,135 | -733,790,822,387,978 | 360 | 72.23 | 2971.5 | 1.56 | 2.46 | Carril-izquierdo |
| 19 | 21/12/2021 22:20 | -136,554,281,091,432 | -733,792,513,235,704 | 380 | 75.1  | 2970.5 | 1.36 | 1.95 | Carril-izquierdo |
| 20 | 21/12/2021 22:20 | -136,555,131,487,929 | -73,469,439,584,784  | 400 | 78.1  | 2970   | 1.33 | 1.87 | Carril-izquierdo |
| 21 | 21/12/2021 22:20 | -136,555,966,265,218 | -733,796,382,866,591 | 420 | 79.9  | 2969.5 | 1.38 | 1.94 | Carril-izquierdo |
| 22 | 21/12/2021 22:20 | -136,556,787,038,382 | -733,798,423,949,033 | 440 | 80.84 | 2968.5 | 1.63 | 2.19 | Carril-izquierdo |
| 23 | 21/12/2021 22:20 | -136,557,682,426,166 | -733,800,537,417,885 | 460 | 82.31 | 2967.5 | 1.95 | 2.94 | Carril-izquierdo |
| 24 | 21/12/2021 22:20 | -136,558,662,777,284 | -733,802,756,141,928 | 480 | 82.31 | 2967.5 | 1.95 | 2.94 | Carril-izquierdo |
| 25 | 21/12/2021 22:20 | -136,558,688,720,445 | -733,802,814,588,589 | 500 | 83.39 | 2966.5 | 1.79 | 2.88 | Carril-izquierdo |
| 26 | 21/12/2021 22:20 | -136,558,885,670,039 | -733,803,271,738,766 | 520 | 83.43 | 2966   | 1.40 | 2.02 | Carril-izquierdo |
| 27 | 21/12/2021 22:20 | -136,559,822,499,448 | -733,805,442,052,304 | 540 | 83.27 | 2965.5 | 1.36 | 2.20 | Carril-izquierdo |
| 28 | 21/12/2021 22:20 | -136,560,756,306,171 | -733,807,609,232,818 | 560 | 82.6  | 2964.5 | 1.50 | 2.94 | Carril-izquierdo |
| 29 | 21/12/2021 22:20 | -136,561,740,470,658 | -733,809,815,629,109 | 580 | 82.08 | 2964   | 1.67 | 2.60 | Carril-izquierdo |
| 30 | 21/12/2021 22:20 | -136,562,924,384,504 | -733,811,953,981,634 | 600 | 83.32 | 2963.5 | 1.56 | 2.20 | Carril-izquierdo |
| 31 | 21/12/2021 22:20 | -136,564,339,041,954 | -733,814,011,777,748 | 620 | 83.32 | 2963.5 | 1.56 | 2.20 | Carril-izquierdo |
| 32 | 21/12/2021 22:20 | -136,564,388,370,523 | -733,814,081,146,047 | 640 | 84.58 | 2963   | 1.49 | 2.28 | Carril-izquierdo |
| 33 | 21/12/2021 22:20 | -136,564,745,689,145 | -733,814,516,120,102 | 660 | 84.19 | 2962.5 | 1.48 | 2.08 | Carril-izquierdo |
| 34 | 21/12/2021 22:20 | -136,566,323,728,244 | -733,816,245,054,624 | 680 | 83.65 | 2961.5 | 1.33 | 2.12 | Carril-izquierdo |
| 35 | 21/12/2021 22:20 | -136,568,014,274,601 | -733,817,833,886,001 | 700 | 82.67 | 2961   | 1.32 | 2.04 | Carril-izquierdo |
| 36 | 21/12/2021 22:20 | -136,569,714,848,926 | -733,819,383,835,442 | 720 | 81.52 | 2961   | 1.47 | 1.92 | Carril-izquierdo |
| 37 | 21/12/2021 22:20 | -136,571,400,454,094 | -733,820,938,052,811 | 740 | 81    | 2960.5 | 1.85 | 2.80 | Carril-izquierdo |
| 38 | 21/12/2021 22:20 | -136,573,078,078,882 | -73,472,246,999,152  | 760 | 80.41 | 2960   | 1.75 | 3.08 | Carril-izquierdo |
| 39 | 21/12/2021 22:20 | -13,657,471,729,213  | -733,823,981,518,886 | 780 | 79.74 | 2960   | 1.33 | 2.20 | Carril-izquierdo |
| 40 | 21/12/2021 22:20 | -136,576,317,676,117 | -733,825,480,303,116 | 800 | 79.74 | 2960   | 1.33 | 2.20 | Carril-izquierdo |
| 41 | 21/12/2021 22:20 | -136,576,344,792,049 | -733,825,505,735,991 | 820 | 79.13 | 2959.5 | 1.25 | 1.88 | Carril-izquierdo |

|    |                  |                      |                      |      |       |        |      |      |                  |
|----|------------------|----------------------|----------------------|------|-------|--------|------|------|------------------|
| 42 | 21/12/2021 22:20 | -136,576,532,322,139 | -733,825,698,611,268 | 840  | 78.46 | 2958.5 | 1.18 | 1.75 | Carril-izquierdo |
| 43 | 21/12/2021 22:20 | -136,577,991,553,526 | -733,827,235,495,587 | 860  | 77.71 | 2958   | 1.14 | 1.74 | Carril-izquierdo |
| 44 | 21/12/2021 22:20 | -136,579,338,140,215 | -733,828,833,211,876 | 880  | 75.55 | 2958   | 1.18 | 1.73 | Carril-izquierdo |
| 45 | 21/12/2021 22:20 | -136,580,393,087,972 | -733,830,442,359,841 | 900  | 73.19 | 2957.5 | 1.13 | 1.34 | Carril-izquierdo |
| 46 | 21/12/2021 22:20 | -136,581,139,300,269 | -733,832,171,252,568 | 920  | 73.98 | 2957   | 1.08 | 0.98 | Carril-izquierdo |
| 47 | 21/12/2021 22:20 | -13,658,166,327,295  | -733,834,017,180,458 | 940  | 76.25 | 2957   | 1.08 | 1.06 | Carril-izquierdo |
| 48 | 21/12/2021 22:20 | -136,582,247,808,243 | -733,835,921,422,115 | 960  | 76.54 | 2956.5 | 1.16 | 1.33 | Carril-izquierdo |
| 49 | 21/12/2021 22:20 | -136,582,398,899,121 | -73,473,792,727,977  | 980  | 76.12 | 2955.5 | 1.23 | 1.26 | Carril-izquierdo |
| 50 | 21/12/2021 22:20 | -136,582,839,489,849 | -73,473,997,475,089  | 1000 | 77.45 | 2955   | 1.33 | 1.43 | Carril-izquierdo |
| 51 | 21/12/2021 22:20 | -136,583,356,941,779 | -733,842,072,491,775 | 1020 | 79.33 | 2954.5 | 1.30 | 1.50 | Carril-izquierdo |
| 52 | 21/12/2021 22:20 | -136,583,925,519,227 | -733,844,197,986,098 | 1040 | 80.53 | 2953.5 | 1.15 | 1.15 | Carril-izquierdo |
| 53 | 21/12/2021 22:20 | -136,584,502,668,162 | -733,846,376,640,396 | 1060 | 80.89 | 2952.5 | 1.47 | 1.40 | Carril-izquierdo |
| 54 | 21/12/2021 22:20 | -136,585,054,848,228 | -733,848,598,360,116 | 1080 | 81.83 | 2951.5 | 1.57 | 1.31 | Carril-izquierdo |
| 55 | 21/12/2021 22:21 | -136,585,531,345,539 | -733,850,873,845,871 | 1100 | 81.83 | 2951.5 | 1.57 | 1.31 | Carril-izquierdo |
| 56 | 21/12/2021 22:21 | -136,585,544,328,838 | -733,850,937,834,986 | 1120 | 82.3  | 2951   | 1.62 | 1.48 | Carril-izquierdo |
| 57 | 21/12/2021 22:21 | -136,585,590,698,854 | -733,851,288,639,631 | 1140 | 80.59 | 2951   | 1.57 | 2.05 | Carril-izquierdo |
| 58 | 21/12/2021 22:21 | -136,585,830,170,638 | -733,853,461,475,856 | 1160 | 79.79 | 2950.5 | 1.20 | 1.96 | Carril-izquierdo |
| 59 | 21/12/2021 22:21 | -136,586,059,811,434 | -733,855,652,163,064 | 1180 | 80.08 | 2950   | 1.24 | 1.86 | Carril-izquierdo |
| 60 | 21/12/2021 22:21 | -13,658,628,770,743  | -733,857,912,897,754 | 1200 | 80.53 | 2950   | 1.31 | 1.83 | Carril-izquierdo |
| 61 | 21/12/2021 22:21 | -136,586,515,297,865 | -733,860,283,864,156 | 1220 | 82.24 | 2949.5 | 1.32 | 1.44 | Carril-izquierdo |
| 62 | 21/12/2021 22:21 | -136,586,814,976,116 | -73,476,269,823,042  | 1240 | 83.16 | 2948.5 | 1.25 | 1.33 | Carril-izquierdo |
| 63 | 21/12/2021 22:21 | -136,587,214,479,176 | -733,865,110,651,517 | 1260 | 82.58 | 2948   | 1.18 | 1.25 | Carril-izquierdo |
| 64 | 21/12/2021 22:21 | -136,587,673,942,174 | -733,867,531,382,512 | 1280 | 82.58 | 2948   | 1.18 | 1.25 | Carril-izquierdo |
| 65 | 21/12/2021 22:21 | -136,587,686,219,858 | -733,867,595,166,578 | 1300 | 83.95 | 2948   | 1.47 | 1.53 | Carril-izquierdo |



|    |                  |                      |                      |      |       |        |      |      |                  |
|----|------------------|----------------------|----------------------|------|-------|--------|------|------|------------------|
| 66 | 21/12/2021 22:21 | -136,587,784,674,786 | -733,868,140,141,578 | 1320 | 85.23 | 2947.5 | 1.69 | 1.92 | Carril-izquierdo |
| 67 | 21/12/2021 22:21 | -136,588,238,195,678 | -733,870,585,882,639 | 1340 | 84.51 | 2946.5 | 1.47 | 2.06 | Carril-izquierdo |
| 68 | 21/12/2021 22:21 | -136,588,686,235,592 | -733,873,018,874,287 | 1360 | 83.54 | 2945.5 | 1.47 | 2.41 | Carril-izquierdo |
| 69 | 21/12/2021 22:21 | -136,589,018,408,293 | -733,875,372,836,996 | 1380 | 81.81 | 2944.5 | 1.44 | 2.06 | Carril-izquierdo |
| 70 | 21/12/2021 22:21 | -136,589,132,184,832 | -733,877,634,834,024 | 1400 | 79.65 | 2944   | 1.58 | 2.19 | Carril-izquierdo |

Propio

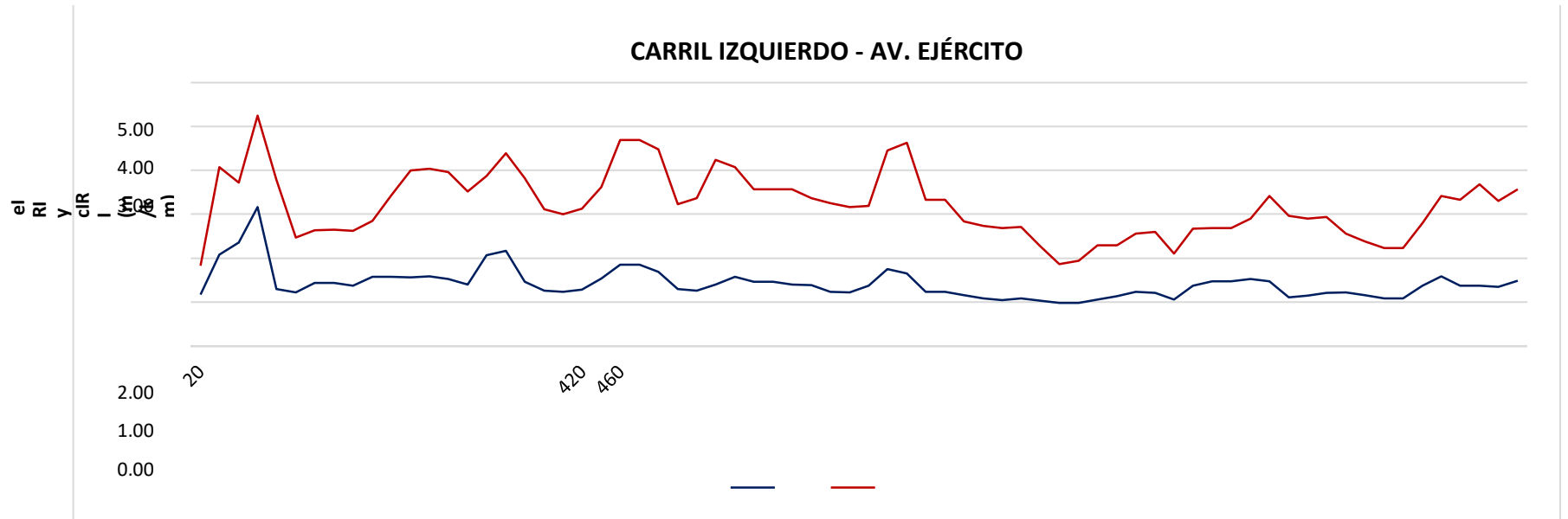
### Interpretación:

La tabla 02 nos da a conocer los registros obtenidos correspondientes al carril izquierdo de la Av. Ejército ubicada desde el distrito de Andahuaylas hasta el distrito de San Jerónimo donde muestra la fecha, la hora, la latitud, la longitud y por último la altitud; todos estos datos se han obtenido a través del GPS y acelerómetro del teléfono Smartphone, estos valores extraídos por eIRI, cIRI y velocidad IRI estimado (eIRI): Se estima el índice de rugosidad internacional, el mismo que es reconocido por el Banco Mundial considerado como la método de análisis de clase 3, utilizado para el análisis de este instrumento se recomienda mantener una velocidad de 20 a 80 km/h.

IRI calculado (cIRI): Es el índice de rugosidad internacional el mismo que se calcula a través de la fórmula del modelo del cuarto del vehículo, Considerado una metodología de clase 2, para su análisis se recomienda mantener una velocidad constante que va de 60 a 80 km/h. RoadId: Nombre de la vía o carretera a recorrer - Date Time: Da a conocer el tiempo (fecha y hora) del recorrido.

Se trabajó con los datos obtenidos del eIRI estimado por la velocidad con la cual se realizó el ensayo, por ser una zona urbana, por lo que se hace imposible cambiar la velocidad constantes para el cIRI, los datos han sido estimados cada 20m, para el diagnóstico de la rugosidad superficial del pavimento. Y así aceptar el instrumento en este primer tramo carril izquierdo.

Gráfico 2 Carril Izquierdo



Propio

Distancia cada 20m

eIRI cIRI

## Interpretación

En el gráfico 2 se puede apreciar los valores que se han obtenidos del eIRI y cIRI de acuerdo a lo aplicado con el Roadroid, se visualiza que todos los datos del eIRI son casi uniformes, en relación al del cIRI estas se visualizan de forma un tanto distorsionada, debido a la distancia en el que se recorrió dicha avenida. Asimismo, se aprecia el registro de valores cada 20m. Este gráfico forma aparte de la validez del instrumento en el carril izquierdo de la Av. Ejército.

Tabla 5 Condición de la vía Carril Izquierdo

| <b>CARRIL IZQUIERDO – VUELTA - AV. EJERCITO</b> |             |                           |               |                   |                               |                               |                               |
|---|-------------|---------------------------|---------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <i>Condición de la vía</i>                      | <i>EIRI</i> | <i>km/h<br/>Velocidad</i> | <i>puntos</i> | <i>Porcentaje</i> | <i>eIRI m/km<br/>promedio</i> | <i>cIRI m/km<br/>promedio</i> | <i>Velocidad<br/>promedio</i> |
| <b>Bueno</b>                                    | < 2.2       | > 70                      | 68            | 96.24             | 1.41                          | 1.81                          | 73.78                         |
| <b>Satisfactorio</b>                            | 2.2 - 3.8   | 50 – 70                   | 1             | 1.88              |                               |                               |                               |
| <b>No satisfactorio</b>                         | 3.8 - 5.4   | 30 – 50                   | 1             | 1.88              |                               |                               |                               |
| <b>Pobre</b>                                    | > 5.4       | < 30                      | -             | -                 |                               |                               |                               |
| <i>TOTAL</i>                                    |             | =                         | 70            | 100               |                               |                               |                               |

Propio

## Interpretación

En la tabla 05 se puede observar las condiciones en las que se encuentra la vía en estudio del carril izquierdo, de acuerdo a la aplicación roadroid clasificándolo en relación a los rangos de la rugosidad, se tiene un 96.24% del pavimento en un estado BUENO, por lo que se determina que se encuentra en buenas condiciones en cuanto a la rugosidad del pavimento, se visualiza el eIRI promedio de 1.41m/km, asimismo el cIRI y la velocidad promedio del recorrido.

Se llega a la conclusión que, la Av. Ejército correspondiente al carril izquierdo presenta una rugosidad de 1.41m/km y de acuerdo a la Norma CE. 010 pavimentos urbanos, que establece que se encuentra en un

parámetro admisible de <2.5m/km, es decir, cumple con el control de calidad del pavimento.

Tabla 6 Resultado Final Av. Ejército

| <i>AV. EJERCITO CARRIL DERECHO – IZQUIERDO</i> |             |                           |               |                   |                               |                               |                               |
|--|-------------|---------------------------|---------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <i>Condición de la vía</i>                     | <i>eIRI</i> | <i>km/h<br/>Velocidad</i> | <i>puntos</i> | <i>porcentaje</i> | <i>eIRI m/km<br/>promedio</i> | <i>cIRI m/km<br/>promedio</i> | <i>Velocidad<br/>promedio</i> |
| <b>Bueno</b>                                   | < 2.2       | > 70                      | 135           | 94.90             | 1.45                          | 1.83                          | 74.15                         |
| <b>Satisfactorio</b>                           | 2.2 - 3.8   | 50 – 70                   | 2             | 2.28              |                               |                               |                               |
| <b>No satisfactorio</b>                        | 3.8 - 5.4   | 30 – 50                   | 2             | 1.64              |                               |                               |                               |
| <b>Pobre</b>                                   | > 5.4       | < 30                      | 1             | 1.18              |                               |                               |                               |
| <i>TOTAL</i>                                   |             | =                         | 140           | 100.00            |                               |                               |                               |

Propio

### Interpretación

En la tabla 06 se puede observar las condiciones en las que se encuentra la vía en estudio del promedio de ambos carriles, de acuerdo a la aplicación roadroid en relación a los rangos de rugosidad, se tiene un 94.90% del pavimento en estado BUENO, por lo que se determina que se encuentra en buenas condiciones en cuanto a la rugosidad del pavimento, se visualiza el eIRI promedio de 1.45m/km, asimismo el cIRI y la velocidad promedio del recorrido.

Se llega a la conclusión que, la Av. Ejército correspondiente al promedio de ambos carriles presenta una rugosidad de 1.45m/km y de acuerdo a la Norma CE. 010 pavimentos urbanos, que establece que se encuentra en un parámetro admisible de <2.5m/km, es decir, cumple con el control de calidad del pavimento.

Resultado del Obj. General. Se planteó como objetivo general determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) y serviciabilidad de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un Smartphone 2021. En lo referente a la rugosidad, se ha estimado el promedio de 1.49m/km - carril derecho y un IRI estimado de 1,41m/km - carril izquierdo y como promedio general 1,45m/km de ambos carriles, lo que indica que la situación en la que se encuentra el estado de serviciabilidad (PSI) del pavimento estudiado es BUENO, el mismo que, se ha obtenido utilizando la ecuación de Sayers, así como el Roadroid, se ha podido obtener los valores de la serviciabilidad, del mismo modo permitió clasificar el estado actual del pavimento, de acuerdo a las tablas del Manual de especificaciones técnicas, MTC – 2007, Norma CE. 010, Aastho 93.

La tabla 07 da a conocer la serviciabilidad (PSI), así como la clasificación de la condición del pavimento.

Determinación del PSI: se obtiene empleando la formula Sayers, que relaciona la rugosidad con el índice de Serviciabilidad.

Ecuación 1

$$PSI = \frac{5.0}{\exp\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

Dónde: IRI - (Índice Internacional de Rugosidad) PSI -(Índice de Serviciabilidad Presente) resultando 0,09

Tabla 7 Serviciabilidad y estado de la Av. Ejército

| Vía          | Años de pavimentación | Tipo de Pavimento  | Carril                   | Valores de IRI (m/km) | PSI Serviciabilidad calculado con ecuación de Sayers | Condición Pavimento            |   |              |
|--------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|--|--------------------------------|---|--------------|
|              |                       |                    |                          |                       |  | Norma CE. 010 Pavimento Urbano | Esp. Tec. para la Conservación de Carreteras - MTC - 2007 | Norma AAS    |
| Av. Ejército | 12                    | Pavimento Flexible | Carril Derecho           | 1.49                  | 0.10   | Bueno                          | Bueno   | Bueno        |
| Av. Ejército | 12                    | Pavimento Flexible | Carril Izquierdo         | 1.41                  | 0.08   | Bueno                          | Bueno   | Bueno        |
| Av. Ejército | 12                    | Pavimento Flexible | Carril Derecho Izquierdo | <b>1.45</b>           | 0,09   | <b>Bueno</b>                   | <b>Bueno</b>  | <b>Bueno</b> |

Propio

### Interpretación

En función a los datos obtenidos con la aplicación roadroid, permitió determinar el valor de serviciabilidad (PSI) de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas relacionado con la formula Sayers y según la aplicación roadroid se tiene un promedio de 1.45m/km y por Sayers 0,09, la cual está en el rango < 2.2 de acuerdo al manual y norma peruana por ende según las tablas de rangos del PSI, clasificándose el pavimento con una serviciabilidad BUENA, por lo que se determina que se encuentra en buenas condiciones.

Resultado primer OE. Se planteó como objetivo 1 determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone 2021. Se evaluó el valor del (IRI) mediante la app Roadroid, de ambos carriles evaluados derecho e izquierdo de la Av. Ejército entre los distritos Andahuaylas – San Jerónimo, obteniendo un valor promedio de IRI es de 1.49m/km - carril derecho y un IRI de 1,41m/km del carril izquierdo y como promedio 1,45m/km de ambos carriles, lo que considera que la condición del pavimento es BUENO, por lo tanto su nivel de rugosidad es BAJO, tal como se observa en la tabla de promedios 06. Se realizó el cálculo del IRI característico con la siguiente expresión establecida por Manual de Mantenimiento vial - MTC-2018:

*IRIc: IRI característico*

*IRIp: IRI promedio (obtenido con la aplicación Roadroid)*

*ds: Desviación Estándar*

*Confiabilidad 80%: 0.842 según Manual de conservación vial MTC -2018*

Ecuación 2

|   |
|---|
| <b><math>IRIc = IRIp + 0.842 \times ds</math></b> |
|---|

$IRIc = 1,45m/km + 0,842 \times 4,47 = 5,21m/km$

$IRIc = 5,21m/km$

|           |               |
|-----------|---------------|
| 0,0       | Intransitable |
| 0,1 - 1,0 | Muy malo      |
| 1,1 - 2,0 | Malo          |
| 2,1 - 3,0 | Regular       |
| 3,1 - 4,0 | Bueno         |
| 4,1 - 4,9 | Muy bueno     |
| 5,0       | Excelente     |

Figura 8 Valores referenciales al IRI según la norma E010

Resultado del segundo objetivo específico. Se planteó el objetivo 2 como determinar el índice de serviciabilidad de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un Smartphone. Se evaluó el valor del (IRI) mediante la App Roadroid, de los 2 carriles derecho e izquierdo de la Av. Ejército entre los distritos Andahuaylas – San Jerónimo,

Resultado del tercer objetivo específico. Se planteó como objetivo 3 evaluar la utilidad de la aplicación roadroid en un Smartphone para el levantamiento de información de la rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas.

Se logró evaluar los beneficios de la APP ROADROID de acuerdo al uso dado en la presente investigación, esto ha permitido determinar que el aplicativo es una opción favorable, por su fácil manejo, el mismo que está especificado en la guía de usuarios Roadroid, cabe mencionar que no es requerido de un personal especializado, la accesibilidad al sistema es sencilla, al poseer una cuenta de usuario y una licencia previamente activada, la misma que se puede acceder de forma gratuita si es para un trabajo de investigación científica, se puede obtener los valores realizados en la zona. De igual manera se puede comparar con los trabajos de otros investigadores que se requiere de herramientas más costosas para realizar la evaluación del IRI.

#### v. DISCUSIÓN

De acuerdo al primer objetivo específico, determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un Smartphone 2021. Tingal (2021) en su tesis “Índice de rugosidad internacional (IRI) de la superficie del pavimento flexible de la vía Cajamarca – Baños del Inca”, concluye que de acuerdo al cálculo del Índice de Rugosidad Internacional en los dos tramos evaluados, el cual correlacionado con el PSI se determina en la evaluación final que su condición es buena. En nuestro proyecto, se evaluó el IRI obteniendo un valor estimado promedio de 1.49m/km - carril derecho y un IRI estimado de 1,41m/km - carril izquierdo y como promedio 1,45m/km de ambos carriles, lo que considera que la condición del pavimento es BUENO, por lo tanto su nivel de rugosidad es BAJO.



De acuerdo al segundo objetivo específico, determinar el índice de serviciabilidad de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un Smartphone. Según Manco (2020) en su tesis “Serviciabilidad de la carretera baños del inca – llacanora, con el equipo Merlín y Roadroid en un Smartphone” concluye que ambos métodos mantiene relación en los resultados que oscilan desde 0.00% como mínimo y 156.95% como máximo, demostrando la serviciabilidad del tramo estudiado. En nuestro proyecto, se ha logrado determinar que en lo referente a la rugosidad se ha estimado el promedio de 1.49m/km - carril derecho y un IRI estimado de 1,41m/km - carril izquierdo y como promedio general 1,45m/km de ambos carriles, lo que indica que el estado de serviciabilidad (PSI) del pavimento es BUENO.

De acuerdo al tercer objetivo específico, evaluar la utilidad de la aplicación roadroid en un Smartphone para el levantamiento de información de la rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas. Coral y León (2020) en su tesis de licenciatura “Índices de la condición superficial del pavimento para determinar el modelo de regresión en la avenida Defensores del Morro” en una de sus conclusiones determina la efectividad de la de la aplicación roadroid en un Smartphone, la misma que ha permitido levantar la información que requiere. En nuestro proyecto, se logró evaluar se logró evaluar los beneficios de la APP ROADROID de acuerdo al uso dado en la presente investigación, esto ha permitido determinar que el aplicativo es una opción favorable, por su fácil manejo, el mismo que está especificado en la guía de usuarios Roadroid, cabe mencionar que no es requerido de un personal especializado, la accesibilidad al sistema es sencilla, al poseer una cuenta de usuario y una licencia previamente activada, la misma que se puede acceder de forma gratuita si es para una trabajo de investigación científica, se puede obtener los valores realizados en la zona. De igual manera se puede comparar con los trabajos de otros investigadores que se requiere de herramientas más costosas para realizar la evaluación del IRI.

## VI. CONCLUSIONES

Se concluye que el IRI obteniendo con un valor estimado promedio de 1.49m/km - carril derecho y un IRI estimado de 1,41m/km - carril izquierdo y como promedio 1,45m/km de ambos carriles, lo que considera que la condición del pavimento es BUENO, por lo tanto su nivel de rugosidad es BAJO.

Se ha logrado determinar que en lo referente a la rugosidad se ha estimado el promedio de 1.49m/km - carril derecho y un IRI estimado de 1,41m/km - carril izquierdo y como promedio general 1,45m/km de ambos carriles, lo que indica que el estado de serviciabilidad (PSI) del pavimento es BUENO.

Se logró evaluar los beneficios de la APP ROADROID llegando a determinar que el aplicativo es una opción favorable, por su fácil manejo, el mismo que está especificado en la guía de usuarios Roadroid, cabe mencionar que no es requerido de un personal especializado, la accesibilidad al sistema es sencilla, al poseer una cuenta de usuario y una licencia previamente

activada, la misma que se puede acceder de forma gratuita si es para una trabajo de investigación científica, se puede obtener los valores realizados en la zona. De igual manera se puede comparar con los trabajos de otros investigadores que se requiere de herramientas más costosas para realizar la evaluación del IRI.

## VII. RECOMENDACIONES

El ministerio de transporte y comunicación, la municipalidad provincial o entidad responsable debe darle un mantenimiento periódico para que se encuentre en las condiciones necesarias.

El ministerio de Transportes y Comunicaciones, así como Pro Vías debería establecer parámetros regulados de acuerdo a la aplicación roadroid en un Smartphone, ya que su uso es de fácil manejo y acceso.

Se debe realizar más investigaciones de estas características, ya que sirven de base para poder determinar el estado en el que se encuentran los pavimentos de nuestra región.

## REFERENCIAS

1. ALMEIDA, Lucas Cavalcante de. Aplicativo para smartphone destinado à medição da irregularidade longitudinal em rodovias. 2018. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) -Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2018. 93 pp. Disponible en: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/35669>
2. ARRIAGA, Mario et, al “Índice Internacional de Rugosidad en la Red Carretera de México” Publicación Técnica No.108 Sanfandila, Qro., 1998 Componentes De La Albañilería Capítulo VI (pg.113 – 2005)
3. Badilla Vargas, G. (febrero de 2009). Determinación de la regularidad superficial del pavimento, mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI). *Infraestructura Vial*, XI (21), 30-37.
4. BADILLA Vargas, Gustavo 2014. Determinación de la regularidad superficial de pavimentos mediante el cálculo del índice regularidad internacional (IRI): Aspectos y consideraciones importantes. San Jose, Costa Rica : s.n., 2014
5. Cárdenas Cruz, C. (2007). Procesamiento de Datos, Diseño y Construcción de un Analizador Electrónico de Rugosidad de Pavimentos. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
6. Coral y León (2020) tesis “Índices de la condición superficial del pavimento para determinar el modelo de regresión en la avenida Defensores del Morro”
7. FORSLÖF, LARS. 2014. “Roughness and Texture”. <https://www.linkedin.com/pulse/20141130211746-97325448-roughness-and-texture>
8. Google MAP
9. Hernández (2014) Metodología de la Investigación 6ta edición McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

10. LÓPEZ Huaynate, Julio Cesar (2019) “Comparación del índice de rugosidad internacional utilizando la aplicación Roadroid y el equipo de Rooga en el pavimento, desde el Puente Cunas hasta el puente Chupuro – Chupaca al año 2018” – Universidad Continental. 42 25 0741
11. Manco (2020) tesis “Serviciabilidad de la carretera baños del inca – Ilacanora, con el equipo Merlin y Roadroid en un Smartphone” Universidad Privada del Norte.
12. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2015). Manual de carreteras. Especificaciones técnicas generales para construcción. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
13. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.MTC. Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial R.D. N° 08-2014-Mtc/14 Incorporación De Parte Iv Rd N° 05-2016-Mtc/14. [en línea]. 2018. Disponible en: <https://cutt.ly/YnFrBOe>
14. MOHAMMED, Junaid,. Pavement Performance Measures Using Android-Based Smart Phone Application. 2015. S.l.: s.n., 2015. 108 pp. [Consulta: 2 abril 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/3uzYFIY>
15. Paterson, W.D.O.: "International Roughness Index: Relationship to other Measurements of Roughness and Riding Quality ". Transportation Research Record, 1084, Washington D.C., 1986. BIBLIOGRAFIA
16. RAMÍREZ Castro, Brian Steve. 2017. Cálculo del IRI mediante acelerometro de Smartphone en el tramo Huarmey-Casma de la carretera panamericana norte. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.
17. Referencia de proyectos Roadroid, Junio 2014
18. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE). 2010. “Norma CE.010 Pavimentos Urbanos”. <http://www.sencico.gob.pe/gin/normalizacion/Actualizaciones/CE.010PUrbanos.pdf>

19. Revista de Ingeniería de Construcción N° 6, Enero - Junio 1989 - El IRI: un indicador de la regularidad superficial
20. Revista de Ingeniería de Construcción N°6 Enero - Junio 1989
21. Road Surveys using smartphones App version 2.4.8 - September 2020
22. ROADROID. 2014(a). “Manual de Uso – Fundamentos”.  
<http://roadroid.com/common/References/Guia%20de%20Usuario%20Roadroid%20-%20Fundamentos%20096.pdf>
23. ROADROID. 2014(b). “Roadroid Referencia de Proyectos”.  
<http://roadroid.com/common/References/Roadroid%20Referencia%20de%20proyectos%200.4.pdf>
24. ROADROID. 2014(c). “IV Congreso Nacional IRF”.  
<http://roadroid.com/common/References/SARF-IRF%20paper.v5.pdf>
25. Sayers W., M., Gillespie D., T., & Paterson O., W. (1986). Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements. Banco Mundial. Washington: Grup del Banco Mundial.
26. Sayers, M. (1995). On the Calculation of International Roughness Index from Longitudinal Road Profile. University of Michigan, Transportation Research, Michigan.
27. Sayers, M., & Karamihas, S. (1998). The Little Book of Profiling. Universidad de Michigan, Michigan.
28. Tingal (2021) Tesis “Índice de rugosidad internacional (IRI) de la superficie del pavimento flexible de la vía Cajamarca – Baños del Inca” Universidad Nacional de Cajamarca
29. TINGAL Limay, Homero (2021) “Análisis del índice de rugosidad internacional (IRI) de la superficie del pavimento flexible de la vía Cajamarca – Baños Del Inca, utilizando el rugosímetro de Merlin” Universidad Nacional de Cajamarca.

30. Wynand JvdM Steyn Departamento de ingeniería civil National University of Laos, Vientiane Referencia de proyectos Roadroid, Junio 2014

### MATRIZ

Título: “Índice de Rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército, con la aplicación Roadroid en un Smartphone distrito de Andahuaylas, 2021”

| Problemas  | Objetivos   | Hipótesis   | Variables                            | Dimensiones | Indicadores   | Instrumentos   |
|--|---|---|--------------------------------------|-------------|---|--|
| Problema General   | Objetivo General  | Hipótesis General   | Variable Independiente               |             |   |  |
| ¿Cuál es el índice de rugosidad internacional (IRI) y serviciabilidad de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone 2021? | Determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) y serviciabilidad de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone 2021 | Se ha logrado analizar el índice de rugosidad internacional (IRI) y serviciabilidad de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone 2021 | Aplicación Roadroid En Un Smartphone | X1          | Manejo del sistema<br>Recojo de la información  | Diseño de investigación: es descriptivo no experimental trasversal.<br><br>Tipo de investigación: Se considera la investigación es de tipo Aplicativo<br><br>Nivel de Investigación: La investigación es descriptivo.                                      |
|  |   |   |                                      | X2          |   |  |
| Problemas Específicos  | Objetivos Específicos   | Hipótesis Específicas   | Variable Dependiente                 |             |   |  |
| ¿Cuál es el índice de rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone 2021?                   | Determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone 2021                   | Se ha logrado determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas con la aplicación roadroid en un smartphone 2021                 | Rugosidad Internacional (IRI)        | Y1          | Perfiles de precisión<br>Métodos perfilométricos.<br><br>Estimaciones del IRI mediante correlaciones.<br><br>Valores subjetivos y medidas sin calibrar.<br><br>Precisión de las medidas | Muestreo del Material: La investigación se somete al todo el proceso del método<br>Uso de Roadroid en un smartphone<br><br>La Muestra: abarca la longitud del tramo de la Av. Ejército que corresponde del Distrito de San Jerónimo, Provincia Andahuaylas |
|  |   |   |                                      | Y2          |   |  |



|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
| aplicación roadroid en un smartphone?  | aplicación roadroid en un smartphone.  | aplicación roadroid en un smartphone.  |  |  | Estimaciones del IRI mediante correlaciones.                               |  |
| ¿Cuál es el índice de utilidad de la aplicación roadroid en un smartphone para el levantamiento de información de la rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas? | Evaluar la utilidad de la aplicación roadroid en un smartphone para el levantamiento de información de la rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas | Se ha logrado evaluar la utilidad de la aplicación roadroid en un smartphone para el levantamiento de información de la rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército de la provincia Andahuaylas |  |  | Valores subjetivos y medidas sin calibrar.<br><br>Precisión de las medidas |  |



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

"Índice de Rugosidad internacional (IRI) de la A.v. Ejército, con la aplicación Roadroid en un Smartphone distrito de Andahuaylas, 2021"

| N° | VARIABLES/ DIMENSIONES/ INDICADORES              | Pertinencia: |    | Relevancia: |    | Claridad: |    | Sugerencias |
|----|--|--------------|----|-------------|----|-----------|----|-------------|
|    |  | SI           | No | SI          | No | SI        | No |             |
|    | <b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>                   | SI           | No | SI          | No | SI        | No |             |
| 1  | APLICACION ROADROID EN UN SMARTPHONE             |              |    |             |    |           |    |             |
|    | DIMENSION 1                                      | SI           | No | SI          | No | SI        | No |             |
| 2  | USO DE ROADROID EN UN SMARTPHONE                 |              |    |             |    |           |    |             |
|    | DIMENSION 2                                      | SI           | No | SI          | No | SI        | No |             |
| 3  | UTILIDAD DEL SISTEMA ROADROID EN UN SMARTPHONE   |              |    |             |    |           |    |             |
|    | <b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>                     | SI           | No | SI          | No | SI        | No |             |
| 4  | RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)                    |              |    |             |    |           |    |             |
|    | DIMENSION 1:                                     | SI           | No | SI          | No | SI        | No |             |
|    | VARIABILIDAD DE LA RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) |              |    |             |    |           |    |             |
|    | DIMENSION 2                                      | SI           | No | SI          | No | SI        | No |             |
|    | SERVICIABILIDAD                                  |              |    |             |    |           |    |             |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable       Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg.: DR/ MG.: ING. FRANK EVER APAZA CRUZ      DNI: 46756508

Especialidad del validador: INGENIERO CIVIL

Diciembre del 2021

**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....  
 Frank Ever Apaza Cruz  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. 45815  
 Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

"Índice de Rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército, con la aplicación Roadroid en un Smartphone distrito de Andahuaylas, 2021"

| N° | VARIABLES/ DIMENSIONES/ INDICADORES              | Pertinencia: |    | Relevancia: |    | Claridad: |    | Sugerencias |
|----|--|--------------|----|-------------|----|-----------|----|-------------|
|    |  | Si           | No | Si          | No | Si        | No |             |
|    | <b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>                   | Si           | No | Si          | No | Si        | No |             |
| 1  | APLICACION ROADROID EN UN SMARTPHONE             |              |    |             |    |           |    |             |
|    | DIMENSION 1                                      | Si           | No | Si          | No | Si        | No |             |
| 2  | USO DE ROADROID EN UN SMARTPHONE                 |              |    |             |    |           |    |             |
|    | DIMENSION 2                                      | Si           | No | Si          | No | Si        | No |             |
| 3  | UTILIDAD DEL SISTEMA ROADROID EN UN SMARTPHONE   |              |    |             |    |           |    |             |
|    | <b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>                     | Si           | No | Si          | No | Si        | No |             |
| 4  | RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)                    |              |    |             |    |           |    |             |
|    | DIMENSION 1:                                     | Si           | No | Si          | No | Si        | No |             |
|    | VARIABILIDAD DE LA RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) |              |    |             |    |           |    |             |
|    | DIMENSION 2                                      | Si           | No | Si          | No | Si        | No |             |
|    | SERVICIABILIDAD                                  |              |    |             |    |           |    |             |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable       Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg.: RODAS GUIZADO, EFRAIN      DNI: 42250741

Especialidad del validador: INGENIERO CIVIL

Diciembre del 2021

**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

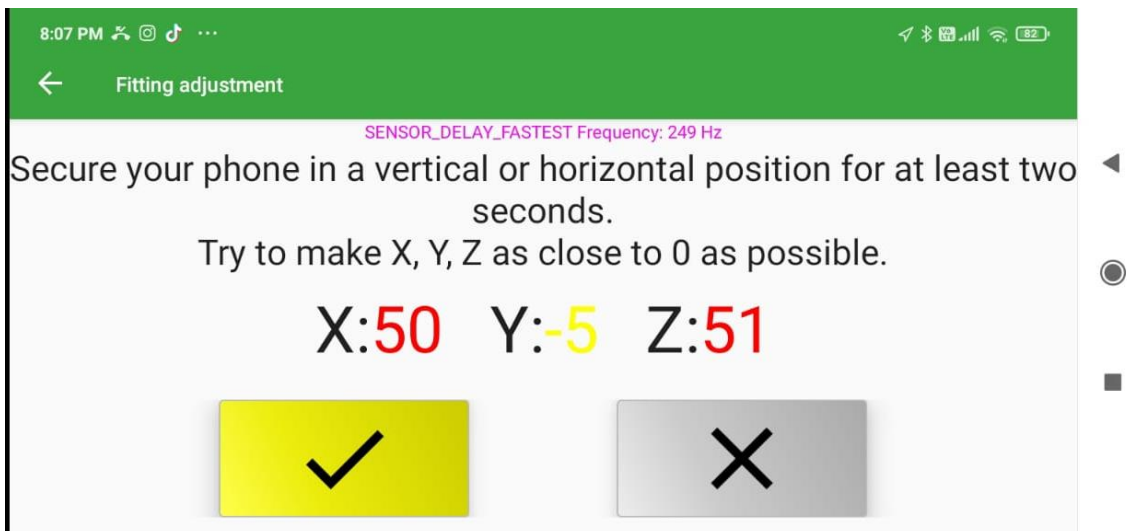
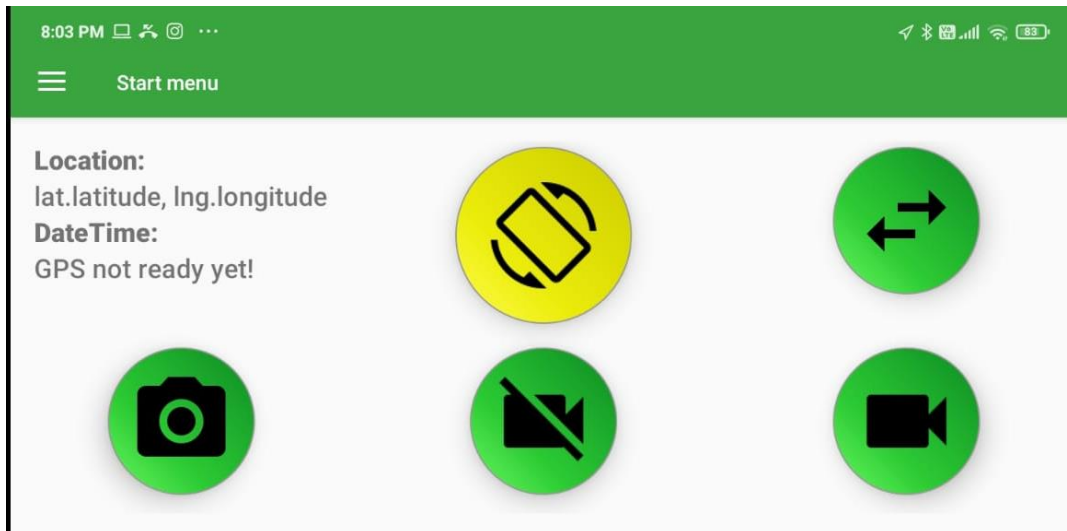
**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

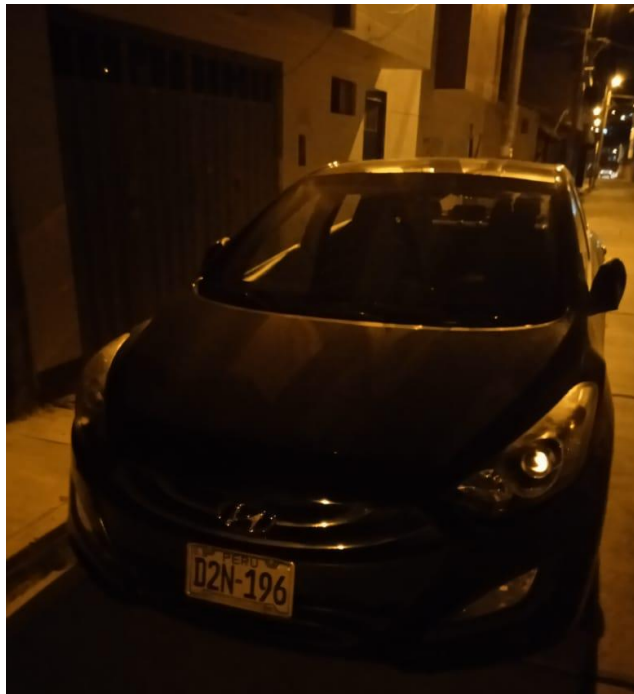
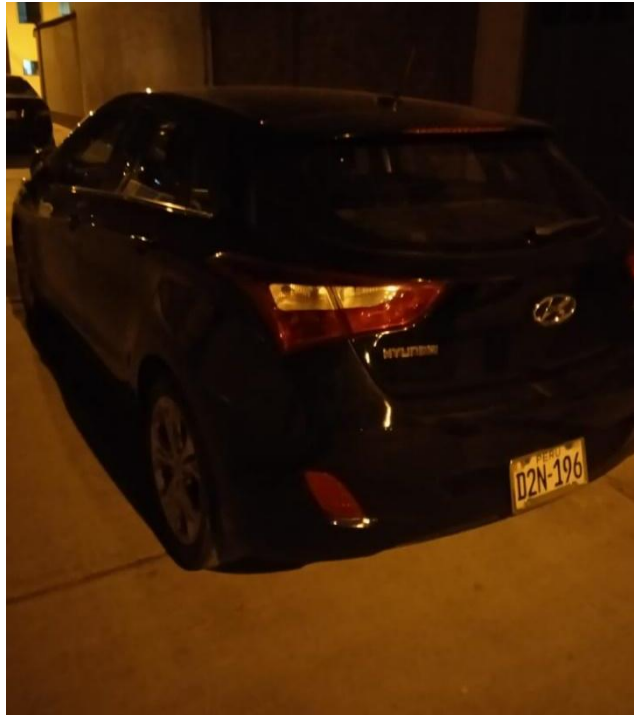


Mg. Efraín Rodas Guizado  
ESTADISTA

## GALERIA FOTOGRAFICO



Aplicación Roadroid en un Smartphone utilizado para la investigación



Vehículo utilizado para la investigación



Recojo de información