



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de INGENIERÍA CIVIL

“OPTIMIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL  
PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL SOFTWARE  
ROADROID Y EL MÉTODO MERLÍN DE LA AV.  
PROLONGACIÓN IQUITOS -LINCE-LIMA- 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**Autores:**

Renzo Jesus Castillo Villafuerte

Yeni Dalmira Morales Silverio

**Asesor:**

Dr. Julio Christian Quesada Llanto

<https://orcid.org/0000-0003-4366-4926>

Lima - Perú

**2023**

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Dr. Ing. Wilder Calixtro Calixtro	<b>06803344</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

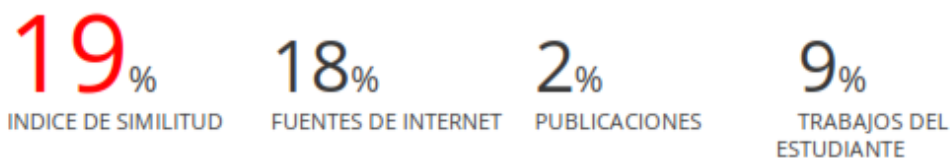
Jurado 2	Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida	<b>08644876</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Dr. Ing. Juan Miguel De La Torre Ostos	<b>09634918</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## REPORTE DE SIMILITUD

### CYM

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unjbg.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.unasam.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>www2.asana.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>docslide.us</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.usmp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>pt.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>renati.sunedu.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.unsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>repositorio.usanpedro.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, damos gracias a dios por brindarnos salud e inteligencia en nuestras vidas, lleno de regocijo, de amor y esperanza, dedicamos este proyecto a cada uno de nuestros seres queridos, quienes han sido los pilares para seguir adelante en nuestra vida profesional a pesar de muchos obstáculos encontrados en el camino del éxito.



## AGRADECIMIENTO

Agradecemos eternamente a Dios por habernos iluminado y permitir a seguir adelante, con sabiduría, paciencia y hacer realidad una de nuestras aspiraciones.

Es para mi persona una gran satisfacción de poder agradecer a mi madre Victoria Flavia Silverio Padilla quien sentó en mí, las bases de responsabilidad y deseo de superación, a mis hermanos, en especial a Eulogio Zacarias Morales Silverio, quien fue el ejemplo a seguir.

Se me acabarían las páginas para agradecer a todos los que ayudaron a realizar este trabajo, pero un agradecimiento especial a mi madre Beatriz Villafuerte Castillejo y a mi padre Alfredo Castillo Gomero, que me ayudaron a graduarme en la universidad y me dieron fuerzas para seguir adelante cuando todo parecía imposible.

Mis hermanos Javier y Luis Castillo Villafuerte me hicieron sentir orgulloso de lo que soy y de lo que puedo enseñarles. Deseo convertirme en su fuerza para que puedan seguir adelante, y quiero dar las gracias a un compañero fantástico que se encuentra en el cielo Luis Castillo Alejandro.

## TABLA DE CONTENIDOS

Jurado evaluador .....	2
Informe de Similitud .....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
TABLA DE CONTENIDOS .....	6
INDICE DE TABLAS .....	12
INDICE DE FIGURAS .....	15
RESUMEN .....	18
ABSTRACT .....	19
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	20
1.1.    Realidad Problemática .....	20
1.2.    Justificación .....	26
1.2.1.  Justificación Teórica .....	26
1.2.2.  Justificación Social .....	26
1.2.3.  Justificación por Viabilidad .....	27
1.2.4.  Justificación por Relevancia .....	27
1.3.    Antecedentes .....	28
1.3.1.  Internacionales .....	28
1.3.2.  Nacionales .....	33
1.4.    Limitaciones .....	40
1.5.    Revisión de la Literatura .....	40
1.5.1.  Ejecución de ensayo de Software Roadroid .....	72
1.5.2.  Proceso de cómo Realizar el Ensayo del Software Roadroid .....	73
1.6.    Formulación del Problema .....	78
1.6.1.  Problema General .....	78
1.6.2.  Problemas Específicos .....	78
1.7.    Objetivos .....	78
1.7.1.  Objetivo General .....	78

1.7.2.	Objetivos Específicos .....	79
1.8.	Hipótesis .....	79
1.8.1.	Hipótesis General.....	79
1.8.2.	Hipótesis Específicas .....	79
CAPITULO II. METODOLOGÍA.....		81
2.1.	Tipo de Investigación.....	81
2.2.	Población y Muestra .....	82
2.2.1.	Población.....	82
2.2.2.	Unidad de Estudio .....	82
2.2.3.	Muestra .....	82
2.3.	Técnica e Instrumentos de Recolección y Análisis de datos .....	83
2.3.1.	Técnica de Recolección de datos .....	83
2.3.2.	Instrumentos de Recolección de datos .....	84
2.3.3.	Recolección de datos .....	84
2.3.4.	Análisis de datos .....	85
2.4.	Procedimiento.....	85
2.4.1.	Ubicación del tramo de estudio.....	85
2.4.2.	Ubicación Geográfica .....	86
2.4.3.	Inspección de campo para ensayos.....	87
2.5.	Aplicación del Método Merlin.....	90
2.6.	Procedimientos de Análisis de Datos .....	95
2.6.1.	Resultados Carril derecho desde km 0+000 hasta el km 1+600. ....	96
2.6.2.	Resultados Carril medio desde km 0+000 hasta el km 1+600 .....	104
2.6.3.	Resultados Carril izquierdo desde km 0+000 hasta el km 1+600 .....	112
2.7.	Resultado de Carriles obtenidos con el Método Merlin.....	120
2.7.1.	Carril derecho.....	120
2.7.2.	Carril Medio .....	121
2.7.3.	Carril Izquierdo .....	121
2.8.	Indicador de PSI con el Método Merlin .....	122
2.8.1.	Resumen de Resultados obtenidos con el Método Merlin.....	122

2.9.	Aplicación Roadroid.....	124
2.9.1.	Configuraciones Previas .....	124
2.10.	Procedimiento de levantamiento de datos para obtener la rugosidad con el software Roadroid .....	131
2.10.1.	Viaje 1 .....	131
2.10.2.	Viaje 2 .....	133
2.10.3.	Importación de datos de pruebas de campo.....	134
2.11.	Resumen del total de los dos carriles en comparación con el método de Merlin y método con el software Roadroid.....	144
CAPITULO III. RESULTADOS .....		165
3.1.	Área de Estudio .....	165
3.2.	Indicador de rugosidad con el método Merlin .....	165
3.3.	Indicador de Rugosidad con el software Roadroid .....	166
3.4.	Indicador de transitabilidad con el método Merlin .....	168
3.5.	Resumen de valores del PSI con el método Merlin .....	170
3.6.	Resumen de valores del PSI por carril con el método Roadroid. ....	170
3.7.	Resumen de valores de Optimización.....	172
3.7.1.	Costos .....	172
3.7.2.	Tiempo .....	173
3.7.3.	Seguridad .....	175
CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y RESULTADOS .....		178
4.1.	Discusión .....	178
4.2.	Conclusión .....	182
REFERENCIAS .....		184
ANEXOS.....		190
5.1.	ANEXO N°2: Plano de Ubicación y Localización .....	190
5.2.	ANEXO N°2: Medidas del carril derecho.....	191
5.3.	ANEXO N°3: Medidas del carril izquierdo. ....	192
5.4.	ANEXO N°4: Marca de la rueda de Merlin. ....	193
5.5.	ANEXO N°5: Calibración del Equipo.....	194
5.6.	ANEXO N°6: Nivelación del Equipo. ....	195

5.7.	ANEXO N°7: Toma del primer dato.....	196
5.8.	ANEXO N°8: Toma de datos carril derecho. ....	197
5.9.	ANEXO N°9: Toma de datos en el carril medio. ....	198
5.10.	ANEXO N°10: Toma de datos en el carril izquierdo. ....	199
5.11.	ANEXO N°11: Mapa del software Roadroid.....	200
5.12.	ANEXO N°12: Mapa del software Roadroid.....	201
5.13.	ANEXO N°13: Identificación de fallas Y Niveles de Severidad.....	202
5.14.	ANEXO N°14: Certificado de calibración de Merlin. ....	217
5.15.	ANEXO N°15: Coordinación de la compra del software Roadroid. ....	218
5.16.	ANEXO N°16: Precio del software Roadroid. ....	219
5.17.	ANEXO N°17: Cálculo del índice internacional de rugosidad (IRI), índice de transitabilidad e índice de serviciabilidad (PSI) del pavimento flexible. Tramo 1. ..	220
5.18.	ANEXO N°18: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de serviciabilidad (psi) del pavimento flexible Tramo 2.....	221
5.19.	ANEXO N°19: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de serviciabilidad (psi) del pavimento flexible Tramo 3.....	222
5.20.	ANEXO N°20: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de serviciabilidad (psi) del pavimento flexible. Tramo 4.....	223
5.21.	ANEXO N°21: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de serviciabilidad (psi) del pavimento flexible. Tramo 5.....	224
5.22.	ANEXO N°22: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de serviciabilidad (psi) del pavimento flexible. Tramo 6.....	225
5.23.	ANEXO N°23: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de serviciabilidad (psi) del pavimento flexible. Tramo 7.....	226
5.24.	ANEXO N°24: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de serviciabilidad (psi) del pavimento flexible. Tramo 8.....	227
5.25.	ANEXO N°25: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de serviciabilidad (psi) del pavimento flexible. Tramo 9.....	228
5.26.	ANEXO N°26: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de serviciabilidad (psi) del pavimento flexible. Tramo 10.....	229
5.27.	ANEXO N°27: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de serviciabilidad (psi) del pavimento flexible. Tramo 11.....	230

5.28.	ANEXO N°28: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de serviciabilidad (psi) del pavimento flexible. Tramo 12.....	231
5.29.	ANEXO N°29: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 1 .....	232
5.30.	ANEXO N°30: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 2 .....	233
5.31.	ANEXO N°31: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 3 .....	234
5.32.	ANEXO N°32: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 4 .....	235
5.33.	ANEXO N°33: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 5 .....	236
5.34.	ANEXO N°34: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 6 .....	237
5.35.	ANEXO N°35: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 7 .....	238
5.36.	ANEXO N°36: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 8 .....	239
5.37.	ANEXO 37: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 9 .....	240
5.38.	ANEXO N°38: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 10 .....	241
5.39.	ANEXO 39: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 11 .....	242
5.40.	ANEXO N°40: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 12 .....	243
5.41.	ANEXO N°41: Analisis de Seguridad en el Trabajo (AST)/ Av.Prolongacion Iquitos .....	244
5.42.	ANEXO N°42: Analisis de Seguridad en el Trabajo (AST)/ Av. Javier Prado Este .....	245
5.43.	ANEXO N°43: Analisis de Seguridad en el Trabajo /Av.Petit Thouars .....	246
5.44.	ANEXO N°44: Analisis de Seguridad en el Trabajo / Av.Prolongacion Iquitos .....	247
5.45.	ANEXO N°45: Analisis de Seguridad en el Trabajo/Av. Javier Prado Este ... ..	248

5.46.	ANEXO N°46: Analisis de Seguridad en el Trabajo (AST) /Av.Petit Thouar ..	249
5.47.	ANEXO N°47: Alteración de la Rugosidad.....	250
5.48.	ANEXO N°48: Variación de la Rugosidad.....	251
5.49.	ANEXO N°49: Problemática de la Variación de la Rugosidad.....	252
5.50.	ANEXO N°50: Corte de la pavimentación flexible para las instalaciones de sedapal.....	253
5.51.	ANEXO N°51: Mapa distrital de Lince.....	254
5.52.	ANEXO N°52: Matriz de consistencia .....	255

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Serviciabilidad</i> .....	62
Tabla 2.	<i>Gráfica de Roadroid.</i> .....	71
Tabla 3.	<i>Valore de software Roadroid.</i> .....	72
Tabla 4.	<i>Coordenadas de Estudio.</i> .....	86
Tabla 5.	<i>Tabla de conteo del ensayo N°1 carril derecho km 0+000m -0+400m.</i> .....	96
Tabla 6.	<i>Muestra 01 carril derecho, 0+000 km-0+400 km.</i> .....	98
Tabla 7.	<i>Tabla de conteo del ensayo N°02 carril derecho km 0+400m-0+800m.</i> .....	98
Tabla 8.	<i>Muestra 02 carril derecho, 0+400km-0+800km.</i> .....	100
Tabla 9.	<i>Tabla de conteo del ensayo N°03 carril derecho km 0+800m-1+200m.</i> ....	100
Tabla 10.	<i>Muestra 03 Carril Derecho, 0+800 km-1+200 km.</i> .....	102
Tabla 11.	<i>Tabla de conteo del ensayo N°4 carril derecho km 1+200m-1+600m.</i> .....	102
Tabla 12.	<i>Muestra 04 Carril Derecho, km 1+200m-km 1+600m.</i> .....	104
Tabla 13.	<i>Tabla de conteo del ensayo N°1 carril medio km 0+000m-0+400m.</i> .....	104
Tabla 14.	<i>Muestra 01 carril medio, km 0+000m-km 0+400m.</i> .....	106
Tabla 15.	<i>Tabla de conteo del ensayo N°2 carril medio km 0+400-0+800m.</i> .....	106
Tabla 16.	<i>Muestra 02 carril medio, km 0+400m-km 0+800m.</i> .....	108
Tabla 17.	<i>Tabla de conteo del ensayo N°3 carril medio km 0+800m-1+200m.</i> .....	108
Tabla 18.	<i>Muestra 03 carril medio, km 0+800m-km 1+200m.</i> .....	110
Tabla 19.	<i>Tabla de conteo del ensayo N°4 carril medio km 1+200m-1+600m.</i> .....	110
Tabla 20.	<i>Muestra 04 carril medio, km 1+200m-km 1+600m.</i> .....	112
Tabla 21.	<i>Tabla de conteo del ensayo N°1 carril izquierdo km 0+000m-0+400m.</i> ...	112
Tabla 22.	<i>Muestra 01 carril izquierdo, km 0+000m-km 0+400m.</i> .....	114
Tabla 23.	<i>Tabla de conteo del ensayo N°2 carril izquierdo km 0+400m-0+800m.</i> ...	114
Tabla 24.	<i>Muestra 02 carril izquierdo, km 0+400m-km 0+800m.</i> .....	116
Tabla 25.	<i>Tabla de conteo del ensayo N°3 carril izquierdo km 0+800m-1+200m.</i> ...	116
Tabla 26.	<i>Muestra 03 carril izquierdo, km 0+800m-km 1+200m.</i> .....	118
Tabla 27.	<i>Tabla de conteo del ensayo N°4 carril izquierdo km 1+200m-1+600m.</i> ...	118



Tabla 28.	<i>Muestra 04 carril izquierdo, km 1+200m-km 1+600m.....</i>	120
Tabla 29.	<i>Resultados de la Rugosidad del IRI del carril derecho .....</i>	120
Tabla 30.	<i>Resumen de resultados de rugosidad “IRI” obtenidos en el carril medio. ....</i>	121
Tabla 31.	<i>Resumen de resultados de rugosidad “IRI” obtenido en el carril izquierdo. ....</i>	121
Tabla 32.	<i>Resultados de la capacidad de servicio del carril derecho PSI .....</i>	122
Tabla 33.	<i>Resultados de la capacidad de servicio del carril medio “PSI” .....</i>	122
Tabla 34.	<i>Resultados de la capacidad de servicio del carril izquierdo “PSI” .....</i>	123
Tabla 35.	<i>Resultados del carril derecho.....</i>	131
Tabla 36.	<i>Resultados del carril medio .....</i>	132
Tabla 37.	<i>Resultados de carril izquierdo.....</i>	132
Tabla 38.	<i>Resultados del carril derecho.....</i>	133
Tabla 39.	<i>Resultados del carril medio.....</i>	133
Tabla 40.	<i>Resultados del carril izquierdo .....</i>	134
Tabla 41.	<i>Tabla comparativa entre Merlin y Roadroid-carril derecho .....</i>	134
Tabla 42.	<i>Cuadro comparativo entre Merlin y Roadroid-carril medio.....</i>	136
Tabla 43.	<i>Cuadro comparativo entre Merlin y Roadroid-Carril Izquierdo.....</i>	138
Tabla 44.	<i>Resumen de viajes obtenidos con la aplicación Roadroid.....</i>	140
Tabla 45.	<i>Cuadro comparativo entre Merlin y Roadroid-Carril Izquierdo.....</i>	140
Tabla 46.	<i>Tabla comparativa entre Merlin y Roadroid-Carril derecho .....</i>	141
Tabla 47.	<i>Tabla comparativa entre Merlin y Roadroid-Carril medio.....</i>	142
Tabla 48.	<i>Tabla comparativa entre Merlin y Roadroid-Carril Izquierdo .....</i>	143
Tabla 49.	<i>Cuadro de resumen final del IRI vs eIRI. ....</i>	144
Tabla 50.	<i>Cuadro de resumen final del PSI con el método tecnológico Roadroid y el método Merlin. ....</i>	144
Tabla 51.	<i>Cálculo del rendimiento.....</i>	146
Tabla 52.	<i>Análisis de costo para el ensayo de Roadroid .....</i>	148
Tabla 53.	<i>Análisis de costos para el ensayo de Merlin. ....</i>	150
Tabla 54.	<i>Matriz de evaluación de riesgos.....</i>	158
Tabla 55.	<i>Probabilidad del peligro. ....</i>	158
Tabla 56.	<i>Consecuencias del peligro. ....</i>	160
Tabla 57.	<i>Valorización del riesgo. ....</i>	161

Tabla 58.	<i>Resumen de resultados.</i>	166
Tabla 59.	<i>Resumen de resultados.</i>	166
Tabla 60.	<i>Cálculo de variación.</i>	166
Tabla 61.	<i>Resumen de Resultados.</i>	168
Tabla 62.	<i>Resumen de Resultados.</i>	168
Tabla 63.	<i>Cálculo de variación de serviciabilidad.</i>	168
Tabla 64.	<i>Resumen de Resultados.</i>	170
Tabla 65.	<i>Resumen de Resultados.</i>	170
Tabla 66.	<i>Cálculo de serviciabilidad.</i>	170
Tabla 67.	<i>Resumen de Resultados.</i>	177
Tabla 68.	<i>Cuadro de tipo de fallas en el carril derecho km 0+000 hasta el km 0+ 400.</i>	202
Tabla 69.	<i>Cuadro de tipos de fallas en el carril derecho km 0+400 hasta el km 0+800.</i>	203
Tabla 70.	<i>Cuadro de tipos de fallas en el carril derecho km 0+800 hasta el km 1+200.</i>	204
Tabla 71.	<i>Cuadro de tipos de fallas en el carril derecho km 1+200 hasta el km 1+600.</i>	205
Tabla 72.	<i>Cuadro de tipos de fallas en el carril medio km 0+000 hasta el km 0+400.</i>	206
Tabla 73.	<i>Cuadro de tipos de fallas en el carril medio km 0+100 hasta el km 0+800.</i>	207
Tabla 74.	<i>Cuadro de tipos de fallas en el carril medio km 0+800 hasta el km 1+200.</i>	208
Tabla 75.	<i>Cuadro de tipos de fallas en el carril medio km 1+200 hasta el km 1+600.</i>	209
Tabla 76.	<i>Cuadro de tipos de fallas en el carril izquierdo km 0+000 hasta el km 0+400.</i>	210
Tabla 77.	<i>Cuadro de tipos de fallas en el carril izquierdo km 0+400 hasta el km 0+800.</i>	211
Tabla 78.	<i>Cuadro de tipos de fallas en el carril izquierdo km 0+800 hasta el km 1+200.</i>	212
Tabla 79.	<i>Cuadro de tipos de fallas en el carril izquierdo km 1+200 hasta el km 1+600.</i>	213
Tabla 80.	<i>Resumen de resultados de los tipos de fallas y severidad.</i>	214
Tabla 81.	<i>Medición total de los tipos de fallas.</i>	215

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Corte transversal de una pavimentación.....</i>	42
Figura 2	<i>Tipo de textura de un Pavimento flexible .....</i>	45
Figura 3	<i>Diferencia entre la Rugosidad y Roadroid Modelo de Cuarto de Carro.....</i>	46
Figura 4	<i>Escala de Isa .....</i>	48
Figura 5	<i>Gráfico para el análisis del (IRI). .....</i>	49
Figura 6	<i>Clasificación .....</i>	49
Figura 7	<i>Casillo 20x10 para la toma de Datos. ....</i>	64
Figura 8	<i>Equipo de Rugosímetro de Merlin.....</i>	65
Figura 9	<i>Sistema Windows, GPS y acelerómetro. ....</i>	67
Figura 10	<i>Equipo y Web utilizado en el Segundo Prototipo de Roadroid. ....</i>	68
Figura 11	<i>Ingreso del Programa.....</i>	73
Figura 12	<i>Mapa completo de del Área de Estudio. ....</i>	74
Figura 13	<i>Mapa del Área de Trabajo.....</i>	75
Figura 14	<i>Gráfica de barras.....</i>	77
Figura 15	<i>Gráfica de barras.....</i>	77
Figura 16	<i>Tramos Evaluados. ....</i>	86
Figura 17	<i>Hoja de Rugosímetro de Merlin. ....</i>	88
Figura 18	<i>Formato para la toma de datos en campo. ....</i>	89
Figura 19	<i>Calibración del equipo Merlin.....</i>	90
Figura 20	<i>Marcación del Equipo Merlin.....</i>	91
Figura 21	<i>Equipo del Rugosímetro de Merlin.....</i>	91
Figura 22	<i>Equipo de Merlin Calibrado.....</i>	92
Figura 23	<i>Inicio de toma de datos. ....</i>	92
Figura 24	<i>Toma de datos. ....</i>	93
Figura 25	<i>Histograma ensayo N°1 carril derecho km 0+000m-0+400m.....</i>	97
Figura 26	<i>Histograma ensayo N°02 carril derecho km 0+400m-0+800m.....</i>	99
Figura 27	<i>Histograma ensayo N°03 carril derecho 0+800 km-1+200 km.....</i>	101

Figura 28	<i>Histograma ensayo N°4 carril derecho km 1+200-1+600m.....</i>	103
Figura 29	<i>Histograma ensayo N°1 carril medio km 0+000m-0+400m.....</i>	105
Figura 30	<i>Histograma ensayo N°2 carril medio km 0+400m-0+800m.....</i>	107
Figura 31	<i>Histograma ensayo N°3 carril medio km 0+800m-1+200m.....</i>	109
Figura 32	<i>Histograma ensayo N°4 carril medio km 1+200m-1+600m.....</i>	111
Figura 33	<i>Histograma ensayo N°1 carril izquierdo km 0+000m-0+400m.....</i>	113
Figura 34	<i>Tabla de conteo del ensayo N°2 carril izquierdo km 0+400m-0+800m...</i>	115
Figura 35	<i>Tabla de conteo del ensayo N°3 carril izquierdo km 0+800m-1+200m...</i>	117
Figura 36	<i>Tabla de conteo del ensayo N°4 carril izquierdo km 1+200m-1+600m...</i>	119
Figura 37	<i>Aplicación de Roadroid.....</i>	124
Figura 38	<i>Colocación del Smartphone Horizontalmente.....</i>	125
Figura 39	<i>Toma de datos.....</i>	125
Figura 40	<i>Para la aplicación Roadroid.....</i>	126
Figura 41	<i>Roadroid.....</i>	127
Figura 42	<i>Menú Principal.....</i>	128
Figura 43	<i>Obtención de datos.....</i>	128
Figura 44	<i>Datos almacenados.....</i>	129
Figura 45	<i>Descripción del usuario y contraseña.....</i>	129
Figura 46	<i>Gráfico de dispersión IRI vs eIRI, carril derecho-Viaje 1.....</i>	135
Figura 47	<i>Gráfica de dispersión IRI vs eIRI, carril derecho-viaje 1.....</i>	135
Figura 48	<i>Gráfico de dispersión IRI vs eIRI, carril medio-viaje 2.....</i>	136
Figura 49	<i>Gráfico de dispersión IRI vs eIRI, carril medio-viaje.....</i>	137
Figura 50	<i>Gráfico de dispersión IRI vs eIRI, carril izquierdo-viaje 3.....</i>	138
Figura 51	<i>Gráfico de dispersión IRI vs eIRI, Carril izquierdo-Viaje 2.....</i>	139
Figura 52	<i>Cotización de los costos del Roadroid.....</i>	147
Figura 53	<i>Boleta electrónica del Equipo Merlin.....</i>	149
Figura 54	<i>Tramo estudiado.....</i>	165
Figura 55	<i>Gráfico de la Rugosidad con el método Merlin y el software Roadroid... </i>	167
Figura 56	<i>Gráfico de transitabilidad con el método Merlin y el método tecnológico del software Roadroid.....</i>	169
Figura 57	<i>Tabla para agrupar los valores del PSI.....</i>	171

Figura 58	<i>Gráfico de Costos</i> .....	172
Figura 59	<i>Diagrama Gantt de la evaluación funcional del pavimento</i> .....	173
Figura 60	<i>Tiempo empleado para los ensayos</i> .....	174
Figura 61	<i>Análisis seguro de trabajo del método Merlin</i> .....	175
Figura 62	<i>Análisis seguro de trabajo del Software Roadroid</i> .....	176
Figura 63	<i>Medición del ancho del carril derecho</i> .....	191
Figura 64	<i>Medidas del ancho del carril izquierdo</i> .....	192
Figura 65	<i>Marcando la Rueda de Merlin</i> .....	193
Figura 66	<i>Calibración del Equipo</i> .....	194
Figura 67	<i>Nivelación del Equipo</i> .....	195
Figura 68	<i>Toma del primer dato</i> .....	196
Figura 69	<i>Toma de datos</i> .....	197
Figura 70	<i>Toma de datos</i> .....	198
Figura 71	<i>Toma de datos</i> .....	199
Figura 72	<i>Mapa del software Roadroid</i> .....	200
Figura 73	<i>Mapa del software Roadroid</i> .....	201
Figura 74	<i>Porcentaje de la suma total de cada tipo de falla</i> .....	215
Figura 75	<i>Problema de variación de la rugosidad</i> .....	250
Figura 76	<i>Problemática de variación de la rugosidad</i> .....	251
Figura 77	<i>Problemática de la variación de la rugosidad</i> .....	252
Figura 78	<i>Corte de la pavimentación flexible para las instalaciones de Sedapal</i> ....	253
Figura 79	<i>Mapa distrital de Lince</i> .....	254
Figura 80	<i>Matriz de consistencia</i> .....	255

## RESUMEN

En este estudio examinamos la optimización de la evaluación funcional mediante el software ROADROID y el método MERLIN, Teniendo un tipo de investigación que fue por propósito aplicada, con un nivel explicativo, y de diseño Cuasi- experimental, la población está conformada por un pavimento flexible urbano, la muestra estuvo constituida por la Av. Prolongación Iquitos, Av. Javier Prado y Av. Petit Thouars. Obteniendo la variabilidad del software Roadroid con el método Merlín oscila en una diferencia de datos entre 0 a 27.50% considerándolo adecuado, para mayor fiabilidad de similitud se usó el coeficientes de determinación ( $R^2$ ) 0.9137, 0.5764 y 0.8703 para los carriles: derecho, medio e izquierdo, los valores son considerados confiables por encontrarse cercano a 1; adoptándose como rugosidad representativa el generado por el software Roadroid, presentando valores positivos de rugosidad promedio que es 2.49 m/km. Estableciéndose de esta manera el nivel de transpirabilidad con escala cualitativa uniforme, considerándose por lo tanto que el pavimento es transitable, como también es clasificado por el índice de Serviciabilidad (PSI) como buena, de igual manera el software demuestra un buen rendimiento en toma de datos, ya que, podemos disminuir el tiempo, el costo y aumentar la seguridad del personal de trabajo. Finalmente, la conclusión general es que el método del software Roadroid, influye positivamente en la evaluación funcional, es una opción viable para la medición del IRI, el PSI y su categorización, y ofreciendo resultados fiables.

**PALABRAS CLAVES:** Evaluación funcional, IRI, PSI, Roadroid, Merlin.

## ABSTRACT

In this study we examined the optimization of the functional evaluation using the ROADROID software and the MERLIN method, having a type of research that was by purpose applied, with an explanatory level, and Quasi-experimental design, the population is made up of an urban flexible pavement, the sample was constituted by Prolongation Iquitos Av., Javier Prado Av. and Petit Thouars Av. Obtaining the variability of the Roadroid software with the Merlin method oscillates in a data difference between 0 to 27.50% considering it adequate, for greater reliability of similarity the coefficient of determination ( $R^2$ ) 0.9137, 0.5764 and 0.8703 were used for the right, middle and left lanes, the values are considered reliable for being close to 1; adopting as representative roughness the one generated by the Roadroid software, presenting positive values of average roughness which is 2.49 m/km. Establishing in this way the level of breathability with a uniform qualitative scale, considering therefore that the pavement is passable, as it is also classified by the Serviceability Index (PSI) as good, in the same way the software demonstrates a good performance in data collection, since we can reduce the time, cost and increase the safety of the working personnel. Finally, the overall conclusion is that the Roadroid software method, which positively influences the functional assessment, is a viable option for measuring the IRI.

**Keywords:** Functional assessment, IRI, PSI, Roadroid, Merlin.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

Las expectativas generadas al suministrar a los usuarios un pavimento adecuado se ve defraudada cuando éste se deteriora antes de tiempo, y mucho más cuando el pavimento se deteriora hasta alcanzar un mal estado, afectando así a la transitabilidad y a la capacidad de servicio de la carretera, por lo general, esto se debe por las causas de mal diseño, deficiencia, falta de mantenimiento y mal proceso constructivo. Ante esta situación, el Banco Mundial estableció un parámetro para determinar las irregularidades (IRI) del perfil longitudinal de una carretera, con el fin de tomar medidas preventivas y optimizar el mantenimiento. (Rodríguez, 2017).

España realiza sus estudios de vías con sensores de tipos ópticos con la finalidad de determinar eficazmente el estado de sus pavimentos, ya que la infraestructura de sus vías es de suma importancia para el desarrollo económico de su país, así mismo, hace mención que los sensores con sonda de diamante, no son utilizados en sus estudios ya que esta ocasiona daños a la superficie de los conductores (Juárez, 2015).

Actualmente se ha realizado un estudio de las condiciones del pavimento del centro urbano de Chiclayo con el Software Roadroid, para evaluar el estado actual del pavimento flexible de Chiclayo, tuvieron como resultados que su pavimentación están en un estado pésima ya que el IRI resulto ser de 8.5 m/km, brevemente tomaron la acción de realizar un mantenimiento para mejorar su transitabilidad de su pavimentación (Almeida, 2018).

En el distrito de Lince, Lima las vías urbanas están enmarcadas en un grave problema de ausencia de medidas de mantenimiento preventivo, debido a la falta de



interés de la municipalidad para poder gestionar las obras de mantenimiento. Infligiendo descontento al usuario debido al mal estado del pavimento, ya que estos afectan los costos operacionales del vehículo (Montañez, 2018).

Frente al deterioro constante de la pavimentación, debido a la falta de interés y control de la evolución, esta investigación pretende realizar una optimización de la evaluación funcional del perfil longitudinal de rodadura de la pavimentación de Lince, Lima, Perú, determinando la rugosidad (IRI), la serviciabilidad (PSI), mediante el Software Roadroid y por el método Merlín, en la cual se ha podido determinar el índice rugosidad internacional (IRI) promedio por Roadroid de 2.49 m/km, y por el Método Merlín 3.12 m/km, con una serviciabilidad Regular, con el fin de proporcionar acciones preventivas de mantenimiento .

Así mismo, según la MTC (2013) en su "Manual de Normas Técnicas Generales para la Construcción EG-2013" establece que la rugosidad (IRI) debe ser utilizado para calcular el verdadero estado y capacidad de servicio de un pavimento (IRI). Por lo tanto, es esencial estimar la rugosidad superficial de la pavimentación para determinar el estado del pavimento y proporcionar medidas preventivas de mantenimiento para mejorar su transitabilidad.

De todos modos, Rico (2012) señala que la definición de rugosidad es las irregularidades que presenta una pavimentación a razón de una superficie plana, que vienen determinadas por las características de los agregados pétreos, así mismo, el IRI es presentado por el Banco Mundial como una métrica utilizada para evaluar las irregularidades del pavimento flexible, lo que refleja la calidad del pavimento.

Al mismo tiempo, Forslof (2014) nos dice que son cuatro tipos de técnicas de rugosidad, siendo la clase uno la que presenta más precisión (Mira y nivel), denominado,

perfilómetro estático y dinámico, aunque no cumplen los requisitos de precisión de la clase 1 (Mira y nivel) Los enfoques de la clase tres obtienen sus conclusiones a partir de la Rugosidad (IRI) utilizando ecuaciones de correlación. Los procedimientos de clase 4 sólo se utilizan cuando se necesitan estimaciones gruesas de la rugosidad y sólo proporcionan conclusiones referenciales.

De la misma forma, según la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM, 2014) define que la rugosidad es una variación vertical de la superficie, como las ondulaciones, que afecta directamente al costo operacional del vehículo y la calidad de la conducción,

Asimismo, según Vásquez (2012) menciona que las irregularidades de un pavimento afectan directamente a los gastos de funcionamiento del vehículo, ya que si se tiene un pavimento deteriorado tiende a incrementarse los costos de operación, los costos suelen ser bajos si una carretera es moderna, está bien mantenida, presenta pocas anomalías, se encuentra en terreno llano y no tiene problemas de tráfico. estos costos de operación son pagados por el mismo usuario ya que transitan en las carreteras, en lo cual involucra lo que es el combustible, lubricantes, llantas, reparación entre otros.

Cabe destacar que, según Deepak (2019) para la conservación de los pavimentos es necesario realizar un buen mantenimiento respectivo ya que esta consiste en reparar las vías en mal estado a tiempo, de tal modo evitar gastos millonarios a nivel mundial ,así mismo, existe sistemas de monitoreos de carreteras capaces de recopilar información respecto a las irregularidad de estas mismas, debido a las limitaciones de las imágenes satelital con respecto a la solución y la disponibilidad hacen que el monitoreo de los pavimentos sea una actividad en el campo. De tal modo, en la india se realizó un monitoreo con vehículos especiales que están equipados con costosos escáneres laser y la

que presenta una cobertura muy baja cuando se recogieron los datos. Así mismo, se definió que existen otros sistemas alternativos más económicos para el monitoreo continuo de carreteras, Así tenemos los sensores como acelerómetro y GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Al mismo tiempo, según Mohammed (2015) en su trabajo de investigación “medidas de rendimiento de pavimentos utilizando una aplicación para teléfonos inteligentes basada en Android”. Tesis titulada en maestría de ingeniería en transporte, de la universidad de la India, comprobaron que existe una alternativa sostenible para el análisis de la irregularidad de un pavimento de Hyderabad en la India”, Así mismo, determinaron que en dicho estudio no afectan los factores climáticos en el análisis y recopilación de datos, por ello se presentó el Software Roadroid como un herramienta económico y vial para determinar la rugosidad del pavimento.

Cabe destacar que, según Jacobsson (2010) en su estudio de pavimentos que se realizó para los 17 pavimentos de Suecia, reflejaron la eficiencia y rapidez que brinda el Software Roadroid para evaluar el estado del pavimento, Así mismo, a través de estos resultados se puede seleccionar rápidamente cualquier tramo para su costo de reparación.

Asimismo, según Lavle (2015) eesta nueva alternativa busca determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) a través de la vibración del chasis del vehículo que circula por un pavimento, mediante los acelerómetros de los teléfonos inteligentes: calculando y simulando el modelo de cuarto de carro de la rugosidad con variables, o estimando a través de ecuaciones lineales para calcular la rugosidad en metro por kilómetros (m/Km). Así mismo, Según la Norma Peruana C.E 010, hace mención que la rugosidad debe de cumplir con el rango de 2.5 m/km para considerarse una vía transitable.

Igualmente, según Caro (2012) nos hace mención que la rugosidad son las irregularidades que presenta un pavimento flexible a la suspensión de una rueda, cuando este recorre a una velocidad constante de 80km/h, se puede determinar la transitabilidad y serviciabilidad.

Además, según Torres (2018) en el cálculo del índice de rugosidad internacional (IRI) los rompemuelles (gibas) son los causantes que el valor del IRI incremente.

De esta manera, según Asencio (2013) en su trabajo de investigación titulado “determinación de la rugosidad del pavimento flexible en la ciudad de Huánuco, a través del Roadroid y el método Merlin”. su objetivo principal es determinar la rugosidad (IRI) de las vías, como resultado de su entorno, la investigación determinó que sus pavimentos presentan desgaste y anomalías., así mismo, se pudo demostrar que el Software Roadroid brinda resultados similares al método de la mira y nivel, la cual para emplearse las horas hombre son mucho menores en comparación a la mira y nivel, deduciendo que para realizar la optimización de la evolución funcional de una vía con Roadroid es recomendable recorrer una velocidad de 70 Km/h.

Dicho de otro modo, para Asencio (2013) hace mención que hoy en día también existe un método sumamente económico que brinda resultados similares al Software Roadroid, que es el Rugosímetro de Merlín que es calificado como un método de clase 1, que tiene como finalidad de determinar el índice de rugosidad internacional (IRI) del pavimento flexible que cuenta con diferentes tipos de fallas como fisuras, grietas, deformaciones, ahuellamientos, a través de la Rugosidad (IRI) según el tema de investigación “evaluación Funcional del Pavimento flexible y comparación de la regularidad superficial del pavimento de la carretera de cuzco, donde su propósito era “determinar y analizar los resultados del Software Roadroid, mencionando sus ventajas

ante el método de Merlín en el cálculo del índice de rugosidad internacional (IRI) superficial de la vía de cuzco-Urcos, es antigua con deficiencias superficiales en la que presenta un índice de Serviciabilidad (PSI) Regular, en esta investigación se concluyó que en dicho estudio el resultado expresado en porcentaje de similitud es de 90% .

Por consiguiente, según Vásquez (2012) el Roadroid analiza las condiciones de la superficie de las vías cubiertas con hormigón asfáltico, tratamiento de superficies y hormigón con cemento Portland, además, de una carretera sin pavimentar, usando la aplicación Roadroid. el análisis se evalúa considerando las características de textura y superficie que presenta la pavimentación. El análisis se realiza utilizando un gráfico BoxPlotMedidas que es de tendencia comparativa y central. con respecto a las texturas superficiales, los recubrimientos con texturas abiertas presentan valores más altos de Índice Internacional de Rugosidad (IRI). También, se observa que los tramos en estudio tienen condiciones de superficie analizadas por la aplicación similares a las proporcionadas por las autoridades viales y las vías que tienen alto coeficiente de variación tienen cantidades significativas de defectos, como es el parche y agujeros realizados por entidades privadas ya sea para la colocación de alguna tubería, etc. En el análisis de la evaluación de las irregularidades del pavimento podemos encontrar tipos de fallas como fisuras, grietas que son generadas por las cargas que son sometidas y la falta de mantenimiento.

Cabe resaltar que, para Vásquez (2012) los diferentes tipos de fallas presentes en el pavimento flexible son causados por los cambios de temperatura y de humedad. los baches son una cavidad redondeada que se desprende la mezcla asfáltica, ocasionado por mala construcción, derrame de solventes (bencina, aceite, etc.). Estos daños afectan de

diferente manera la condición del pavimento. Algunos tienden a afectar las características superficiales del pavimento, ocasionando la reducción de su serviciabilidad (PSI).

## **1.2. Justificación**

### **1.2.1. Justificación Teórica**

Nuestro trabajo de investigación está enmarcada en plantear soluciones técnicas y económicos para los interrogantes de conservación y mantenimiento del pavimento flexible, asimismo, de los factores que lo generan, mediante el análisis del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), niveles de transitabilidad, serviciabilidad presente (PSR) y los beneficios de la optimización de la Evaluación Funcional del pavimento flexible de la Av. Prolongación Iquitos, Av. Javier Prado Este y la Av. Petit Thouars, empleando el Software ROADROID y el método MERLIN que debe de estar el IRI en el rango de 2.5 m/km para poder:

Aumentar la vida útil del pavimento

Reducir la resistencia al rodamiento de la pavimentación

Disminuir el consumo de combustible en los vehículos.

### **1.2.2. Justificación Social**

Este trabajo de investigación una vez que esté disponible en los servicios académicos de la Universidad Privada del Norte, los principales beneficiadores serán los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Civil; ya que tendrán a disposición esta investigación para poder consultar y confirmar la información y los datos obtenidos.

La importancia del tema de esta investigación es que esta pavimentación es muy transitada por contar con lugares mercantiles (entidades financieras, centros de

entretenimiento, centros comerciales). Así mismo, esto genera congestionamiento vehicular.

También, se encontrará el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), niveles de transitable y serviciabilidad que ofrece la Av. Prolongación Iquitos, Av. Javier Prado Este y la Av. Petit Thouars

### **1.2.3. Justificación por Viabilidad**

Para ejecutar nuestro trabajo de investigación se ha empleado el tiempo adecuado para su finalización, así mismo, se ha tenido todos los medios económicos, también hemos contado con los equipos y herramientas correspondientes que serán utilizados en nuestro trabajo de investigación, además, nos hemos basado en la Norma técnica peruana CE.010 para la comprobación de todos los datos adquiridos mediante el Software Roadroid y el método Merlin.

### **1.2.4. Justificación por Relevancia**

Hoy en día se desconoce sobre el tema de la rugosidad superficial del perfil longitudinal de rodadura del pavimento flexible a pesar que es aceptada en las normas peruanas del Reglamento Nacional de Edificaciones, las empresas de transporte, los consultores privados e incluso los diferentes profesionales de obra ignoran el estudio del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) como un indicador o factor de calidad del pavimento flexible. Además, con este factor se puede realizar la medición con exactitud de qué forma afectan directamente a los usuarios en los costos operacional de sus vehículos.

Los encargados de realizar el mantenimiento y construcción de los pavimentos flexibles tendrán a la mano una herramienta innovadora para poder saber el estado real del pavimento de manera más práctico, económico y rápido, que es el Software Roadroid.

En esta investigación se determinó el estado, el nivel de transitabilidad y serviciabilidad del pavimento flexible de la Av. Prolongación Iquitos, Av. Javier Prado Este, Av. Petit Thouars. También, estos datos obtenidos servirán para otros estudios con fines de mantenimiento que se requiere en una pavimentación.

### **1.3. Antecedentes**

#### **1.3.1. Internacionales**

Según Álvarez y Rivero (2012), en su trabajo de investigación para optar el grado de doctor hace mención de que la Metodología Rugosímetro de Merlín fue diseñado y desarrollado por TRRL (Transport and Road Research Laboratory), Así mismo, para calcular las condiciones de una pavimentación, se utilizan diferentes métodos, uno de los más empleados es la rugosidad (IRI), en la cual se puede mencionar que es estable en el tiempo, porque, analiza el perfil longitudinal de la rodadura, que es representativo a través de la rugosidad y es coherente con las normas Internacionales existentes, es de tal importancia que los pavimentos tengan una Rugosidad de 2.5 m/km, para brindar una serviciabilidad eficaz al usuario y evitar un costo de operación, frente a esta problemática, el Banco Mundial recomendó la aplicación de este método del Rugosímetro de Merlín debido a su bajo costo.

Así mismo, Rashed (2016), en su trabajo de investigación para optar el grado de Maestría “Evaluation of pavement network performance in Texas Considering Multiple Performance Metric”; hace mención que su investigación tiene como objetivo determinar



la relación de la rugosidad (IRI),CS Y DS del pavimento flexible, con un tipo de investigación aplicativo, en cuanto a su nivel fue descriptivo y con un diseño no experimental, obteniendo resultados de su rugosidad (IRI) de 4.2 m/km, esto quiere decir que es una vía no transitable, sin embargo los datos obtenidos de DS Y CS no brindan una evidencia sólida para apoyar la determinación de las aspereza de la vía.

Por ello, Martínez (2013), en su trabajo de investigación realizó la evolución funcional del pavimento flexible de Sayausi, con el método del Merlin, que tuvo como objetivo determinar la Rugosidad para definir las condiciones naturales de la pavimentación, asimismo contó con un tipo de investigación aplicativo, en cuanto a su nivel fue descriptivo, y con un diseño no experimental, obteniendo una rugosidad de 2.70 m/km, 3.80 m/km, 3.00 m/km, para los carriles derecho, medio, izquierdo, se clasificó con una serviciabilidad regular, por último, concluyo que el método es eficiente a largo plazo para la determinación de la Rugosidad.

Además, según Morales (2005) la rugosidad es la característica más percibida por el usuario ya que daña las condiciones del pavimento. Así misma, están expuestas por los efectos de las vibraciones, tales como niveles de deterioros, probabilidad de dañar, desgastar los vehículos y consumo de energía. La comodidad que se puede tener depende bastante del vehículo y del perfil longitudinal de la rodadura.

Chang (2017) en su trabajo de investigación “la clasificación de la escala de servicio de la rugosidad (IRI)”, presentado en Medellín Colombia en el congreso Ibero-Latinoamericano, presenta uno de los principales indicadores que alteran al parámetro IRI en el trazado geométrico en perfil longitudinal de rodadura y en planta, las ondas que tienen mayor influencia en el IRI. Por lo tanto, los trazados geométricos en perfil y en planta pueden modificar el valor del IRI del pavimento y sus propiedades geométricas.

Estos trazados se componen de una sucesión de curvas, por lo que llegaron a la conclusión que el análisis del IRI debe cambiar sus coordenadas ya que se presentan en segmentos con curvas horizontales que influyen en el valor del IRI, especialmente en montañas con carreteras, que presentan curvas horizontales sucesivas de pequeño radio y distancias cortas para peraltes.

Hernández (2008), nos hace mención que para obtener su Maestría presentó una investigación titulada “Calcular el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y diseñar un manual del Equipo Merlin”, tuvo como objetivo principal convertir un manual del Rugosímetro Merlin, con el fin de enseñar la importancia y la forma de determinar la rugosidad (IRI) del pavimento, se aplicó la metodología, no experimental, cuyos principales resultados obtenidos es de gran importancia para el mantenimiento de la vía, para brindar comodidad al usuario, llegando finalmente a la siguiente conclusión: En vías locales, equipos de bajas prestaciones como el Perfilómetro Estático Merlin pueden determinar el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), mientras que los pavimentos significativos y de gran longitud se pueden emplear equipos complejos como el perfilómetro inercial.

En primer lugar, Mohammed (2015) en su trabajo de investigación titulado "Pavement performance evaluation using an Android-based smart phone application", publicado por la Institucion Osmania de la India. El objetivo era calcular la rugosidad del pavimento en la ciudad india, aplicando la tecnología de teléfonos inteligentes basadas en Android. En su opinión, la rugosidad es de vital importancia ya que es un indicador del estado de la pavimentación, por ende, deben de ser aplicadas correctamente para realizar la evaluación de los pavimentos nuevos. alcanzando la siguiente conclusión para poder calcular el promedio de la Rugosidad (IRI) debe de ser un recorrido de 100m, cabe

decir que, se debe de conducir a una velocidad constante de 50 km/h ya que es adecuada para la obtención de la rugosidad.

Por consiguiente, Uddin (2015), en su investigación para optar el grado de Maestría titulado; “Pavement measure using Android based Smartphone application”. De la universidad Osmania, tuvo como objetivo: determinar la Rugosidad (IRI) del pavimento en la ciudad de la India, mediante el Software Roadroid conformado en un Android. Utilizaron una investigación de tipo Aplicada, no experimental, como principal resultado obtuvieron una rugosidad promedio de 2.80 m/km con lo que calificaron a las vías de Hyderabad como una pavimentación buena, asimismo, presento una serviciabilidad de 3.5 y alcanzando la siguiente conclusión de acuerdo con el estudio del pavimento, el Software Roadroid es una alternativa novedosa para hallar la rugosidad (IRI) de manera correcta, ya que nos permitió clasificar el estado del pavimento como Bueno, por el que el pavimento flexible tiene una transitabilidad buena para el usuario.

Por otro lado, Pandera (2016), en su trabajo de investigación titulado; “Estudio de la Rugosidad Superficial en vías no pavimentadas”. La institución Pontificia Católica de Chile. Tiene como objetivo principal de complementar los estudios realizados anteriormente del concepto de regularidad en carreteras, así mismo, fue un tipo de investigación aplicada por propósito, con un nivel explicativo ya que busca determinar el estado real de la pavimentación y con un diseño no experimental, obtuvieron como resultados una Rugosidad (IRI) de 2.7 m/k, en la que fue calificado como un pavimento bueno, y la clasificación de la vía es buena con una transitabilidad bueno. Por último, llegaron a la conclusión de que este método innovador es confiable para la determinación de la rugosidad, por ende, es aplicado esta metodología a nivel mundial.

Visto de esta forma, Almeida (2018) en su trabajo de investigación titulado; “Aplicación de smartphone para tratamiento de irregularidades longitudinales en rodadura. 2018”, tesis de Maestría en la Universidad Federal de Ceará, Fortaleza, 2018(Brasil), tuvo como objetivo manejar el método del teléfono inteligente (SmartIRI) para poder calcular la rugosidad (IRI), un valor que presenta la irregularidad de la vía, esta metodología es utilizada a partir de un estudio correlacional. El Smartphone se adhiere de manera horizontal en la parte media del parabrisa, en la cual esta aplicación determina el IRI, por medio de un acelerómetro y sensores del sistema de posicionamiento global (GPS) (GPS Global Positioning System) con la finalidad de obtener datos de aceleración vertical, velocidad y posición. se ha comprobado que esta aplicación es una buena alternativa para el cálculo del IRI y a su vez es accesible para todos ya que su precio económicamente, cabe decir que, se tiene todos los datos registrados gracias al acelerómetro y receptor GPS. Se concluye que, a partir del recorrido de una distancia de 198 km, los resultados calculados pueden demuestran que los valores del IRI están significativamente correlacionados.

Asimismo, Almeida (2018) en su trabajo de investigación titulado "Performance Enhancement vía the Use of Android Smartphone Applications". Tesis de Máster en Ingeniería de Tráfico de la Universidad de Osmania", tenía como objetivo identificar una métrica de rendimiento mediante el uso del Software Roadroid. En este estudio, que emplea una técnica descriptiva y aplicada, se midió el rendimiento real de pavimentos flexibles y adoquines en Hyderabad. Los cálculos que han desarrollado les permiten descubrir y evaluar las fracturas de las carreteras. Además, pueden controlar rápidamente las deflexiones, la progresión de los baches y la rugosidad (IRI). Se recomienda que otras agencias de construcción utilicen el modelo aplicado en este estudio para ayudar a

predecir el buen comportamiento de los adoquines, proteger y prevenir el deterioro de las carreteras. Además, permite una buena planificación financiera, tomando medidas para realizar un mantenimiento temprano, y su conclusión es que Roadroid es una de las herramientas económicas que proporciona el valor del Índice Internacional de Rugosidad.

### **1.3.2. Nacionales**

Según Camacho (2019), en su trabajo de investigación titulado como “Evaluación funcional del pavimento flexible para la determinación de la rugosidad en la ciudad de Puno mediante el Roadroid y el método Merlin”; utilizaron la metodología de tipo de investigación aplicada, diseño no experimental, cuya población fue el pavimento flexible, como muestra se obtuvo la Av. Floral y sus principales resultados fue que el carril derecho tuvo una rugosidad promedio que resulto ser 7.48 m /km por el método Merlin y para el carril izquierdo se calculo un IRI de 5.98 m/km por la aplicación Roadroid, se puede concluir que el Roadroid brinda datos semejantes al método de Merlín ,asimismo, se puede mencionar que el método Roadroid tiene mayor ventaja de brindar rápidamente los resultados.

En efecto, Condori (2016), en su tesis titulado: “ Estudios de la Variacion del Índice Internacional de Rugosidad Obtenido por Levantamiento Topográfico y Rugosímetro Merlín en Caminos no Pavimentados de la Provincia de Canchis-Cusco”, tuvo como objetivo principal determinar la variación de los valores de la rugosidad (IRI) en caminos no pavimentados obtenidos con el método del Rugosímetro Merlín; cuya investigación es de tipo aplicada, con un diseño no experimental y la población objeto de estudio.se puede concluir que el método Merlin es eficiente para la determinacion de la rugosidad a largo plazo.

Gonzalo y Beingolea (2021), en su trabajo de investigación titulado "Calculo de la Rugosidad con la aplicación del Roadroid y el método Merlin" para la determinacion de la rugosidad del pavimento flexible, cuya muestra es la Av. Internacional, Tacna-2021, tienen como objetivo ampliar el conocimiento evaluando el perfil longitudinal de rodadura del pavimento flexible utilizando la metodología moderna para smartphones, ABAKAL IRI. El método Merlin y la aplicación ABAKAL IRI tuvieron una similitud promedio de 88,67% tanto para ambos carriles derecho y 86,19% el carril izquierdo. El promedio de los dos valores de IRI para toda la zona de investigación (Avenida Internacional) arroja una similitud del 87,43%, lo que demuestra que ambas técnicas son válidas.

Por consiguiente, Reyes (2020), en su tesis de investigación tuvo como principal objetivo calcular el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) con el método del Rugosímetro de Merlín con el fin de poder clasificar la transitabilidad (PSI) del pavimento, en la cual fue una investigación del tipo Aplicada, no experimental, ya que no altera el estado del pavimento todo lo realiza a través de la visualización, su población fue el pavimento flexible, mientras cuya muestra resulto ser la Av. La Prensa del Cantón Jipijapa, Así mismo, como resultados obtuvieron un Índice Internación de Rugosidad (IRI) de 2 m/km en la que fue calificado como pavimento nuevo, y un índice de Serviciabilidad (PSI) de 3.31 que se encuentra entre el rango de una buena transitabilidad, por último se pudo concluir que el Rugosímetro de Merlín es altamente eficaz para la determinación de IRI que resulto ser una pavimento nuevo con una rugosidad de 2 m/km y la clasificación de la vía es buena con una transitabilidad bueno.

Por lo tanto, Flores y Pilco (2021), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el análisis funcional del pavimento flexible con la finalidad de

mejorar la transitabilidad vehicular, usando el perfilómetro estático de Merlines la que fue una investigación del tipo Aplicada con enfoque cuantitativo, ya que tenía el propósito de generar conocimientos con aplicación directa a los problemas, con el fin de entender el conocimiento a través del análisis funcional, Así mismo, la población fue el pavimento flexible con longitud de 3330 metros , cuya muestra resulto ser la Av. Gustavo Pinto, Tacna, como principales resultados obtuvieron el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) del carril derecho 4.38m/km y en el carril izquierdo igual a 5.71 m/km por ende utilizaron el ponderado que obtuvieron igual a 5.05 m/km con lo que calificaron toda la Av. Gustavo Pinto como un pavimento Malo. Así mismo, usaron la ecuación de William Paterson, D. Dejustin para calcular la transitabilidad PSI, que resulto ser igual 1.987, que califico como transitabilidad malo y alcanzando la siguiente conclusión de acuerdo con el análisis funcional de la vía el método de rugosímetro de Merlín es muy eficaz ya que les permitió determinar la rugosidad en la cual les ayudo clasificar el estado del pavimento como Malo, por lo que el pavimento tiene una transitabilidad mala no apto por el usuario.

Si bien es cierto, la Torre (2018) en su trabajo de Investigación titulado “**Determinación del Índice de Rugosidad Internacional mediante el Teléfono Inteligente en el pavimento del centro de Chiclayo**”, tuvo como principal objetivo de determinar las irregularidades del perfil de rodadura del pavimento

El Smartphone o teléfono inteligente es empleado para hallar la rugosidad del pavimento flexible de la ciudad de Lima., tiene como principal objetivo; definir si el flujo vehicular es un factor que interviene en la variación de la Rugosidad (IRI). Por último, concluye que los alto flujos vehiculares (trafico) si tiene una gran intervención al momento de la toma de datos, de la misma forma, se altera completamente la rugosidad

debido a que se somete a diferentes velocidades considerables y recomiendan mantener una velocidad constante durante la toma de datos.

En contraste, Laura (2016) menciona en su trabajo de investigación titulado " Determinación de las irregularidades superficiales de la carretera Cusco-Urcos, empleando Smartphone y el método Merlin- 2016" el Índice de Rugosidad Internacional estimado y el Índice de rugosidad presentan un porcentaje de similitud al 100 por ciento. con un tramo en el que alcanzan hasta el 74 por ciento. Uno de los enfoques recoge información directamente del perfil longitudinal de la rodadura, mientras que la segunda técnica lo hace indirectamente a través de las vibraciones del vehículo.

Asimismo, Ramírez (2017) en su investigación titulado: "Determinación de las Irregularidades superficial del Perfil de Rodadura mediante el Smartphone en la vía Huandoy/ Casma de la Panamericana Norte", tuvo como objetivo comprobar si las curvas horizontales y verticales influyen en el aumento del valor IRI, en esta investigación pudieron observar valores picos, valores oscilantes; mejor recalcados valores que tienden a subir y en los puntos adyacentes bajan. Por último, cuando la pavimentación presenta pendientes constantes. la Rugosidad (IRI) tienden a mantenerse en el rango optimo, no varían con los otros segmentos de la vía.

De esta manera, Asencio (2016) en su proyecto de investigación titulado "determinación y comparación de la rugosidad en los pavimentos flexibles de la Ciudad de Huánuco, a través del teléfono inteligente y el método Merlin". Tesis de titulación en ingeniería civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú. En Lima, como principal objetivo de esta investigación es "medir el índice internacional de rugosidad (IRI) de los pavimentos, determinando las condiciones del pavimento en la Ciudad de Huánuco, mediante el smartphone, resaltando las diferentes ventajas, rendimiento y



eficiencia frente el método Merlin de la mira y nivel para la determinación del IRI”. Alcanzando la siguiente conclusión de esta investigación sus pavimentos presentan Irregularidades debido a su clima, donde se demostró que el Roadroid brinda resultados similares al método tradicional pero menos confuso, de todos modos, al emplearse las horas hombre son menores en comparación al método tradicional (mira y nivel), deduciendo que para realizar la evaluación con Roadroid es recomendable transitar a una velocidad de 67 km/h ya que de esta manera te proporciona resultados más exactos de la rugosidad de los pavimentos. Por último, esta investigación contribuye de cómo se debe proceder para realizar la evaluación de la rugosidad de la vía, partiendo desde un Smartphone y del método tradicional (mira y nivel), en la obtención de resultados realizan la comparación entre ello.

Asimismo, Ramírez (2017) en su trabajo de investigación titulado como; “Análisis del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) a través del Smartphone en el tramo Huandoy/ Casma de la carretera Panamericana Norte”, tuvo como objetivo comparar los valores de la Rugosidad (IRI) ,brindado por el perfilómetro laser y la metodología Roadroid, de la misma manera se busca conocer el estado funcional de del pavimento flexible aplicando el cuarto de carro, con un solo fin de mantener una serviciabilidad buena .fue una investigación del tipo Aplicada , no experimental, cuya población tramo de Huarney ,también, la muestra fue la Carretera Panamericana Norte, como principal resultado por el método de Roadroid se obtuvo que las rugosidades (IRI) de ambos carriles son los siguiente; para el carril derecho resulto ser 1.2 m/km y para el carril izquierdo resulto 1.3 m/km, con el perfilómetro laser se calculó 1.11 m/km y 1.16 m/km, concluyendo ambos resultados son similares quiere decir que esta carretera tiene una

serviciabilidad buena. Por ello se recomiendan que la velocidad del recorrido al momento de la toma de datos debe de ser constantes de 75 a 80 km/h.

"Implementación del Sistema de Gestión en Pavimentos Flexibles con la finalidad de Optimizar los Recursos Económicos, en la Conservación de Pavimentos rurales basados en los métodos estocástico-pirobalística" encontró que un Sistema de Gestión de Pavimentos (SGP) utilizando el método estocástico-pirobalística Markoviano optimiza los recursos económicos. En el cual se contrastó el comportamiento del pavimento flexible investigados cuando los recursos económicos son utilizados óptimamente y cuando no lo son, es decir, no se gastan en actividades de mantenimiento vial. En última instancia, los autores sostienen que si no se invierte económicamente en el mantenimiento preventivo de los pavimentos flexibles, la rehabilitación parece económicamente conveniente si no se tienen en cuenta los gastos de explotación de los usuarios afectados.

Por ello, Almenara (2015) en su trabajo de investigación Uso de smartphones para calcular el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) de pavimentos urbanos en Lima (PUCP, 2015) utilizó Roadroid para examinar la rugosidad de la vía rápida y encontró que la velocidad afecta los resultados de la muestra. En esta tesis, el autor concluyó que el software Roadroid es una buena opción para la gestión vial porque puede controlar la variabilidad del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en el tiempo. Asimismo, se recomienda realizar el recorrido a una velocidad constante de 60 km/h para no obtener irregularidades inadecuados.

Luis Eduardo Pillpe Sarmiento (Universidad Continental, 2018) utiliza el Índice de Rugosidad Internacional para desarrollar un sistema local de gestión de pavimentos urbanos a nivel de red en el distrito de Concepción - Junín (IRI). Asimismo, busca

optimizar los recursos en un periodo de 20 años desarrollando un Sistema de Gestión de Pavimentos para tres casos: sin actividades previas de mantenimiento y sin recursos económicos invertidos; actividades previas de mantenimiento y todos los recursos económicos utilizados; optimizando los bienes económicos al 10%, 20%, 25% y 50%. Para todas las simulaciones se utilizó Excel SOLVER.

Según Ochoa (2017), en su trabajo de investigación “optimización de recursos económicos en la conservación de pavimentos rurales de tercera clase utilizando un sistema de gestión de pavimentos basado en el método estocástico- pirobalística”, tuvo como objetivo de determinar la aplicación de un sistema de Gestión de Pavimentos (SGP), en este estudio se realizó la comparación de los comportamientos de los pavimentos en estudio, el primero optimizó la retribución de los recursos económicos, el segundo mediante una retribución no optimizada, y, por último, en el caso de no emplear dinero en las diferentes actividades de conservación. Han podido concluir que si no se invierte dinero en la conservación del pavimento flexible aparentemente resultaría más barato al momento de la reconstrucción, ya que los costos indirectos de los usuarios no han sido considerados.

por último, el autor Almenara (2015) en su trabajo de investigación para optar el grado de doctor “Aplicación de teléfonos inteligentes para el cálculo de la rugosidad (IRI) del Pavimento Flexible”. el objetivo de su investigación fue determinar las irregularidades de la pavimentación en Lima empleando el Software Roadroid, y determino que en el momento de realizar el recorrido se debe de mantener una velocidad constante para no ocasionar la variación de la rugosidad. En esta tesis se pudo tener como conclusión que el Roadroid se presenta es una alternativa innovadora que aporta grandes beneficios técnicos y económicos, comparado con otros métodos.

## 1.4. Limitaciones

La indagación de nuestro trabajo se realizó en el pavimento flexible de la Av. Prolongación Iquitos, Av. Javier Prado Este, Av. Petit Thouars que ha contado con tres carriles de 1.6 km, con una pendiente mínima de 0.5%, con una inclinación máxima de 6%, con un ancho del carril derecho de 3.40 metros, carril medio 3.50 metros, carril izquierdo de 3.60 metros.

Las avenidas mencionadas son los principales pavimentos flexible urbano altamente transitables.

## 1.5. Revisión de la Literatura

### a) Optimización de la evaluación funcional del pavimento flexible

El Manual de carretera sección suelos y pavimentos (2013), define que la optimización de la evaluación funcional de la pavimentación es aquel proceso que involucra el uso de técnicas, herramientas y estrategias de evolución para determinar las irregularidades y otros aspectos del pavimento, con el fin de identificar los diferentes factores que pueden perjudicar su desempeño.

Al identificar los factores, se toman medidas diferentes para mejorar la calidad y la durabilidad del pavimento, así mismo, se puede seleccionar los materiales más resistentes, implementar técnicas de construcción, el diseño de estructuras más resistentes, de tal manera se puede tomar acciones preventivas de mantenimiento y realizar una rehabilitación adecuada. la evaluación funcional es de suma importancia ya que garantiza la transitabilidad de la vía, así mismo, reduce los costos de mantenimiento. Manual de carretera sección suelos y pavimentos (2013).

**b) Estructura Del Pavimento**

El pavimento es aquella contextura que está apoyado sobre la superficie de fundación (subrasante), que tolera y distribuye los esfuerzos que está sometido por los diferentes tipos de vehículos. Dicha contextura tiene como principal función de brindar seguridad y comodidad al usuario. por lo cual, esta contextura está constituida por capas de subbase, base, y el perfil longitudinal de rodadura. Manual de carretera sección suelos y pavimentos (2013).

**c) Pavimento Flexible**

Según Vergara (2015) el pavimento es aquella estructura que está compuesta por varias capas de materiales granulares y asfálticos. Pero específicamente el pavimento flexible esta conformada por la capa bituminosa en la cual esta se apoya particularmente en capas de menor rigidez como la base y subbase. Además (Vasquez, 2019), recalco que el pavimento flexible contiene en la parte superior una carpeta asfáltica y que cada capa maneja diferentes tamaños en los granos de su propio material, así mismo la subrasante es una de las capas del pavimento flexible que tiene como principal función de resistir las capas estructurales con el propósito de alterar su resistencia y servir como un cimiento.

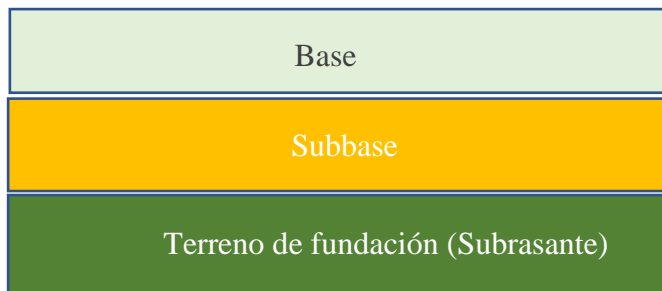
Por otra parte, Zevallos (2018) hace mención que la carpeta asfáltica es el perfil longitudinal de rodadura del pavimento flexible, por lo cual su superficie sirvió de rodamiento a la vía. tiene como principal función impermeabilizar la parte superficial impidiendo el ingreso del agua ya que tienden a debilitar las capas inferiores.

Por último, Yarango (2014) afirmo que, la palabra asfalto proviene del griego “aspaltos “que significa “seguro”, el asfalto está conformado por un material negro y viscoso que se utiliza al pavimentar, en la que es derivado del petróleo, además se

consigue por el proceso de la destilación de hidrocarburos del petróleo, que son procesados a altas temperaturas entre 204° y 316°. en la siguiente “**Figura N°1**” podemos apreciar las capas de una pavimentación.

## Figura 1

### *Corte transversal de una pavimentación*



Fuente: Elaboración propia.

#### d) **Condición Funcional de un Pavimento**

La condición de un pavimento es el confort de capacidad para servir al usuario se caracterizan por contar con los indicadores de rugosidad, resistencia al roce, apariencia y otras observaciones como es la seguridad, para una adecuada clasificación del estado de una vía se tiene que determinar el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), de esta manera se puede hallar la Serviciabilidad (PSI). (AASTHO, 1993).

#### e) **Rugosidad**

las irregularidades o rugosidad también se conocen como el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), que fue desarrollado por el Banco Mundial en 1986 para calibrar otros equipos y como parámetro de referencia para medir la calidad del ahuellamiento de los firmes.

Según Forslof (2014), define que la rugosidad es la irregularidad que presenta una pavimentación, que daña directamente a los neumáticos de los vehículos, ocasionando que el costo operacional del usuario se eleve. De ahí que la rugosidad tenga el mayor impacto en las valoraciones de los clientes que califican directamente al perfil longitudinal de la rodadura al momento de realizar la comparación de experiencias entre países los técnicos se encuentra con ciertos problemas al momento de clasificar la calidad de la pavimentación y comodidad de la rodadura de los autos. Ya que existen diferentes métodos técnicos, equipos e indicadores existentes en cada país.

Aunque esta idea es comparable a la definición de Rugosidad, algunos autores optan por utilizar la palabra Regularidad en lugar de rugosidad. Así, varias bibliografías manejan indistintamente las nociones de Regularidad y Rugosidad; del mismo modo, para nuestro estudio, optamos por emplear la Rugosidad para referirnos a las imperfecciones de las vías que repercuten en la calidad de rodadura, la seguridad de los vehículos y los costos de operación, como se puede observar en la **“figuraN°2”**.

También IRI es considerada una acumulación de la vibración vertical experimentada por la parada de una rueda (una cuarta parte de un vehículo) que circula a 80 km/h; es una medida del confort de rodadura y se compone del parámetro que el usuario puede percibir. (Peña, 2012).

El Índice de Rugosidad también se conoce como IRI (Índice Internacional de Rugosidad), que fue desarrollado por el Banco Mundial en 1986 para calibrar otros equipos y como parámetro de referencia para medir la calidad del ahuellamiento de los firmes.

f) **Aspectos que influyen en la rugosidad del pavimento**

Muchas variables degradan la textura del pavimento, como la edad del pavimento, los espesores del pavimento, la precipitación fluvial, la congelación. La humedad y las temperaturas altas,

g) **Textura**

Se denomina textura aquella propiedad física del pavimento flexible. que se define como la “geometría fina del perfil longitudinal de rodadura de la vía”. Se clasifican en Mega textura, Macro textura y Micro textura según su longitud de onda y frecuencia espacial, Achutegi (1996).

**La Mega textura:** es aquel que cuenta con mayor longitud de onda. Por lo general se encuentra más cercana a la rugosidad. No es considerada la variable más significativa a la seguridad para el usuario. Espinoza (2013).

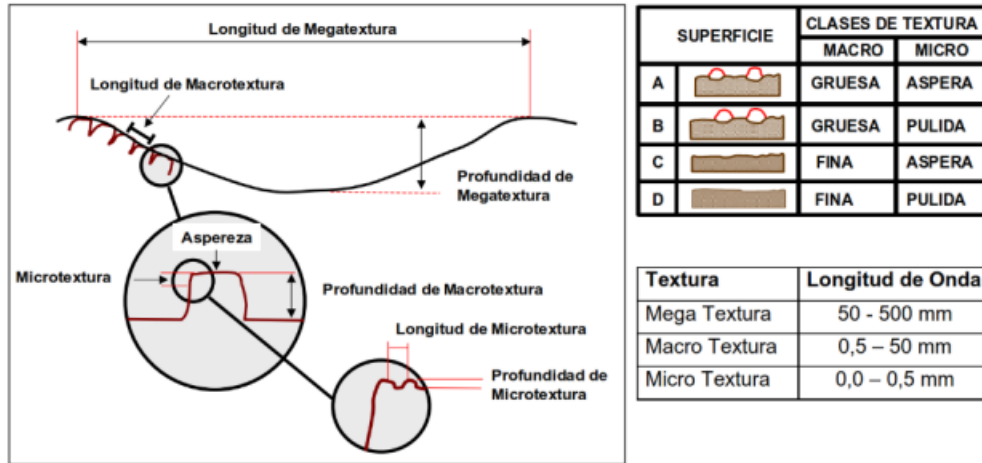
**La macro textura:** brinda el espacio óptimo para el escurrimiento del H<sub>2</sub>O por el pavimento, de tal modo, la película de H<sub>2</sub>O sirve como fase entre el neumático y el pavimento, así mismo, generara un espesor que va a permitir el contacto entre el neumático y pavimento.

**La micro textura:** es aquella que permite el contacto directo del neumático con el pavimento, brindando una transitabilidad optima a los usuarios. en la siguiente “**figura N°2**” podemos apreciar la diferencia de la rugosidad y textura.



**Figura 2**

*Tipo de textura de un Pavimento flexible*



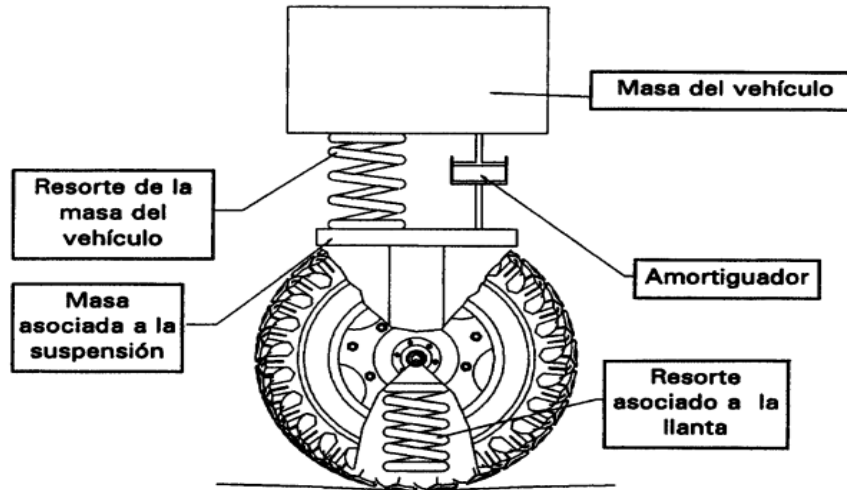
Fuente: Highways Agency (1999).

**h) Índice Internacional de Rugosidad (IRI)**

Según Arriaga (2013) comunica que la determinación de la Rugosidad se basa en el almacenamiento de las vibraciones verticales de la suspensión de los neumáticos (en milímetros, metros o pulgadas) de un modelo de cuarto de coche dividido por la distancia recorrida sobre una carretera en unidades de (vehículo o millas) causada por los movimientos del vehículo; esto se genera cuando el vehículo viaja a 80 kilómetros por hora. La rugosidad (IRI) se representa en mm/m, n/km e in/milla, según la norma CE - 010 no hace mención que el IRI debe de estar entre los rangos de rugosidad 2.5 km/h para que sea una pavimentación bueno, como se demuestra en la “figura N°3”.

**Figura 3**

*Diferencia entre la Rugosidad y Roadroid Modelo de Cuarto de Carro*



Fuente: IMT (1995).

Aplicación con un cuarto de vehículo ideal se utiliza las siguientes ecuaciones:

$$K2 = \frac{Ks}{Ms} = 63.3$$

$$K1 = \frac{Kr}{Ms} = 65.3$$

$$C = \frac{Cs}{Ms} = 6$$

$$\mu = \frac{Mr}{Ms} = 0.15$$

Donde:

Ks: Constante del resorte de la suspensión

Kr: Constante del resorte de la rueda

Ms: Masa suspendida

Mr: Masa no suspendida

Cs: Amortiguador.

i) **Índice de Nivel de Serviciabilidad (PSI)**

El Índice de Servicio Actual (FSI) o nivel de servicio actual lo determina un panel de evaluadores basándose en el grado de comodidad y seguridad que experimenta el usuario cuando circula a un ritmo constante. Por lo tanto, cada evaluador debe dar una puntuación entre 0 y 5 al estado del pavimento flexible, de transitable a imperfecto. El valor medio determinado por el panel de evaluadores debe registrarse individualmente para cada segmento del pavimento. Este enfoque analiza de forma rápida e ininterrumpida el estado relativo de los tramos de firme en nuestro país.

El gráfico siguiente representa la escala del Índice de Capacidad de Servicio Actual, de 0 a 5, indicando si el estado de la carretera es deficiente, malo, regular, bueno o excelente, como se puede apreciar en la “**figura N°4**”.

- Despejando el valor de PSI:

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

(Ecuación 1)

Donde:

*IRI* : Índice Internacional de Rugosidad

*PSI* : Índice de Serviciabilidad Presente

**Figura 4**

*Escala de Isa*

ISA	Condición del Camino
5	Muy Bueno
4	Bueno
3	Regular
2	Malo
1	Pésimo

Fuente: Instituto Mexicano del transporte (1998).

La propiedad para utilizar la determinación del Índice Internacional de Rugosidad es la siguiente:

$$\text{IRI} = 5.5 \text{ Ln } (5 \text{ ISA}) \pm 25\%, \text{ para } \text{IRI} < 12$$

Donde:

IRI: Índice Internacional de Rugosidad

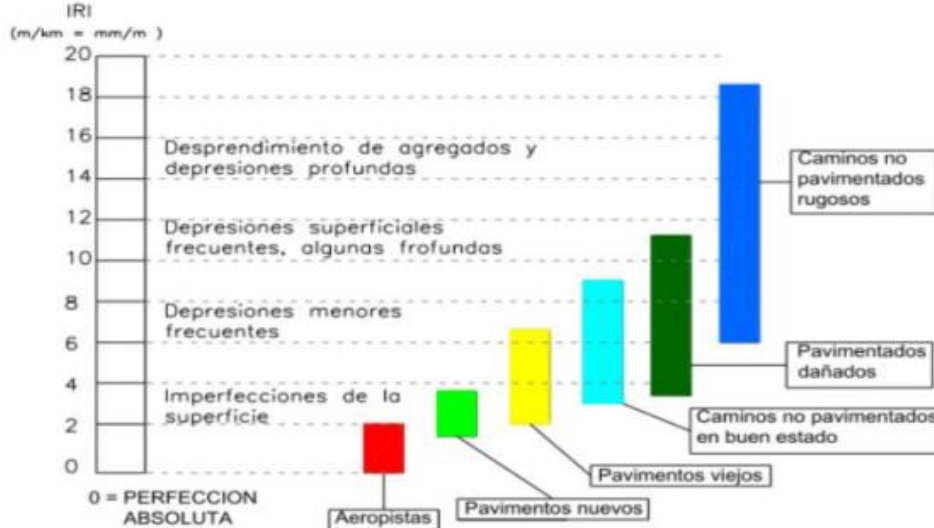
ISA: Índice de Serviciabilidad actual o PSI

Empezando por el examen de la rugosidad de una carretera, el estado de un pavimento puede determinarse utilizando el Índice Internacional de Rugosidad; si se realizan evaluaciones frecuentes en las mismas carreteras, es factible determinar la degradación de la carretera a lo largo del tiempo.

La escala IRI para carreteras pavimentadas va de 0 a 12 m/Km (0 a 760 in/mi), donde 0 indica una superficie completamente uniforme y 12 indica una carretera no transitable. El gráfico siguiente ilustra las distintas propiedades del pavimento, como se aprecia en la “figura N°5”.

**Figura 5**

*Gráfico para el análisis del (IRI).*




Fuente: Instituto Mexicano del transporte (1998).

basado en el valor del Índice Internacional de Rugosidad (IRI). Además, cabe destacar que el IRI es igual a cero para una superficie con una pendiente constante y sin anomalías. La pendiente no influye en la clasificación IRI.

**Figura 6**

*Clasificación*

	Es necesario circular a menos de 50 km/h. hay muchos baches (8-16 cada 50 m) y el pavimento esta muy degradado
	Se circula confortablemente hasta 50-60 km/h. hay baches frecuentes (4-6 cada 50 m).

	<p>Se circula confortablemente hasta 70-90km/h.hay baches ocasionales (1-3 cda 50m). si la superficie no tiene defectos, entonces tiene grandes ondulaciones.</p>
	<p>Se circula confortablemente hasta 100-120 km/h. hay algunos baches u otros defectos (1-2 cada 50 m). si la superficie no tiene defectos, entonces esta algo ondulado.</p>
	<p>Se circula confortablemente a mas de 120 km/h. no se detecta baches u ondulaciones. La capa de rodadura es de gran calidad.</p>

Fuente: Instituto Mexicano del transporte (1998).

j) **El rendimiento**

Es la cantidad de tareas ejecutadas por un conjunto de personas, comprendida por diferentes especialistas por unidad de recurso humano, este factor esta expresado en la unidad de medida de la actividad por hora Hombre (um/Hh). Fernando (2022).

k) **Economía General**

La economía general se refiere a la situación financiera que tiene el proyecto, los diferentes aspectos que se deben de tener en consideración dentro de la economía son: frutos de los negocios, magnitud del proyecto, posición del trabajo. Dicho de paso, un trabajo con un ambiente bueno en la que tengan consideración el trabajador, garantiza mayores resultados de rendimiento por parte del trabajador. Fernando (2022).

**Seguridad Social:** cuando la entidad brinda un sistema de seguridad social que proteja al trabajador y a su familia, impulsa a mayor desempeño del trabajador para lograr tener un rendimiento optimo.

**Seguridad:** si se provee charlas de seguridad en los lugares de trabajo, minimizan los diferentes peligros o riesgos que afectan negativamente al rendimiento

**Temperatura**

En el área que se ejecuta el proyecto se debe de tener en cuenta las condiciones climatológicas durante la duración del proyecto. Los principales agentes que se consideran dentro de esta jerarquía son los siguientes:

**Estado del tiempo:** cuando se tiene condiciones favorables en el estado del tiempo al ejecutar el proyecto, influye positivamente en la obtención de mayor rendimiento.

**Temperatura:** los cambios climáticos en especial el exceso del calor afecta directamente al rendimiento o desempeño de la cuadrilla.

**Condiciones del suelo:** las lluvias son los principales factores que afectan al suelo, donde la cuadrilla ejecuta el proyecto, estas condiciones afectan directamente el desempeño del trabajador.

#### D) Actividad

Las actividades a ejecutar, tienen diferentes relaciones con las demás tareas, ya se cómo en los plazos para ejecutar un proyecto, los diferentes medios para elaborarlos. las pautas dentro de esta jerarquía son:

**Grado de dificultad:** cuando las actividades tienen un alto grado de dificultad se ve, afecta la productividad.

**Riesgo:** cuando el obrero está sometido a actividades peligrosos, ocasiona que disminuya su desempeño.

**Discontinuidad:** las interrupciones en las actividades, causan que disminuya la productividad de la mano de obra.

**Orden y aseo:** las áreas de trabajos limpios y organizados, favorecen el rendimiento para una buena producción.

**Tipicidad:** si se realiza actividades continuas es favorable para el rendimiento ya que se convierte para todos los obreros a ejecutar la actividad en una curva de aprendizaje.

las actividades se repiten, son afectados positivamente los rendimientos, ya que habilitan a los obreros a desarrollar una curva de aprendizaje.

**Tajo:** si se tiene actividades pequeñas en espacios limitados, el desempeño del obrero tiende a disminuir. Por ello, es de suma importancia que todos los obreros tengan



conocimientos de los procesos a seguir en las actividades a realizar, así mismo, se debe de contar con un AST.

**m) Análisis de Seguridad en el Trabajo (AST)**

El (AST) es aquel documento que se encarga de cada proceso a seguir en una actividad, identificando los diferentes riesgos y peligros del trabajo, así mismo, determina de la mejor manera de realizar la actividad para minimizar los peligros.

La orientación del análisis de seguridad en el trabajo está en función entre el trabajador, las máquinas y las diferentes herramientas que se emplean en una actividad.

**n) Beneficios de un AST**

Los beneficios de la AST es perfeccionar las condiciones de seguridad de los trabajadores. Así mismo, ayuda a prevenir lesiones, enfermedades y consecuencias aún mayores, como lesiones de por vida. (AST) El análisis de seguridad en el trabajo. brinda múltiples beneficios tales como:

- Permite realizar diseños de procesos con procedimientos seguros y adecuados.
- Permite diferenciar los riesgos que pasan desapercibidos.
- Reduce el incumplimiento en el trabajo.
- Incrementa la moral de los trabajadores.
- Se da mayor productividad.
- Favorece el cumplimiento normativo con regulaciones estatales o con requisitos de estándares como ISO 45001.
- Promueve la permanencia en los puestos de trabajo, facilitando la retención de los mejores talentos.

### **Ñ) Como se debe de realizar un análisis de seguridad en el trabajo**

Para realizar un AST es recomendable ir a detalle minuciosamente y meticulosamente, en una determinada actividad. Además, es de suma importancia involucrar a los trabajadores, ya que nadie como ellos conoce su puesto de trabajo.

Revisar registros históricos de incidentes y accidentes: los registros de incidentes brindan información valiosa para evitar incidentes y accidentes a futuro en el trabajo, también, para obtener los resultados óptimos del análisis de seguridad en el trabajo.

Realizar una inspección física al puesto de trabajo: las inspecciones físicas ayudan a identificar los diferentes riesgos que puede estar sometidos los trabajadores. Es importante revisar las normas técnicas para ejecutar una actividad del proyecto que va a desarrollar el trabajador y verificar la conformidad con ellas.

Priorizar actividades de alto riesgo: los puestos de trabajos en oficinas son muy diferentes a los trabajos en maquinarias pesadas o trabajos con sustancia químicas corrosivas. Es de mayor prioridad que el análisis se enfoque primero y con mayor intensidad en las tareas más peligrosas.

Prestar atención a las fases de trabajo: los trabajadores dividen sus trabajos en fases. Para el encargado de evaluar los riesgos laborales, este es una fase que hace que nada quede en el olvido para los trabajadores.

#### **o) Pasos a seguir para un análisis de seguridad en el trabajo**

Identificar las diferentes amenazas que se puede generar en la actividad, pensando siempre en lo que puede salir mal, lo que podría suceder, la presencia de factores que puedan generar accidentes, las consecuencias que pueden ocasionar.

Discutir con los empleados las conclusiones preliminares, para identificar algo que no ha quedado claro.

Identificar acciones correctivas para corregir problemas, o para volver diseñar procesos inseguros. Esto puede llevar a solicitar hasta el cambio de una maquinaria, mejorar la visibilidad y la iluminación o indicar el uso correcto del (EPP) equipo de protección personal.

Revisar el análisis ahora y en un futuro cercano, identificar las nuevas amenazas que se pueden dar en el camino.

Realizar el uso efectivo de la información reunida, para la prevención de amenazas futuras en todas las áreas, de la organización.

#### **p) Diagrama Gantt**

Fue desarrollado por Karol Adamiecki, quien invento lo que llamamos armonograma en el año 1896. Karol publicó sus hallazgos en ruso y polaco, lo que no permitió su uso en los países de habla inglesa. En 1910, Henry Laurence Gantt, popularizó, por su parte, un gráfico similar en los EE. UU, que tuvo como objetivo de representar cuánto tiempo dedicaban los trabajadores de una fábrica a trabajar. Así mismo, se empezó a dar uso los dos sistemas para crear lo que hoy conocemos el diagrama Gantt. antiguamente este diagrama se hacía en papel y cuando se tenía que cambiar la fecha, si las fechas cambiaban se tenía que volver a dibujar. También, ambos personajes de estos proyectos empezaron a usar hojas de papel o bloques para representar las barras

Del diagrama de Gantt o llamado hoja de ruta ya que demuestra la forma visual la ruta del proyecto, Mendoza (2018).

#### q) **Para que se utiliza y cómo funciona un diagrama Gantt**

Hoy en día, el diagrama de Gantt se usa en un Software inteligente y en línea, que brinda dependencia de organizarse en un proyecto a realizar de manera sencilla. La mayoría de los diagramas de Gantt son herramientas de software empleados en gestión de proyectos en la nube con la finalidad de que los equipos organicen proyectos de todo tipo de tamaño.

##### **Dependencias de las tareas**

Aparte de poder visualizar las fechas de inicio y finalización de cada actividad en un diagrama Gantt, estos gráficos visuales representan la trazabilidad entre las dependencias de las actividades.

Se podrá trazar las dependencias de las actividades cuando se hace uso del diagrama Gantt. gracias a estas dependencias, los miembros del equipo pueden identificar fácilmente quien esta esperando que un trabajo culmine para luego comenzar otro. Si por algún motivo deseas posponer una actividad puedes identificar todos los problemas posibles y hacer las modificaciones pertinentes para evitar conflictos de dependencias antes de empezar.

#### r) **Hitos en el Diagrama de Gantt**

Los hitos son funciones muy claves en el diagrama de Gantt en la cual aparecerán como barras horizontales que se extienden a lo largo de un periodo y los hitos serán puntos destacados en el tiempo. Los hitos en diagrama representan puntos de verificación y momentos importantes en el cronograma del proyecto. También permite entender las fechas claves del proyecto tan solo dándole un vistazo.

## **Beneficios de un Diagrama de Gantt**

El diagrama te permite visualizar el plan de un proyecto. A pesar que existe muchas formas de crear una representación vial de tu trabajo, pueden ser de mucha utilidad para todo tipo de actividades

## **Como hacer un diagrama de Gantt**

Como primer paso para realizar un diagrama Gantt que te permite organizar tu proyecto sigue los siguientes pasos:

- Definir el periodo de duración de tu proyecto, en la cual debes de basarte en un proyecto con fechas de inicio y fechas de finalización. Piensa en el diagrama de Gantt como una forma de representar tu proyecto en una línea de tiempo, en tal caso tienes que tener un punto de inicio y uno de finalización.
- Agregar tareas con fechas de inicio y finalización, el diagrama de Gantt funciona mejor cuando tus trabajos tienen fechas de inicio y finalización para poder visualizarlos en barra en una representación gráfico. Si no le agregas fechas de inicio, tus tareas se verán como momentos en el tiempo en la cual no será posible identificarlos rápidamente.
- Aclarara las dependencias probablemente tengas algunas tareas en las que no se puede empezar a trabajar hasta que otras puedan finalizar. Todos los quipos deben de estar en la misma sintonía, para poder mantener al proyecto en funcionamiento y sin interrupciones. El diagrama Gantt te permite visualizar las dependencias fácilmente entre ambas tareas.

- Identifica los Hitos, al momento de visualizar muchas tareas en un diagrama de Gantt, los logros se representan en puntos fijos en el tiempo. En la cual estos puntos son como puntos de verificación que ha finalizado un trabajo.
- Modificar la actividad o trabajo, a medida que cambian los planes, con la finalidad que este diagrama Gantt se adapte a tus necesidades. Es recomendable buscar una herramienta que te facilite arrastrar y soltar tareas, y que las diferentes dependencias se actualicen automáticamente cuando cambies las fechas. De esta manera, siempre podrás mantener tus proyectos bien encaminados, incluso cuando todos los planes sean modificados.

s) **Rugosímetro de Merlín**

Según Cubas (2021) el equipo Merlin está diseñado para determinar el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), este método apareció en el Perú en el año 1993, después de tres años fue dado a conocer en público por el TRRL (Transport and Road Research laboratory) (Péndulo). Además, fue utilizado para la evaluación funcional del pavimento flexible de un recorrido de 3,000 km de carreteras en el Perú, esta experiencia sirvió para establecer las bases de una metodología propia.

Según Almenara (2015) la nueva metodología propuesta comprende de un nuevo método de ejecutar el ensayo de Merlín (Maquina para Evaluar la irregularidad o aspereza de la vía) que consiste en quintuplicar el rendimiento del equipo al mismo costo y un procedimiento de cálculo mecanizado, que incorpora una ecuación de correlación para el caso de pavimentos asfálticos recién construidos. Esta metodología es utilizada para la evaluación de la rugosidad de todo tipo de pavimentación, con la finalidad de tomar medidas anticipativas para su respectivo mantenimiento de la vía. (Forslof, 2014),

Dicho de otra manera, para Águila (1999) este equipo Merlin es considerado como un método de clase 1 debido a la excelente precisión de sus resultados. Este instrumento se construyó como una versión de un perfilómetro estático. La conformidad entre los datos obtenidos con el equipo Merlin y la escala IRI tiene un coeficiente de determinación sustancialmente igual ( $R^2=0,98$ ).

t) **Características del Equipo Merlin**

Según Forslof (2014) está incorporado por un metal largo de 1.8m y en su parte delantera cuenta con una rueda, un patín fijo en la parte trasera y un patín móvil en la parte central, el cual se moldea a las irregularidades del pavimento, el patín móvil está conectado a un brazo en movimiento que tiene una relación de 1 a 10, de tal manera que el movimiento vertical de 1 mm, en la parte inferior del patín móvil, genera un desplazamiento de 1 cm del puntero que se conecta con el extremo del tablero de rugosímetro. El instrumento se coloca en ubicaciones sucesivas a lo largo de 2 m del recorrido, se requiere realizar 200 observaciones para la obtención de un ensayo, es decir cada 400m es un ensayo y para anotar los movimientos del puntero, se adhiere la escala gráfica de 50 partes y 5 mm de grosor al extremo del tablero sobre el que se mueve el puntero. En el gráfico, las posiciones del puntero se registran para generar un histograma. La anchura de este histograma puede utilizarse para medir la rugosidad (IRI).

Equipo de Merlin para la determinación de las deformaciones de la superficie del pavimento respecto a la cuerda promedio a través de la escala.

## u) Procedimiento y Tratamiento de los Datos de Merlín

### Calculo Rango “D”

MERLIN calcula las frecuencias de lectura y de posición del puntero para crear un histograma de los datos (ver ilustración). El Rango D se calcula eliminando 10 datos (5%) en el extremo inferior del histograma y 10 datos (5%) en el extremo superior. (Aguila, 2012).

### Factor de Corrección Para el Ajuste de “D”

Para el cálculo del factor de corrección se usa una pastilla o cilindro de 5 cm de diámetro y 6 mm de espesor, y se procede del siguiente modo:

El grosor del cilindro debe de estar expresada, en milímetros, por ello, se debe de utilizar un calibrador que mida en milímetros. El grosor se determina promediando cuatro mediciones diametralmente opuestas.

El medidor de rugosidad se coloca sobre una superficie nivelada y se obtiene una lectura basada en la ubicación del puntero mientras el patín móvil está en el suelo. Se genera una nueva lectura levantando el Merlin y colocando el cilindro o pastilla de calibración sobre la tabla de desplazamiento. Utilizando la siguiente ecuación, podemos obtener el factor de correlación (F.C.) dados estos valores, como se demuestra en la siguiente ecuación N°1. (Aguila, 2012).



$$F. C = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$$

(Ecuación 1)

Donde:

EP = Espesor de la pastilla

Li = Posición inicial del puntero

Lf = posición final del puntero.

### **Cálculo del Rango D corregido.**

Ajuste el valor D anterior por el factor de ajuste (FC). Multiplicando "D" por FC se obtiene el "D" modificado.

$$D_c = D \times FC$$

### **Cálculo de IRI**

Las siguientes ecuaciones se utilizan para traducir la rugosidad de unidades Merlin a escala IRI:

$$\text{Cuando } 2.4 < IRI < 15.9, \text{ entonces } IRI = 0.593 + 0.0471D$$

(Ecuación 2)

$$\text{Cuando } IRI < 2.4, \text{ entonces } IRI = 0.0485D$$

(Ecuación 3)

$$IRI = 0.593 + 0.047D_c$$

### v) **Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)**

El PSI se utiliza para describir y predecir la capacidad de servicio (PSR) a través de valores estadísticos, quiere decir que el PSI es un producto de ajustar modelos estadísticos para estimar la percepción de los usuarios en función de las características

superficiales del pavimento, esto se determina de acuerdo con la rugosidad (IRI) y se clasifica con la guía AASHTO 1993 (Aguila, 2012).

$$IRI = 0.593 + 0.047Dc$$

Despejando el valor de PSI

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

(Ecuación 4)

Donde:

*IRI* : Índice Internacional de Rugosidad

*PSI* : Índice de Serviciabilidad Presente

**Tabla 1.**

***Serviciabilidad***

Índice de Serviciabilidad	Calidad
1	Muy buena
2	Buena
3	Regular
4	Mala
5	Pésima

Nota: En la tabla se presenta los valores de calidad para su respectiva calificación de calidad.

**Procedimiento del Ensayo del Rugosímetro de Merlín**

Al igual que el índice internacional de rugosidad, el perfil longitudinal de rodadura de una pavimentación se utiliza para calcular la rugosidad, tal y como dijo Águila (2013):

Para realizar el ensayo se requiere de colaboradores que les gusten trabajar en equipo, uno que maneje el equipo y realice la lectura correspondiente, de igual forma un

auxiliar que apoye en las anotaciones. Así mismo, debe elegirse una longitud del pavimento flexible de 400m, en la cual, esto representa un ensayo. Las respectivas mediciones se realizan en el perfil longitudinal de rodadura del pavimento. (p.6)

Para calcular el Índice Internacional de la Rugosidad (IRI) se debe de tomar 200 observaciones de las diversas anomalías del pavimento, que son detectadas por el patín deslizante del Merlin y señaladas por la marca producida por el puntero en la escala graduada del tablero, creando así las lecturas. La toma de lecturas se debe de realizar cada 2 metros de distancia; en campo se debe de tomar de referencia el giro circunferencial de la rueda de Merlín que representa el recorrido de 2m, es decir que, cuando se haya completado el giro de una vuelta de la rueda este representa un ensayo.

En cada observación, el equipo de Merlín debe de reposar sobre el pavimento, en sus tres puntos fijos (la rueda, el apoyo fijo trasero y el estabilizador) por cada ensayo. La posición que adopta el puntero corresponderá a una lectura entre 1 y 50, que se registrará en un formato de campo, que está conformado por 20 filas y 10 columnas, comenzando por la casilla (1,1). Las lecturas son descritas de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, como se aprecia en la “figura N°7”.

El procedimiento de determinación es continuo y se realiza a un ritmo medio con una velocidad de 2 km/h. La prueba suele comenzar con la rugosidad Merlin estacionado sobre el pavimento mientras el operario espera a que el puntero realice el marcado para que el auxiliar tome los datos. Así, el operario manipule el instrumento por sus asas, lo eleva y desplaza la distancia constante entre cada prueba (una vuelta de volante). En el siguiente lugar, se repiten los pasos anteriores, y así sucesivamente, hasta que se hayan realizado las 200 observaciones, como se demuestra en la “figura N°8”.

### Recomendaciones Para el Ensayo Merlín

- Para poder realizar una buena recolección de datos al momento de recorrer en el pavimento, deben respetarse las siguientes pautas:
- Realizar el marcado de la llanta del Merlín que nos servirá como referencia cuando este a dado una vuelta. Este giro es equivalente a 2 metros.
- Determinar cuándo ha terminado una rotación. Saber que la longitud de la circunferencia es de unos 2 metros.
- Poseer el formato para registrar las lecturas.
- Trazar 400 metros lineales del pavimento flexible, sería equivalente a una prueba.
- Se necesitarán 200 lecturas del rugosímetro MERLIN.
- Las mediciones u observaciones deben realizarse constantemente a 2 km/h, con excepción de las singularidades de la carretera (jorobas y badenes).

### Figura 7

*Casillo 20x10 para la toma de Datos.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 8***Equipo de Rugosímetro de Merlin.*

Fuente: Elaboración Propia.

**Software Roadroid**

Asimismo, en relación al Software Roadroid se precisa que es un aplicativo que permite identificar las condiciones en las que se encuentran las carreteras. Tal como nos menciona Wallbers (2010):

Roadroid es un software (una aplicación) para determinar las condiciones del pavimento flexible y un sitio web donde se puede ver la calidad de la vía en un mapa. La aplicación Roadroid está proyectado para los teléfonos con un sistema operativo Android. También, te permite determinar el estado de las carreteras, caminos para bicicletas y calles, a través de los sensores de los teléfonos inteligentes y su GPS. Este método ha sido empleado por varias empresas contratistas donde comprobaron que esta aplicación es de mucha utilidad en el momento de realizar los análisis de los cálculos para reparar una pavimentación. Así mismo, te brinda bastante información general y te permite ver el desarrollo periódico de este (p.02).

Asimismo, roadroid te permite visualizar imágenes diariamente de las condiciones de la pavimentación y ser de gran ayuda para su seguimiento operativo. Al mismo tiempo, te proporciona grandes cantidades de datos que te permiten trabajar con las estadísticas con el fin de determinar el Índice Internacional de la Rugosidad (IRI) de una carretera. Tal como nos menciona según Enrique (2013):

El creador del Software Roadroid fue el ingeniero Lars Forslof, quien complemento este estudio con un sistema de Transporte Inteligente y con temas de la Administración Nacional de Ferrocarril, Administración Nacional de Carreteras durante 20 años, además ha sido complementado con estudios ya realizados para visualizar la eficiencia de dicho software. (p.24)

Del mismo modo, este software utiliza el acelerómetro, así como el GPS y la cámara del teléfono móvil que cuenta con el aplicativo para recaudar los datos necesarios, tal como nos menciona Pérez (2004):

Este Software permite calcular de manera sencilla, eficaz y económico las condiciones superficial de la pavimentación a través de un “app” del sistema Android para Smartphone, se puede señalar, que cuenta con su propio acelerómetro que percibe vibraciones al lapso de transitar en las calzadas, esas vibraciones de los Smartphones lo convierte en su propio índice Roadroid que esta correlacionada con el Índice Internacional de la Rugosidad (IRI), que a nivel mundial es un parámetro, que se encarga de regular la uniformidad de las carreteras. (p.16)

### **Prototipo N°1 del 2001-2003**

A inicios del año 2001, presentaron un proyecto en Canadá en qué consistía la velocidad de recorrido de un tractor para calcular el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), donde se clasificaba de la siguiente manera si la velocidad de recorrido del tractor

era baja la calidad de la pavimentación era pobre; y si la velocidad de recorrido del tractor era alta, quiere decir que la calidad de la vía es excelente.

El Instituto Real de Tecnología construyó un piloto consistente en un acelerómetro de alta precisión montado en la parte trasera de un coche de tracción delantera y un ordenador de análisis de señales. (Jhoquin, 2012).

Para la creación de este proyecto se utilizó un sistema Windows específico para vehículos con GPS y acelerómetro integrados. Además, se creó una aplicación en línea para visualizar mejor el estado del pavimento mediante colores, como se muestra en la “figura N°9”.

### Figura 9

*Sistema Windows, GPS y acelerómetro.*



Fuente: Roadroid.

En 2005 se publicó una primera investigación sobre el transporte en LinKoping, consistente en un estudio de 35 segmentos de diferentes calzadas, cada uno de 100 m de longitud, acompañado de una investigación física de cada sector.

- Amplitud determinada por el acelerómetro.
- mediciones cuadráticas basados en algoritmos.
- Medición de la velocidad de los vehículos.
- Cantidad de datos dentro de la muestra

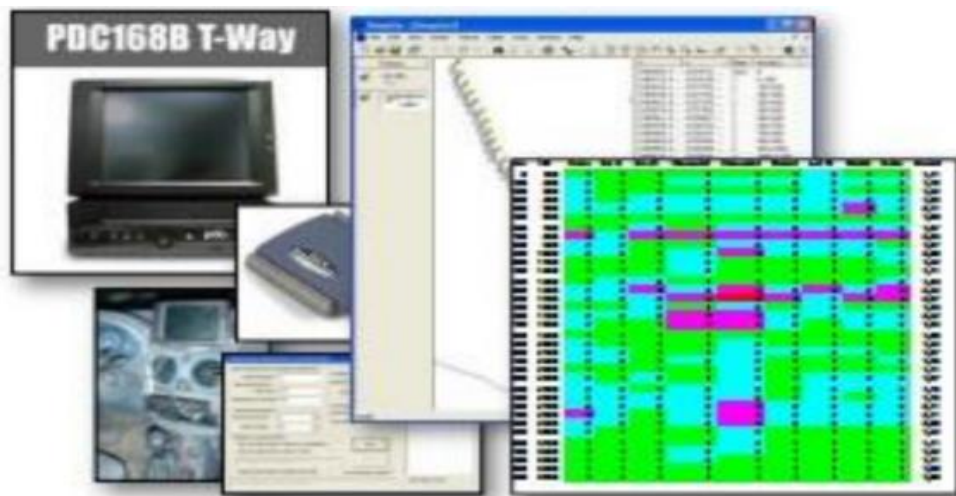
Se realizó una comparación con la descripción hechas por los expertos respecto a las vías y más del 70% consideran, luego se comparó que los resultados obtenidos eran satisfactorios varias veces. En el 2006 se anunció que este aplicativo Roadroid era una alternativa novedosa que te brinda beneficios técnicos y económicos, logrando altas ventas (Hans, 2015).

### **Segundo Prototipo**

El segundo prototipo se fabricó en 2006 y tenía varias restricciones, sobre todo en los sensores y cables instalados en el automóvil, que eran susceptibles a la humedad. En ese momento, se adquirieron componentes como Windows 98, el PC móvil, los cables y sus conexiones. Este sistema fue considerado la más vial ya que su manipulación era super fácil y con un costo económico mínimo (de \$7000 dólares americano), (Aguilar y Guillermo, 2018). en la siguiente “figura N°10 “se muestra el segundo prototipo.

### **Figura 10**

*Equipo y Web utilizado en el Segundo Prototipo de Roadroid.*



Fuente: Elaboración Propia.



## **Prototipo en los Años 2010-2011**

A inicios de estos años 2010 y 2011, desarrollaron la aplicación Roadroid para el Smartphone donde esta herramienta contaba con todos los componentes que en los años anteriores querían incorporar al vehículo por medio de cables y conexiones pesadas como procesadores, acelerómetros, memorias. (Jamens, 2014).

### **Aplicación Roadroid**

#### **Importar información de un sitio web**

Vaya a la página de inicio para descargar archivos publicados en el sitio web de Roadroid. El hipervínculo Importar historial se encuentra en la esquina superior derecha. Esto revelará una tabla que contiene todas las mediciones adquiridas con el teléfono, incluyendo la fecha de inicio de la recogida de datos y la longitud de la sección.

A la derecha de cada medición registrada habrá un hipervínculo azul denominado Detalles que, al pulsarlo, ofrecerá opciones de descarga de los datos. Una de estas opciones, denotada por la palabra Generar, permite seleccionar cinco longitudes de espaciado para el cálculo del IRI: 20, 50, 100, 160 y 200 metros. Una vez elegida una de estas cinco alternativas, haga clic en el botón Generar para recibir los cálculos del IRI calculado y estimado en formato de texto.

La opción Generar archivo KML genera un archivo que puede visualizarse en el software Google Earth. Además, el enlace Mostrar punto de inicio y final de medición en Google Maps abre la página de Google Maps y muestra el camino recorrido.

### **Importar datos a Excel**

Para construir gráficos de segmentos, se genera un fichero ".txt", a partir del cual los datos se transfieren automáticamente a una hoja Excel, permitiendo crear gráficos. Esta hoja tiene columnas para Fecha y Hora, Latitud, Longitud, Distancia (m), Velocidad (Km/h), Altura (m), eIRI, y cIRI, entre otras. Por último, puede empezar a crear gráficos y hacer comparaciones.

### **Procesamiento en Excel**

Para la obtención de análisis precisos, debemos tener en cuenta que la aplicación Roadroid recogía datos constantemente a lo largo de la carretera, teniendo en cuenta singularidades como badenes y tapas de buzones, pero el rugosímetro Merlin no. Roadroid proporcionó la siguiente información:

El software Roadroid da dos valores de IRI, índice de rugosidad internacional estimado (eIRI) y índice de rugosidad internacional característico (cIRI), por cada 100 metros de tramo de carretera. cIRI exige una velocidad constante de al menos 80 km/h, que resultó difícil de mantener en la ruta. Los semáforos hacen que el eIRI sea el más cercano al IRI, por lo que lo utilizamos. Nuestras rutas también cumplían el requisito de velocidad de 20 km/h.

Tras identificar las singularidades, se promediaron los datos superiores e inferiores.

### **IRI Calculado (cIRI)**

Para el cálculo del cIRI se debe de calibrar perfectamente el SOFTWARE ROADROID, para que el cIRI sea eficaz, el coche debe circular a una velocidad continua

de 60 a 80 kilómetros por hora. Como datos iniciales, se simulan el modelo de un cuarto de carro y el movimiento del vehículo. (Aguilar y Guillermo, 2018).

Del mismo modo, es posible evaluar el comportamiento del automóvil basándose en los datos del primer acelerómetro. Además, la calibración lo puede hacer el mismo usuario ya que no es tan complicado.

Para poder determinar el cIRI se debe de tener en cuenta las diferentes variables obtenidas y configuradas por el SOFTWARE ROADROID, es importante detallarlas en el programa, ya sé que vehículo se va a usar, sensibilidad y clasificar o elegir la longitud del pavimento que se va a trabaja en un aproximado de 20 y 200mm, los pesos oscilantes son calculada por simulación con el fin de hallar un valor de la rugosidad promedio por tramo. El recorrido del vehículo debe de mantenerse a una velocidad constante de 60 a 80 Km/h. los tipos de vehículos estipulados en la configuración son:

- Vehículo pequeño.
- Vehículo normal
- Camioneta de doble tracción 4x4

**Tabla 2.**

***Gráfica de Roadroid.***

Tipo de Vía	Asfalto	Grava	Tierra
Velocidad (km/h)	8	60	40
Sensibilidad cIRI	1.6	2.2	2.8
Longitud Tramo	40	100	200

Nota: Para las mediciones del cIRI según ROADROID se realizaron diferentes muestreos en varios países, donde se definió la siguiente tabla para la configuración del software antes del muestreo.

### **IRI estimado (eIRI)**

Un IRI de estimación de la rugosidad del Banco Mundial, emplea correlaciones lineales con los instrumentos de medición de alta precisión. según Thomas (2017).

El enfoque de precisión de esta investigación analiza secciones de pavimento de 20 metros utilizando un perfilómetro láser y ROADROID SOFTWARE, y el eIRI coincide con la clase 3. La comparación arrojó un factor de correlación para evaluar la rugosidad de la superficie (IRI). R2 fue de 0,5, lo que muestra una conexión moderada.

Las investigaciones realizadas por la Institución de Auckland, centradas en el Índice de Rugosidad Internacional estimado (eIRI), revelaron en sus dos informes que la aplicación Roadroid se correlacionaba con precisión con los dispositivos de medición láser hasta un 81%.

Investigaciones recientes llevadas a cabo por el Banco Mundial con la ayuda de la Universidad de Pretoria concluyeron que su rendimiento de una técnica de medición de clase 3/4 utilizando un smartphone era adecuado.

#### **1.5.1. Ejecución de ensayo de Software Roadroid**

**Tabla 3.**

*Valore de software Roadroid.*

<b>Condición</b>	<b>IRI</b>	<b>Color</b>
Buena	< 2.2	Verde
Satisfactorio	2.2 - 3.6	Amarrillo
No Satisfactorio	3.6 -5.4	Rojo
Pobre	>5.4	Negro

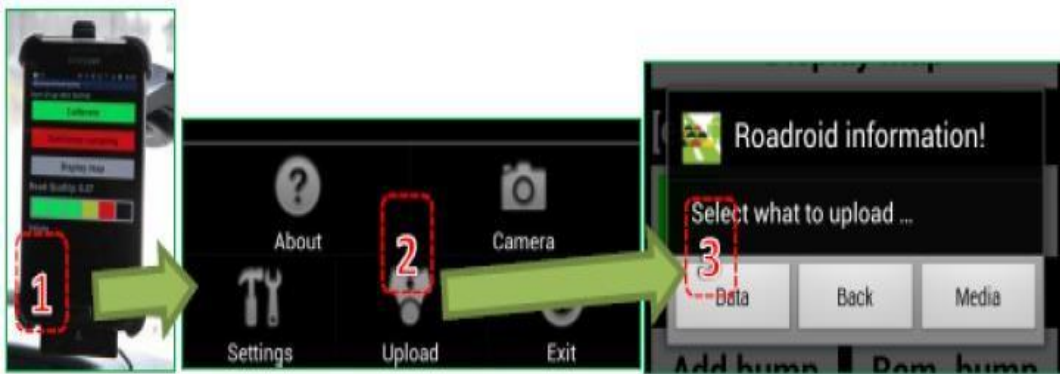
### 1.5.2. Proceso de cómo Realizar el Ensayo del Software Roadroid

Para empezar a realizar el ensayo, se tiene que hacer lo siguiente:

Instalar correctamente la aplicación Roadroid en el teléfono móvil, abrir la aplicación, desde luego presionar la opción “Upload” por último seleccionas “Data” para iniciar con el ensayo, como se observa en la “figura N°11”.

**Figura 11**

*Ingreso del Programa.*



Fuente: Roadroid.

Luego de haber realizado la transferencia de datos, todas las muestras que se han recolectados serán guardados en la web por ello tienen que cargarse al 100% en la opción “Data” o “Media”. Estos archivos de rugosidad tienden a pesar como máximo de 300 Kb cada archivo, y las imágenes pesan 2 Mb. Si en caso hubiera algún problema en la toma de datos, la aplicación lo intentará de nuevo cuando se vuelva a realizar la recolección de datos. Cabe destacar que también es posible transferir manualmente los datos de la memoria del móvil a cualquier máquina postal.

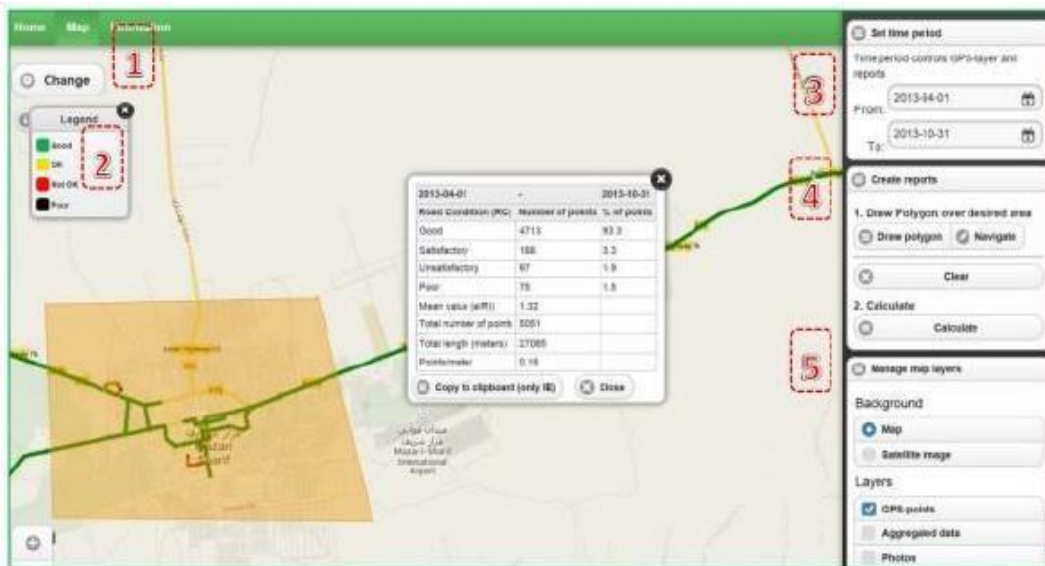
#### **Visualización de la información en un mapa en línea**

Una vez completados los procesos anteriores y cargados con éxito los archivos, éstos podrán verse en el sitio web [www.roadroid.com](http://www.roadroid.com) en aproximadamente una hora;

dependiendo de la extensión de la investigación, puede tardar entre tres y cuatro horas. Después, los datos recogidos pueden visualizarse en la cuenta gratuita del administrador de Roadroid activando la capa de mapa "Puntos GPS". Google Streets es el mapa de fondo por defecto, aunque se puede cambiar fácilmente a Google Satélite si es necesario, como se observa en la siguiente **"figuraN°12"**.

**Figura 12**

*Mapa completo de del Área de Estudio.*



Fuente: Roadroid.

La opción "Gestionar capas del mapa" permite cambiar las visualizaciones en el mapa: en "Fondo" o la ubicación de la imagen de satélite ("Imagen de satélite"), en "Capas" puede especificar las capas que desea proyectar en el mapa como puntos SPG ("Puntos SPG"), e incluir muestras ("Datos agregados") y fotos ("Fotos") ("Fotos"). El estado del pavimento se muestra en color en función de la rugosidad del mismo.

Esta función permite desplazar los polígonos a varios puntos, lo que permite crear mapas. Esto nos permite adquirir el porcentaje de las carreteras delimitadas, así como

determinar si el pavimento se encuentra en excelente o mal estado, permitiéndonos calcular el IRI medio estimado.

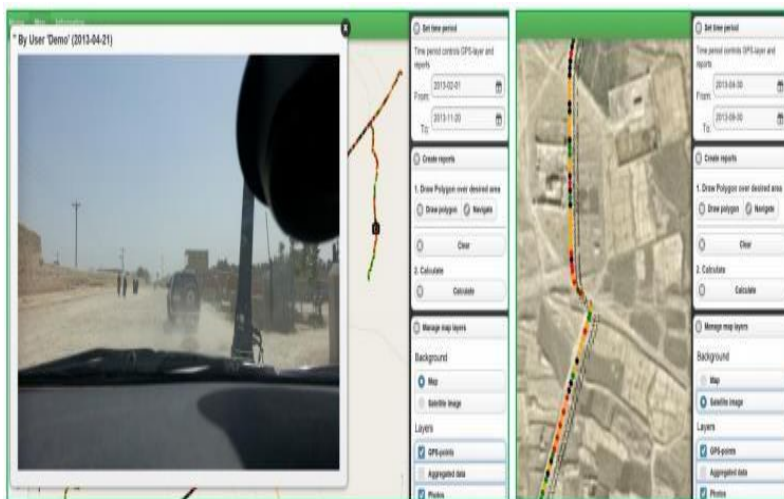
También podrá ver los lugares y los cambios de velocidad que se produjeron a lo largo del trayecto. Donde, según los colores, dirá a qué velocidad se circulaba:

- Verde quiere decir que se está recorriendo una velocidad mayor a 70Km/h.
- Ámbar representa que se está recorriendo a una velocidad entre 50 y 70 km/h
- Rojo representa que se está recorriendo a una velocidad entre 30 y 50Km/h.
- Negro representa a un recorrido de 30Km/h.

En este gráfico también se irán cargando imágenes a lo largo del traslado; se mostrarán como puntos negros; al hacer clic en la cámara se revelará el lugar donde se tomó la foto, como se demuestra en la “**figura N°13**”.

### Figura 13

*Mapa del Área de Trabajo.*



Fuente: Roadroid.

### Descarga de archivos colectivos

Una vez descargados los datos colectivos, se almacenan automáticamente en el dispositivo móvil cada segundo, independientemente de la velocidad del vehículo; sin embargo, la distancia entre los puntos debe variar en función de la velocidad del vehículo. Para crear tablas y gráficos para estudios de carreteras o para importar datos, se necesitan los datos medios en longitudes de tramo especificadas. Puede descargar los datos agregados en secciones de 100 metros como archivos de texto a través de "importar historial".

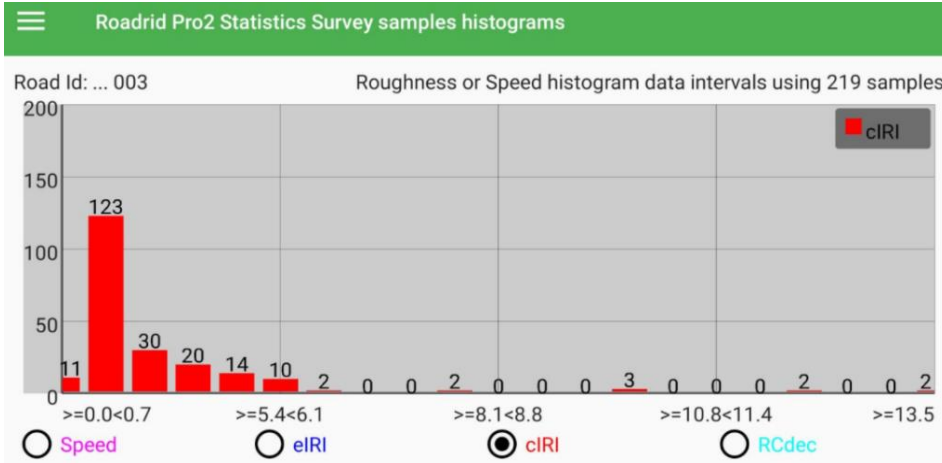
### Gráficos de Barras

Para construir gráficos de segmentos, se genera un archivo ".txt", a partir del cual los datos se transfieren automáticamente a una hoja Excel, lo que permite crear gráficos. Esta hoja tiene columnas para, Latitud, Longitud, Altura(m) Distancia (m), Velocidad (Km/h), Fecha y Hora, el índice de rugosidad internacional estimado (eIRI), y el índice de rugosidad internacional característico (cIRI), entre otras. Por último, puede empezar a crear gráficos y hacer comparaciones, como se observa en la **“figura N°14 y figura N°15”**.



**Figura 14**

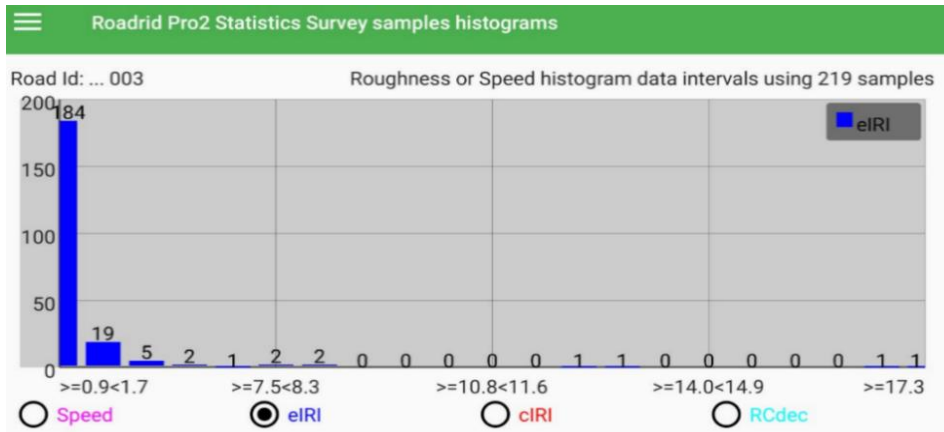
*Gráfica de barras.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 15**

*Gráfica de barras.*



Fuente: Elaboración Propia.

## **1.6. Formulación del Problema**

### **1.6.1. Problema General**

¿De qué manera el software ROADROID y el método MERLIN, benefician en la optimización de la evaluación funcional del pavimento flexible, en la Av. Prolongación Iquitos -LINCE, LIMA - 2022?

### **1.6.2. Problemas Específicos**

¿En qué medida el software ROADROID influye en el índice de rugosidad internacional del pavimento flexible, en la Av. Prolongación Iquitos-LINCE, ¿LIMA - 2022?

¿Como el software ROADROID influye en los niveles de transitabilidad y serviciabilidad del pavimento flexible, en la Av. Prolongación Iquitos-LINCE, ¿LIMA - 2022?

¿De qué forma el software ROADROID optimiza la evaluación funcional del pavimento flexible, en la Av. Prolongación Iquitos-LINCE, ¿LIMA - 2022?

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

Determinar de qué manera el software ROADROID y el método MERLIN, benefician en la optimización de la evaluación funcional del pavimento flexible, en la Av. Prolongación Iquitos -LINCE, LIMA - 2022.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

Analizar en qué medida el software ROADROID influye en el índice de rugosidad internacional del pavimento flexible, en la Av. Prolongación Iquitos -LINCE, LIMA – 2022.

Calcular como el software ROADROID influye en los niveles de transitabilidad y serviciabilidad del pavimento flexible, en la Av. Prolongación Iquitos -LINCE, LIMA – 2022

Establecer de que forma el software ROADROID optimiza la evaluación funcional del pavimento flexible, en la Av. Prolongación Iquitos-LINCE, LIMA - 2022.

## **1.8. Hipótesis**

### **1.8.1. Hipótesis General**

El software ROADROID y el método MERLIN, influyen positivamente en la optimización de la evaluación funcional del pavimento flexible, en la Av. Prolongación Iquitos -LINCE, LIMA - 2022.

### **1.8.2. Hipótesis Específicas**

El software ROADROID, influye eficientemente en el índice de rugosidad internacional del pavimento flexible, en la Av. Prolongación Iquitos -LINCE, LIMA – 2022.

El software ROADROID, determina con éxito en establecer los niveles de transitabilidad y serviciabilidad del pavimento flexible, en la Av. Prolongación Iquitos - LINCE, LIMA – 2022.

El software ROADROID, hace un buen uso de los recursos de optimizar la evaluación funcional del pavimento flexible, en la Av. Prolongación Iquitos -LINCE, LIMA – 2022.

## CAPITULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de Investigación

Nuestro trabajo está en función del propósito

**La Investigación Aplicada;** es aquella investigación centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo establecido (Zorrilla, 2005).

Mencionado lo anterior se puede decir que el tipo de investigación de nuestro trabajo es por Propósito Aplicada, y por enfoque Cuantitativa, ya que tiene como propósito determinar la calidad de la pavimentación en sus condiciones naturales. al mismo tiempo, clasificándolo. Diseño de Investigación: Cuasi- experimental

Cabe resaltar, que la investigación Cuasiexperimental. Tal como nos menciona Grajales (2015), “La investigación Cuasi-Experimental es un tipo de estudio que se caracteriza por no poder seleccionar directamente al sujeto de estudio de forma aleatoria. Así mismo, esta investigación cuasi experimental se relaciona entre la investigación experimental y el estudio observacional. sin embargo, no tiene control de las variables o de los elementos que intervienen en el contexto del sujeto de estudio. (p.05).

Mencionado lo anterior el diseño de nuestro trabajo: es cuasi- experimental, ya que, se busca explicar las características del perfil longitudinal de la rodadura del pavimento flexible con la finalidad de determinar el índice internacional de rugosidad (IRI).

## **Nivel de Investigación: Explicativa**

Según Hernández (2015) involucra la exploración, descripción, y la correlación. Mencionado lo anterior el nivel de investigación es explicativo ya que nosotros buscamos describir el estado superficial del perfil de rodadura en su naturaleza.

## **2.2. Población y Muestra**

### **2.2.1. Población**

La población, denotada por (N) en los procesos estadísticos, debe establecerse antes del muestreo. Los métodos examinados se utilizarán para explorar la colección de objetos, hechos y acciones. (Ñaupas, 2014).

De acuerdo con lo indicado anteriormente, la población está constituida por el pavimento flexible urbano.

### **2.2.2. Unidad de Estudio**

La unidad de estudio es el Pavimento Flexible.

### **Criterio de selección de muestra:**

Es un pavimento que está conformada por una calzada de tres carriles con pendientes constantes, pocas curvas y de alto flujo vehicular.

### **2.2.3. Muestra**

Dentro de este criterio, podemos abordar que la muestra consta de una parte de la población a la cual se pretende abordar en la investigación científica. Según Baena (2018), “La muestra es una cantidad representativa de un total (todo)” (p.125).

La muestra de nuestra investigación está constituida por los tramos de la avenida Prolongación Iquitos, Av. Javier Prado Este y la Av. Petit Thouars del distrito de Lince.

Para el ensayo del Rugosímetro de Merlín, se utilizó una muestra de 4.8 km, con una pendiente mínima de 0.5%, con una inclinación longitudinal máxima de 6%, un ancho máximo de vereda de 0.50m y un ancho del primer carril de 3.40m (1.6 km), segundo carril 3.50m (1.6 km), tercer carril de 3.62m (1.6 km) un ancho total de 10.52m.

Muestra: 12 unidades de muestra cada uno de 400m, en este ensayo se siguió las huellas del tránsito vehicular.

Para el método del Aplicativo Roadroid, se utilizó una población de 4.8 km, con una pendiente mínima de 0.5%, con una inclinación longitudinal máxima de 6%, con un ancho del carril derecho de 3.40 metros, carril medio 3.50 metros, carril izquierdo de 3.60 metros.

Muestra: 12 unidades de muestra cada uno de 400m, en este ensayo se siguió las recomendaciones de velocidad constante y calibración adecuada del equipo.

## **2.3. Técnica e Instrumentos de Recolección y Análisis de datos**

### **2.3.1. Técnica de Recolección de datos**

#### **Técnica: Observación Directa**

Asimismo, la técnica que se emplea para la presente investigación corresponde a la observación directa. Según Cerda (1993), “Nos permite visualizar de un modo estructurada, lo que podemos observar ya sea física, acciones y los diferentes tipos de comportamientos que presenta nuestra zona de estudio” (p.241).

### 2.3.2. Instrumentos de Recolección de datos

Por consiguiente, en cuanto a la recolección de datos, el instrumento empleado para la presente tesis, corresponden a fichas técnicas o fichas de observación. Tal como nos menciona Tamayo (2003), “Es importante para una investigación como del problema para la misma, por ende, se pueden determinar desde la observación directa de la ficha bibliográfica” (p.27).

Se listan a continuación:

Ficha técnica N1: Rugosidad, nivel de serviciabilidad y transitabilidad.

Ficha técnica N2: Análisis de Seguridad en el Trabajo.

Ficha técnica N3: Check list de verificación de vehículo y conductor.

Ficha técnica N4: Reporte de acto o condición sub estándar.

### 2.3.3. Recolección de datos

**Revisión Documental:** Indagar información en fuentes académicos que aborden el tema de determinación de la rugosidad del perfil longitudinal de la rodadura empleando el Software Roadroid y el Rugosímetro de Merlín (Peña G. , 2012).

**Normativa:** Manual para el mantenimiento de la Red Vial, Norma CE.010. perteneciente al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Nos hace mención que la rugosidad se expresara en unidades de Reglamento Nacional ASTM E867 (Manuel, 2015)

**Observación Directa:** involucra reunir los datos de campo mediante las siguientes observaciones: exploración visual, determinación de la rugosidad con el Software Roadroid y Rugosímetro de Merlín (Asencio, 2016).

**Instrumentos:** manual para la determinación de la rugosidad de un pavimento mediante el rugosímetro de merlín para medir la irregularidad superficial de la vía, así



mismo, configurar la ampliación de Software Roadroid según lo establecido en su procedimiento para su recolección de datos (Asencio, 2016).

#### **2.3.4. Análisis de datos**

**Estadística descriptiva:** abarca un conjunto de métodos numéricos, gráficos e histogramas para realizar la descripción y analizar un conjunto de datos; para esta investigación se utilizó gráficos para la clasificación, histogramas, distribución de frecuencia, y coeficientes de correlación (Thomas, 2017). Para nuestro trabajo de investigación usaremos la misma metodología, gráficos e histogramas para realizar la descripción y para analizar se usó los gráficos de clasificación, variación porcentual y coeficiente de determinación.

**Instrumentos:** se manejó el software Microsoft Office Excel, Microsoft Office Word, software Roadroid y rugosímetro de Merlín.

### **2.4. Procedimiento**

#### **2.4.1. Ubicación del tramo de estudio**

Ubicación Política:

País : Perú

Región : Lima

Departamento : Lima

Provincia : Lima

Distrito : Lince

### 2.4.2. Ubicación Geográfica

El pavimento flexible en estudio es la Av. Prolongación Iquitos Lince- Lima, que están Limitadas con las, Av. Javier Prado y la Av. Petit Thouars que cuenta con 1. 6 km, como se aprecia en la “figura N°16”.

**Tabla 4.**

*Coordenadas de Estudio.*

Progresiva (Km)	Progresiva (km)	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM		Zona
		Latitud	Longitud	Este (m)	Norte (m)	
Av. Prolongación Iquitos N°2034	km 0 + 400	12°05'15.9"S	77°01'44.7"W	279145.1	8662923.9	18 S
Av. Javier Prado Este	km 0 + 400	12°05'29"S	77°01'41"W	279668.5	8662570.7	18 S
Av. Petit Thouars N°15046	km 1 + 600	12°05'27.3"S	77°01'56.7"W	278784.8	8662570.9	18 S

**Figura 16**

*Tramos Evaluados.*



Fuente: Google Maps.

### 2.4.3. Inspección de campo para ensayos

En primer lugar, solicitamos permisos a la municipalidad de Lince para no tener inconvenientes en el momento de hacer el estudio del pavimento flexible, de igual forma se comunicó a las personas que habitan cerca de la zona de estudio, explicándoles el proceso y beneficio del trabajo de investigación.

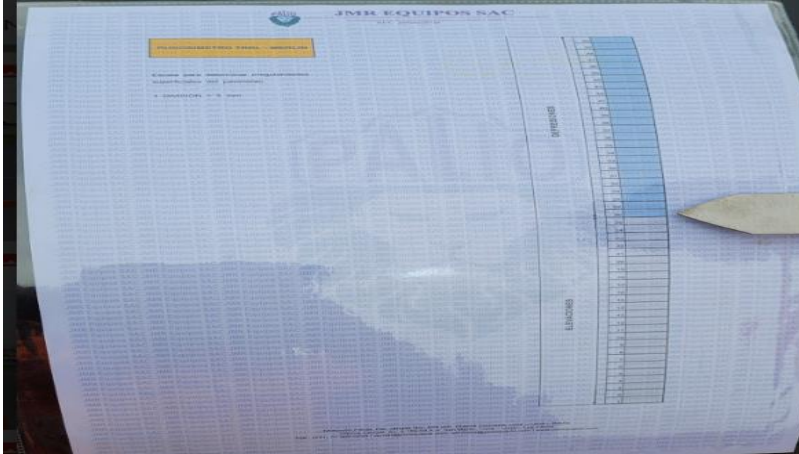
En segundo lugar, procedemos hacer el reconocimiento del pavimento flexible, visualizamos el estado natural en que se encuentra la vía, también, detectamos la velocidad en la cual podemos recorrer y las distintas anomalías que presentan.

Procedimos a definir la longitud en estudio, en la cual se recorrió a una velocidad constante como hace mención la entidad del MTC de 50 a 60 km/h, al cumplir con estos rangos de velocidades se obtuvo los datos correspondientes de manera adecuado con el Software Roadroid.

Tomamos en cuenta que, Águila (2013) nos menciona que para registrar las irregularidades del pavimento se debe de contar con una escala grafica que está dividida en 50 partes de 5 mm de espesor en cada una de ellas, que está pegado en el extremo del tablero sobre lo cual se desplaza el puntero, como se demuestra en la siguiente “**figura 17**”.

## Figura 17

### *Hoja de Rugosímetro de Merlin.*



Fuente: Elaboración Propia.

### **Ejecución de Ensayo de Rugosímetro de Merlin**

Para realizar el ensayo hemos estado conformados por una cuadrilla, que fue un supervisor, un operario, un auxiliar y dos vigías, en la cual el operario maniobro el rugosímetro de merlin y realizo la identificación de datos, el auxiliar tomo apuntes y los dos vigías apoyaron en la seguridad. Así mismo, procedimos a evaluar el primer tramo del carril derecho, empezando los primeros 400m de longitud (esto representa un ensayo).

Para realizar una buena recolección de datos al recorrer el pavimento, se debe tener las siguientes pautas:

Contar necesariamente con vigías de seguridad, para evitar accidentes.

Realizar la marcación en la rueda del Merlin, que será como la guía de recorrido de 2m, es decir, cuando está completa una vuelta representa un ensayo

Contar con los formatos de casillas correspondientes para su registro de lecturas de las observaciones.

Realizar adecuadamente la medición de los 400 metros de longitud en el pavimento flexible, para obtener los datos precisos en el cálculo de la rugosidad.

Se debe de realizar las lecturas u observaciones continuamente, exceptuando las singularidades presentes en la vía (gibas y badenes).

Finalmente, Águila (2013) menciona que, para la anotación de las lecturas de las observaciones, el equipo Merlin debe de descansar en sus tres puntos fijos e invariables que son: la rueda parte delantera, apoyo estático trasero y el estabilizador en cada ensayo. Él puntero acoge la posición a una lectura entre 1 y 50, en la que se escribe en un formato de campo, de tal manera que se presenta en la figura mostrada. El formato cuenta con filas y columnas de (20x10); iniciando por el casillero (1,1), los cálculos o los datos se escriben de izquierda a derecha y de arriba abajo. según la “**figura N°18**”.

### Figura 18

*Formato para la toma de datos en campo.*

UPN  
UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

SENTIDO:	OPERARIO:
UBICACIÓN:	FECHA:
CARRIL N°:	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

OBSERVACIONES:

TIPOS DE PAVIMENTOS

- AFIRMADO
- BASE GRANULAR
- BASE IMPRIMIDA
- TRATAMINETO BICAPA
- CARPETA EN FRIO
- CARPETA EN CALIENTE
- RECAPERO ASFALTICO
- SELLO

Fuente: Elaboración Propia.

## 2.5. Aplicación del Método Merlin

**PASO N°1:** Se realizó la calibración del equipo de Merlin, inclinándolo horizontalmente hacia el lado derecho para ajustar los puntos de apoyo (hasta que el puntero marque N°25). y luego se procedió a la primera toma de lectura (Li) y la otra lectura con la pastilla de calibración (Lf), estos datos son para hallar el factor de corrección, como se muestra en la “figura N°19”.

**Figura 19**

*Calibración del equipo Merlin.*



Fuente: Elaboración Propio.

**PASO N°2:** estacionamos el equipo en el carril, luego se procedió a marcar la llanta con corrector en el mismo pistón de aire para estimar los 2m cada vuelta. como se aprecia en la “figura N°20”.

## Figura 20

### *Marcación del Equipo Merlin.*



Fuente: Elaboración Propia.

**PASO N°3:** A continuación, se retiró el rugosímetro Merlin de sus asas y se reguló su desplazamiento mediante la marca fijada en el borde del dispositivo. En cada lugar posterior, se repitió el procedimiento hasta recoger las 200 observaciones o lecturas. como se aprecia en la “**figura N°21**”

## Figura 21

### *Equipo del Rugosímetro de Merlin.*



Fuente: Elaboración Propia.



**PASO N°4:** Para la toma de datos el equipo tiene que reposar en sus tres puntos fijos que son la rueda, pivote móvil, pivote estático, así mismo, poder tomar los datos correctos que marca el puntero. Así secuencialmente se debe de realizar las siguientes lecturas u observaciones, como se aprecia en la “figura N°22”.

### Figura 22

*Equipo de Merlin Calibrado.*



Fuente: Elaboración Propia.

### Figura 23

*Inicio de toma de datos.*



Fuente: Elaboración Propia.



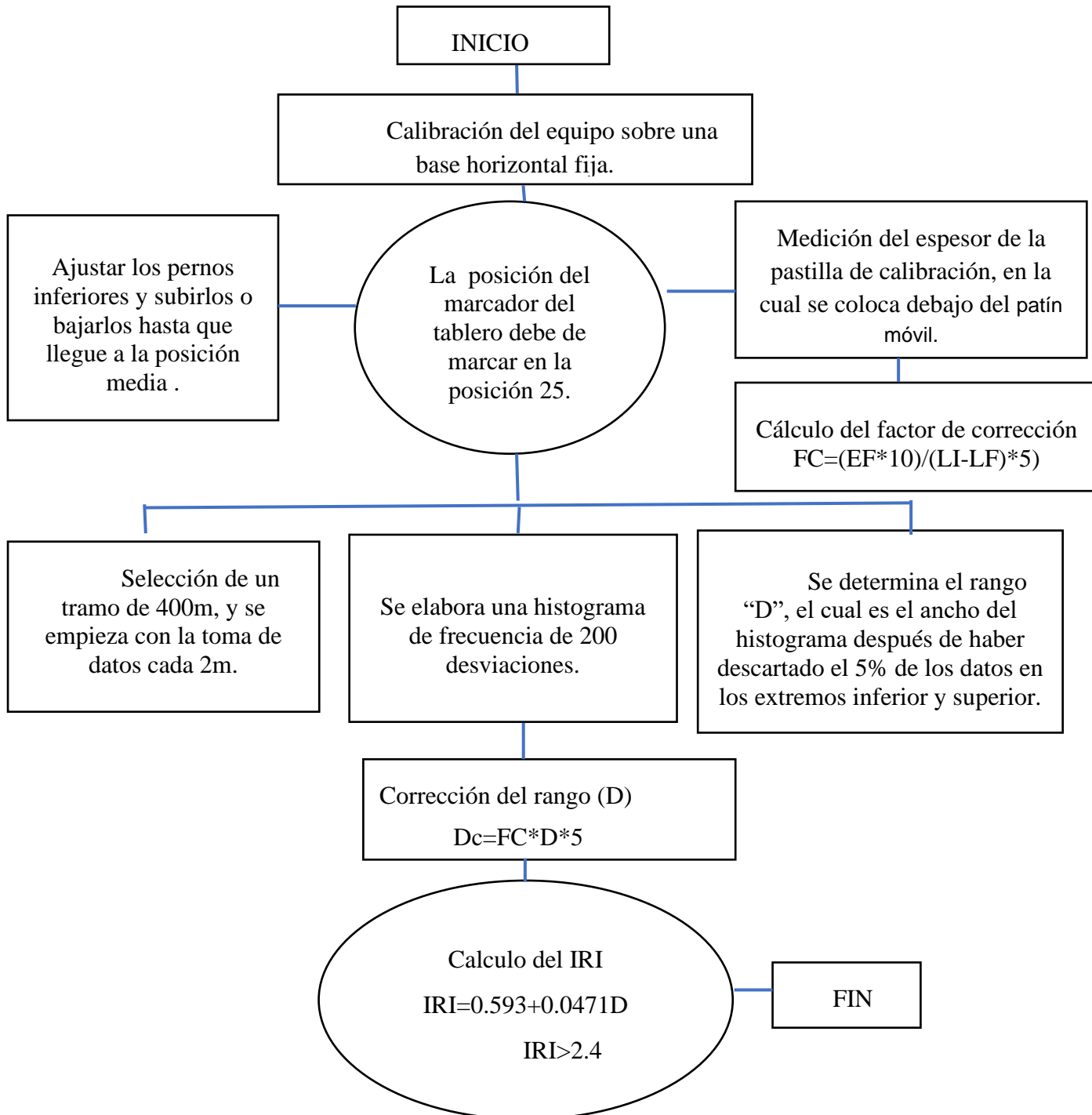
## Figura 24

*Toma de datos.*



Fuente: Elaboración Propia.

**Flujo de cálculo del índice de rugosidad – Método de Merlín**



## 2.6. Procedimientos de Análisis de Datos

### Análisis de datos mediante el rugosímetro de merlin

Se recolectaron 12 muestras en el campo para su análisis de datos; para lo cual se utilizaron los textos referenciales de (Aguila, 2012).

#### Cálculo del Rango “D”

Los datos obtenidos en el campo con el equipo de Merlin se analizó para realizar la distribución de frecuencias de las lecturas, mediante los histogramas. Para la agrupación de los valores en intervalos de frecuencia (D), así mismo, se debe de eliminar 10 datos (5%) de cada extremo tanto en el parte derecho como en la izquierda, realizando la eliminación de datos se calcula el valor del rango (D). el Rango de “D” debe de expresarse en milímetros, en la cual se debe de multiplicar el número de unidades por el valor de cada unidad en milímetros ( $7.35 * 5\text{mm} = 36.75\text{mm}$ ).

#### Pasos a Seguir para Determinar el Cálculo

Procedimiento de campo para obtener la Rugosidad:

Resultados obtenidos con el método de Merlin.

## 2.6.1. Resultados Carril derecho desde km 0+000 hasta el km 1+600.

### 2.6.1.1. Ensayo N°1 Carril derecho km 0+000 hasta el km 0+400.

**Tabla 5.**

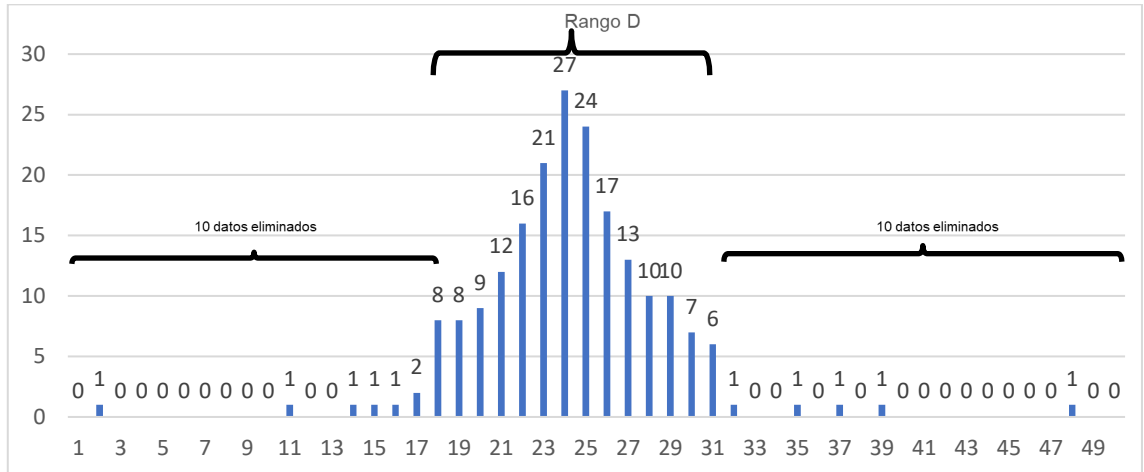
*Tabla de conteo del ensayo N°1 carril derecho km 0+000m -0+400m.*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	20	19	24	25	31	22	22	21	26	20	1
	21	22	22	27	30	23	23	22	25	24	2
	27	20	18	22	24	23	26	23	23	31	3
	31	23	26	22	33	24	26	23	38	50	4
	18	25	23	19	16	28	25	25	19	24	5
	29	25	26	31	48	26	31	18	25	24	6
	25	23	30	24	15	14	33	22	23	24	7
	23	28	22	24	13	28	26	24	43	26	8
	35	20	15	24	22	25	20	24	27	38	9
	25	25	29	25	23	28	26	11	27	40	10
	25	26	24	26	25	21	43	21	26	19	11
	18	32	19	23	25	27	30	24	17	27	12
	22	32	23	25	24	24	34	24	27	26	13
	28	18	26	25	32	22	24	24	2	21	14
	29	25	27	22	23	24	24	25	25	27	15
	24	25	24	20	22	23	25	26	23	29	16
	28	29	23	17	18	22	13	21	30	27	17
	27	29	20	23	19	21	21	26	21	23	18
	24	20	22	37	20	24	29	24	39	27	19
	24	23	25	24	21	25	18	22	23	27	20

Nota: Valores de campo que se consideraron par el conteo del ensayo.

**Figura 25**

*Histograma ensayo N°1 carril derecho km 0+000m-0+400m*



Fuente: Elaboración Propia.

Nuestra tabla de recuento de campo nos permite determinar el histograma N°1 de distribución y el intervalo "D". El eje "x" muestra los intervalos de desviación y el eje "y" las frecuencias. La ubicación del puntero merlín durante esta prueba reveló valores de depresión y elevación según las imperfecciones del pavimento, mostrando el número de veces que los intervalos de desviación se repiten 24 mm con un total de 27 veces y con menor frecuencia 1 vez los valores de 2,11, 14, 15, 16, 32, 35, 37, 39 y 48. El 10% -10 datos de cada extremo- debe eliminarse de estos valores, el valor del extremo izquierdo origina una fracción de  $\frac{3}{8} = 0.375$ , el valor del extremo derecho origina una fracción de  $\frac{1}{6} = 0.167$ ; lo cual tenemos 12 barras libres como dato. En consecuencia, tenemos un rango "D" =  $12 + 0.375 + 0.167 = 12.541$  unidades.

**Tabla 6.**

***Muestra 01 carril derecho, 0+000 km-0+400 km.***

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	12.54	
Factor de corrección	4.667	
Rango D corregido	58.528 ≈ 58.53	mm
R en valores IRI	3.34	m/km

*Nota: Valores para el cálculo del índice Internacional de Rugosidad (IRI).*

**2.6.1.2. Ensayo N°02 Carril Derecho km 0+400 hasta el km 0+800.**

**Tabla 7.**

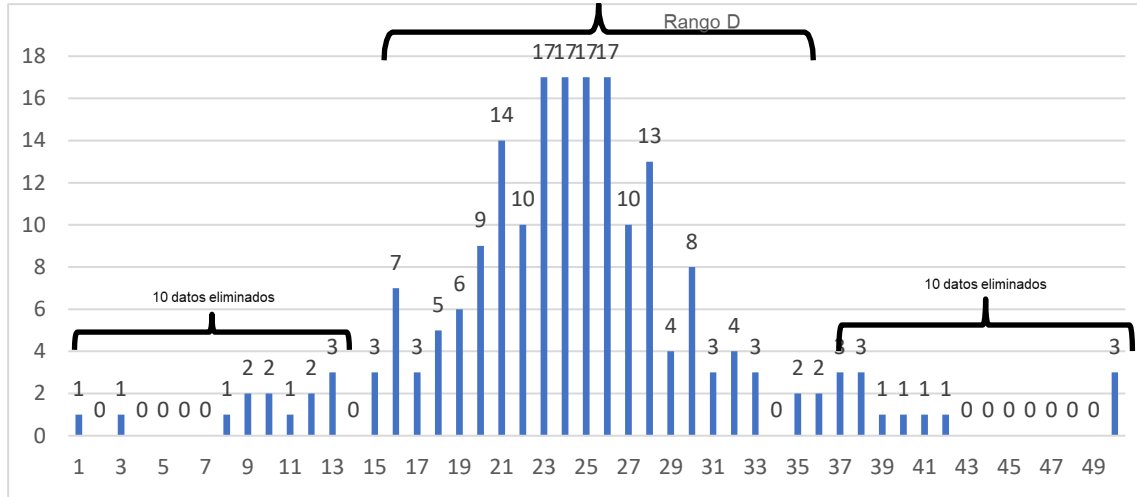
***Tabla de conteo del ensayo N°02 carril derecho km 0+400m-0+800m***

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
24	23	21	23	24	19	23	28	27	27	1
23	27	16	23	24	23	24	28	17	30	2
30	27	36	28	21	50	26	28	26	26	3
25	25	37	26	18	15	20	28	17	20	4
27	20	24	23	20	25	42	20	32	40	5
26	18	28	26	8	13	24	25	22	10	6
27	25	26	23	25	29	3	23	36	26	7
20	23	23	26	32	23	16	10	13	16	8
23	19	13	16	26	26	21	24	25	23	9
22	22	22	33	25	21	37	25	19	29	10
26	21	25	20	27	37	31	25	15	29	11
24	24	22	24	24	31	26	30	28	17	12
22	28	31	16	19	26	25	24	28	28	13
41	23	35	18	16	25	30	1	21	26	14
30	24	20	21	30	30	12	18	29	30	15
23	25	21	23	21	12	50	26	28	22	16
28	19	19	24	21	50	9	18	38	20	17
33	15	21	35	32	9	38	16	26	28	18
22	27	25	22	32	38	25	24	24	11	19
24	21	22	27	27	25	33	21	21	39	20

*Nota: Valores de campo que se consideraron para el conteo del ensayo.*

**Figura 26**

*Histograma ensayo N°02 carril derecho km 0+400m-0+800m*



Fuente: Elaboración Propia.

Con nuestra tabla de recuento de campos, podemos determinar el histograma N°2 de distribución y, a continuación, calcular el intervalo "D". El eje "x" muestra los intervalos de desviación, mientras que el "y" muestra las frecuencias. La posición del puntero de merlín a lo largo de esta prueba indica los valores de depresión y elevación en función de las irregularidades del pavimento, indicando el número de veces que se repiten en los intervalos de desviación, con 23, 24, 25 y 26 mm ocurriendo 17 veces y 1, 3, 8, 11, 39, 40, 41 y 42 ocurriendo 1 vez. De estos valores recogidos, debemos restar el 10%, es decir, 10 de ambos extremos; el valor del extremo izquierdo se genera a partir de una fracción de  $3/3 = 1$ , mientras que el valor del extremo derecho se deriva de  $3/3 = 1$ . Esto deja 21 barras libres como datos. En consecuencia, tenemos un rango "D" =  $21 + 1 + 1 = 23$  unidades.

**Tabla 8.**

***Muestra 02 carril derecho, 0+400km-0+800km.***

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	23.00	
Factor de corrección	1.556	
Rango D corregido	35.778 ≈ 35.78	mm
R en valores IRI	2.28	m/km

. Nota: Valores para el cálculo del Índice Internacional de Rugosidad (IRI).

**2.6.1.3. Ensayo N°03 Carril Derecho km 0+800 hasta el km 1+200**

**Tabla 9.**

***Tabla de conteo del ensayo N°03 carril derecho km 0+800m-1+200m***

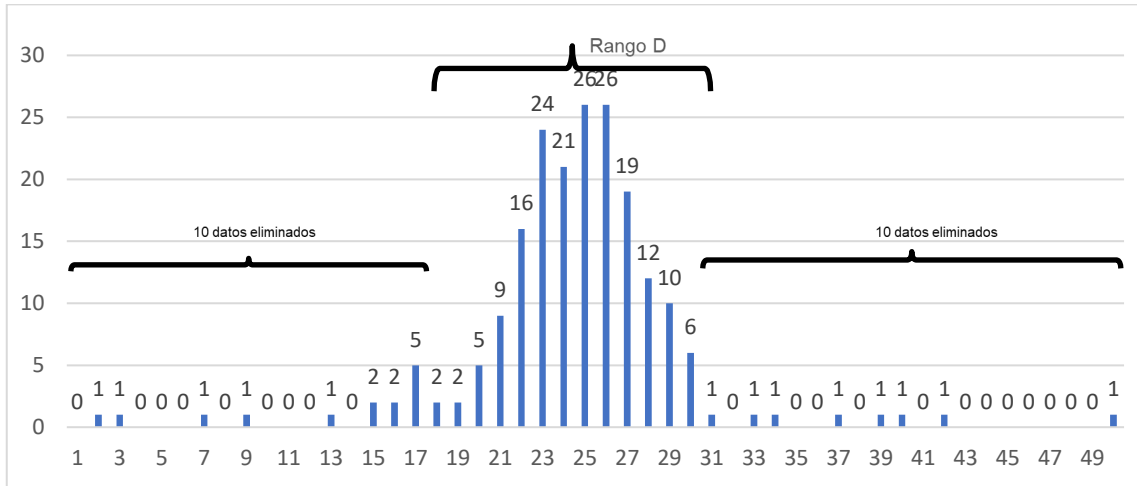
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
24	24	24	26	27	17	23	25	26	26	26	1
21	26	24	24	27	37	25	26	22	26	26	2
24	29	26	23	25	7	26	28	26	2	2	3
25	27	25	27	9	22	25	25	24	18	18	4
22	25	24	39	17	25	24	29	17	50	50	5
27	28	25	27	42	23	28	28	27	22	22	6
21	27	21	30	29	28	3	22	21	20	20	7
18	25	23	17	19	22	24	20	26	25	25	8
27	27	16	22	17	26	26	23	33	21	21	9
22	25	23	21	22	26	28	22	30	27	27	10
28	26	25	15	26	24	25	27	23	23	23	11
29	27	26	40	28	22	28	13	23	23	23	12
27	25	23	20	21	24	24	28	21	25	25	13
16	23	27	29	25	23	20	25	25	25	25	14
24	24	30	22	28	22	20	26	23	25	25	15
26	23	28	26	25	26	15	26	24	23	23	16
24	23	26	27	26	29	19	29	22	26	26	17
27	29	23	23	30	23	26	21	24	23	23	18
22	23	29	29	27	31	24	25	24	24	24	19
25	30	26	34	27	30	23	23	22	25	25	20

. Nota: Valores de campo que se consideraron para el conteo del ensayo.



**Figura 27**

*Histograma ensayo N°03 carril derecho 0+800 km-1+200 km*



Fuente: Elaboración Propia.

Con nuestra tabla de recuento de campos, podemos determinar el histograma N°3 de distribución y, a continuación, calcular el intervalo "D". El "eje" y muestra las frecuencias y el eje "x" los intervalos de desviación. La ubicación del puntero merlín durante esta prueba mostró depresión y elevación debido a las imperfecciones del pavimento, repitiendo 26 veces los valores de 25 y 26 mm y 1 vez los valores de 2, 3, 7, 9, 13, 31, 33, 33, 34, 37, 39, 40, 42 y 50. El 10% -10 de cada extremo- debe eliminarse de estas estadísticas. El extremo izquierdo es 0,8 y el derecho 0,667, obtenidos a partir de fracciones de 4/5 y 4/6. En consecuencia, tenemos un rango "D" =  $12 + 0.8 + 0.667 = 13.467$  unidades.

**Tabla 10.**

***Muestra 03 Carril Derecho, 0+800 km-1+200 km.***

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Rango D	13.47	
Factor de corrección	7	
Rango D corregido	94.267 ≈ 94.27	mm
R en valores IRI	5.03	m/km

*Nota: Valores para el cálculo del Índice Internacional de Rugosidad (IRI).*

**2.6.1.4. Ensayo N°4 Carril Derecho, km 1+200 hasta el km 1+600**

**Tabla 11.**

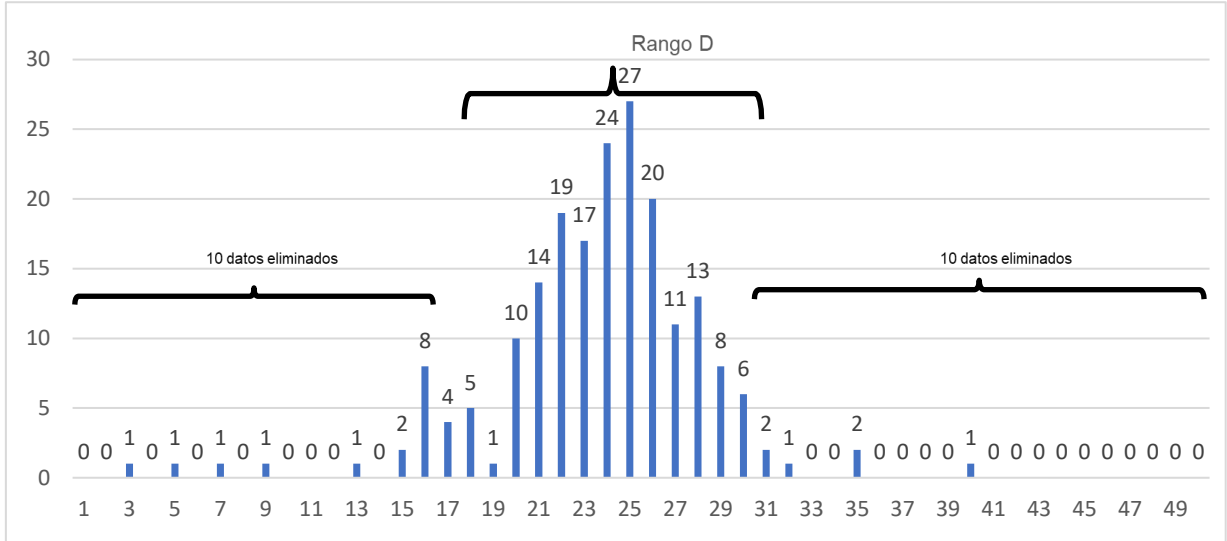
***Tabla de conteo del ensayo N°4 carril derecho km 1+200m-1+600m.***

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
25	25	25	24	26	16	23	24	25	25	1
22	25	24	25	26	35	24	25	21	25	2
25	28	26	26	27	7	25	27	25	22	3
25	26	25	24	9	22	23	26	23	21	4
22	26	24	23	17	24	24	30	17	25	5
27	28	25	24	40	27	22	27	29	28	6
21	27	21	16	29	21	26	23	20	29	7
18	25	22	18	20	25	28	21	30	21	8
27	28	16	16	17	26	3	24	20	20	9
23	24	22	22	21	26	24	35	26	17	10
28	25	24	16	26	23	26	27	32	15	11
29	26	25	31	22	24	20	13	23	15	12
27	24	22	20	22	21	25	28	21	23	13
16	23	29	24	23	22	28	23	21	26	14
24	29	25	21	22	23	20	26	24	22	15
26	23	22	25	29	19	31	28	24	16	16
24	30	24	26	30	21	5	21	27	18	17
28	25	26	22	29	18	18	20	28	16	18
23	20	30	28	28	24	20	25	25	24	19
23	22	30	26	27	23	24	22	22	25	20

*Nota: Valores de campo que se consideraron para el conteo del ensayo.*

**Figura 28**

*Histograma ensayo N°4 carril derecho km 1+200-1+600m*



Fuente: Elaboración Propia.

Con nuestra tabla de recuento de campos, podemos determinar el histograma N°4 de distribución y, a continuación, calcular el intervalo "D". El eje x muestra los intervalos de desviación y el eje y las frecuencias. En esta prueba, el puntero merlín reveló valores de depresión y elevación como resultado de las imperfecciones del pavimento, con 25 mm ocurriendo 27 veces y 3, 5, 7, 9, 13, 19, 32 y 40 ocurriendo una vez cada uno. Hay que eliminar el 10% de estos valores adquiridos, es decir, 10 de ambos extremos. El valor del extremo izquierdo deriva de una fracción de  $\frac{5}{8} = 0,625\%$ , mientras que el valor del extremo derecho deriva de una fracción de  $\frac{2}{6} = 0,3333\%$ . En consecuencia, tenemos un rango "D" =  $13 + 0.625 + 0.333 = 13.958$  unidades.

**Tabla 12.**

***Muestra 04 Carril Derecho, km 1+200m-km 1+600m.***

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	13.96	
Factor de corrección	1.75	
Rango D corregido	24.427 ≈ 24.43	mm
R en valores IRI	1.74	m/km

*Nota: Valores para el cálculo del IRI.*

**2.6.2. Resultados Carril medio desde km 0+000 hasta el km 1+600**

**2.6.2.1. Ensayo N°1 Carril medio km 0+000 hasta el km 0+400m**

**Tabla 13.**

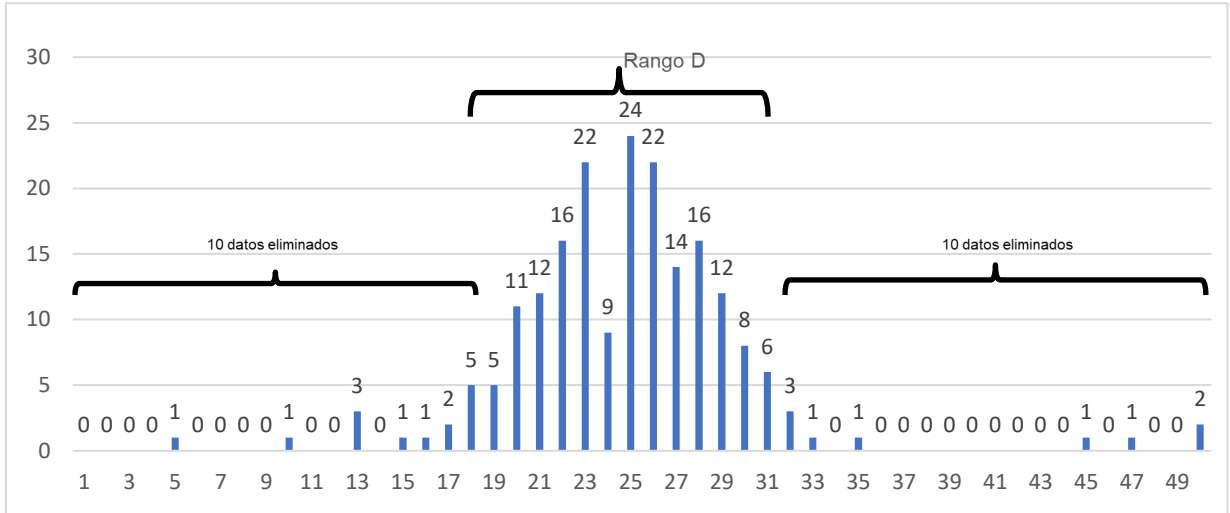
***Tabla de conteo del ensayo N°1 carril medio km 0+000m-0+400m.***

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	27	28	25	22	22	30	20	20	20	21	1
2	20	25	25	25	26	23	28	28	26	22	2
3	19	28	23	23	26	32	28	28	25	22	3
4	26	28	24	18	19	17	26	26	22	20	4
5	24	29	25	20	23	13	23	23	16	24	5
6	25	26	5	29	30	25	26	26	20	47	6
7	26	26	27	27	28	25	23	23	25	21	7
8	21	28	25	27	25	31	28	28	18	29	8
9	26	27	25	19	20	25	32	32	25	28	9
10	29	20	22	28	26	29	22	22	21	10	10
11	24	23	27	25	27	31	19	19	27	22	11
12	23	25	35	28	30	25	21	21	23	45	12
13	50	26	26	27	24	31	21	21	26	15	13
14	17	21	23	27	27	25	30	30	26	29	14
15	31	23	23	22	29	29	22	22	18	31	15
16	24	26	25	22	20	29	27	27	50	30	16
17	26	24	18	13	25	23	30	30	29	24	17
18	25	33	28	23	27	25	28	29	26	25	18
19	21	24	23	20	29	23	22	22	26	21	19
20	23	18	26	23	13	22	23	23	31	21	20

*Nota: Valores de campo que se consideraron para el conteo del ensayo.*

**Figura 29**

*Histograma ensayo N°1 carril medio km 0+000m-0+400m*



Fuente: Elaboración Propia.

Con nuestra tabla de recuento de campos, podemos determinar el histograma N°5 de distribución y, a continuación, calcular el intervalo "D". El eje "x" muestra los intervalos de desviación, mientras que el "y" muestra las frecuencias. La ubicación del puntero merlin durante esta prueba mostraba los valores de depresión y elevación según las anomalías del pavimento, mostrando el número de veces que se repiten en los intervalos de desviación, apareciendo 25 mm 24 veces y 5, 10, 15, 16, 33, 35, 45 y 47, 1 vez. Debe eliminarse el 10% de estos valores adquiridos, o 10 de ambos extremos. El valor del extremo izquierdo deriva de una fracción de  $4/5 = 0,8$ , mientras que el valor del extremo derecho deriva de una fracción de  $5/6 = 0,833$ . En consecuencia, tenemos un rango "D" =  $12 + 0,8 + 0,833 = 13,633$  unidades.

**Tabla 14.**
***Muestra 01 carril medio, km 0+000m-km 0+400m***

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	13.63	
Factor de corrección	4.667	
Rango D corregido	63.622 ≈ 63.62	mm
R en valores IRI	3.59	m/km

*Nota: Valores para el cálculo del IRI.*

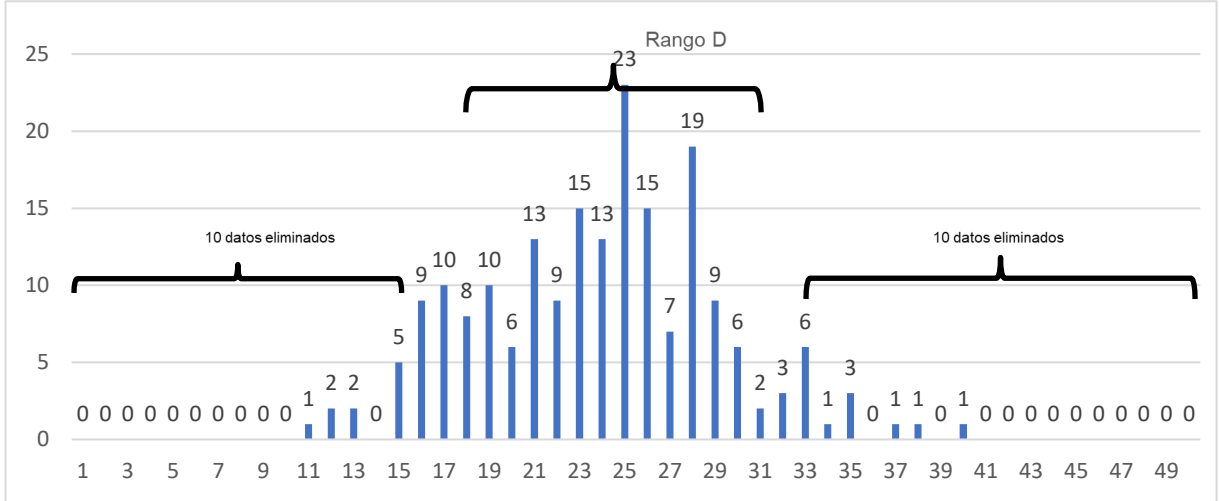
**2.6.2.2. Ensayo N°2 carril medio km 0+400m-0+800m**
**Tabla 15.**
***Tabla de conteo del ensayo N°2 carril medio km 0+400-0+800m.***

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
25	24	33	25	33	18	16	25	27	33	1
37	29	22	23	40	17	25	22	28	34	2
19	30	16	25	22	25	17	26	25	38	3
26	17	19	28	28	22	18	17	24	35	4
25	16	33	26	29	23	19	25	23	32	5
28	15	24	24	26	26	24	28	27	19	6
30	28	23	29	23	25	25	19	28	25	7
13	29	33	23	25	24	23	28	27	28	8
28	23	25	30	27	28	24	12	21	26	9
19	25	26	15	21	20	25	11	21	25	10
16	26	28	18	32	25	26	13	20	26	11
24	24	30	16	23	29	21	22	23	26	12
21	22	31	21	23	28	25	21	26	25	13
29	18	29	20	32	17	28	25	28	24	14
25	23	25	20	16	16	20	28	22	23	15
19	23	21	21	18	15	31	29	22	21	16
26	28	24	20	29	18	35	23	21	17	17
16	28	27	33	15	30	30	26	17	17	18
35	19	28	21	12	22	17	24	17	19	19
27	24	26	21	15	19	16	27	18	18	20

*Nota: Valores de campo que se consideraron para el conteo del ensayo.*

**Figura 30**

*Histograma ensayo N°2 carril medio km 0+400m-0+800m*



Fuente: Elaboración Propia.

Con nuestra tabla de recuento de campos, podemos determinar el histograma N°6 de distribución y, a continuación, calcular el intervalo "D". El eje "x" muestra los intervalos de desviación, mientras que el "y" muestra las frecuencias. El puntero merlín muestra los valores de depresión y elevación de las imperfecciones del pavimento en intervalos de desviación, apareciendo 25 mm 23 veces y 11, 34, 37, 38 y 40 1 vez. Debemos eliminar el 10%, es decir, 10 de ambos extremos, ya que el valor del extremo izquierdo surge de un porcentaje de  $9/9 = 1$  y el valor del extremo derecho de una fracción de  $3/6 = 0,5$ , lo que deja 16 barras libres como datos. Por lo tanto, "D" es igual a 17,5 unidades.

**Tabla 16.**

*Muestra 02 carril medio, km 0+400m-km 0+800m.*

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	17.50	
Factor de corrección	4.667	
Rango D corregido	81.667 ≈ 81.67	mm
R en valores IRI	4.44	m/km

*Nota; Valores para el cálculo del IRI.*

**2.6.2.3. Ensayo N°3 carril medio km 0+800 hasta el km 1+200**

**Tabla 17.**

*Tabla de conteo del ensayo N°3 carril medio km 0+800m-1+200m.*

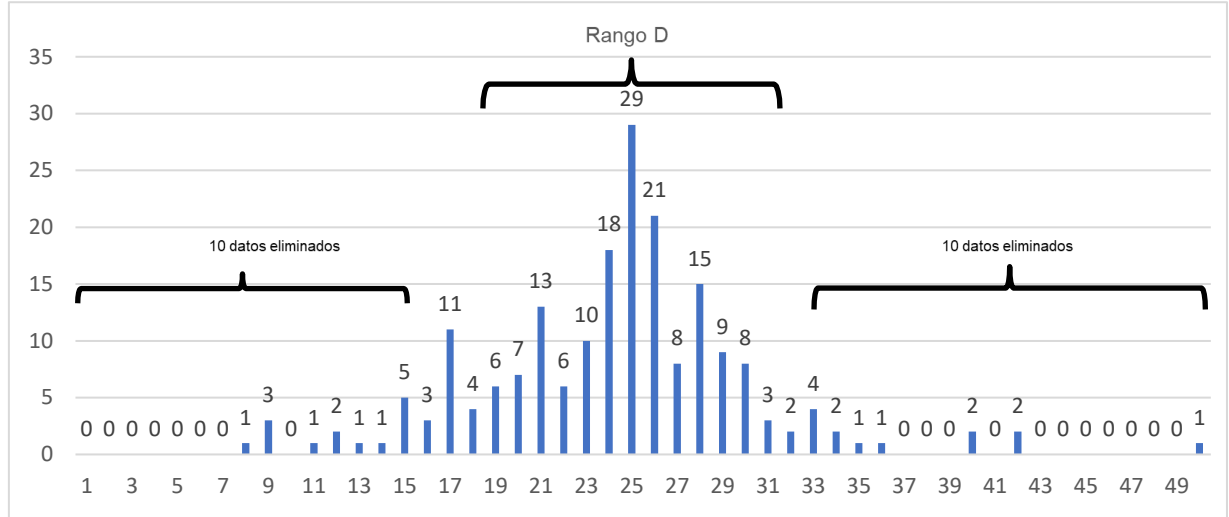
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
24	24	19	28	25	26	26	25	27	17	1
25	25	17	26	26	26	22	26	27	25	2
24	26	15	30	24	22	26	28	25	25	3
22	29	28	15	35	18	24	25	9	9	4
28	28	27	18	25	20	17	23	17	28	5
27	25	25	16	30	50	29	24	42	24	6
29	26	24	19	24	20	21	25	29	27	7
26	25	42	17	40	27	26	26	19	21	8
25	30	17	25	20	21	33	29	17	30	9
24	34	16	28	15	23	30	20	22	17	10
30	31	15	24	15	23	23	23	26	9	11
8	36	14	26	19	25	33	25	32	25	12
17	28	18	21	28	25	21	24	31	25	13
19	29	12	23	26	23	33	26	29	28	14
18	20	40	24	23	24	25	28	25	24	15
13	24	19	21	25	25	21	21	28	26	16
31	25	11	25	24	25	24	25	26	21	17
33	28	22	21	27	28	22	25	30	23	18
34	30	21	26	28	29	29	21	27	17	19
32	12	23	21	17	26	20	26	20	16	20

*Nota: Valores de campo que se consideraron para el conteo del ensayo.*



**Figura 31**

*Histograma ensayo N°3 carril medio km 0+800m-1+200m*



Fuente: Elaboración Propia.

Con nuestra tabla de recuento de campo, podemos determinar el histograma N°7 de distribución y, a continuación, calcular el intervalo "D". El eje "x" muestra los intervalos de desviación y el eje "y" las frecuencias. La ubicación del puntero láser durante esta prueba mostró los valores de depresión y elevación en función de las imperfecciones del pavimento y el número de veces que se repetían en los intervalos de desviación, con 25 mm ocurriendo 29 veces y 8, 11, 13, 14, 14, 35, 36 y 50 ocurriendo una vez cada uno. El 10% -10 de ambos extremos- debe eliminarse de estas cifras. El valor del extremo izquierdo se deriva de una fracción de  $4/5 = 0,80$ , mientras que el valor del extremo derecho se origina en una fracción de  $3/4 = 0,75$ . Por lo tanto, el intervalo "D" es igual a  $17 + 0,8 + 0,75 = 18,55$  unidades.

**Tabla 18.**

*Muestra 03 carril medio, km 0+800m-km 1+200m.*

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	18.55	
Factor de corrección	1.273	
Rango D corregido	23.609 ≈ 23.61	mm
R en valores IRI	1.70	m/km

*Nota: Valores para el cálculo del IRI.*

**2.6.2.4. Ensayo N°4 Carril medio km 1+200 hasta el km 1+600**

**Tabla 19.**

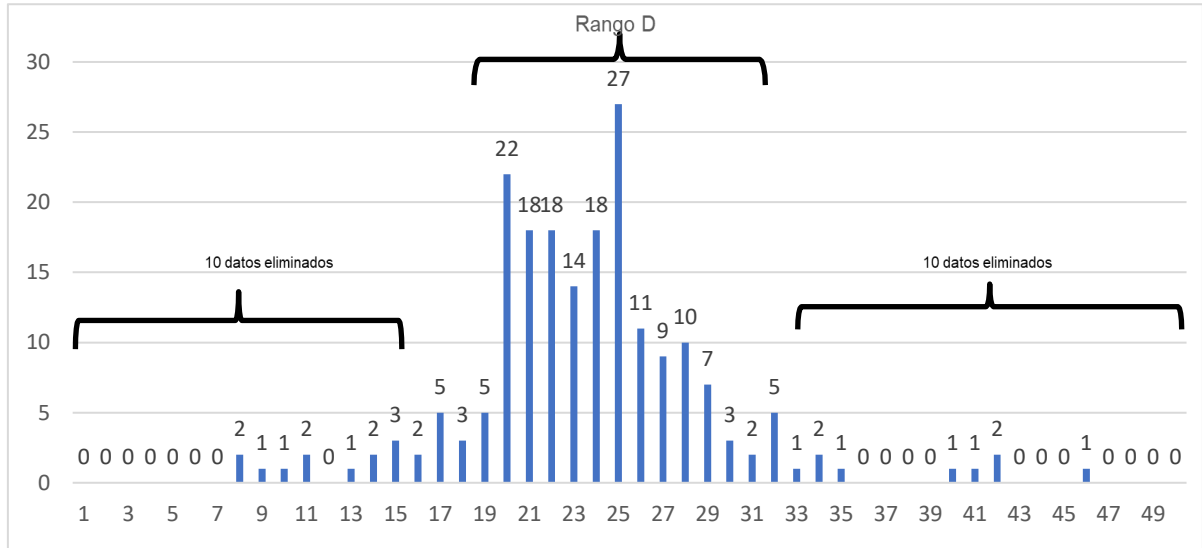
*Tabla de conteo del ensayo N°4 carril medio km 1+200m-1+600m*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
25	24	25	20	27	26	26	32	20	17	1
27	35	24	22	29	14	15	25	21	25	2
20	28	23	20	22	23	11	20	9	23	3
27	23	23	22	18	19	16	42	17	22	4
22	21	25	20	46	20	27	22	22	22	5
23	24	32	20	30	32	25	22	22	21	6
28	28	20	25	25	8	29	21	24	25	7
29	21	24	24	10	13	26	26	25	28	8
17	20	21	24	30	33	25	25	22	26	9
20	19	21	19	28	42	31	11	25	20	10
29	20	25	25	25	32	23	25	22	24	11
24	25	24	23	26	32	28	21	20	21	12
25	29	25	25	24	16	27	20	21	20	13
24	24	22	23	18	30	27	20	28	20	14
25	22	21	20	19	17	28	22	29	19	15
26	22	15	21	23	22	21	27	24	21	16
25	23	27	20	31	22	28	24	26	23	17
25	34	27	20	14	21	25	29	24	24	18
21	24	26	18	40	21	20	23	23	25	19
26	15	25	34	17	28	26	41	21	8	20

*Nota: Valores de campo que se consideraron para el conteo del ensayo.*

**Figura 32**

*Histograma ensayo N°4 carril medio km 1+200m-1+600m*



Fuente: Elaboración Propia.

Con nuestra tabla de recuento de campo, podemos determinar el histograma N°8 de distribución y, a continuación, calcular el intervalo "D". El eje "x" muestra los intervalos de desviación y el eje "y" las frecuencias. La ubicación del puntero merlin a lo largo de esta prueba mostró valores de depresión y elevación en función de las imperfecciones del pavimento, con 25 mm ocurriendo 27 veces y los números 9, 10, 13, 33, 35, 35, 40, 41 y 46 ocurriendo una vez cada uno. Elimine el 10% de estos valores, es decir, 10 de ambos extremos; el valor del extremo izquierdo se deriva de una fracción de  $\frac{2}{3} = 0,667$ , mientras que el valor del extremo derecho se deriva de una fracción de  $\frac{4}{5} = 0,8$ ; tenemos 16 barras libres como datos. Por lo tanto, el intervalo "D" es  $16 + 0,667\% + 0,80\% = 17,467$  unidades.

**Tabla 20.**

***Muestra 04 carril medio, km 1+200m-km 1+600m.***

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	17.47	
Factor de corrección	1.077	
Rango D corregido	18.810 ≈ 18.81	mm
R en valores IRI	1.48	m/km

*Nota: Valores para el cálculo del IRI.*

**2.6.3. Resultados Carril izquierdo desde km 0+000 hasta el km 1+600**

**2.6.3.1. Ensayo N°1 carril izquierdo km 0+000 hasta el km 0+400**

**Tabla 21.**

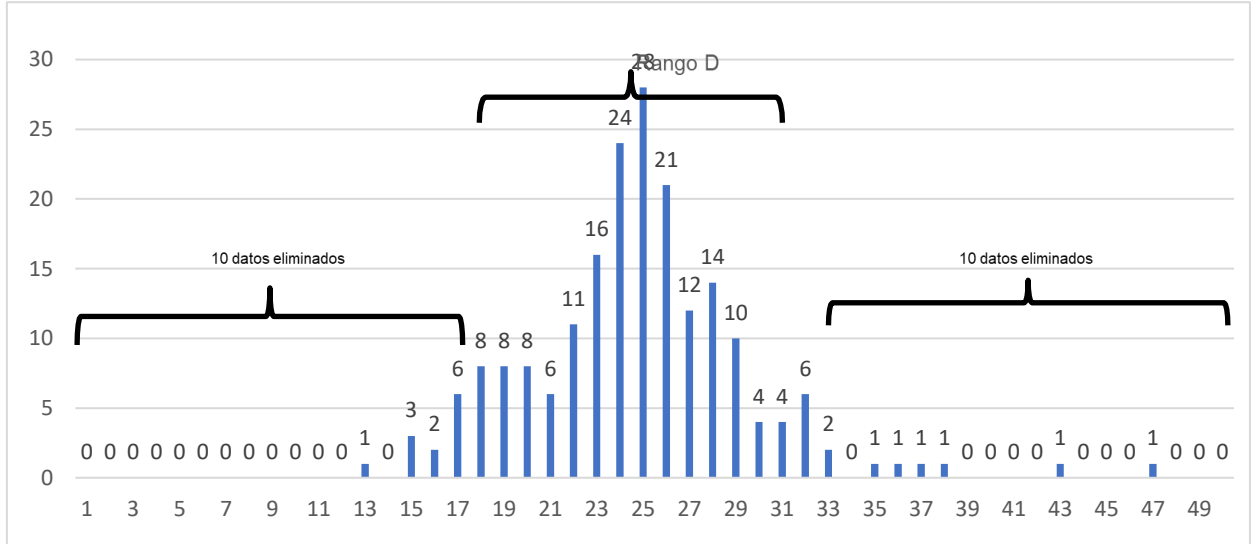
***Tabla de conteo del ensayo N°1 carril izquierdo km 0+000m-0+400m.***

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
20	26	25	20	19	24	25	31	22	22	1
24	25	21	21	22	22	27	30	23	25	2
32	23	26	27	20	18	22	24	23	23	3
32	36	24	31	23	16	22	33	24	26	4
24	19	25	18	25	23	19	16	28	28	5
24	28	31	29	25	26	31	47	26	27	6
25	26	33	25	28	30	24	15	24	24	7
26	24	26	23	26	22	24	17	28	21	8
23	23	43	35	25	15	29	17	25	20	9
38	17	30	25	26	29	25	25	26	15	10
32	27	25	25	32	24	26	28	21	18	11
19	28	26	18	22	19	25	29	20	19	12
27	23	24	29	22	23	24	26	27	20	13
26	32	28	24	18	25	25	24	28	28	14
21	26	29	27	25	24	22	32	24	29	15
27	29	18	25	28	26	20	17	21	27	16
27	23	19	24	24	28	17	18	23	25	17
27	25	17	26	24	29	23	19	26	24	18
25	26	13	25	25	27	37	22	29	26	19
23	28	20	23	25	18	24	28	25	30	20

*Nota: Valores de campo que se consideraron para el conteo del ensayo.*

**Figura 33**

*Histograma ensayo N°1 carril izquierdo km 0+000m-0+400m*



Fuente: Elaboración Propia.

Con nuestra tabla de recuento de campo, podemos determinar el histograma N°9 de distribución y, a continuación, calcular el intervalo "D". El eje "x" muestra los intervalos de desviación y el eje "y" las frecuencias. La ubicación del puntero merlín durante esta prueba mostró los valores de depresión y elevación en función de las imperfecciones del pavimento y el número de veces que se repetían en los intervalos de desviación, con 25 mm ocurriendo 28 veces y 13, 35, 36, 37, 37, 38, 43 y 47 ocurriendo una vez cada uno. Eliminar el 10% de estos valores, es decir, 10 de ambos extremos. El valor del extremo izquierdo deriva de una fracción de  $2/6 = 0,333$ , mientras que el valor del extremo derecho deriva de una fracción de  $4/6 = 0,667$ . Por lo tanto, el rango "D" es  $14 + 0,333 + 0,667\% = 15$  unidades.

**Tabla 22.**

***Muestra 01 carril izquierdo, km 0+000m-km 0+400m***

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	15	
Factor de corrección	3.50	
Rango D corregido	52.500 ≈ 52.50	mm
R en valores IRI	3.07	m/km

*Nota: Valores para el cálculo del IRI.*

**2.6.3.2. Ensayo N°2 carril izquierdo km 0+400 hasta el km 0+800**

**Tabla 23.**

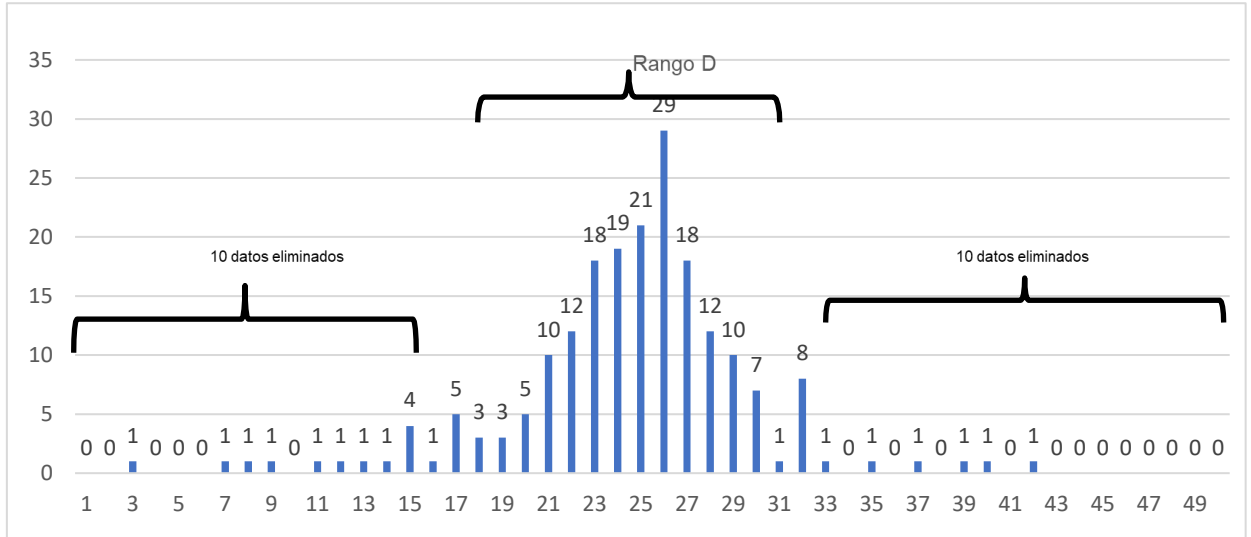
***Tabla de conteo del ensayo N°2 carril izquierdo km 0+400m-0+800m.***

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
24	24	24	26	27	17	23	25	26	26	26	1
21	26	24	24	27	37	25	26	26	25	25	2
24	29	26	23	25	7	26	32	26	32	32	3
25	27	25	27	9	22	23	32	24	8	8	4
22	25	24	39	17	25	24	29	17	18	18	5
27	28	25	27	42	23	28	28	32	19	19	6
21	27	28	30	29	28	3	22	21	20	20	7
18	25	27	11	14	22	24	20	26	25	25	8
27	27	25	22	17	26	26	23	33	21	21	9
21	25	27	21	22	26	28	35	30	32	32	10
18	26	25	15	26	24	25	27	23	28	28	11
29	27	26	40	32	22	32	13	23	24	24	12
27	30	23	20	21	24	24	28	21	22	22	13
16	28	23	29	25	23	20	25	25	23	23	14
24	26	27	22	28	22	20	26	23	22	22	15
26	23	30	28	25	26	15	26	24	19	19	16
24	29	28	26	26	29	19	29	15	17	17	17
27	26	26	23	30	23	26	21	26	25	25	18
22	26	23	29	27	31	24	15	32	24	24	19
25	30	29	26	27	30	23	23	12	21	21	20

*Nota: Valores de campo que se consideraron para el conteo del ensayo.*

**Figura 34**

*Tabla de conteo del ensayo N°2 carril izquierdo km 0+400m-0+800m*



Fuente: *Elaboración Propia.*

Con nuestra tabla de recuento de campos, podemos determinar el histograma N°10 de distribución y, a continuación, calcular el intervalo "D". El eje "x" representa a la desviación, mientras que el "y" muestra las frecuencias. Las irregularidades del pavimento flexible ocasionan valores de depresión y elevación, generando que el puntero del Merlin indique los números que se repiten en los intervalos de desviación, con 26 mm repetido 29 veces y los valores de 3, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 31, 33, 35, 37, 39, 40 y 42 repetidos 1 vez. De estos valores adquiridos, debemos excluir el 10%, es decir, 10 de ambos extremos; el valor del extremo izquierdo deriva de una proporción de  $2/4 = 0,5$ , mientras que el valor del extremo derecho deriva de una fracción de  $4/8 = 0,5$ ; esto nos deja 16 barras libres como datos. Por lo tanto, el intervalo "D" es igual a  $16 + 0,5 + 0,5 = 17$  unidades.

**Tabla 24.**

***Muestra 02 carril izquierdo, km 0+400m-km 0+800m***

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	17	
Factor de corrección	2.333	
Rango D corregido	39.667 ≈ 39.67	mm
R en valores IRI	2.46	m/km

*Nota: Valores que se consideraron para el cálculo del índice Internacional de Rugosidad (IRI).*

**2.6.3.3. Ensayo N°3 Carril izquierdo km 0+800 hasta el km 1+200**

**Tabla 25.**

***Tabla de conteo del ensayo N°3 carril izquierdo km 0+800m-1+200m.***

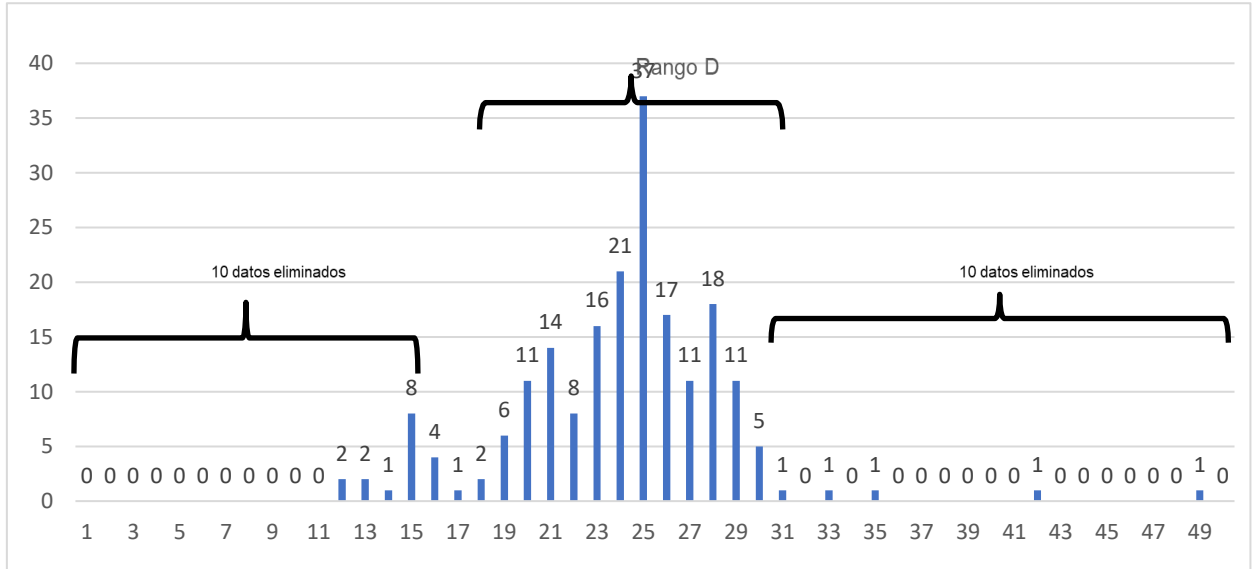
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
25	33	23	25	30	19	24	26	24	27	1
24	24	25	23	23	25	25	24	24	27	2
23	24	21	24	31	26	24	29	26	28	3
26	25	29	26	25	25	21	27	25	27	4
23	26	26	25	26	28	15	28	20	25	5
25	28	26	19	24	21	27	25	15	26	6
25	29	25	15	23	23	21	16	19	27	7
25	23	28	20	42	26	18	23	20	28	8
25	30	16	25	27	25	27	26	19	29	9
23	30	13	12	30	24	22	25	25	26	10
27	17	25	20	25	28	28	24	24	21	11
21	19	28	28	22	29	29	29	21	25	12
25	28	26	29	20	22	27	27	23	23	13
49	20	25	24	12	25	16	28	23	24	14
15	21	25	25	24	28	25	26	22	21	15
25	15	21	28	35	30	24	23	19	25	16
28	16	24	26	20	15	25	25	21	28	17
29	13	18	29	15	24	28	20	23	29	18
24	20	22	25	14	22	15	25	22	21	19
26	25	21	24	20	28	23	21	22	20	20

*Nota: Valores de campo que se consideraron para el conteo del ensayo.*



**Figura 35**

*Tabla de conteo del ensayo N°3 carril izquierdo km 0+800m-1+200m*



Fuente: Elaboración Propia.

Con nuestra tabla de recuento de campos, podemos determinar el histograma N°11 de distribución y, a continuación, calcular el intervalo "D". El eje (X) muestra los intervalos de desviación, mientras que el (Y) muestra las frecuencias. El puntero merlín reveló valores de depresión y elevación dependiendo de las imperfecciones de la pavimentación, con 25 mm ocurriendo 37 veces y los valores de 14, 17, 31, 33, 35, 35, 42 y 49 ocurriendo una vez cada uno. Hay que eliminar el 10% de estos valores, 10 de cada extremo, el valor del extremo izquierdo origina una fracción de  $3/8 = 0.375$ , el valor del extremo derecho origina una fracción de  $0/5 = 0$ ; lo cual tenemos 14 barras libres como dato. En consecuencia, tenemos un rango "D" =  $14 + 0.375 + 0 = 14.375$  unidades.

**Tabla 26.**

*Muestra 03 carril izquierdo, km 0+800m-km 1+200m.*

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	14.38	
Factor de corrección	1.077	
Rango D corregido	15.481 ≈ 15.48	mm
R en valores IRI	1.32	m/km

*Nota: Los siguientes valores se tuvieron en cuenta para la determinación del índice Internacional de la Rugosidad (IRI).*

**2.6.3.4. Ensayo N°4 Carril izquierdo km 1+200m-1+600m**

**Tabla 27.**

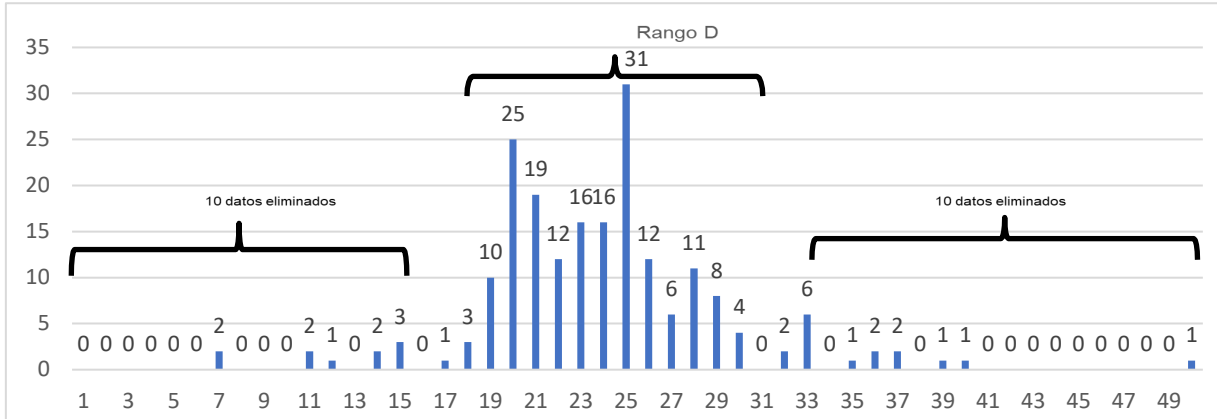
*Tabla de conteo del ensayo N°4 carril izquierdo km 1+200m-1+600m.*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
25	27	22	21	24	20	25	24	20	25	1
17	27	21	20	24	19	26	25	21	21	2
37	25	23	22	20	18	26	21	25	23	3
7	29	24	33	21	23	28	23	28	20	4
22	25	25	22	22	24	29	22	26	28	5
25	24	26	11	20	25	25	20	29	29	6
23	25	28	22	25	26	26	27	24	26	7
28	23	29	25	11	29	21	28	21	25	8
22	24	27	24	19	25	20	21	20	24	9
26	25	20	30	28	24	33	20	28	25	10
26	28	18	28	26	7	35	21	23	21	11
24	29	19	37	40	22	36	23	25	20	12
22	30	14	19	25	21	20	25	21	25	13
24	25	15	15	24	20	20	20	20	27	14
23	25	30	15	21	25	19	21	19	20	15
22	50	32	19	20	23	19	23	25	25	16
26	19	33	20	23	33	27	20	20	23	17
29	18	33	25	25	20	25	23	14	21	18
23	12	36	28	24	33	22	25	20	20	19
23	30	39	24	21	32	21	26	21	19	20

*Nota: Valores de campo que se consideraron para el conteo del ensayo.*

**Figura 36**

*Tabla de conteo del ensayo N°4 carril izquierdo km 1+200m-1+600m*



Fuente: Elaboración Propia.

Con nuestra tabla de recuento de campos, podemos determinar el histograma N°12 de distribución y, a continuación, calcular el intervalo "D". El eje (x) muestra los intervalos de desviación y el eje (y) las frecuencias. El puntero merlín mostró valores de depresión y elevación como consecuencia de las imperfecciones del pavimento, con 25 mm ocurriendo 31 veces y 12, 17, 35, 39, 40 y 50 ocurriendo una vez cada uno. Debemos eliminar el 10% de estos números derivados, es decir, 10 de ambos extremos, el valor del extremo izquierdo origina una fracción de  $0/3=0$ , el valor del extremo derecho origina una fracción de  $4/6=0.667$ ; lo cual tenemos 15 barras libres como dato. En consecuencia, tenemos un rango "D" =  $15 + 0 + 0.667 = 15.667$  unidades.

**Tabla 28.**
***Muestra 04 carril izquierdo, km 1+200m-km 1+600m.***

Parámetro	Valor	Unidad
Rango D	15.67	
Factor de corrección	0.778	
Rango D corregido	12.185 ≈ 12.19	mm
R en valores IRI	1.17	m/km

*Nota: Valores que se consideraron para el cálculo del Índice Internacional de Rugosidad (IRI).*

**2.7. Resultado de Carriles obtenidos con el Método Merlin**
**2.7.1. Carril derecho**
**Tabla 29.**
***Resultados de la Rugosidad del IRI del carril derecho***

N° ensayo	CARRIL DERECHO						Observaciones
	PROGRESIVA		DETALLES		RUGOSIDAD		
	Inicial (Km)	Final (Km)	Longitud (m)	Fecha (dd/mm/aa)	D (mm)	R (IRI)	
01	0+000	0+400	400	08/06/2022	87.79	3.34	
02	0+400	0+800	400	08/06/2022	107.33	2.27	
03	0+800	1+200	400	08/06/2022	94.26	5.03	
04	1+200	1+600	400	08/06/2022	24.43	1.74	

*Nota: En esta tabla de resumen del carril derecho tenemos 4 muestras de 400m, donde el alcance D y la rugosidad R se tomarán de la tabla de anexos, obteniéndose el IRIp (Índice Internacional de Rugosidad medio).*

### 2.7.2. Carril Medio

**Tabla 30.**

*Resumen de resultados de rugosidad “IRI” obtenidos en el carril medio.*

CARRIL MEDIO							
N° ensayo	PROGRESIVA		DETALLES		RUGOSIDAD		Observaciones
	Inicial	Final	Longitud	Fecha	D	R	
	(Km)	(Km)	(m)	(dd/mm/aa)	(mm)	(IRI)	
01	0+000	0+400	400	08/06/2022	63.62	3.59	
02	0+400	0+800	400	08/06/2022	81.67	4.44	
03	0+800	1+200	400	08/06/2022	23.61	1.70	
04	1+200	1+600	400	08/06/2022	18.81	1.48	

*Nota. En esta tabla de resumen del carril medio tenemos cuatro muestras de 400 m ; donde en la tabla de anexos, el rango D es "D" y la rugosidad es "R", lo que da un IRIp (Índice Internacional de Rugosidad medio).*

### 2.7.3. Carril Izquierdo

**Tabla 31.**

*Resumen de resultados de rugosidad “IRI” obtenido en el carril izquierdo.*

CARRIL IZQUIERDO							
N° ensayo	PROGRESIVA		DETALLES		RUGOSIDAD		Observaciones
	Inicial	Final	Longitud	Fecha	D	R	
	(Km)	(Km)	(m)	(dd/mm/aa)	(mm)	(IRI)	
01	0+000	0+400	400	08/06/2022	52.50	3.07	
02	0+400	0+800	400	08/06/2022	39.67	2.46	
03	0+800	1+200	400	08/06/2022	15.48	1.32	
04	1+200	1+600	400	08/06/2022	12.19	1.17	

*Nota: En esta tabla de resumen del carril izquierdo tenemos cuatro muestras de 400 m ; donde donde el alcance D y la rugosidad R se tomaron de la tabla de anexos, obteniéndose un IRIp (Índice Internacional de Rugosidad medio).*

## 2.8. Indicador de PSI con el Método Merlin

### 2.8.1. Resumen de Resultados obtenidos con el Método Merlin

#### 2.8.1.1. Carril Derecho

**Tabla 32.**

#### *Resultados de la capacidad de servicio del carril derecho PSI*

Nº ensayo	PROGRESIVA		DETALLES		SERVICIABILIDAD	
	Inicial (Km)	Final (Km)	Longitud (m)	Fecha (dd/mm/aa)	Valor (PSI)	Clasificación (--)
01	0+000	0+400	400	08/06/2022	2.12	Regular
02	0+400	0+800	400	08/06/2022	1.79	Buena
03	0+800	1+200	400	08/06/2022	2.00	Regular
04	1+200	1+600	400	08/06/2022	3.62	Muy buena

*Nota. En esta tabla de resumen de la serviciabilidad del carril derecho tenemos cuatro muestras de 400 m; donde obtenemos el valor del PSI (Índice de Serviciabilidad Presente) con el valor del iri remplazándolo de la tabla 27, con la ecuación 4 para cada tramo; luego de tener el resultado obtenemos su clasificación del PSI los cuales fueron extraídos de la fuente de ASHTO, 1993.*

#### 2.8.1.2. Carril Medio

**Tabla 33.**

#### *Resultados de la capacidad de servicio del carril medio “PSI”*

Nº ensayo	PROGRESIVA		DETALLES		SERVICIABILIDAD	
	Inicial (Km)	Final (Km)	Longitud (m)	Fecha (dd/mm/aa)	Valor (PSI)	Clasificación (--)
01	0+000	0+400	400	08/06/2022	2.60	Regular
02	0+400	0+800	400	08/06/2022	2.43	Regular
03	0+800	1+200	400	08/06/2022	4.06	Muy buena
04	1+200	1+600	400	08/06/2022	4.23	Muy buena

*Nota. En esta tabla de resumen de la serviciabilidad del carril medio tenemos cuatro muestras de 400 m; donde obtenemos el valor del PSI con el valor del iri remplazándolo de la tabla 28, con la ecuación 4 para cada tramo; luego de tener el resultado obtenemos su clasificación del PSI los cuales fueron extraídos de la fuente de ASHTO, 1993.*

### 2.8.1.3. Carril Izquierdo

**Tabla 34.**

***Resultados de la capacidad de servicio del carril izquierdo “PSI”***

N° ensayo	PROGRESIVA		DETALLES		SERVICIABILIDAD	
	Inicial (Km)	Final (Km)	Longitud (m)	Fecha (dd/mm/aa)	Valor (PSI)	Clasificación (--)
01	0+000	0+400	400	08/06/2022	2.86	Regular
02	0+400	0+800	400	08/06/2022	3.52	Buena
03	0+800	1+200	400	08/06/2022	3.93	Buena
04	1+200	1+600	400	08/06/2022	4.04	Muy buena

*Nota. En esta tabla de resumen de la serviciabilidad del carril izquierdo tenemos cuatro muestras de 400 m; donde obtenemos el valor del PSI con el valor del iri remplazándolo de la tabla 29, con la ecuación 4 para cada tramo; luego de tener el resultado obtenemos su clasificación del PSI los cuales fueron extraídos de la fuente de ASHTO, 1993.*

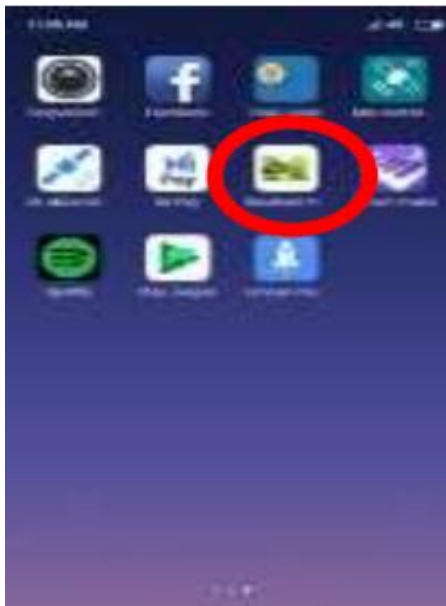
## 2.9. Aplicación Roadroid

### 2.9.1. Configuraciones Previas

**PASO N°1:** Como primer paso se procedió a enviar un correo electrónico a los encargados de Roadroid, para solicitar una cuenta, asimismo, se procedió a descargar la aplicación Roadroid en el teléfono móvil para la toma de datos, como se puede apreciar en la “figura N°25.”

**Figura 37**

*Aplicación de Roadroid*



*Fuente: Elaboración Propia.*

**PASO N°2:** Instalar el teléfono móvil de manera horizontal en el parabrisa del vehículo de tal manera quede fija y muy estable para que pueda funcionar correctamente la función del GPS, así mismo, pueda facilitar la toma de fotos y evitar errores en el momento de recolectar los datos, como se aprecia en la “figura N°26”.



**Figura 38**

*Colocación del Smartphone Horizontalmente*



Fuente:

*Elaboración Propia.*

**Figura 39**

*Toma de datos*



*Fuente: Elaboración Propia.*

**PASO N°3:** Después de haber ejecutado los pasos mencionados anteriormente, pasamos a abrir la aplicación del programa Roadroid, hacemos clic en el icono del programa, una vez abierto nos aparecerá una ventana la cual presionaremos OK para aceptar ajustes, luego seleccionamos el botón amarillo “Fitting adjustments” para poder calibrar el celular, como se demuestra en la “figura N°28”.

### Figura 40

*Para la aplicación Roadroid*



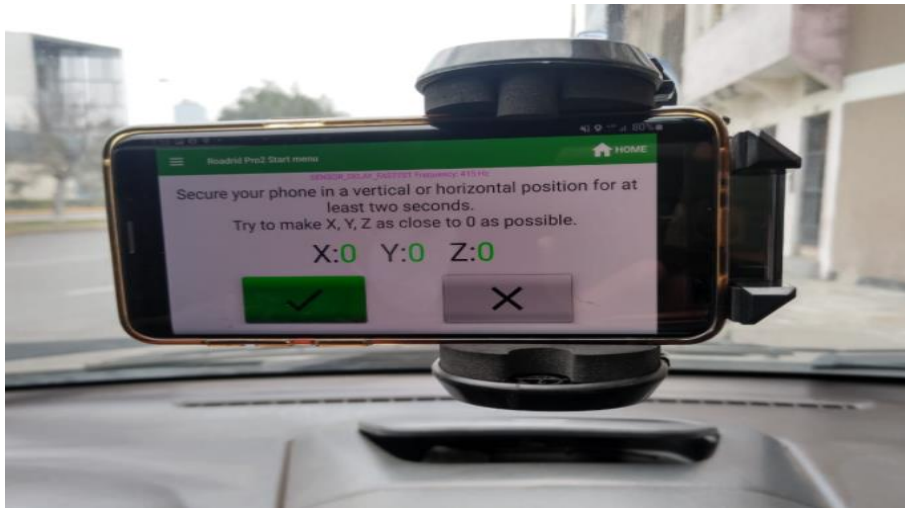
*Fuente: Elaboración Propia.*

**PASO N°4:** Durante el tiempo de calibración del móvil, se aconseja que el ajuste del teléfono a los ejes X, Y y Z sea lo más cercano posible a cero, y que espere cinco segundos antes de pulsar el botón OK, que se pondrá verde si está dentro de las tolerancias. Es aconsejable realizar la prueba con dos personas, de modo que una pueda conducir el coche y centrarse sólo en mantener una velocidad constante, mientras la otra controla el aparato utilizado para la prueba. Sin embargo, el programa Roadroid del teléfono móvil sólo se iniciará si hay una señal GPS disponible. Como se muestra en la siguiente imagen, la prueba correspondiente se realizó en las pavimentaciones de las

avenidas Prolongación Iquitos, Javier Prado Este, Petit Thouars, utilizando el programa Roadroid. como se aprecia en la “**figura N°29**”.

### **Figura 41**

*Roadroid*

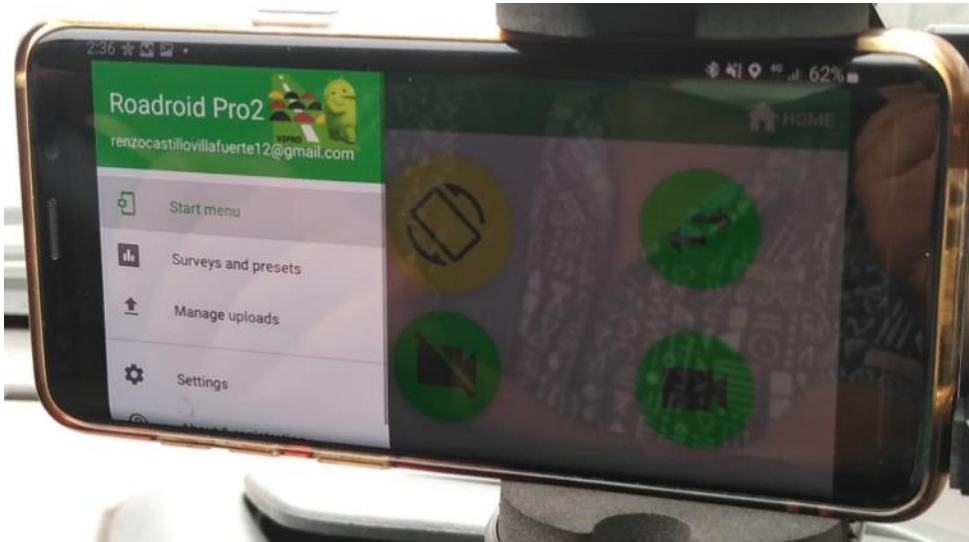


*Fuente: Elaboración Propia.*

**PASO N°5:** Si queremos volver al menú principal o a la ventana anterior, debemos pulsar el botón de la parte inferior derecha, como se ve en la figura, como podemos apreciar la “**figura N°30**”.

**Figura 42**

*Menú Principal*



*Fuente: Elaboración Propia.*

**PASO N°6:** Debemos esperar a que haya señal GPS antes de pulsar el botón "Iniciar/Detener muestreo" (el botón cambiará de gris a rojo). Recuerde que para adquirir valores para el (IRI estimado), debe recoger datos entre 20 y 100 km/h, y para el cIRI, debe recoger datos entre 60 y 90 km/h. Para obtener estos valores, la velocidad debe mantenerse a un ritmo constante, como se puede observar en la “**figura N°31**”.

**Figura 43** *Obtención de datos*

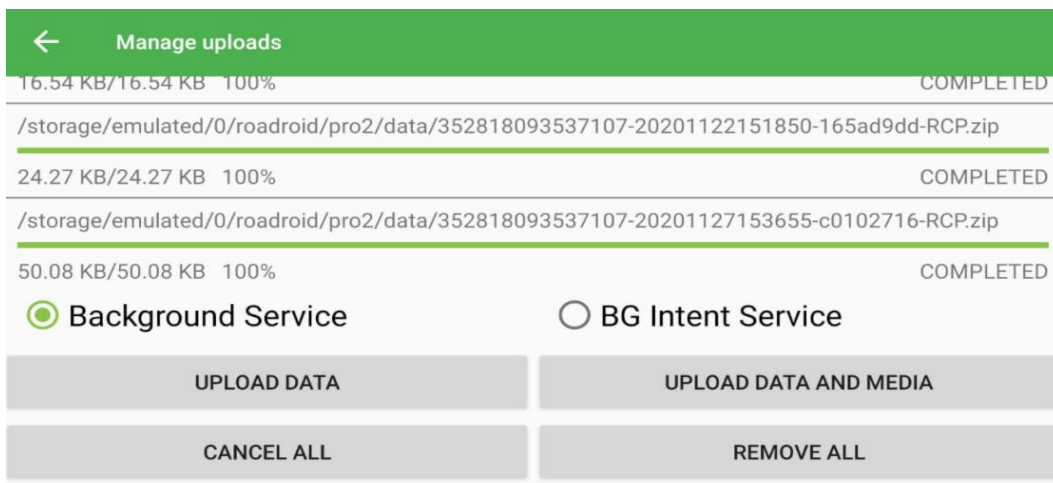


*Fuente: Elaboración Propia*

**PASO N°7:** Una vez finalizada la prueba, la información se contabilizó en la base de datos Roadroid (imagen). Para ello, el usuario debe visitar el sitio web [www.roadroid.com.pe](http://www.roadroid.com.pe) (imagen), iniciar sesión con el nombre de usuario y la contraseña facilitados por el gestor del programa, y esperar entre 10 y 15 minutos a que se carguen los datos, en función de la conexión de red disponible, como se puede observar en la “**figura N°32**”.

**Figura 44**

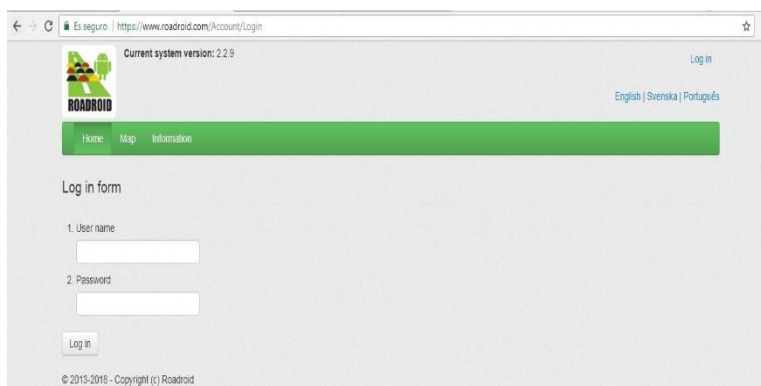
*Datos almacenados*



*Fuente: Elaboración Propia.*

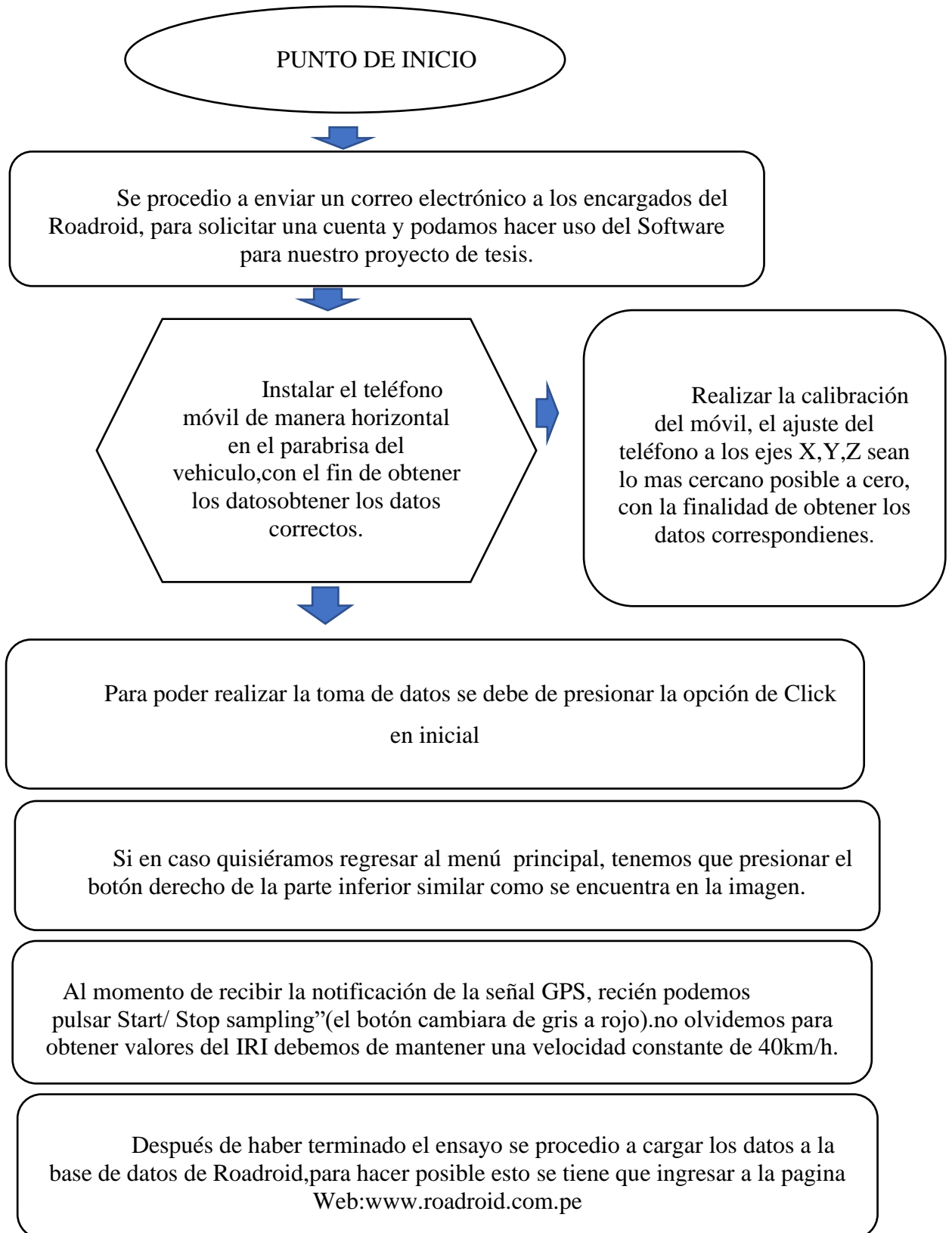
**Figura 45**

*Descripción del usuario y contraseña*



*Fuente: Elaboración Propia.*

### Flujo de cálculo del índice de rugosidad – Software Roadroid



## 2.10. Procedimiento de levantamiento de datos para obtener la rugosidad con el software Roadroid

Los valores de IRI se determinaron a velocidades entre 30 y 40 km/h a partir de la información recopilada en campo utilizando la técnica del programa Roadroid.

Sabiendo que la vía investigada es una avenida muy transitada con tráfico medio e intersecciones, también encontramos un límite de velocidad, ya que la nueva modificación DS N.º 025-2021-MTC al Reglamento Nacional de Tránsito estipula que el límite de velocidad en avenidas no puede superar los 50 km/h, velocidad que no cumple con los requisitos establecidos para la operación.

(Lozano & Mamani, 2021) en su trabajo de tesis titulado “evaluación de la rugosidad en el pavimento utilizando teléfonos inteligentes en la av. Antúnez de Mayolo, distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna -2021” obtuvieron los datos correspondientes ya que recorrieron a una velocidad constante según lo estipulado por la MTC.

### 2.10.1. Viaje 1

#### 2.10.1.1. Ensayo N°1 Carril derecho km 0+000 hasta el km 1+600

**Tabla 35.**

#### *Resultados del carril derecho*

N° Tramos	PROGRESIVA		DETALLES		RUGOSIDAD	
	Inicial (Km)	Final (Km)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)	R (eIRI)	Desv. R (eIRI)
01	0+000	0+400	400	38.76	3.32	2.488
02	0+400	0+800	400	32.57	1.80	1.915
03	0+800	1+200	400	27.25	5.73	1.453
04	1+200	1+600	400	30.39	1.08	0.76

*Nota. En esta tabla de resumen del carril derecho tenemos cuatro muestras de 400 m; donde R y Desv. R son la rugosidad y la desviación típica de la rugosidad.*

### 2.10.1.2. Ensayo N°2 carril medio km 0+0000 hasta el km 1+600

**Tabla 36.**

*Resultados del carril medio*

N° Tramos	PROGRESIVA		DETALLES		RUGOSIDAD	
	Inicial (Km)	Final (Km)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)	R (eIRI)	Desv. R (eIRI)
01	0+000	0+400	400	38.00	1.44	2.045
02	0+400	0+800	400	37.44	1.51	2.510
03	0+800	1+200	400	28.88	1.99	2.193
04	1+200	1+600	400	48.77	1.88	3.675

*Nota. En esta tabla de resumen del carril medio tenemos cuatro muestras de 400 m; donde R y Desv. R son la rugosidad y la desviación típica de la rugosidad.*

### 2.10.1.3. Ensayo N°3 Carril izquierdo km 0+000 hasta el km 1+600

**Tabla 37.**

*Resultados de carril izquierdo*

N° Tramos	PROGRESIVA		DETALLES		RUGOSIDAD	
	Inicial (Km)	Final (Km)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)	R (eIRI)	Desv. R (eIRI)
01	0+000	0+400	400	45.29	3.25	2.523
02	0+400	0+800	400	44.61	2.50	2.040
03	0+800	1+200	400	42.63	1.64	1.568
04	1+200	1+600	400	42.50	2.11	2.178

*Nota. En esta tabla de resumen del carril izquierdo tenemos cuatro muestras de 400 m; donde R y Desv. R son la rugosidad y la desviación típica de la rugosidad.*



## 2.10.2. Viaje 2

### 2.10.2.1. Ensayo N°1 Carril derecho km 0+000 hasta el km 1+600

**Tabla 38.**

#### Resultados del carril derecho

N° Tramos	PROGRESIVA		DETALLES		RUGOSIDAD	
	Inicial (Km)	Final (Km)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)	R (eIRI)	Desv. R (eIRI)
01	0+000	0+400	400	45.43	4.18	2.020
02	0+400	0+800	400	33.11	2.24	1.923
03	0+800	1+200	400	28.31	4.44	2.325
04	1+200	1+600	400	29.30	1.33	0.592

*Nota. En esta tabla de resumen del carril derecho tenemos cuatro muestras de 400 m ; donde R y Desv. R son la rugosidad y la desviación típica de la rugosidad.*

### 2.10.2.2. Ensayo N°2 Carril medio km 0+000 hasta el km 1+600

**Tabla 39.**

#### Resultados del carril medio

N° Tramos	PROGRESIVA		DETALLES		RUGOSIDAD	
	Inicial (Km)	Final (Km)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)	R (eIRI)	Desv. R (eIRI)
01	0+000	0+400	400	48.66	1.61	2.365
02	0+400	0+800	400	39.59	2.39	2.428
03	0+800	1+200	400	38.54	3.72	2.923
04	1+200	1+600	400	42.38	2.43	2.248

*Nota. En esta tabla de resumen del carril medio tenemos cuatro muestras de 400 m; donde R y Desv. R son la rugosidad y la desviación típica de la rugosidad.*

### 2.10.2.3. Ensayo N°3 Carril izquierdo km 0+000 hasta el km 1+600

**Tabla 40.**

*Resultados del carril izquierdo*

N° Tramos	PROGRESIVA		DETALLES		RUGOSIDAD	
	Inicial (Km)	Final (Km)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)	R (eIRI)	Desv. R (eIRI)
01	0+000	0+400	400	41.31	2.53	3.265
02	0+400	0+800	400	48.74	2.44	3.768
03	0+800	1+200	400	26.85	1.44	1.408
04	1+200	1+600	400	29.40	1.68	1.595

*Nota. En esta tabla de resumen del carril izquierdo tenemos cuatro muestras de 400 m; donde R y Desv. R son la rugosidad y la desviación típica de la rugosidad.*

### 2.10.3. Importación de datos de pruebas de campo

#### 2.10.3.1. Interpretación del método Merlin y el método tecnológico del software Roadroid

#### 2.10.3.2. Carril derecho

**Tabla 41.**

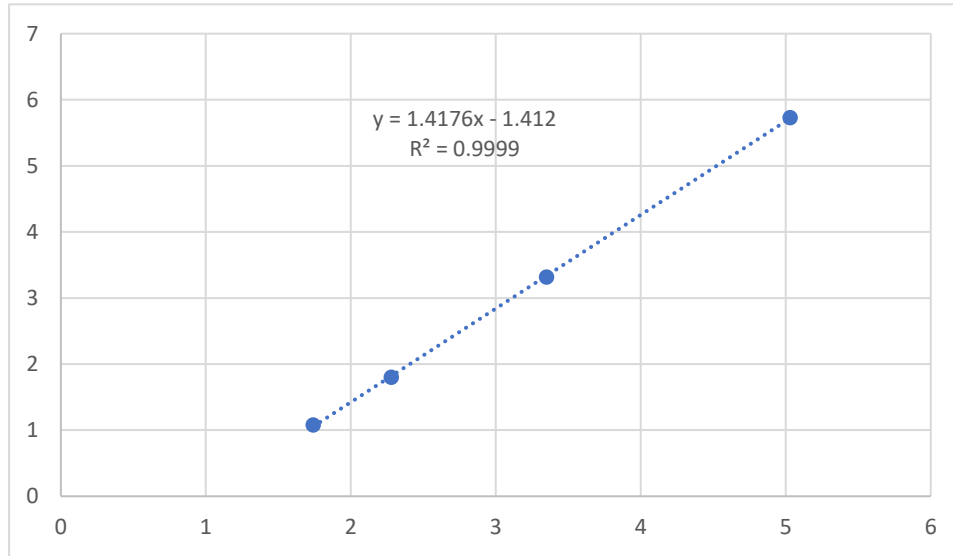
*Tabla comparativa entre Merlin y Roadroid-carril derecho*

PROGRESIVA		MERLIN	VIAJE 1		VIAJE 2	
INICIO (Km)	FIN (Km)	IRI (m/km)	eIRI (m/km)	VARIACIÓN (%)	eIRI (m/km)	VARIACIÓN (%)
0 + 000	0 + 400	3.35	3.32	0.90%	4.18	25.90%
0 + 400	0 + 800	2.28	1.80	21.05%	2.24	24.44%
0 + 800	1 + 200	5.03	5.73	13.92%	4.44	22.51%
1 + 200	1 + 600	1.74	1.08	37.93%	1.33	23.15%

*Nota. En dicha tabla, tenemos un 0.90% de variación. Esta variación se calcula comparando el valor del eIRI de cada viaje por carretera con el IRI adquirido con el Merlin. la formula usada fue:  $|(eIRI/IRI)-1| \times 100$ , reemplazando los valores  $|(3.32/3.35)-1| \times 100$ .*

**Figura 46**

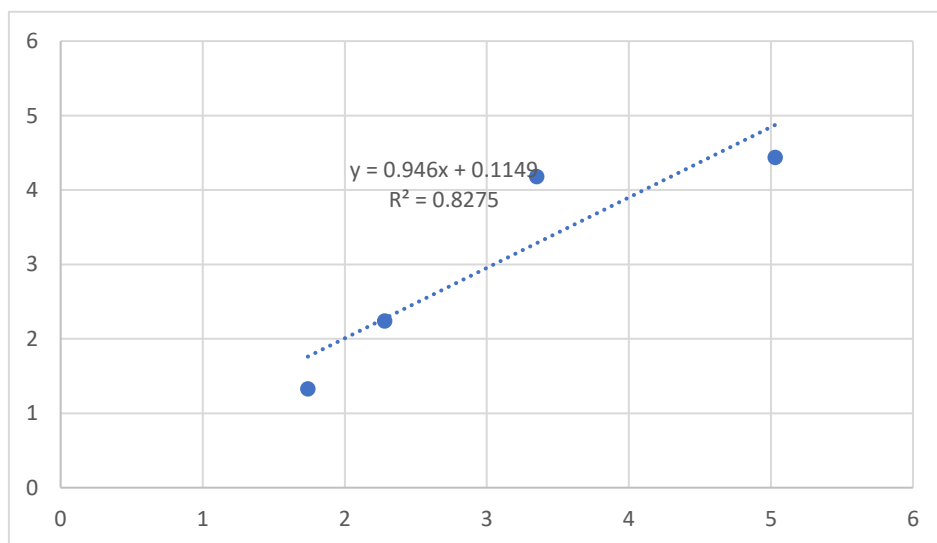
*Gráfico de dispersión IRI vs eIRI, carril derecho-Viaje 1*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 47**

*Gráfica de dispersión IRI vs eIRI, carril derecho-viaje 1*



Fuente: Elaboración Propia.

En los gráficos de dispersión mostrados, se utilizó la regresión lineal para mostrar la línea que mejor se adapta a la nube de puntos y calcular el coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>). Asimismo, la pendiente de la línea es indicativa de una asociación positiva. Con valores comprendidos entre 0,999 y 0,825, entendiéndose que cuanto más se aproxime el valor de R<sup>2</sup> a 1, más estrecha será la relación entre el IRI y el eIRI.

### 2.10.3.3. Carril medio

**Tabla 42.**

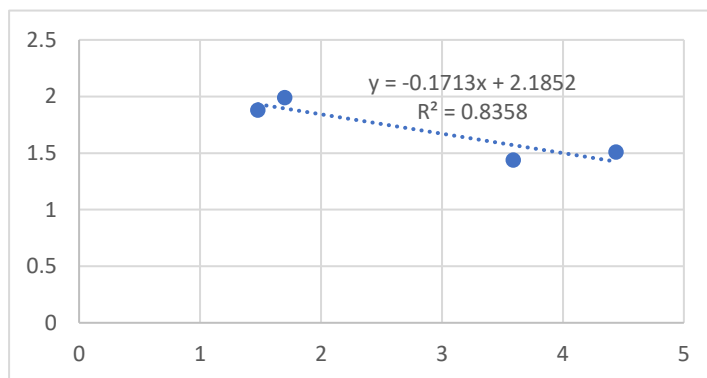
*Cuadro comparativo entre Merlin y Roadroid-carril medio*

PROGRESIVA		MERLIN	VIAJE 1		VIAJE 2	
INICIO	FIN	IRI	eIRI	VARIACIÓN	eIRI	VARIACIÓN
(Km)	(Km)	(m/km)	(m/km)	(%)	(m/km)	(%)
0 + 000	0 + 400	3.59	1.44	59.89%	1.61	55.15%
0 + 400	0 + 800	4.44	1.51	65.99%	2.39	46.17%
0 + 800	1 + 200	1.70	1.99	17.06%	3.72	118.82%
1 + 200	1 + 600	1.48	1.88	27.03%	2.43	64.19%

*Nota. En dicha tabla, tenemos un 118.82% de variación. Esta variación se calcula comparando el valor del eIRI de cada viaje por carretera con el IRI adquirido con el Merlin, la formula usada fue:  $|(eIRI/IRI)-1| \times 100$ , reemplazando los valores  $|(3.72/1.70)-1| \times 100$ .*

**Figura 48**

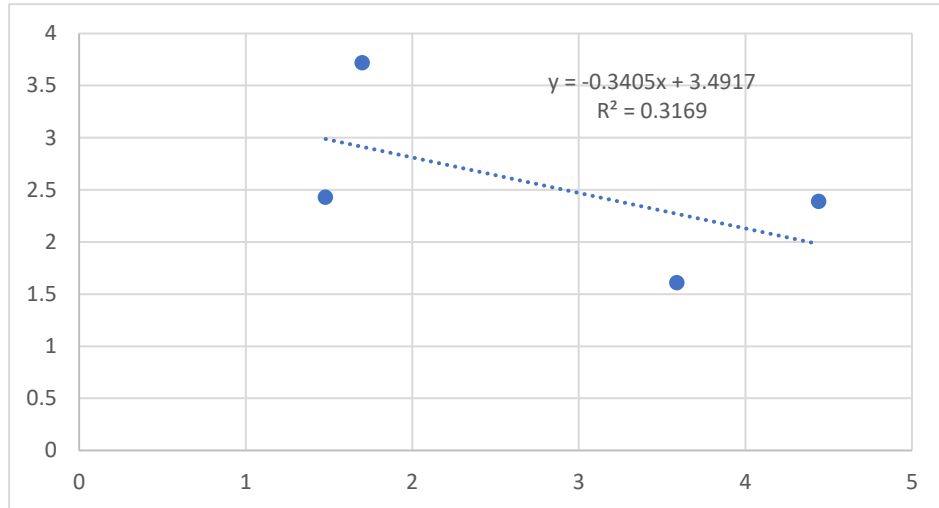
*Gráfico de dispersión IRI vs eIRI, carril medio-viaje 2*



*Fuente: Elaboración Propia.*

**Figura 49**

*Gráfico de dispersión IRI vs eIRI, carril medio-viaje*



*Fuente: Elaboración Propia.*

En los gráficos de dispersión proporcionados se utilizó la regresión lineal para ilustrar la línea que mejor se adaptaba a la nube de puntos y determinar el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). El término "ecosistema" se refiere a un grupo de personas que trabajan en el sector de la construcción. Teniendo en cuenta que la asociación entre el IRI y el eIRI es más fuerte cuanto más se acerca el valor  $R^2$  a 1, los valores son 0,0048, 0,3169 y 0,8358.

### 2.10.3.4. Carril Izquierda

**Tabla 43.**

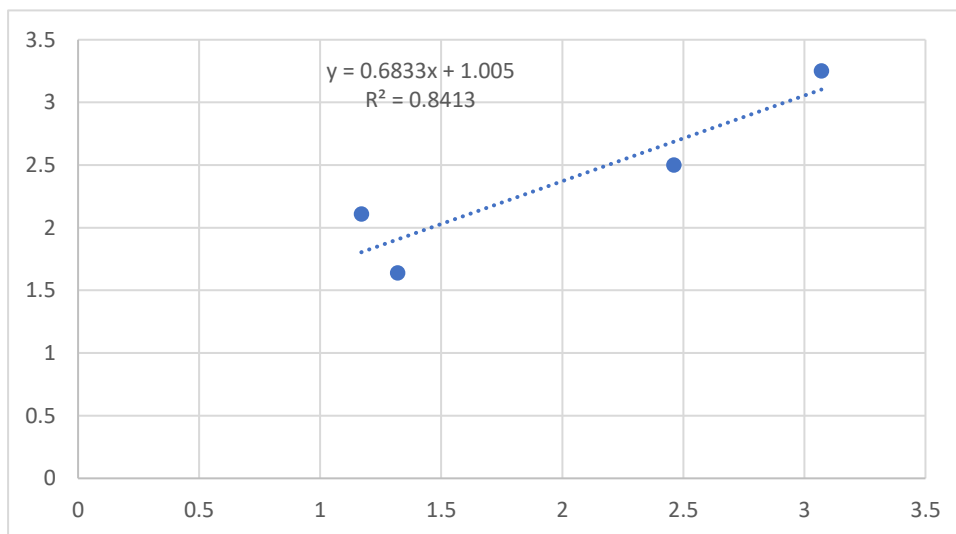
*Cuadro comparativo entre Merlin y Roadroid-Carril Izquierdo.*

PROGRESIVA		MERLIN	VIAJE 1		VIAJE 2	
INICIO (Km)	FIN (Km)	IRI (m/km)	eIRI (m/km)	VARIACIÓN (%)	eIRI (m/km)	VARIACIÓN (%)
0 + 000	0 + 400	3.07	3.25	5.86%	2.53	17.59%
0 + 400	0 + 800	2.46	2.5	1.63%	2.44	0.81%
0 + 800	1 + 200	1.32	1.64	24.24%	1.44	9.09%
1 + 200	1 + 600	1.17	2.11	80.34%	1.68	43.59%

Nota. En dicha tabla, tenemos un 80.334% de variación. Esta variación se calcula comparando el valor del eIRI de cada viaje por carretera con el IRI adquirido con el Merlin, la formula usada fue:  $|(eIRI/IRI)-1| \times 100$ , reemplazando los valores  $|(2.84/3.59)-1| \times 100$ .

**Figura 50**

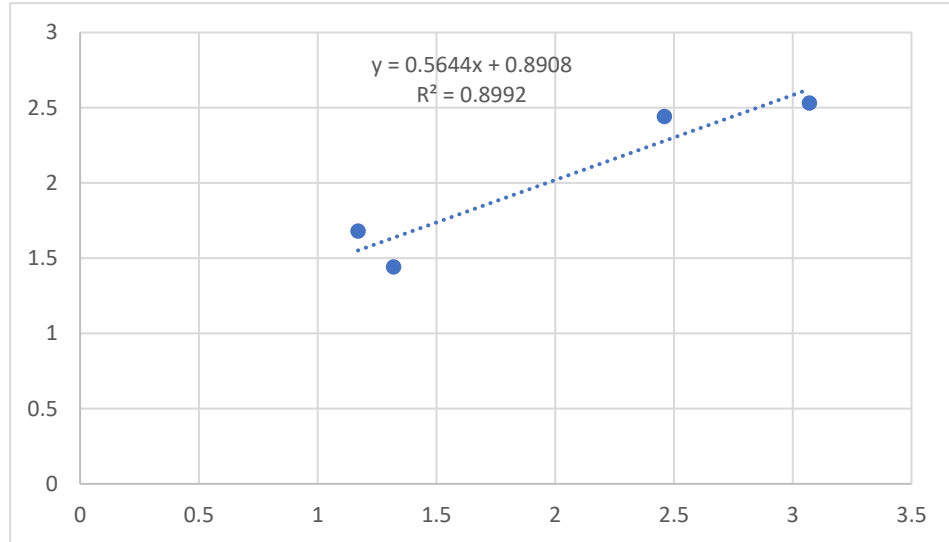
*Gráfico de dispersión IRI vs eIRI, carril Izquierdo-viaje 3*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 51**

*Gráfico de dispersión IRI vs eIRI, Carril izquierdo-Viaje 2*



*Fuente: Elaboración Propia.*

En los gráficos de dispersión mostrados, se utilizó la regresión lineal para mostrar la línea que mejor se ajustaba a la nube de puntos y calcular el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). Asimismo, la pendiente de la recta es indicativa de una asociación positiva. Con valores de 0,8413 y 0,8992; considerando que cuanto más se acerca el valor de  $R^2$  a 1, más estrechamente conectados están el IRI y el eIRI.

## Obtención de la rugosidad en cada viaje con el método tecnológico del software

### Roadroid

**Tabla 44.**

*Resumen de viajes obtenidos con la aplicación Roadroid*

	CARRIL	Tramos	eIRI P	Desviación eIRI	Vp	Desviación V
VIAJE 1	DERECHO (DER.)	4	3.29	1.905	32.24	4.863
	MEDIO (MED.)	4	2.34	0.70	38.27	8.148
	IZQUIERDO (IZQ.)	4	2.08	0.291	39.57	4.029
VIAJE 2	DERECHO (DER.)	4	3.14	1.376	36.81	6.235
	MEDIO (MED.)	4	1.71	0.271	37.06	3.294
	IZQUIERDO (IZQ.)	4	2.38	0.681	42.53	3.679

*Nota. En la tabla de resumen de viajes, se muestran el eIRI<sub>p</sub> (índice medio de rugosidad internacional estimado), la V<sub>p</sub> (velocidad media) y la desviación típica de la velocidad de cada carril a lo largo de su recorrido.*

## Obtención de la Serviciabilidad en cada viaje con el método tecnológico del software

### Roadroid

**Tabla 45.**

*Cuadro comparativo entre Merlin y Roadroid-Carril Izquierdo*

	CARRIL	Ensayo	IRI P	PSI	Clasificación
VIAJE 1	DERECHO (DER.)	4	3.29	2.75	Regular
	MEDIO (MED.)	4	2.34	3.27	Buena
	IZQUIERDO (IZQ.)	4	2.08	3.43	Buena
VIAJE 2	DERECHO (DER.)	4	3.14	2.83	Regular
	MEDIO (MED.)	4	1.71	3.66	Buena
	IZQUIERDO (IZQ.)	4	2.38	3.24	Buena
	DER. + MED. + IZQ.	24	2.49	3.20	Buena



## Interpretación de carriles por el método Merlín y el método tecnológico del software

### Roadroid

#### a) Carril derecho

**Tabla 46.**

*Tabla comparativa entre Merlín y Roadroid-Carril derecho*

PROGRESIVA		MERLIN	VIAJE 1		VIAJE 2	
INICIO	FIN	IRI	eIRI	VARIACIÓN	eIRI	VARIACIÓN
(Km)	(Km)	(m/km)	(m/km)	(%)	(m/km)	(%)
0 + 000	0 + 400	3.35	3.25	2.99%	1.69	49.55%
0 + 400	0 + 800	2.28	3.08	35.09%	2.24	1.75%
0 + 800	1 + 200	5.03	5.73	13.92%	4.18	16.90%
1 + 200	1 + 600	1.74	1.08	37.93%	4.44	155.17%

*Nota. En dicha tabla, tenemos un 50.15% de variación. Esta variación se calcula comparando el valor del eIRI de cada viaje por carretera con el IRI adquirido con el Merlín, la formula usada fue:  $|(eIRI/IRI)-1| \times 100$ , reemplazando los valores  $|(2.67/3.35)-1| \times 100$ .*

Como podemos observar en nuestra tabla actual, encontramos variaciones, la cual, la mayor variación es en la progresiva 0+000 - 0+400 entre el IRI y eIRI, esto es a causa de que el método tecnológico del software Roadroid tiene problemas en llegar a su velocidad adecuada, siendo esto desfavorable, por las intersecciones y tráfico del estudio, ya que es una calle muy transitada.

**b) Carril Medio**
**Tabla 47.**
***Tabla comparativa entre Merlin y Roadroid-Carril medio***

PROGRESIVA		MERLIN	VIAJE 1		VIAJE 2	
INICIO	FIN	IRI	eIRI	VARIACIÓN	eIRI	VARIACIÓN
(Km)	(Km)	(m/km)	(m/km)	(%)	(m/km)	(%)
0 + 000	0 + 400	3.59	1.84	48.75%	1.44	59.89%
0 + 400	0 + 800	4.44	2.55	42.57%	1.51	65.99%
0 + 800	1 + 200	1.70	3.23	90.00%	1.99	17.06%
1 + 200	1 + 600	1.48	1.72	16.22%	1.88	27.03%

*Nota. En dicha tabla, tenemos un 118.82% de variación. Esta variación se calcula comparando el valor del eIRI de cada viaje por carretera con el IRI adquirido con el Merlin, la formula usada fue:  $|(eIRI/IRI)-1| \times 100$ , reemplazando los valores  $|(3.72/1.70)-1| \times 100$ .*

Como podemos observar en nuestra tabla actual, encontramos medias variaciones, la cual, la mayor variación es en la progresiva 0+800 - 1+200 entre el IRI y eIRI, esto es a causa de que el método Merlin y el método tecnológico del software Roadroid tiene problemas en llegar a su velocidad adecuada, siendo esto desfavorable, por las intersecciones y tráfico del estudio, ya que es una calle muy transitada.

c) **Carril Izquierdo**

**Tabla 48.**

***Tabla comparativa entre Merlin y Roadroid-Carril Izquierdo***

PROGRESIVA		MERLIN	VIAJE 1		VIAJE 2	
INICIO	FIN	IRI	eIRI	VARIACIÓN	eIRI	VARIACIÓN
(Km)	(Km)	(m/km)	(m/km)	(%)	(m/km)	(%)
0 + 000	0 + 400	3.07	2.38	22.48%	3.25	5.86%
0 + 400	0 + 800	2.46	1.79	27.24%	2.50	1.63%
0 + 800	1 + 200	1.32	1.88	42.42%	1.64	24.24%
1 + 200	1 + 600	1.17	2.28	94.87%	2.11	80.34%

*Nota. En dicha tabla, tenemos un 94.87% de variación. Esta variación se calcula comparando el valor del eIRI de cada viaje por carretera con el IRI adquirido con el Merlin, la formula usada fue:  $|(eIRI/IRI)-1| \times 100$ , reemplazando los valores  $|(2.84/3.59)-1| \times 100$ .*

Como podemos observar en nuestra tabla actual, encontramos medias variaciones, la cual, la mayor variación es en la progresiva 1+200 - 1+600 entre el IRI y eIRI, esto es a causa de que el método Merlin y el método tecnológico del software Roadroid tiene problemas en llegar a su velocidad adecuada, siendo esto desfavorable, por las intersecciones y tráfico del estudio, ya que es una calle muy transitada.

## 2.11. Resumen del total de los dos carriles en comparación con el método de Merlin y método con el software Roadroid

**Tabla 49.**

*Cuadro de resumen final del IRI vs eIRI.*

CARRIL	MERLIN	VIAJE 1		VIAJE 2			
	IRI p	eIRI p	%	R <sup>2</sup>	eIRI p	%	R <sup>2</sup>
DERECHO	3.10	3.29	0.	0.999	3.14	1.21	0.8275
MEDIO	2.80	2.34	16.68	0.835	1.71	39.16	0.3169
IZQUIERDO	2.01	2.08	3.87	0.8413	2.38	18.45	0.8992

*Nota. Los datos, IRIp es el índice de rugosidad internacional medio, eIRIp es el índice de rugosidad estimado medio, % es el cambio porcentual y R<sup>2</sup> es el coeficiente de determinación.*

**Tabla 50.**

*Cuadro de resumen final del PSI con el método tecnológico Roadroid y el método Merlin*

CARRIL	MERLIN	VIAJE 1		VIAJE 2	
	PSI	PSI	%	PSI	%
DERECHO	2.19	2.75	5.50%	2.83	2.75%
MEDIO	3.33	3.27	1.80%	3.66	9.91%
IZQUIERDO	3.59	3.43	4.46%	3.24	9.75%

Como se observa en la tabla presentada, tenemos una similitud de datos en el IRI y eIRI, en el carril derecho contamos con una rugosidad de 3.10 m/km con el método Merlin y con el método Roadroid tenemos 2 viajes, en el primero con una rugosidad de 3.29 m/km, en el segundo viaje 2.31 m/km y en el tercero 3.14 m/km, lo cual concluimos que se da una variación mínima de 5.97% en el viaje uno y 1.21% en el viaje tres con un R<sup>2</sup> de valores: 0.9036, 0.5764 y 0.6372; en el carril medio contamos con una rugosidad de 2.8 m/km con el método Merlin y con el método Roadroid tenemos 2 viajes, en el

primero con una rugosidad de 2.34 m/km , en el segundo viaje 2.54 m/km y en el tercero 1.71 m/km, lo cual concluimos que se da una variación mínima de 16.68% en el viaje uno y 9.46% en el viaje dos con un  $R^2$  de valores: 0.048, 0.3169 y 0.8358; ; en el carril derecho contamos con una rugosidad de 2.01 m/km con el método Merlín y con el método Roadroid tenemos 2 viajes, en el primero con una rugosidad de 2.34 m/km , en el segundo viaje 2.54 m/km y en el tercero 2.38 m/km, lo cual concluimos que se da una variación mínima de 3.87% en el viaje uno y 0.87% en el viaje dos con un  $R^2$  de valores: 0.9036, 0.5764 y 0.6372; estos valores son considerados confiables ya que tienden a acercarse a la unidad del  $R^2$  .en la cual guardarán una buena relación con el IRI y con el eIRI.

### **Evaluación de costos y rendimiento**

Para la toma de datos en campo con el Equipo Merlín de 1.6 km de longitud del pavimento flexible en estudio; se ejecutó el procedimiento con una cuadrilla de cinco personas, que estaba conformada por un supervisor, un operario, un auxiliar, dos vigías, con una duración de cuatro días en campo y uno en gabinete, en total cinco días de duración, trabajando ocho horas diarias, lo que hace un total de cuarenta horas de trabajo.

Así mismo, la toma de datos con el Roadroid de los 1.6 km de longitud del pavimento flexible, se ejecutó con dos personas; con un operador que conduce el vehículo a una velocidad de 40km/h y un supervisor que manipula el Roadroid, efectuándose el trabajo en dos horas. Posteriormente se muestra en la tabla N°61, se realizará una comparación con los diferentes datos del proyecto para relacionar al rendimiento de los equipos.

**Tabla 51.**

***Cálculo del rendimiento***

	<b>Equipo Merlín</b>	<b>Software Roadroid</b>
Cuadrilla	1.00	1.00
Numero de persona	5.00	2.00
Longitud de muestreo (Km)	1.6	1.6
Horas de muestreo	40.00	2.00
Rendimiento (Km/h)	<b>0.04</b>	<b>0.80</b>

*Nota. En la presente tabla se observa que con el Equipo Merlín solo se puede recorrer 0.04km de pavimento flexible es decir 40 m en una hora, en cambio con el Software Roadroid se recorre 0.80km; es decir 800m de pavimento en una hora.*

**Evaluación económica**

Se muestra la evaluación económica entre ambos métodos, con la finalidad de diferenciar que tan beneficioso es emplear el Software Roadroid para determinar la rugosidad del pavimento flexible, así mismo, se compara los precios unitarios (PU).

**Software Roadroid**

La siguiente cotización nos envió la empresa, para adquirir el Software Roadroid en la cual se indican los precios en dólares por cada licencia comprada mensualmente. De igual forma se visualiza que el precio baja a medida que incrementa el número de licencias o la duración de la suscripción. En nuestro trabajo de investigación hemos optado por el menor de los casos tanto en licencia como suscripción, una licencia en tres meses, el precio mensual fue de \$300 dólares siendo este su equivalente de S/1,185 soles Cotización Roadroid. Así como se puede apreciar en la “**figura N°34**”.

**Figura 52**

*Cotización de los costos del Roadroid*

# Pricelist

Updated Nov. 2019



The prices are indicated in USD **per month** for each number of license purchased. The price decreases as the number of licenses or duration of the subscription increases. With higher number of licenses - please contact us for an exclusive quotation.

**Services included in price:**

- \* Unlimited Road Survey/IRI data collection + Photos/Video by Roadroid App.
- \* Cloud Service and Road Data Management System.
- \* User guide and support via e-mail and eventually by Skype/Teams.

Number of Roadroid Licenses	Subscription Period				
	3 Months	6 Months	1 Year	2 Years	3 Years
1	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 250.00	\$ 220.00	\$ 200.00
2	\$ 300.00	\$ 290.00	\$ 240.00	\$ 210.00	\$ 190.00
3	\$ 300.00	\$ 280.00	\$ 230.00	\$ 200.00	\$ 180.00
4	-	\$ 270.00	\$ 220.00	\$ 190.00	\$ 170.00
5	-	\$ 260.00	\$ 210.00	\$ 180.00	\$ 160.00
6	-	-	\$ 200.00	\$ 170.00	\$ 150.00
7	-	-	\$ 190.00	\$ 160.00	\$ 140.00
8	-	-	\$ 180.00	\$ 150.00	\$ 130.00
9	-	-	\$ 170.00	\$ 140.00	\$ 120.00
10	-	-	\$ 160.00	\$ 130.00	\$ 110.00
More than 10	-	-	\$ 140.00	\$ 100.00	\$ 100.00
More than 15	-	-	\$ 120.00	\$ 100.00	\$ 100.00
More than 20	-	-	\$ 110.00	\$ 100.00	\$ 100.00
More than 25	-	-	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00

Please feel free to contact us for further information about the prices and assistance in selecting the right price and right number of the license correspondent to your needs.

[www.roadroid.com](http://www.roadroid.com)

*Fuente: Roadroid.*

El tramo de estudio cuenta con una longitud de 1.6 km y dando uso el Software Roadroid para una sola ida, la cual implica un precio de \$3.33 dólares, convirtiéndole en soles con el tipo de cambio 3.95 sería S/13.17 nuevos soles. En la siguiente tabla se presenta los gastos realizados.

**Tabla 52.**

*Análisis de costo para el ensayo de Roadroid*

N°	Ítem	Cantidad	Unidad	Parcial S/	Total S/
1	Roadroid	1.0	día	13.17	13.17
2	Gasolina ida y vuelta para el vehículo	1.0	día	80	80
3	Operario	1.0	día/Hombre	80.50	80.50
	Auxiliar	1.0	día/Hombre	56.80	56.80
4	Trabajo Gabinete	1.0	día/Hombre	56.80	56.80
5	Viáticos	2.0	día	30	60
				<b>total</b>	<b>347.27</b>

*Fuente: Propia.*

Por lo tanto:

	PU(dólares/km)	PU(Soles/km)
<b>Roadroid</b>	54.95	217.04



**Equipo Merlín**

En la presente boleta de venta electrónica de la empresa JMR EQUIPOS S.A.C, con RUC:20566329728, esta cotiza el precio del equipo de Merlín a S/991.53 nuevos soles y si a ello le sumamos el 18% de IGV el monto total presupuestado sería de S/1,170.00 nuevos soles y en dólares, con el tipo de cambio de 3.95 sería igual a \$296.20 dólares. así mismo, el proyecto cuenta con una extensión de 1.6 km. Así como se muestra la “figura N°35”.

**Figura 53**

*Boleta electrónica del Equipo Merlin.*

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
AV.A NRO. 159 LOTE 08 A.H. SAN MARTIN - LOS OLIVOS  
LOS OLIVOS - LIMA - LIMA

RUC: 20566329728  
**BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA**  
Nro. B001-0000009

**Cliente:** Yeri Dalmira Morales Silverio  
**DNI:** 74233438  
**Dirección:** Mz. E.L.T. 14 Los Nogales 1 - Lima, Ima, San Martín de Porres.  
**Ciudad:** SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA

**Moneda:** SOLES      **IGV:** 18.00 %  
**Condición de Pago:** CREDITO-DEPOSITO

Fecha de Emisión:	Forma de Pago:	Orden de Compra:	Fecha de Vencimiento:	N° Guia de Remisión:
07-jun-2022			08-jun-2022	

CODIGO	CANT	UNID.	DESCRIPCION	V. UNIT.	DISCTO	V. VENTA
	1	UNID	Equipo MERLIN Para Rugosidad - PALIO- Fabricado en acero de alta resistencia acabado en pintura gris - Rueda bicicleta de caucho - Púñes ajustables en altura - Formato hoja de discos - Páedra Calibrada De Aluminio 5 mm esp. - Distancia entre puntas	991.526	0.00	991.53

**OBSERVACIONES:**  
SEGUN PROFORMA: 752-220

OP. GRAVADAS	S/ 991.53
OP. INAFECTAS	S/ 0.00
OP. EXONERADAS	S/ 0.00
OP. EXPORTACION	S/ 0.00
TOTAL OP. GRATUITAS	S/ 0.00
DISCTO. TOTALES	S/ 0.00
SUB TOTAL	S/ 991.53
ICBPER	S/ 0.00
ISC	S/ 0.00
IGV	S/ 178.47
OTROS CARGOS	S/ 0.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 1.170.00</b>

SON MIL CIENTO SETENTA Y NOVENO SOLES



Operador de Servicios Electrónicos  
según Resolución N° 034-005-0008776

Representación impresa de la boleta de venta electrónica, consulte en [www.efact.pe](http://www.efact.pe)  
Autorizado mediante la Resolución de Intendencia N° 0340050004177/SUNAT


1 de 1

Fuente: JMR Equipos SAC.

**Tabla 53.**
***Análisis de costos para el ensayo de Merlín.***

N°	Ítem	Cantidad	Unidad	Parcial S/	Total S/
1	Equipo Merlín	1.0	día	1170	1,170
2	Gasolina ida y vuelta para el vehículo	1.0	día	80	80
3	Supervisor	0.5	día/Hombre	126.30	63.15
	Operario	1.0	día/Hombre	80.50	80.50
	Auxiliar	1.0	día/Hombre	56.80	56.80
	vigías	1.0	día/Hombre	56.80	56.80
4	Trabajo Gabinete	1.0	día/Hombre	56.80	56.80
5	Viáticos	5.0	días	30	150
				<b>total</b>	<b>1,714.05</b>

**Nota:** se aprecia en la tabla a detalle el costo total, para realizar el ensayo Merlín.

Por lo tanto, podemos deducir el Precio Unitario:

	PU (dólares/km)	PU(Soles/km)
<b>Equipo Merlín</b>	271.21	1,071.28

Por último, en los ensayos de nuestra investigación se analizó los costos por kilómetro, donde el Software Roadroid presenta el PU de 217.04 soles/km, así mismo, la empresa JMR EQUIPOS S.A.C que elaboro la cotización del equipo Merlín, a un precio unitario de 1,071.28 soles/km, debido a ello podemos mencionar que existe una rentabilidad de 79.74%.

## **Evaluación de tiempo**

Para nuestro trabajo de investigación se elaboró el diagrama de Gantt para facilitar la planificación de las actividades. con la finalidad de llevar un control adecuado de cada actividad a realizar durante el ensayo Software Roadroid y el Equipo Merlin. En la cual se empezó como primer paso:

02 de julio- 04 de julio: se adquirió el Equipo Merlin, que tuvo una duración de tres días.

04 de julio-04 de julio: se realizó el reconocimiento del pavimento flexible en el distrito de Lince, Lima-2022.

05 de julio- 06 de julio: se solicitó permiso a la municipalidad con la finalidad de realizar los ensayos con el Software Roadroid y Equipo Merlin en sus pavimentos.

06 de julio-06 de julio: se asignó las tareas correspondientes para realizar los ensayos. En la cual tuvo una duración de un día.

## **ENSAYO MERLIN**

- a) 07 de julio- 07 de julio: se realizó el traslado del Equipo de Merlin, así mismo, se realizó la calibración de este.
- b) 08 de julio-08 de julio: se realizó la toma de datos del carril derecho.
- c) 09 de julio-09 de julio: se realizó la toma de datos del carril medio.
- d) 10 de julio- 10 de julio: se realizó la toma de datos del carril izquierdo.
- e) 11 de julio-11 de julio: se ejecutó el procesamiento de datos en gabinete, que tuvo la duración de un día.

## **ENSAYO CON EL SOFTWARE ROADROID**

a) 23 de julio- 23 de julio: se realizó la ubicación del punto y toma de datos. También, se procesó la información y resultados. Que tuvo una duración de un día.

b) 24 de julio- 24 de julio: se cumplió con los objetivos propuestos del proyecto.

Los hitos o también llamadas barras de tiempo hacen referencia a la duración de una actividad de principio a fin, en la cual en nuestro diagrama de Gantt de nuestro trabajo de investigación el ensayo del Equipo Merlin tuvo una duración de seis días, en cambio, el ensayo Software Roadroid tuvo una duración de dos días.

## **Evaluación de plan de seguridad**

Para el trabajo de investigación hicimos un Plan de Seguridad para ambos métodos que tenemos que establecer las directrices de ejecución y comportamiento frente a los diferentes trabajos a realizar durante el período de duración de la evaluación funcional, a fin de identificar los peligros y riesgos que se puedan presentar con el fin de evitar posibles accidentes laborales, enfermedades profesionales y daños a terceros, analizando las distintas unidades que componen la evaluación.

El presente plan proporcionará las directrices básicas, para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos en la seguridad y salud de los trabajadores, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo de la norma G.050 Seguridad durante la Construcción del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por D.S N° 001-2006-VIVIENDA del 08 de Mayo del 2006, cuyo ámbito de aplicación es la prevención de riesgos ocupacionales de los trabajadores que laboran en obras de construcción civil. Así como también de las Disposiciones consideradas en la Especificaciones, que está referida al desarrollo y ejecución de los Planes de Seguridad.

Con el método del software Roadroid y el Merlin se necesitar hacer una inspección de seguridad de acuerdo a lo siguiente:

a) **Inspecciones de Seguridad**

Se Implementará un registro de inspección y control de instalaciones/equipos, obteniendo un diagnóstico para aceptar su utilización o recomendar las mejoras correspondientes, en caso de rechazo. Estará a cargo de los Supervisores y en algunos casos del jefe de brigada. Las Inspecciones, son un Instrumento que permite descubrir los problemas y evaluar sus riesgos antes que ocurran los incidentes y otras pérdidas. La municipalidad deberá aplicar las inspecciones en 2 grandes clases:

- Inspecciones Planificadas
- Inspecciones Inopinadas.

**Alcance de Inspecciones Planificadas**

- Para Herramientas Manuales y de Poder Portátiles
- Maquinas-Herramientas
- EPP
- Elementos de Tracción (Amortiguadores de vehículo)
- Elementos Auxiliares (Botiquín)

Para efectos de las inspecciones se deberá tener en cuenta lo reglamentado en el D.S. N° 005-2012-TR, el D.S. 050-2013-TR y la norma G 050 Seguridad Durante la Construcción.

**b) Responsabilidades en la implementación y ejecución del plan****Del Ingeniero Supervisor:**

- Es el líder y primer responsable de la seguridad y del mantenimiento de las condiciones seguras en la evaluación funcional del pavimento.
- Velar por el cumplimiento del Plan de Seguridad e Higiene Ocupacional para la obra, de las políticas y normas establecidas por la municipalidad durante el desarrollo de la evaluación, a fin de promover un trabajo seguro.
- Monitorear a su equipo de trabajo con el fin de asegurarse que se tome el máximo de precauciones para controlar los riesgos durante la ejecución.
- Hay que asegurar que todos los trabajadores a su cargo reciban orientación y capacitación sobre el Plan de Seguridad e Higiene Ocupacional para la evaluación funcional.
- Participar en el programa de capacitación y el programa de inspecciones. Dicha participación quedara registrada.
- Proveer los recursos necesarios para el continuo desarrollo del Plan de Seguridad e Higiene Ocupacional para la obra.
- Motivar a su personal de llevar a cabo su rol individual dentro del Plan de Seguridad e Higiene Ocupacional.
- Auditar periódicamente con la participación de los prevencionistas que se encargando implementar las acciones correctivas con el propósito de mantener el estándar de la evaluación.

**Prevencionista:**

- Asesorar y difundir el Plan de Seguridad e Higiene Ocupacional para la obra.
- Difundir las Políticas establecidas.
- Cumplir con las funciones establecidas en el Plan de Seguridad e Higiene Ocupacional para la evaluación funcional del pavimento.
- Velar por el cumplimiento del Plan de Seguridad e Higiene Ocupacional, así como las leyes, normas, políticas y procedimientos establecidos por la municipalidad durante el desarrollo de la evaluación.
- Verificar el cumplimiento de las charlas de inducción y el cumplimiento del ATS, antes de iniciar.
- Reportar al Ingeniero Supervisor los incidentes surgidos.
- Cumplir y mantener el Plan de Inspecciones durante la ejecución de todo el proyecto.
- Mantenerse en estado de observación permanente supervisando el desarrollo de los trabajos y corrigiendo de inmediato, en la medida de lo posible, los actos y condiciones subestándar que pudieran presentarse. En caso de alto riesgo deberá paralizar las operaciones hasta eliminar la situación de peligro.
- Promover un alto grado de conciencia en todo momento por medio de la capacitación.
- Prevenir incidentes y accidentes garantizando el cumplimiento de la identificación de peligros evaluación y control de riesgos previo a la ejecución.
- Velar por el uso y mantenimiento de los equipos de protección personal e implementos de seguridad.

- Asiste y participa con los supervisores en la investigación de todos los Incidentes y Accidentes.
- Asesorar sobre las necesidades de prendas, implementos y equipos de seguridad. Deberá, asimismo, comunicar al Ing. supervisor sobre cualquier retraso en la adquisición de prendas, implementos y equipos de seguridad; así como sobre del incumplimiento de recomendaciones relacionadas al trabajo seguro.
- Autorizar y aprobar las herramientas de gestión para el inicio de las labores y delegar cuando no esté presente en la evaluación funcional.
- Reportar mensualmente, los avances y logros alcanzados del desarrollo del Plan de Seguridad e Higiene Ocupacional para la obra.

### **Trabajadores:**

- Participar en las reuniones de seguridad.
- Deben dar cumplimiento al uso del equipo de protección personal otorgado.
- Elaborar el IPERC y/o ATS dependiendo a las actividades a realizar.
- Cumplir con todas las normas de Seguridad establecidas.
- Reportar cualquier acto o condición subestándar.
- Participar de los simulacros, reuniones y capacitaciones planificadas.



## **Metodología para la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos y Controles**

El IPERC continuo y/o ATS es un documento obligatorio que necesitaremos realizar diariamente antes de la ejecución de las actividades.

El supervisor y prevencionista, para poder realizar el control y eliminar los riesgos deberán seguir la siguiente jerarquía.

1. Eliminación.
2. Reemplazo
3. Controles de ingeniería.
4. Controles Administrativos.
5. Utilización de las EPP (Equipo de Protección Personal) (será la última medida de control)

Los trabajadores deberán:

Participar activamente en la identificación de peligros, evaluación y control de los riesgos asociados a las actividades que realicen.

Conocer los peligros y los riesgos identificados en la actividad a realizar y/o área de trabajo.

Informar al supervisor de área o inmediato superior acerca de un peligro o riesgo, en el área o actividad, que no haya sido identificado y evaluado.

Una vez identificado los peligros, se realizará la evaluación de los riesgos de acuerdo a la matriz.

**Tabla 54.**
***Matriz de evaluación de riesgos.***

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS							
<b>SEVERIDAD</b>	Catastrófico	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>11</b>
	Mortalidad	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>16</b>
	Permanente	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>20</b>
	Temporal	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>23</b>
	Menor	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>25</b>
			<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
			Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda
			<b>PROBABILIDAD / FRECUENCIA</b>				

**Tabla 55.**
***Probabilidad del peligro.***

PROBABILIDAD		CRITERIOS	
		Probabilidad de Frecuencia	Frecuencia de Exposición
Común (muy probable)	A	Sucede excesivamente	Muchas personas son expuestas al día (6 o mas).
Ha sucedido (probable)	B	Ocurre con frecuencia	Moderado (3 a 5) personas expuestas varias veces al día.
	C	Ocurre e vez en cuando	

Podría suceder (posible)			Son pocas personas expuestas al día (1 a 2).
Raro que suceda (poco probable)	D	No ocurre continuamente.asi que no es probable que pase.	Son (3 a 5) personas expuestas ocasionalmente.
Prácticamente imposible que suceda.	E	Difícil que suceda.es decir imposible que ocurra.	Son expuestas minimamente (1 a 2) personas.

**Tabla 56. Consecuencias del peligro.**

SEVERIDAD		CRITERIOS		
		Lesión Personal	Daño a la Propiedad	Daño al Proceso
Catastrófico	1	Varias mortalidades. Varias personas con lesiones permanentes.	Perdidas por un monto superior a US\$ 100,000	Paralización del proceso de más de (01) mes o paralización definitiva.
Mortalidad	2	Una mortalidad. Estado vegetal.	Perdidas por un monto entre US\$ 10,000 y US\$ 100,000	Paralización del proceso de más de una (01) semana y menos de (01) mes.
Permanente	3	Lesiones que incapacitan a la persona en su actividad normal de por vida. Enfermedades ocupacionales avanzadas o crónicas.	Perdidas por un monto entre US\$ 5,000 y US\$ 10,000	Paralización del proceso de más de un (01) día hasta una (01) semana.
Temporal	4	Lesiones que incapacitan a la persona temporalmente. Lesiones por posición ergonómica	Perdidas por un monto entre US\$ 1,000 y US\$ 5,000	Paralización de un (01) día.

**Tabla 57.**
***Valorización del riesgo.***

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE CORRECCIÓN
<b>ALTO</b>	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paraliza los trabajos operacionales en la labor	0-24 HORAS
<b>MEDIO</b>	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera de manera inmediata	0-72 HORAS
<b>BAJO</b>	Este riesgo puede ser tolerable	1 MES

**CAPACITACION Y SENSIBILIZACION DEL PERSONAL DE OBRA**

Nuestro programa de capacitación y sensibilización es el elemento de soporte más importante dentro del Plan de seguridad.

Básicamente permitimos cumplir con los siguientes objetivos:

Crear conciencia en el personal de la importancia que tiene el cumplir con los planes, procedimientos, estándares, instrucciones y requerimientos, así como de las consecuencias de su incumplimiento.

Divulgar y explicar los roles y responsabilidades del personal en relación al cumplimiento de los elementos del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Proporcionar el entrenamiento requerido para asegurar la competencia del personal en la aplicación de los estándares e instrucciones que puedan tener impacto en relación a la prevención en el sitio de trabajo.

Capacitar y entrenar a la línea de mando del proyecto (ingenieros, supervisores y capataces) en el uso adecuado y la aplicación efectiva de las herramientas de gestión (análisis y control de riesgos, ATS, permisos de trabajo de alto riesgo, inspecciones y monitoreo de seguridad, investigación de accidentes / incidentes, etc.) para lograr una eficaz prevención de riesgos laborales.

### **Etapas para ejecución. Las pautas a seguir son las siguientes:**

#### **Preparación:**

- Revisamos los estándares y procedimientos relacionados al área a ser inspeccionada para su medición.
- Hacemos una lista de las herramientas, materiales, equipos y procesos dentro del área.
- Revisamos reportes de inspección anteriores en busca de aspectos críticos o para seguimiento.
- Buscamos durante la inspección posibles condiciones de riesgo (peligros).
- Lo bueno merece ser destacado, iniciamos una inspección con una actitud positiva.
- Obtenemos la autorización de la municipalidad para el acceso.
- Aseguramos que el Equipo de Protección Personal necesario se encuentre disponible.

#### **Ejecución de la inspección:**

- Usamos el check list o lista de inspección para el vehículo y el merlín. (Anexo “X”)

- Describimos concisamente los problemas.
- Si vemos algún riesgo serio o un peligro latente, tomamos acciones correctivas inmediatas.
- Registramos todos los peligros detectados en un ATS. (Anexo “x”)

### **Asignación de responsabilidades y acciones correctivas:**

Prescribimos lo necesario para prevenir la pérdida, siempre dentro de lo que el menor costo y la mayor eficiencia.

Aseguramos en concientizar a nuestro vigía.

### **Retroalimentación y acciones de seguimiento**

Verificamos si se han completado las acciones correctivas y que éstas funcionan como se planeó, mediante las inspecciones informales diarias sucesivas a la inspección planificada.

### **Documentación y Sistema de archivo**

Nuestros registros de inspección se archivan y se encuentran a disposición para ser usados como referencia hasta que el seguimiento se complete.

Se lleno el formulario disponible en la computadora, para efectos de seguimiento y monitoreo de parte del área de Seguridad y Medio Ambiente.

### **Aspectos Éticos**

Todos los datos mencionados en esta investigación se consideran auténticos ya que han sido derivados en campo para el estudio respectivos de la rugosidad de la vía recorrida y medición de los parámetros establecidos por la normativa correspondiente. Así mismo nos comprometimos con el tema de investigación con la finalidad de obtener resultados correctos, de esta manera brindar un aporte y servir como antecedente de estudio para dicho pavimento.

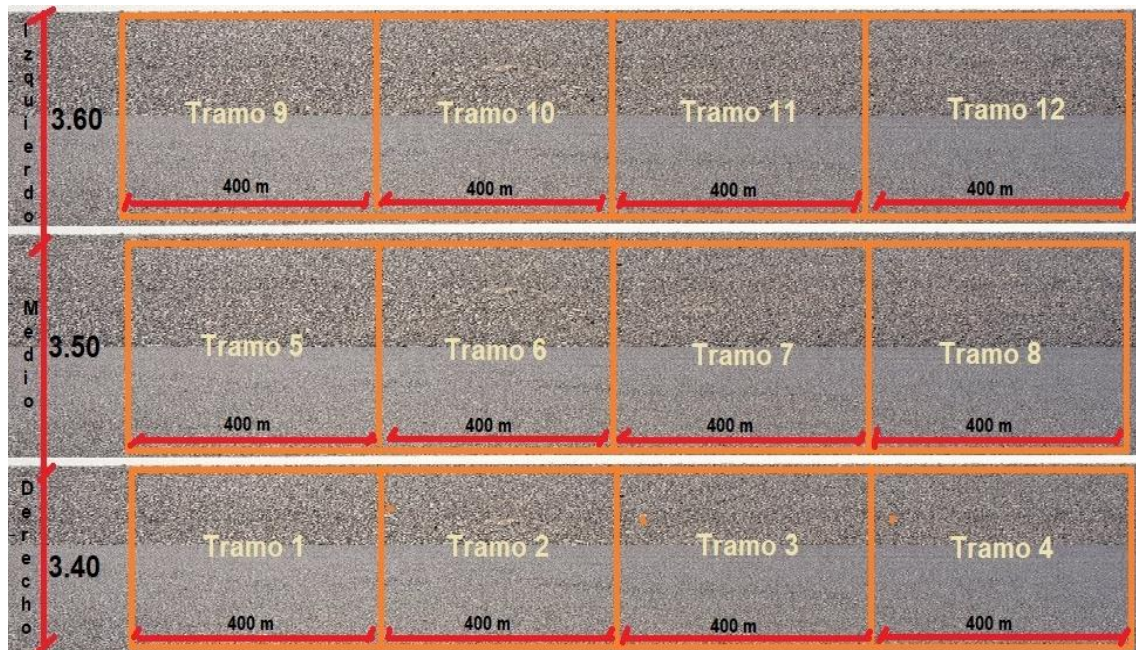


## CAPITULO III. RESULTADOS

### 3.1. Área de Estudio

**Figura 54**

*Tramo estudiado*



*Nota: GRAFICO N°1 del terreno estudiado.*

En el grafico 18 se observa el terreno estudiado que tenemos, con una sumatoria total de 4800 metros, con el método Merlín hicimos 12 muestras en total y con el software Roadroid hicimos en total 24 muestras que están divididas por 2 viajes.

### 3.2. Indicador de rugosidad con el método Merlin

De la tabla 50 obtendremos el IRIp, para el carril derecho, medio e izquierdo.

**Tabla 58.**
***Resumen de resultados.***

CARRIL	Ensayo	IRI P	Desviación Estándar	IRI C
DERECHO (DER.)	4	3.10	1.451	5.483
MEDIO(MED.)	4	2.80	1.445	5.180
IZQUIERDO (IZQ.)	4	2.01	0.914	3.509
DER. + MED. + IZQ.	12	3.12	1.469	5.531

*Nota. En la tabla: IRI<sub>p</sub> = IRI promedio y IRI<sub>c</sub> = IRI característico.*

**3.3. Indicador de Rugosidad con el software Roadroid**
**Tabla 59.**
***Resumen de resultados.***

CARRIL	Tramos	eIRI P	Desviación eIRI	V <sub>p</sub>	Desviación V
DERECHO (DER.)	4	3.22	1.641	34.525	5.549
MEDIO (MED.)	4	2.03	0.486	37.665	5.721
IZQUIERDO (IZQ.)	4	2.23	0.486	41.050	3.854
DER. + MED. + IZQ.	12	2.49	0.871	37.747	5.041

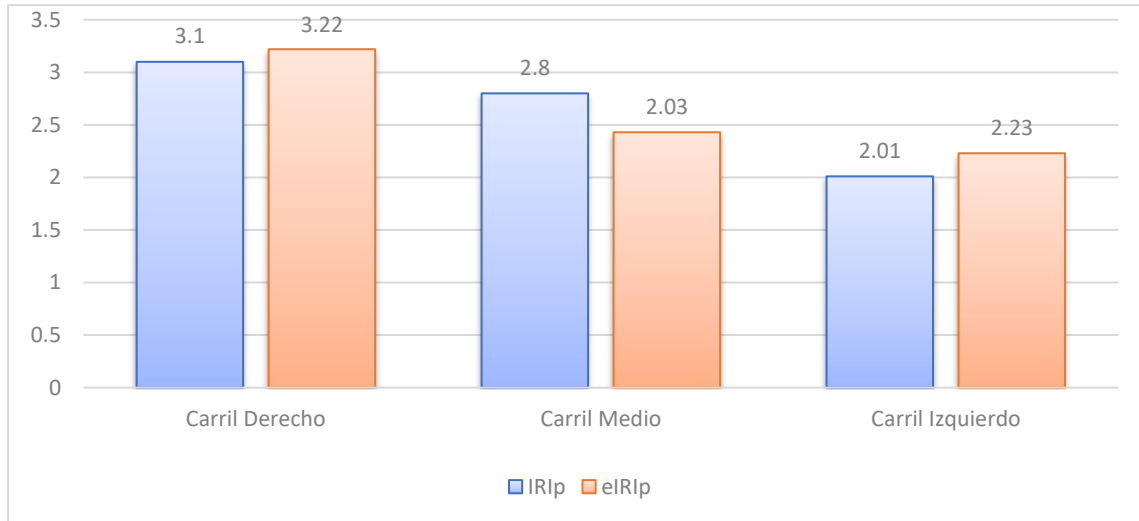
*Nota. En la tabla de resumen de viajes, se muestran el eIRI<sub>p</sub> (índice medio estimado de rugosidad internacional), la desviación estándar, la V<sub>p</sub> (velocidad media) y la desviación estándar de la velocidad de cada trayecto.*

**Tabla 60.**
***Cálculo de variación.***

CARRIL	Ensayo	IRI P	eIRI P	%
DERECHO (DER.)	4	3.10	3.22	3.87%
MEDIO(MED.)	4	2.80	2.03	27.50%
IZQUIERDO (IZQ.)	4	2.01	2.23	10.95%
DER. + MED. + IZQ.	12	3.12	2.49	0.19%

**Figura 55**

*Gráfico de la Rugosidad con el método Merlin y el software Roadroid*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Según el gráfico de barras N°20 y las tablas N°50, N°51 y N°52 de los 2 métodos realizados. Se observa En el carril derecho una diferencia de 3.87%, en el carril medio de 27.50% y en el carril izquierdo de 10.95 %. Considerando de esta manera que los datos del software Roadroid son adecuados por tener una mínima diferencia con el método Merlín.

### 3.4. Indicador de transitabilidad con el método Merlin

**Tabla 61.**

*Resumen de Resultados.*

CARRIL	Ensayo	IRI P	ANALISIS DE IRIS	Clasificación
DERECHO (DER.)	4	3.1	Existe imperfecciones menores en la superficie	Uniforme
MEDIO(MED.)	4	2.8	Existe imperfecciones menores en la superficie	Uniforme
IZQUIERDO (IZQ.)	4	2.01	Existe imperfecciones menores en la superficie	Uniforme
DER. + MED. + IZQ.	12	3.12	Existe imperfecciones menores en la superficie	Uniforme

**Tabla 62.**

*Resumen de Resultados.*

CARRIL	Ensayo	eIRI P	ANALISIS DE IRIS	Clasificación
DERECHO (DER.)	4	3.22	Existe imperfecciones menores en la superficie	Uniforme
MEDIO(MED.)	4	2.03	Existe imperfecciones menores en la superficie	Uniforme
IZQUIERDO (IZQ.)	4	2.23	Existe imperfecciones menores en la superficie	Uniforme
DER. + MED. + IZQ.	12	2.49	Existe imperfecciones menores en la superficie	Uniforme

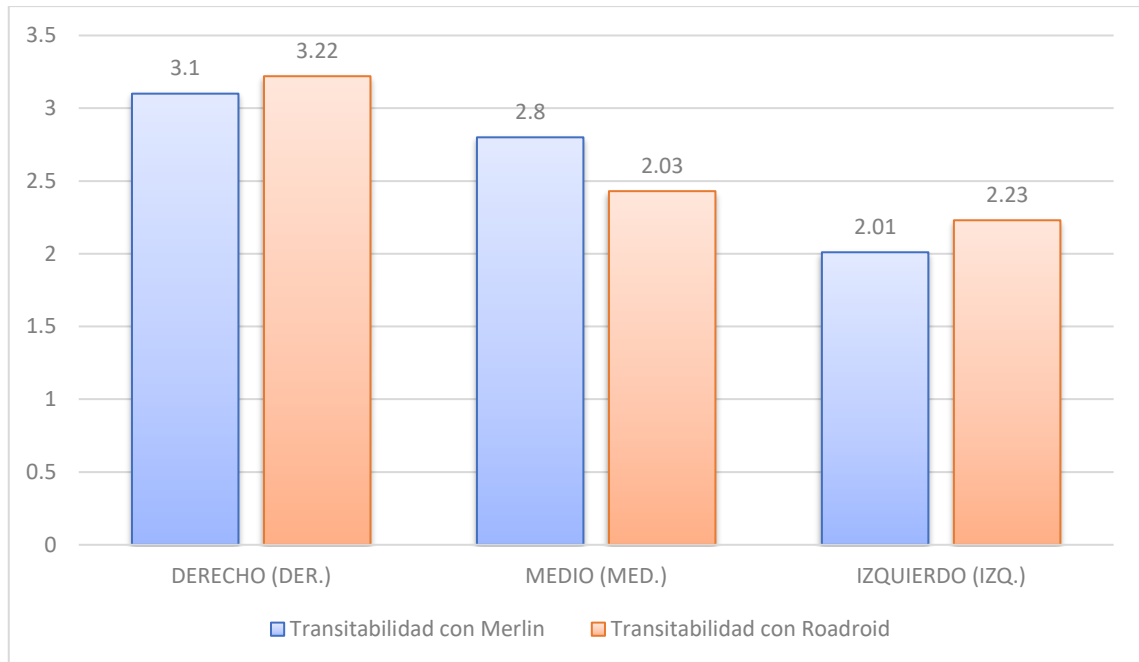
**Tabla 63.**

*Cálculo de variación de serviciabilidad.*

CARRIL	Ensayo	IRI <sub>p</sub> MERLIN	eIRI <sub>p</sub> ROADROID	Clasificación
DERECHO (DER.)	4	3.1	3.22	Uniforme
MEDIO (MED.)	4	2.8	2.03	Uniforme
IZQUIERDO (IZQ.)	4	2.01	2.23	Uniforme
DER. + MED. + IZQ.	12	3.12	2.49	Uniforme

**Figura 56**

*Gráfico de transitabilidad con el método Merlin y el método tecnológico del software Roadroid*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Según el gráfico de barras N°21 y las tablas N°53, N°54 y N°55 de los 2 métodos realizados. Se observa En el carril derecho una diferencia de 3.87%, en el carril medio de 27.50% y en el carril izquierdo de 10.95 %. Considerando de esta manera que los datos del software Roadroid son adecuados por tener el mismo análisis con el método Merlin, donde ambos arrojan que tienen imperfecciones menores en la superficie, encontrándose en la escala cualitativa de uniforme, siendo un carril transitable.

### 3.5. Resumen de valores del PSI con el método Merlin

**Tabla 64.**

*Resumen de Resultados.*

CARRIL	Ensayo	IRI P	PSI	Clasificación
DERECHO (DER.)	4	3.10	2.38	Regular
MEDIO(MED.)	4	2.80	3.33	Buena
IZQUIERDO (IZQ.)	4	2.01	3.59	Buena
DER. + MED. + IZQ.	12	3.12	3.10	Buena

### 3.6. Resumen de valores del PSI por carril con el método Roadroid.

**Tabla 65.**

*Resumen de Resultados.*

CARRIL	Ensayo	IRI P	PSI	Clasificación
DERECHO (DER.)	4	3.22	2.79	Regular
MEDIO (MED.)	4	2.03	3.47	Buena
IZQUIERDO (IZQ.)	4	2.23	3.34	Buena
DER. + MED. + IZQ.	12	2.49	3.20	Buena

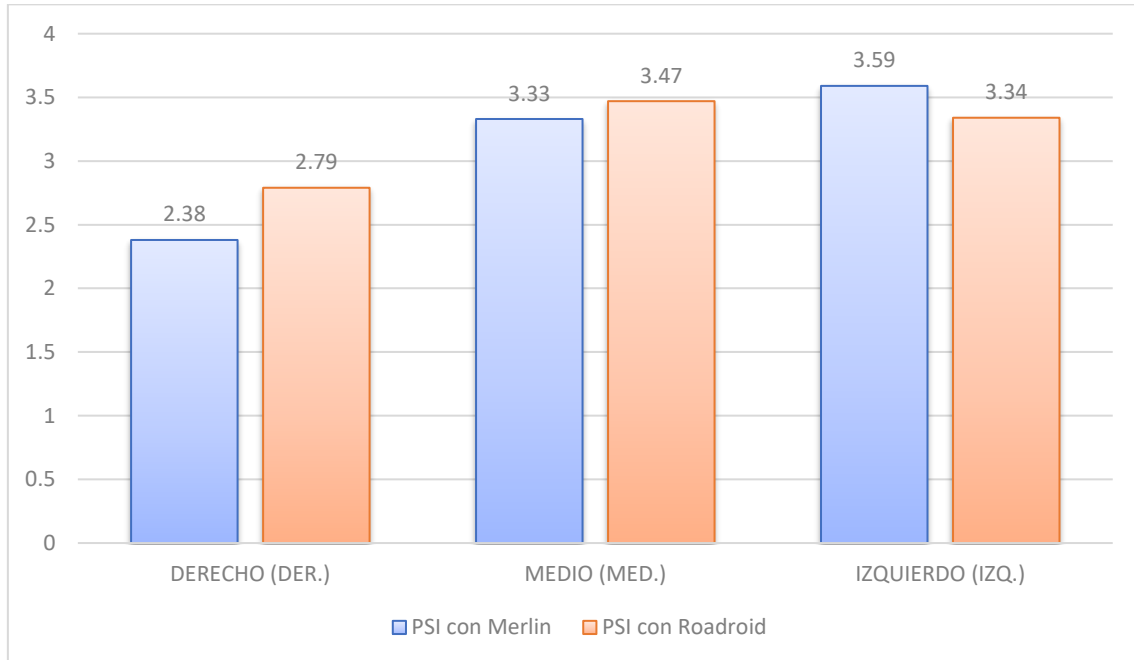
**Tabla 66.**

*Cálculo de serviciabilidad.*

CARRIL	Ensayo	PSI MERLIN	PSI ROADROID	%	Clasificación
DERECHO (DER.)	4	2.38	2.79	17.23	Regular
MEDIO (MED.)	4	3.33	3.47	4.2	Buena
IZQUIERDO (IZQ.)	4	3.59	3.34	6.96	Buena
DER. + MED. + IZQ.	12	3.10	3.20	3.23	Buena

**Figura 57**

*Tabla para agrupar los valores del PSI*



*Nota. En la presente tabla de resumen agrupamos los valores del PSI del Software Roadroid y el método Merlín teniendo una similitud de datos en los 3 carriles.*

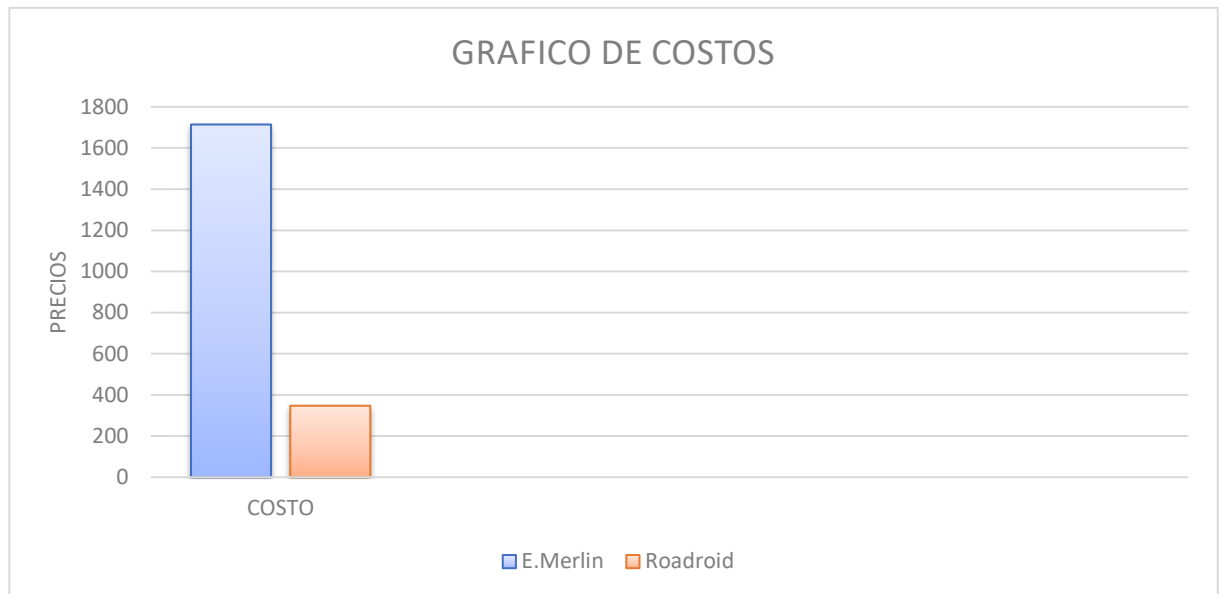
Según el gráfico de barras N°22 y las tablas N°56, N°57 y N°58 de los 2 métodos realizados. La técnica del software Roadroid tiene un efecto beneficioso sobre el índice de serviciabilidad del pavimento flexible; en el carril derecho, el índice alcanzó un valor cuantitativo de 2,79, que se sitúa en la escala cualitativa de regular, es decir, está fuera del rango óptimo y requiere reparación. Pese a ello, en el carril del medio e izquierdo tenemos un valor cuantitativo de 3.47 y 3.34 en la escala cualitativa BUENA.

### 3.7. Resumen de valores de Optimización

#### 3.7.1. Costos

**Figura 58**

*Gráfico de Costos*



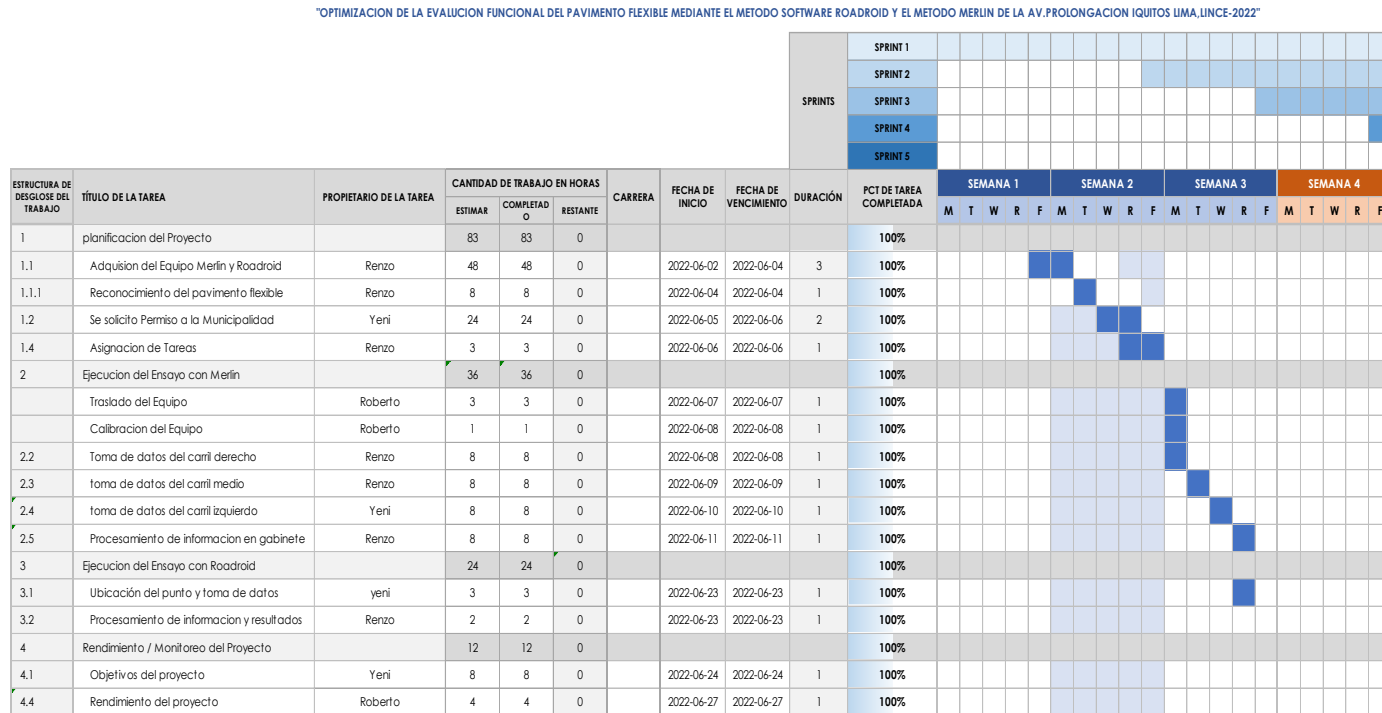
*Fuente: Elaboración Propia.*

Según el gráfico de barras N°19 y las tablas N°62, N°63 de los 2 métodos realizados. Se observa que la barra de color celeste representa el precio del Equipo de Merlin S/1,170.00 nuevos soles y el de color rojo representa el precio del Roadroid S/ 13.17 nuevos soles. Considerando de esta manera que el software Roadroid es una nueva alternativa con grandes beneficios técnicos y económicos, comparado con el Equipo Merlin.



### 3.7.2. Tiempo

**Figura 59** Diagrama Gantt de la evaluación funcional del pavimento.



Fuente: *Elaboración Propia.*

**Figura 60**

*Tiempo empleado para los ensayos*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Según el gráfico de barras N°2 y los diagramas de Gantt de los 2 métodos realizados. Se observa que la barra de color azul representa los días empleados para realizar el ensayo con el Equipo Merlin y la barra de color rojo representa los días empleados para el ensayo de Roadroid. Considerando de esta manera que las diferencias de días empleados para realizar los ensayos son relevantes ya que con el Equipo Merlin se requiere de 5 días y en cambio con el software Roadroid se requiere de un solo día.

### 3.7.3. Seguridad

**Figura 61**

*Análisis seguro de trabajo del método Merlin.*

UPN		AST - Análisis de Seguridad en el Trabajo		En caso de Emergencia llamar a:	
USUARIO: <u>Reneo Castillo / Yeni Morales</u>		FECHA: <u>Julio 2022</u>		SONO - 406	
TRABAJO: <u>Evaluación Funcional del Pavimento Flexible</u>		UBICACIÓN: <u>LINCE - Av. Prolongación Iquitos</u>		CENTRO DE SALUD - 941	
PROYECTO: <u>Optimización de la Evaluación Funcional del Pavimento Flexible Mediante el Software Roadroid y el Método Merlin de la Av. Prolong. Iq.</u>		POLICIA - 105			
EPP	HERRAMIENTAS/EQUIPOS	RELACION DE TRABAJADORES / "B"	DNI	FIRMA	OBSERVACIONES:
<input checked="" type="checkbox"/> CASCO DE SEGURIDAD	ESCALERAS	01. <u>Reneo Castillo Villafuerte</u>	<u>32794373</u>	<u>[Firma]</u>	Se empleo para este ensayo el equipo Merlin para la determinación del Índice de Seguridad Internacional (ISI).
<input checked="" type="checkbox"/> LENTES DE SEGURIDAD	ANDAMIOS	02. <u>Yeni Morales Silverio</u>	<u>34232132</u>	<u>[Firma]</u>	
<input checked="" type="checkbox"/> ZAPATOS DE SEGURIDAD	AMOLADORAS	03. <u>Reneo Huayana Inga</u>	<u>80300782</u>	<u>[Firma]</u>	
<input checked="" type="checkbox"/> CHALECO REFLECTIVO	MARTILLOS, COMBAS	04. <u>Yeni Morales Silverio</u>	<u>35400605</u>	<u>[Firma]</u>	
<input checked="" type="checkbox"/> ROPA DE TRABAJO	TALADRO	05. <u>Roberto Castillo Velarde</u>	<u>18122422</u>	<u>[Firma]</u>	
<input checked="" type="checkbox"/> RESPIRADORES	EXTENSIONES ELÉCTRICAS	06. <u>[Borrador]</u>			
<input checked="" type="checkbox"/> GUANTES	ALICATES	07. <u>[Borrador]</u>			
<input checked="" type="checkbox"/> PROTECTORES DE OIDO	ELEVADORES	08. <u>[Borrador]</u>			
<input checked="" type="checkbox"/> ARNES INTEGRAL	SERRUCHOS, SIERRAS	09. <u>[Borrador]</u>			
<input checked="" type="checkbox"/> CARETAS	PICO	10. <u>[Borrador]</u>			
<input checked="" type="checkbox"/> BARBIQUEJO	PALA	11. <u>[Borrador]</u>			
<input type="checkbox"/> OTRO: MASCARILLA QUIRURGICA	LLAVES/DAOS	12. <u>[Borrador]</u>			
ACTIVIDADES O TAREAS DEL DÍA	PELIGROS (*)	RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL		
TRASLADO DE PERSONAL	transito vehicular	atropellos, choque y lesiones	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR		
	Estado del conductor	atropellos y lesiones	VERIFICAR RECORD DEL CONDUCTOR		
	Falla mecánica	atropellos y lesiones	VERIFICAR INSPECCION VEHICULAR		
	Distracciones	atropellos, choque y lesiones	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR		
EVALUACION DE TERRENO	nivel y densidad del terreno	caída y lesiones	USO ADECUADO DEL EPP		
	Software Roadroid	Errores y Cortes	USO CORRECTO DE EPP Y PERSONAL CAPACITADO		
	Presencia de personas violentas	golpes y lesiones	COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA		
PERDIDA DE MEDICIONES	Fauna existente	Picaduras de insecto	USO DE PROTECCION PARA PICADURAS (CREMA Y SPRAY)		
	plora existente	alergias	VERIFICAR BOTAVIN		
	condiciones climaticas	insolaciones	HIDRATACION Y USAR PROTECCION PARA LA PIEL		
	Presencia de personas violentas	golpes y lesiones	COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA		
RETORNO DEL PERSONAL	transito vehicular	atropellos, choques y lesiones	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR		
LIDER DEL EQUIPO QUE EJECUTA EL TRABAJO (Operario)		SUPERVISOR DEL TRABAJO / RESIDENTE		PREVENCIONISTA DE RIESGO	
Nombre: <u>Reneo Castillo Villafuerte</u>		Nombre: <u>Roberto Castillo Velarde</u>		Nombre: <u>Yeni Morales Silverio</u>	
Cargo: <u>Operario</u>		Cargo: <u>Supervisor de Obra</u>		Cargo: <u>Prevencionista de Riesgo</u>	
Firma: <u>[Firma]</u>		Firma: <u>[Firma]</u>		Firma: <u>[Firma]</u>	

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 37 se observa el AST del método Merlin en la Av. prolongación Iquitos, proceso formal mediante el cual identificamos y controlamos peligros asociados a la evaluación. En el análisis de tareas incluimos:

- Identificar cada etapa y proceso necesario para completar la evaluación.
- Identificar los riesgos y peligros asociados a cada etapa o paso.
- Desarrollar los controles para eliminar o minimizar los riesgos.
- Desarrollar actividades para el conocimiento de los riesgos y peligros asociados a cada etapa o paso.

**Figura 62**

*Análisis seguro de trabajo del Software Roadroid.*

UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		AST - Análisis de Seguridad en el Trabajo		En caso de Emergencia llamar a:	
USUARIO: <u>Reneo Castillo / Yeni Morales</u>		FECHA: <u>JULIO 2022</u>		SAMU - 106 CENTRO DE SALUD - 911 POLICIAL - 105	
TRABAJO: <u>Evaluación funcional del Pavimento Flex</u>		UBICACIÓN: <u>LINCE - Av. Prolongación Iquitos</u>		Proyecto: <u>Optimización de la Evaluación funcional del Pavimento flexible mediante el software Roadroid y el método Merlín de la Av. Prolongación Iquitos-Lince</u>	
<b>EPP</b>	<b>HERRAMIENTAS/EQUIPOS</b>	<b>RELACION DE TRABAJADORES / V'B'</b>		<b>DNI</b>	<b>FIRMA</b>
<input checked="" type="checkbox"/> CASCO DE SEGURIDAD	ESCALERAS	01. <u>Reneo Castillo Villafuerte</u>	<u>72799373</u>	<u>[Firma]</u>	<b>OBSERVACIONES:</b> <u>Se emplea para este ensayo el software Roadroid para la determinación del Índice de Seguridad Internacional (ISI).</u>
<input checked="" type="checkbox"/> LENTES DE SEGURIDAD	ANDAMIOS	02. <u>Yeni Morales Silverio</u>	<u>21233438</u>	<u>[Firma]</u>	
<input checked="" type="checkbox"/> ZAPATOS DE SEGURIDAD	AMOLADORAS	03. <u>Soslan Huayllín Inga</u>	<u>80320782</u>	<u>[Firma]</u>	
<input checked="" type="checkbox"/> CHALECO REFLECTIVO	MARTILLOS, COMBAS	04. <u>Wiz María Lorena Romero</u>	<u>75400603</u>	<u>[Firma]</u>	
<input checked="" type="checkbox"/> ROPA DE TRABAJO	TALADRO	05. <u>Roberto Castillo Velarde</u>	<u>78122972</u>	<u>[Firma]</u>	
<input checked="" type="checkbox"/> RESPIRADORES	EXTENSIONES ELÉCTRICAS	06. _____	_____	_____	
<input checked="" type="checkbox"/> GUANTES	ALICATES	07. _____	_____	_____	
<input type="checkbox"/> PROTECTORES DE OÍDO	ELEVADORES	08. _____	_____	_____	
<input type="checkbox"/> ARNES INTEGRAL	SERRUCHOS, SIERRAS	09. _____	_____	_____	
<input type="checkbox"/> CARETAS	PICO	10. _____	_____	_____	
<input checked="" type="checkbox"/> BARBIQUEJO	PALA	11. _____	_____	_____	
<input type="checkbox"/> OTRO: MASCARILLA QUIRURGICA	LLAVES/DADOS	12. _____	_____	_____	
<b>ACTIVIDADES O TAREAS DEL DÍA</b>	<b>PELIGROS (*)</b>	<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL</b>		
<u>TRASLADO DE PERSONAL</u>	<u>Tránsito Vehicular</u>	<u>Atropello, choque y lesiones</u>	<u>VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR</u>		
	<u>Estado del Conductor</u>	<u>Atropello y lesiones</u>	<u>VERIFICAR RECORD DEL CONDUCTOR</u>		
	<u>Falla Mecánica</u>	<u>Voladuras y lesiones</u>	<u>VERIFICAR INSPECCIÓN VEHICULAR</u>		
	<u>Distraiciones</u>	<u>Atropello, choques y lesiones</u>	<u>VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR</u>		
<u>EVALUACIÓN DE TERRENO</u>	<u>nivel y desnivel del terreno</u>	<u>Caída y lesiones</u>	<u>USO ADECUADO DEL EPP</u>		
	<u>Equipo Merlín</u>	<u>Huellones y Cortes</u>	<u>USO CORRECTO DE EPP y Personal capacitado</u>		
	<u>Presencia de personas volutas</u>	<u>Golpes y lesiones</u>	<u>COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA</u>		
<u>PARADA DE MEDICIONES</u>	<u>Pavina Existente</u>	<u>Picadura de insectos</u>	<u>USO DE PROTECCIÓN PARA PICADURAS (CREMA Y SPAY)</u>		
	<u>Flora Existente</u>	<u>Alergias</u>	<u>VERIFICAR BOTISUIN</u>		
	<u>Condiciones climáticas</u>	<u>Insolación</u>	<u>HIDRATACIÓN Y USAR PROTECCIÓN PARA LA PIEL</u>		
	<u>Presencia de personas volutas</u>	<u>Golpes y lesiones</u>	<u>COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA</u>		
<u>RETORNO DEL PERSONAL</u>	<u>Tránsito Vehicular</u>	<u>Atropello, choques y lesiones</u>	<u>VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR</u>		
<b>LÍDER DEL EQUIPO QUE EJECUTA EL TRABAJO (Operario)</b>		<b>SUPERVISOR DEL TRABAJO / RESIDENTE</b>		<b>PREVENICIONISTA DE RIESGO</b>	
Nombre: <u>Reneo Castillo Villafuerte</u>		Nombre: <u>Roberto Castillo Velarde</u>		Nombre: <u>Yeni Morales Silverio</u>	
Cargo: <u>Operario</u>		Cargo: <u>Supervisor de Obra</u>		Cargo: <u>Preveniccionista de Riesgo</u>	
Firma: <u>[Firma]</u>		Firma: <u>[Firma]</u>		Firma: <u>[Firma]</u>	

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 38 se observa el AST del método Merlín en la Av. prolongación Iquitos, proceso formal mediante el cual identificamos y controlamos peligros asociados a la evaluación. En el análisis de tareas incluimos:

- Identificar cada etapa y proceso necesario para completar la evaluación.
- Identificar los riesgos y peligros asociados a cada etapa o paso.
- Desarrollar los controles para eliminar o minimizar los riesgos.
- Desarrollar actividades para el conocimiento de los riesgos y peligros asociados a cada etapa o paso.



**Tabla 67.**
***Resumen de Resultados.***

EVALUACION DE RIESGOS					
	CARRIL	EQUIPO MERLIN	OBSERVACION	SOFTWARE ROADROID	OBSERVACION
VIAJE 1	DERECHO (DER.)	MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo.	BAJO	Este riesgo puede ser tolerable
	MEDIO (MED.)	MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo.	BAJO	Este riesgo puede ser tolerable
	IZQUIERDO (IZQ.)	MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo.	BAJO	Este riesgo puede ser tolerable
VIAJE 2	DERECHO (DER.)	MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo.	BAJO	Este riesgo puede ser tolerable
	MEDIO (MED.)	MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo.	BAJO	Este riesgo puede ser tolerable
	IZQUIERDO (IZQ.)	MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo.	BAJO	Este riesgo puede ser tolerable

*Nota. Tenemos la presente tabla N 67 de resumen de comparación de seguridad del método Merlín y el Software Roadroid teniendo una diferencia de valores de riesgos.*

En la tabla, el software Roadroid tiene un efecto beneficioso sobre los valores de riesgo en la evaluación funcional de la pavimentación. en los tres carriles, el software tiene una escala cualitativa de “bajo”, es decir, este riesgo puede ser tolerable.

## CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

### 4.1. Discusión

#### Indicador Rugosidad.

La presente investigación se realizó en un pavimento flexible en la avenida prolongación Iquitos con las avenidas Javier Prado y la avenida Petit thuars, con una variabilidad que va del 0.00% al 27.50% y coeficientes de determinación (R<sup>2</sup>) 0.9137, 0.5764 y 0.8703 para el carril derecho, medio e izquierdo utilizando el software Roadroid. Según (Manco, 2020) al hacer la comparación de datos entre el método Merlín y el software Roadroid, en ambos carriles que hizo el estudio, comparando los resultados de ambos enfoques, la variabilidad adquirida varía del 0,00% al 156,95%, con coeficientes de determinación (R<sup>2</sup>) de 0,2276 y 0,4044 para los carriles derecho e izquierdo, respectivamente, lo que indica una asociación débilmente positiva. Los resultados que obtenemos son diferentes y encontrando la misma deficiencia, por la causa de la velocidad, lo cual también estuvimos en un rango de 30 a 50 km/h, por las intersecciones que se encuentran en la vía y por el tráfico vehicular, logramos tener una buena relación positiva alta.

Los resultados obtenidos en la tesis de (Hirpahuanca D. , 2016) nos habla de una gran similitud de 89% del método Merlín con el software Roadroid. Por lo tanto, el enfoque eficaz del software Roadroid para detectar la rugosidad del pavimento es más fiable que el método MERLIN, que utiliza equipos de bajo rendimiento para la recopilación y el procesamiento de datos. El software puede escanear secciones más grandes en menos tiempo, con menos recursos y sin procesamiento de datos Obteniendo en mi trabajo de investigación una similitud de 72.50%, que no es desfavorable, ya que

nosotros trabajamos en avenidas y no en carreteras, el software Roadroid se comporta de forma más adecuada cuando se tiene una velocidad de 60 a 80 km/h. Por el reglamento de tránsito del MTC no podemos exceder la velocidad máxima de 60km/h en avenidas. Por lo tanto, tenemos una buena relación positiva alta, teniendo en cuenta las complicaciones con intersecciones y velocidades.

### **Indicador Transitabilidad**

El presente trabajo de investigación establece de forma positiva los valores del método software Roadroid con valores cuantitativos de 3.22m/km, 2.03 m/km y 2.23 m/km, encontrándose en la escala cualitativa de Uniforme, siendo un carril transitable. En el proyecto de tesis de Camacho (2019) se introduce una nueva técnica, el software roadroid, y se compara con el método Merlin. Según el Banco Mundial, este dispositivo calibra otros equipos. Así, tanto el enfoque técnico utilizado por el programa Roadroid como el método Merlin se utilizan para cuantificar la rugosidad del pavimento. Teniendo los valores promedios cualitativos para hallar su transitabilidad en su carril derecho fue de 7.48m/km y en su carril izquierdo 5.97 m/km. Esto demuestra que las avenidas Prolongación Iquitos, Javier Prado y Petit Thouars tienen un pavimento superior al de la avenida Floral de Puno, y sus resultados son más variables.

## Indicador Serviciabilidad

La presente investigación tiene un impacto positivo en los valores de la evaluación funcional del pavimento flexible mediante el método del software Roadroid en el Índice de Mantenibilidad. En el carril derecho, obtuvo un valor cuantitativo de 2,79, que se encuentra en la escala cualitativa de REGULAR, lo que significa que está fuera del rango óptimo y necesita mantenimiento. Pese a ello, en el carril del medio e izquierdo tenemos un valor cuantitativo de 3.47 y 3.34 en la escala cualitativa BUENA. Del mismo modo, Lozano y Mamani (2021) determinaron la rugosidad del pavimento mediante aplicaciones en smartphones como el Samsung Galaxy S7 a velocidades entre 40 y 50 km/h, tanto en carreteras en bajada como en subida, donde ambas aplicaciones obtienen una calificación de pavimento en mal estado y una calificación de transitabilidad pobre, recomendando la rehabilitación o reconstrucción a nivel de capa de rodadura, empleando emulsiones o ligante asfáltico en frío. Esto nos da una referencia más que el pavimento flexible en estudio, de la avenida Prolongación Iquitos, avenida Javier Prado y avenida Petit Thouars , se encuentra en mejores condiciones que los pavimentos de la avenida Antúnez de Mayolo, distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna. También se haría la recomendación que tengan una comparación con un método convencional para que tengan mayor certeza de los datos obtenidos, el método convencional Merlín es un método confiable.



### **Indicador de Rendimiento**

El presente trabajo de investigación se diferencia de los demás autores estudiados, ya que contamos con un indicador de rendimiento, donde establece de forma positiva la capacidad del software Roadroid, donde hemos evaluado que el software mide mayor cantidad de tramos de pavimento flexible en menor tiempo, en menor costo y obteniendo una calidad adecuada de datos confiables en las avenidas Prolongación Iquitos, Javier Prado y Petit Thouars.

### **Indicador de Seguridad**

El presente trabajo de investigación ya habiendo comentado en el anterior indicador también se diferencia de los demás autores estudiados, ya que contamos con un indicador de seguridad, donde se establece de forma positiva la evaluación funcional con el software Roadroid, ya que contamos con una evaluación de riesgo que es tolerable, en una escala cualitativa de “bajo” en las avenidas Prolongación Iquitos, Javier Prado y Petit Thouars.

Por lo tanto, nuestra investigación amplía los conocimientos y ayuda a poder replicarla en pavimentaciones similares y entidades públicas donde es escaso estas informaciones actualizadas de especializaciones por medio de software.

## 4.2. Conclusión

En el trabajo de investigación se ha determinado que el método del software roadroid, influye positivamente en el índice de rugosidad internacional del pavimento flexible, de la siguiente manera; presentando los valores de rugosidad en  $eIRI_p = 3.22, 2.03$  y  $2.23$  y  $IRI_p = 3.10, 2.80$  y  $2.01$  para el carril derecho, medio e izquierdo según se indica en la tabla N°52, respectivamente, adoptándose como rugosidad representativa el valor calculado por el método del software Roadroid, porque la diferencia de datos con el método Merlín no supera el 27.50 %, considerándose este es aceptable, estos resultados se respaldan con el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que alcanzaron valores cercanos a la unidad, por lo tanto valores confiables. Finalmente, del índice de rugosidad promedio del tramo de estudio es de 2.49 m/km.

En el trabajo de investigación se ha determinado que el método del software Roadroid, influye positivamente en establecer el nivel de transitabilidad del pavimento flexible, obteniendo valores cuantitativos del carril derecho 3.22 m/km, del carril medio 2.03 m/km y del carril izquierdo 2.23 m/km según se indica en la tabla N°52, teniendo un 72.50% de similitud con el método Merlín, respaldándose con el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que alcanzaron valores cercanos a la unidad, ambos métodos establecen que su escala cualitativa es uniforme, siendo un pavimento transitable.

En el trabajo de investigación se ha determinado que el método tecnológico del software Roadroid, influyen positivamente en el Índice de servicibilidad del pavimento flexible, obteniendo el promedio del valor cuantitativo de 3.20 según la tabla N°58, teniendo una diferencia de datos con el método Merlín de 3.23%, respaldándose con el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que alcanzaron valores cercanos a la unidad, ambos

métodos establecen la escala cualitativa BUENA, por lo tanto la clasificación es confiable.

En el trabajo de investigación se ha determinado que el método tecnológico del software Roadroid, influye positivamente en la optimización de costos, según el grafico N°23, tiempo, según el grafico N°25 y seguridad, según la tabla N°67, donde hemos evaluado que el software mide mayor cantidad de tramos de pavimento flexible en menor tiempo, en menor costo y obteniendo una calidad adecuada de datos confiables, de igual forma contamos con una evaluación de riesgo que es tolerable, en una escala cualitativa de “bajo”, obteniendo buenos resultados que hace resaltar una mejora continua para el software.

La aplicación Roadroid es una buena alternativa para la medición del IRI , PSI y su clasificación, por su alto rendimiento y fácil dominio.

## REFERENCIAS

(Álvarez & Rivero, 2012; Ariana, 2016; Arriaga Patiño et al., 1998; Cervantes Rojas, 2017; Condori et al., s. f.; Evaluación et al., 2018; Flores & Pilco, 2021; Laura & Guzmán, 2016; López & Villarre, 2021; Miquel, 2006; Paucar, 2021; Ramirez, 2017; REYES PIONCE BRYAN ALBERTO, 2020; Salvatierra, 2017; Type, 2021; Vásquez, 2015)

Álvarez, S., & Rivero, R. (2012). «*Instrumento electrónico para la estimación del índice de rugosidad internacional (IRI) con base en el perfilómetro estático Merlin*». 27, 8.

Ariana, R. (2016). ~~濟無~~No Title No Title No Title. 1-23.

Arriaga Patiño, M. C., Garnica Anguas, P., & Rico Rodríguez, A. (1998). Índice Internacional De Rugosidad En La Red Carretera De México. *Instituto Mexicano Del Transporte*, *I*(108), 1-57.  
<http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt108.pdf>

Cervantes Rojas, R. Z. (2017). Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería. *Ucv*, 358.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/10078>

Condori, V., Para, J., Al, O., Profesional, T., & Civil, D. E. I. (s. f.). “*NÉSTOR CÁ CERESVELÁSQUEZ*”.

Evaluación, ", Análisis, Y., La, D. E., En, R., De, P., Ciudad, L. A., Puno, D. E., El, A., Roadroid, M., El, Y., De Merlin, R., Camacho Pampamallco, B., Yoshira, S., Optar, P., Título, E. L., & De, P. (2018). *Universidad Andina «Néstor Cáceres Velásquez» Facultad De Ingenierías Y Ciencias Puras Escuela Profesional Ingeniería Civil Tesis Presentada Por.*

Flores, E., & Pilco, D. (2021). Análisis funcional del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular, utilizando el rugosímetro de Merlin en la Av. Gustavo Pinto, Tacna - 2020. *Repositorio Universidad Privada de Tacna*.  
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1760>

- Laura, D., & Guzmán, H. J. Z. (2016). Determinación y comparación de la regularidad superficial del pavimento de la carretera Cusco-Urcos, usando teléfonos inteligentes y el Rugosímetro de Merlin - 2016. *Universidad Andina del Cusco*, 125. <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/711>
- López, J. Y. G., & Villarre, H. H. J. B. (2021). Aplicación Del Smartphone Y El Rugosímetro De Merlin Para La Medición De La Rugosidad Del Pavimento Flexible En La Av. Internacional, Tacna - 2021. *Articulo de Finacial Distress*, 118. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1801>
- Miquel, M. P. (2006). «Análisis de Regularidad Superficial en Caminos Pavimentados». *Revista de la Construccion*, 5(Evaluacion del comportamiento de pavimentos), 16-22.
- Paucar, J. (2021). Universidad Privada de Tacna. *Articulo de Finacial Distress*, 1-148. <http://www.upt.edu.pe/upt/web/home/contenido/100000000/65519409>
- Ramirez, B. S. (2017). Cálculo del IRI mediante acelerómetro de smartphone en el tramo Huarney - Casma de la carretera Panamericana Norte. *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 75. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9714>
- REYES PIONCE BRYAN ALBERTO. (2020). *IRI Nivel y Mira como usar PROVAL cada 5 metros T033\_72160468\_T (1)*. 1-90.
- Salvatierra, V. (2017). Estrategias Optimas para la conservacion y desarrollo vial por niveles de servicio, de superficies se rodadura asfálticas en carreteras del Peru. *Universidad Privada Antenor orrego*, 153. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3734>
- Type, I. (2021). *vial para las vías urbanas de la ciudad del Cusco - caso estudio Av . De la Cultura*.
- Vásquez, L. R. (2015). Pavement Condition Index (Pci) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras. *Ingepav*, 90. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

Flores, E y Pinto, D (2021) "Análisis Funcional del Pavimento Flexible para Mejorar la Transitabilidad Vehicular Utilizando el Método de Merlín en l Av. Gustavo Pinto, Tacna-2020".

Rico, B. (2012), Índice Internacional de Rugosidad en la Red de Carreteras de México.

Rodríguez, M. (2017), Estrategias óptimas para la conservación y desarrollo vial por niveles de servicio, de superficies de rodadura asfálticas en carreteras del Perú. (p.08), Universidad Privada Antenor Orrego.  
<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3734>

Montañez, L. (2018), Sistema de Gestión de Mantenimiento Vial Para las Vías Urbanas de la Ciudad del Cusco – Caso Estudio Av. De la Cultura (p.03), Universidad Peruana de Ciencias de la Construcción.

Águila, G. (2012), Metodología para la Determinación de la Rugosidad de los Pavimentos con Equipos de Bajo Costo y Gran Precisión, Manual de Merliner.

Hirpahuanca, D. (2013) Determinación y Comparación de la Regularidad Superficial del Pavimento de la Carretera Cusco-Urcos, Usando Teléfonos Inteligentes y El Rugosímetro de Merlín. Universidad Andina del Cusco.

<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/711>

Forslof, M. (2014), Determinación de la Rugosidad (IRI), (p.23)

Vázquez, L. (2002), "Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera.

Jacobson, M. (2010), "Software Roadroid", (p.05)

(Lavle, E. 2005), "Software Roadroid "app"". (p.10)

Torre, L. (2018), "Aplicación del Sistema Roadroid utilizando Smartphone para diagnosticar la uniformidad superficial del pavimento en el centro urbano de Chiclayo". Cesar Vallejo,  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/browse?type=subject&value=Diagnostico>

(Álvarez y Rivera,2012),” Instrumento electrónico para la estimación del índice de rugosidad internacional (IRI) con base en el perfilómetro estático Merlín”.

Torre, L. (2018),” Aplicación del Sistema Roadroid utilizando Smartphone para diagnosticar la uniformidad superficial del pavimento en el centro urbano de Chiclayo”, Cesar Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/browse?type=subject&value=Diagnostico>

Asencio, R. (2013),” Eficiencia de Roadroid”. (p.08).

Editorial: Edif. del Decanato de la Facultad de Ingeniería, 3° piso, Ciudad Universitaria, Apartado 50.361, Caracas 1050-A, Venezuela.

Chang, M. (2017),” “Niveles de Servicio Basados en el Índice de Rugosidad Internacional (IRI)”.

Hernández. (2018),” Determinar el índice de rugosidad IRI y desarrollar un manual para el equipo Merlín”. Universidad Pontificia Bolivariana.

<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5627/digita>

Rashed, M. (2016),” Evaluation of pavement network performance in Texas Considering Multiple performance Metric”. (p.19).

Camacho, S. (2019),” Evaluación Y Análisis de Rugosidad en Pavimentos de la Ciudad de Puno Aplicando el Método Roadroid y el Rugosímetro de Merlín”. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2893361>

Hans,F (2015). Prototipos del Software Roadroid,(p.02).

Laura. (2016). “*Determinacion Y Comparacion de la Regularidad Superficial del Pavimento de la Inteligencia y el Rugosímetro de Merlin-2016*”.Universidad Andina del Cusco.  
<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/711>.

Lozano, J., & Mamani, D. (2021). *Evaluacion de la rugosidad en el pavimento utilizando telefonos inteligentes para mejorar la transitabilidad vehicular en la Av. Antunez de Mayolo, distrito Gregorio Albarracin Lanchipa,Tacna-2021*. Tacna.

Manuel, C. (2015). *Normativas Para la Determinacion de la Rugosida(IRI)*. ecuador.

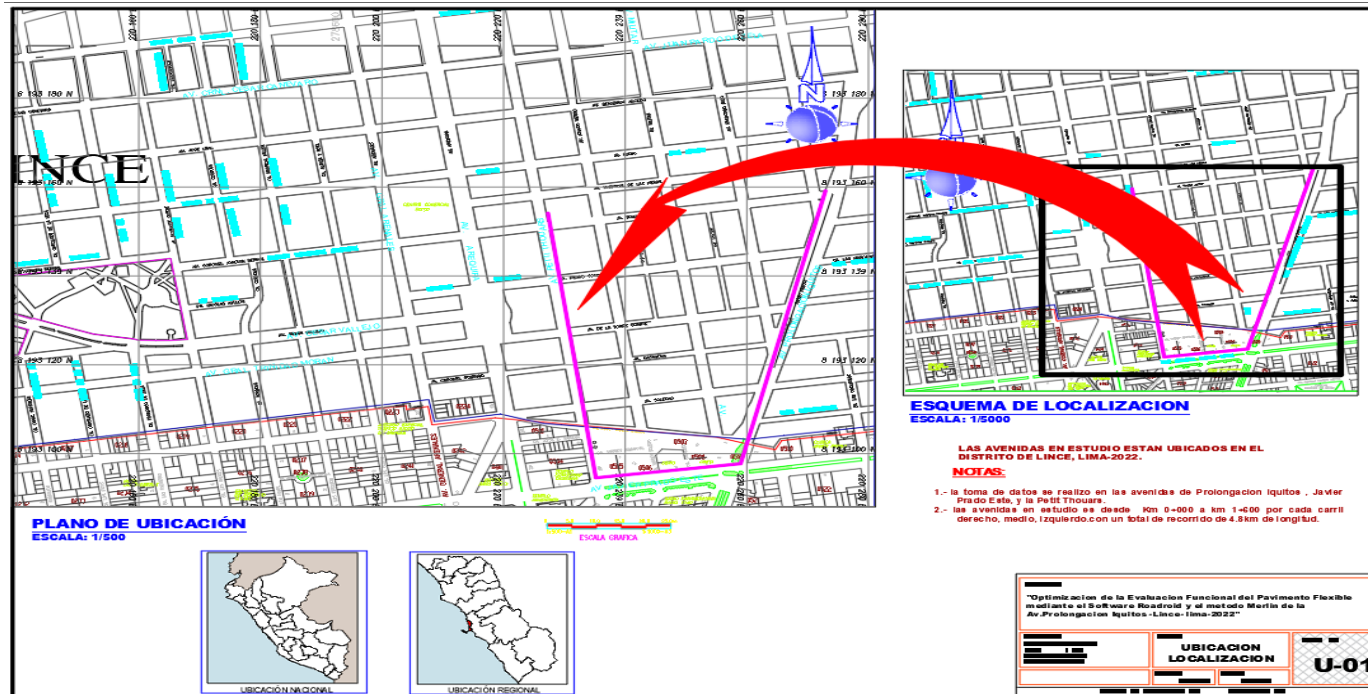
- Mohammed, W. (2015). Pavement Performance Measure Using Android Based.
- Ramirez. (2017). *Calculo del IRI mediante acelerometro de Smartphone en el tramo Huarney - Casma de la Carretera Panamericana NORTE*. Lima.
- Rashed, M. (2016). *Evaluation of pavement network performance in Texas Considering Multiple performance Metric*. Mexico. (P.10)
- Reyes, K. (2020). *Determinacion del Indice de Rugosidad Internacional en la Av. La Prensa, Usando aparatos y El rugosimetro de Merlin*. Ecuador. (P.15)
- Rodriguez. (2017). *Estrategias óptimas para la conservación y desarrollo vial por niveles de servicio, de superficies de rodadura asfálticas en carreteras del Perú*. Universidad Privada Antenor Orrego.
- <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3734>
- Thomas, A. (2018). *Perfilometro Lase y el Software Roadroid*. (p.13)
- Condori, C. (2016) "Análisis de la Variabilidad del IRI Obtenido por Levantamiento Topográfico y Rugosímetro Merlín en Carreteras no Pavimentadas de la Provincia de Canchis-Cusco". Universidad Andina Néstor Cáceres.
- Deepak, G. (2019). *Diferentes Alternativas para el Monitoreo de Carreteras*. (p.02)
- Chang, M. (2017), "Niveles de Servicio Basados en el Índice de Rugosidad Internacional (IRI)". (P.19)
- (Gonzalo y Beingolea, 2021), "Aplicación del Smartphone y el Rugosímetro de Merlín para la Medición de la Rugosidad del Pavimento Flexible en la Av. Internacional, Tacna - 2021".
- Asencio, C. (2016). *Indice Internacional de Rugosidad-Roadroid*, lima.
- (Gonzalo y Beingolea, 2021), "Aplicación del Smartphone y el Rugosímetro de Merlín para la Medición de la Rugosidad del Pavimento Flexible en la Av. Internacional, Tacna - 2021".



Pandera, L. (2016).” Análisis de Regularidad Superficial en Caminos Pavimentados”.  
(p.11).

## ANEXOS

### 5.1. ANEXO N°2: Plano de Ubicación y Localización



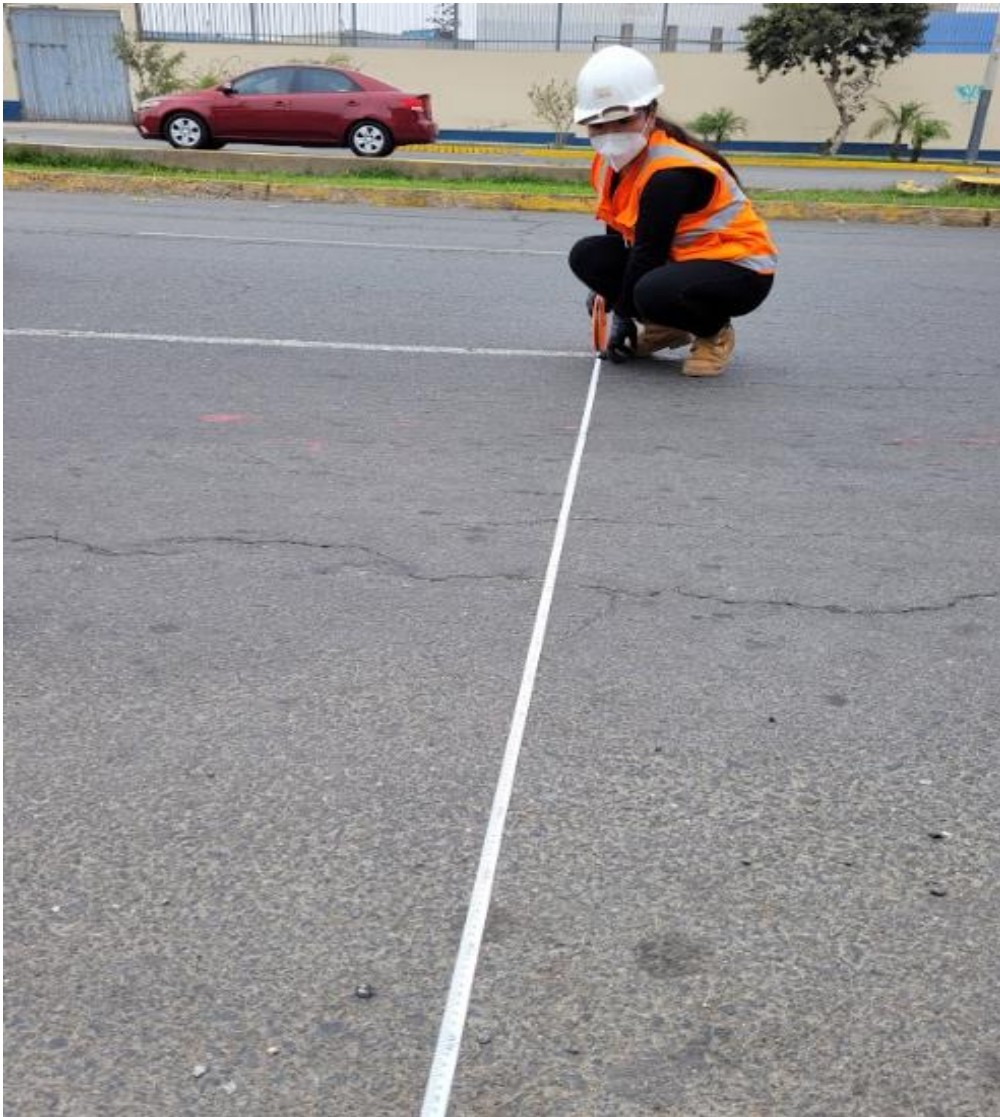
Fuente:

Elaboración Propia

## 5.2. ANEXO N°2: Medidas del carril derecho.

### Figura 63

*Medición del ancho del carril derecho.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

### 5.3. ANEXO N°3: Medidas del carril izquierdo.

**Figura 64**

*Medidas del ancho del carril izquierdo*



*Fuente: Elaboración Propia.*



#### 5.4. ANEXO N°4: Marca de la rueda de Merlin.

##### Figura 65

*Marcando la Rueda de Merlin*



Fuente: Elaboración Propia.

## 5.5. ANEXO N°5: Calibración del Equipo.

**Figura 66**

*Calibración del Equipo*



*Fuente: Elaboración Propia.*



## 5.6. ANEXO N°6: Nivelación del Equipo.

**Figura 67**

*Nivelación del Equipo*

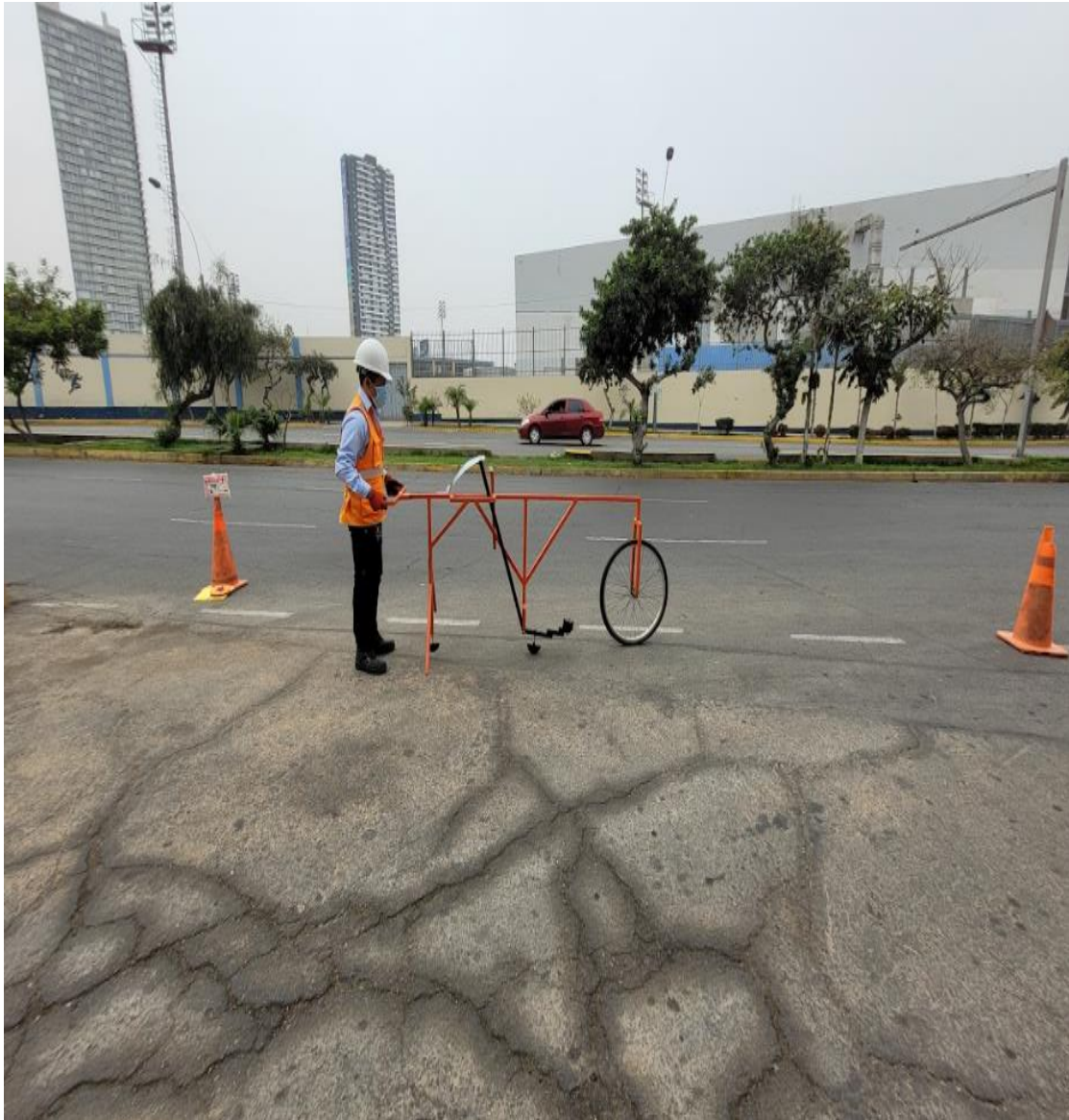


*Fuente: Elaboración Propia.*

## 5.7. ANEXO N°7: Toma del primer dato.

### Figura 68

*Toma del primer dato*



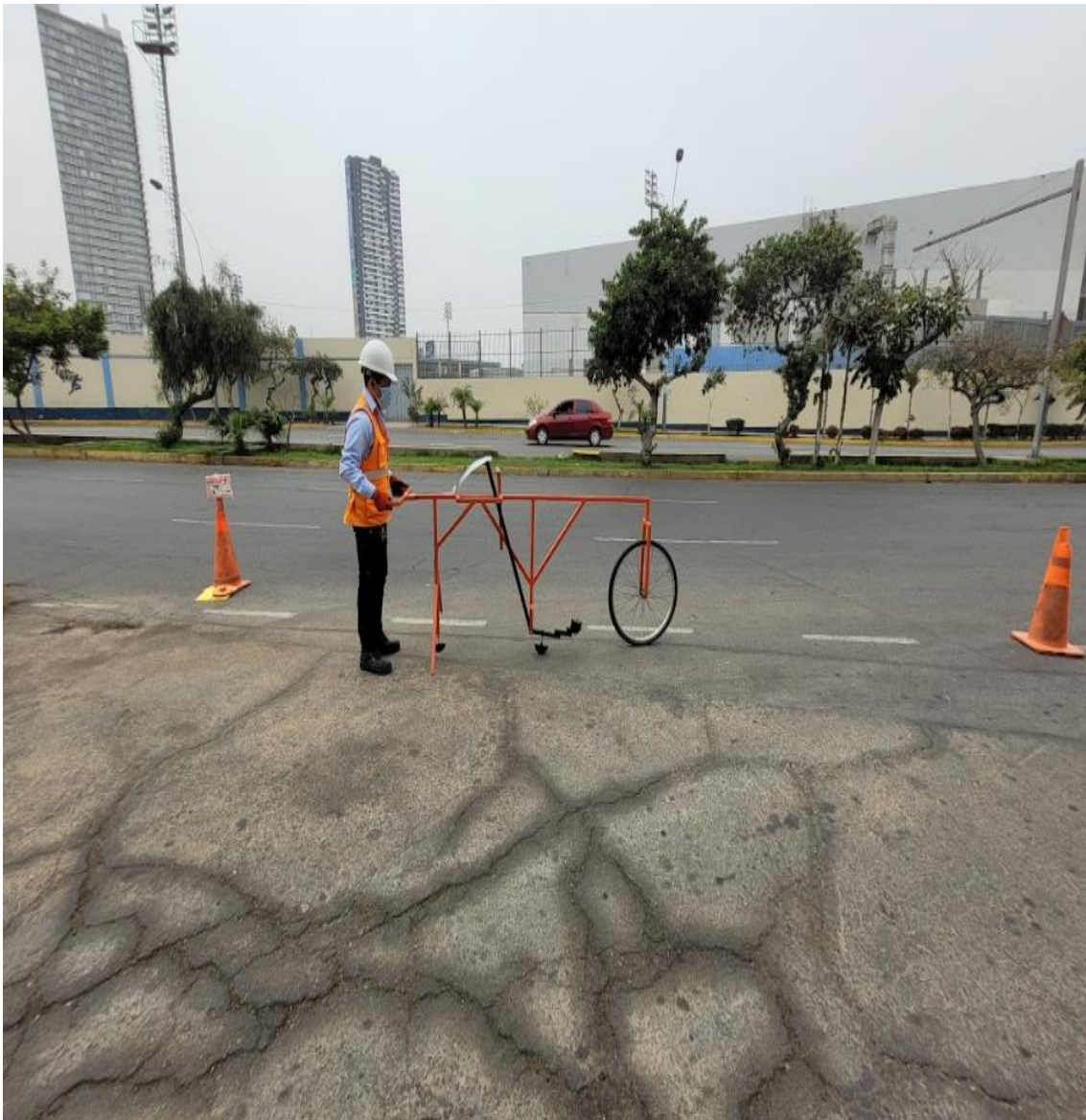
*Fuente: Elaboración Propia.*



## 5.8. ANEXO N°8: Toma de datos carril derecho.

### Figura 69

*Toma de datos*

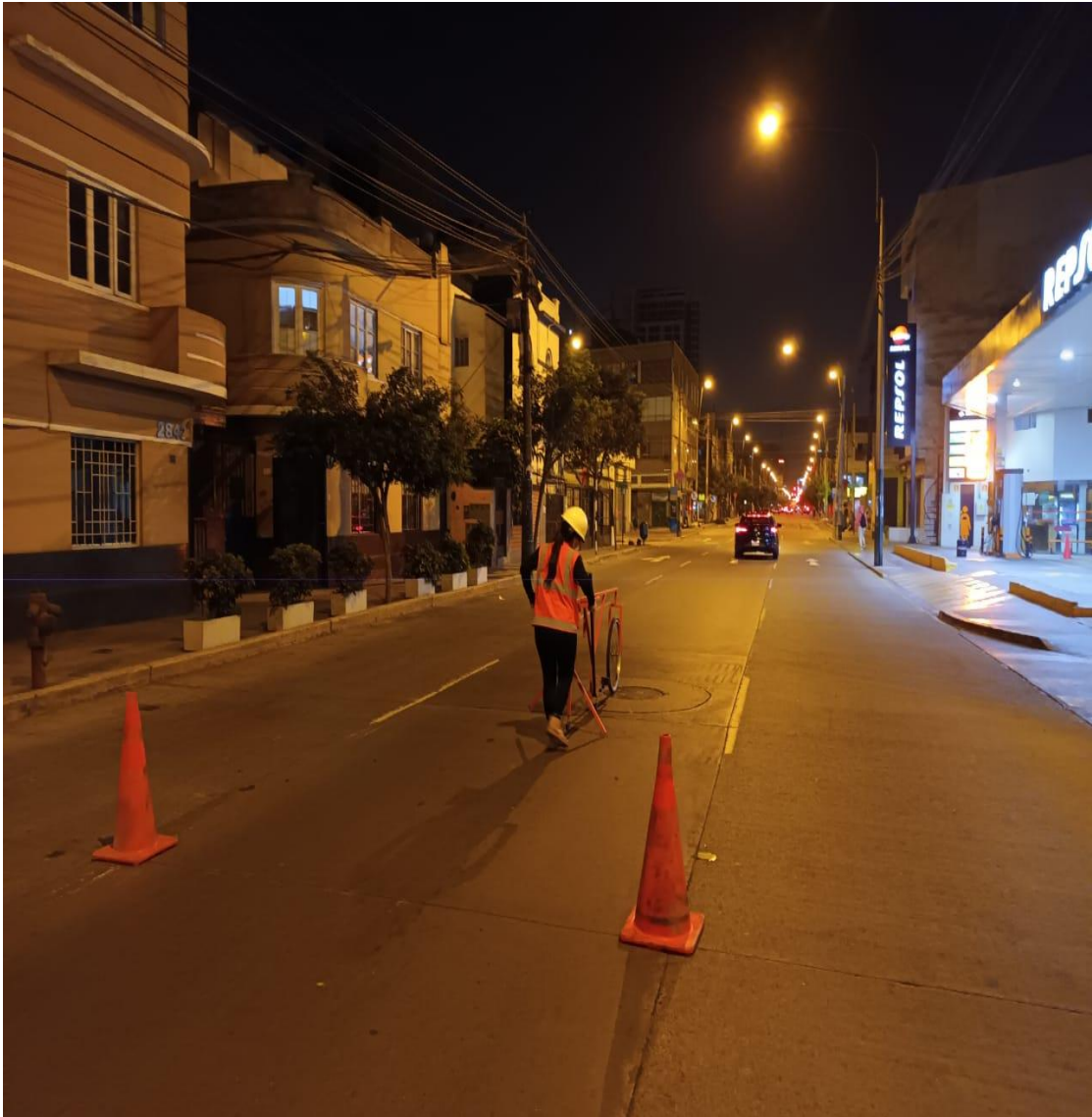


*Fuente: Elaboración Propia.*

## 5.9. ANEXO N°9: Toma de datos en el carril medio.

### Figura 70

#### *Toma de datos*



Fuente: *Elaboración Propia.*

## 5.10. ANEXO N°10: Toma de datos en el carril izquierdo.

### Figura 71

*Toma de datos*



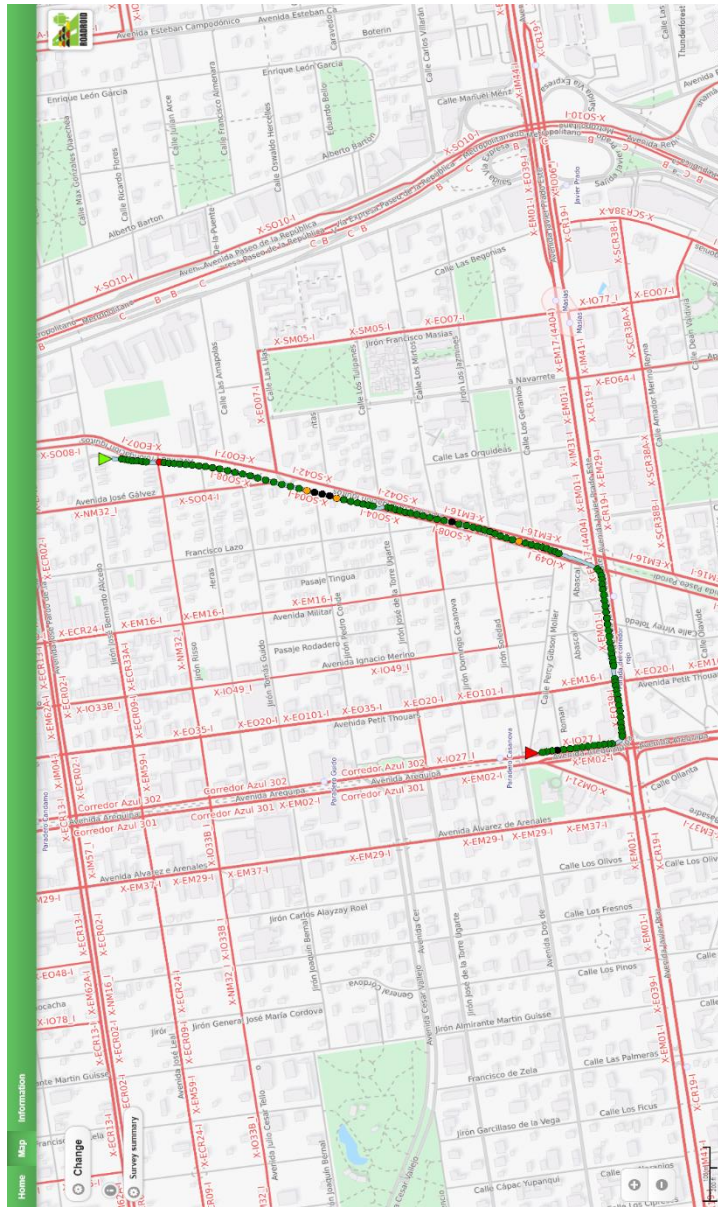
Fuente: Elaboración Propia.



### 5.11. ANEXO N°11: Mapa del software Roadroid.

**Figura 72**

*Mapa del software Roadroid*

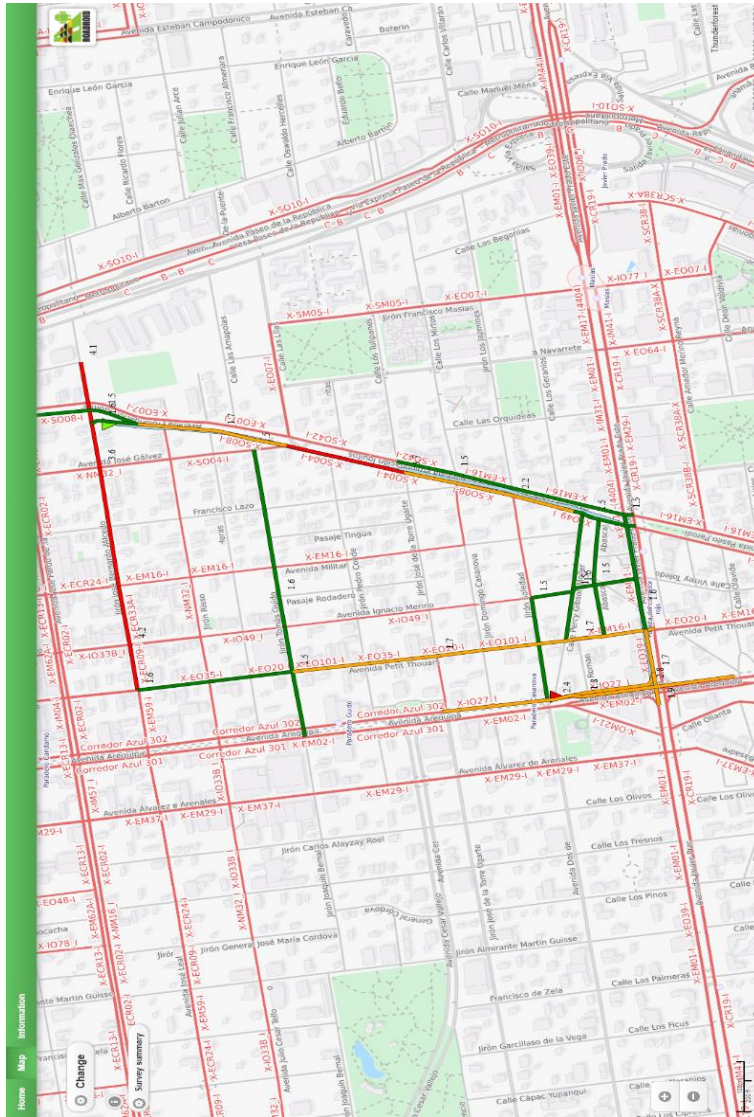


Fuente: Software Roadroid

### 5.12. ANEXO N°12: Mapa del software Roadroid.

**Figura 73**

*Mapa del software Roadroid*



Fuente: Software Roadroid.

### 5.13. ANEXO N°13: Identificación de fallas Y Niveles de Severidad

#### **Resultados de identificación de tipos de fallas y niveles de severidad**

#### **Carril derecho Km 0+000 hasta el Km 0+400**

**Tabla 68.**

*Cuadro de tipo de fallas en el carril derecho km 0+000 hasta el km 0+ 400.*

TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	MEDICION	VIDA ESPERADA	POSIBLE CAUSAS
Pavimento agrietado	Medio	0.48 ml	2-3 años	Debilidad de la mezcla asfáltica
Deformación por hundimiento	Medio	2.08 m <sup>2</sup>	4-6 años	Deficientes prácticas de construcción
Deformación por hundimiento	Medio	2.40 m <sup>2</sup>	4-6 años	Deficientes prácticas de construcción
Desintegraciones por desprendimiento de agregado	Baja	2.52 m <sup>2</sup>	2 años	Rompimiento de las partículas de agregado por efecto de las presiones aplicadas

*Nota. El nivel de severidad se clasifica en tres, que son: Baja, medio, alto. Los años de vida esperada, se da después de las alternativas de reparaciones recomendadas.*

Se tiene una longitud de estudio de 400 metros lineales. Su ancho es de 3.40 metros (ancho del carril), fueron identificados visualmente, tomando sus descripciones se procedió a la obtención de datos, obteniendo la severidad medio, en la falla de pavimento agrietado y deformaciones por hundimiento, como también obteniendo la severidad baja, en la falla de desintegraciones por desprendimiento de agregado. Mediante a eso concluimos con alternativas de reparación, una de las alternativas es el sellado bituminoso de la superficie, como también, el bacheo profundo (anexo N°09). Este proceso de fallo

continuo aumenta la permeabilidad del revestimiento y la oxidación del medio aglutinante.

### **Carril derecho Km 0+400 hasta el Km 0+800**

**Tabla 69.**

*Cuadro de tipos de fallas en el carril derecho km 0+400 hasta el km 0+800*

<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>	<b>MEDICION</b>	<b>VIDA ESPERADA</b>	<b>POSIBLE CAUSAS</b>
Pavimento agrietado longitudinal	Medio	1.27 ml	2-3 años	Debilidad de la mezcla asfáltica
Deformación por hundimiento	Baja	1.96 m <sup>2</sup>	4-6 años	Deficientes prácticas de construcción
Deformación por hundimiento	Baja	2.31 m <sup>2</sup>	4-6 años	Deficientes prácticas de construcción
Deformación por hundimiento	Baja	2.10 m <sup>2</sup>	4-6 años	Deficientes prácticas de construcción

*Nota. El nivel de severidad se clasifica en tres, que son: Baja, medio, alto. Los años de vida esperada, se da después de las alternativas de reparaciones recomendadas.*

Se tiene una longitud de estudio de 400 metros lineales. Su ancho es de 3.40 metros (ancho del carril), fueron identificados visualmente, tomando sus descripciones se procedió a la obtención de datos, obteniendo la severidad medio, en la falla de pavimento agrietado longitudinal, como también se obtuvo la severidad baja en las fallas de deformación por hundimiento. Como consecuencia, terminamos con las posibilidades de reparación, una de las cuales es el sellado de grietas con asfalto líquido. Si este fallo persiste, la fragilidad de la base no tardará en agravarse, provocando baches.

## Carril derecho Km 0+800 hasta el Km 1+200

### Tabla 70.

*Cuadro de tipos de fallas en el carril derecho km 0+800 hasta el km 1+200*

TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	MEDICION	VIDA ESPERADA	POSIBLE CAUSAS
Deformación por hundimiento	Baja	2.12 m <sup>2</sup>	4-6 años	Deficientes prácticas de construcción
Desintegraciones por desprendimiento de agregado	Baja	2.17 m <sup>2</sup>	2 años	Rompimiento de las partículas de agregado por efecto de las presiones aplicadas

*Nota. El nivel de severidad se clasifica en tres, que son: Baja, medio, alto. Los años de vida esperada, se da después de las alternativas de reparaciones recomendadas.*

Se tiene una longitud de estudio de 400 metros lineales. Su ancho es de 3.40 metros (ancho del carril), fueron identificados visualmente, tomando sus descripciones se procedió a la obtención de datos, obteniendo la severidad baja, en las fallas de deformación por hundimiento y desintegraciones por desprendimiento de agregado. Como consecuencia, terminamos con las posibilidades de reparación, incluyendo un extenso parcheado y la sustitución de la cimentación granular. La permeabilidad del revestimiento y la oxidación del medio aglutinante aumentarán si continúa este proceso de fallo.



## Carril derecho Km 1+200 hasta el Km 1+600

**Tabla 71.**

*Cuadro de tipos de fallas en el carril derecho km 1+200 hasta el km 1+600*

TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	MEDICION	VIDA ESPERADA	POSIBLE CAUSAS
Pavimento agrietado longitudinal	Medio	3.33 ml	2-3 años	Debilidad de la mezcla asfáltica
Deformación por hundimiento	Baja	1.89 m <sup>2</sup>	4-6 años	Deficientes prácticas de construcción

*Nota. El nivel de severidad se clasifica en tres, que son: Baja, medio, alto. Los años de vida esperada, se da después de las alternativas de reparaciones recomendadas.*

Se tiene una longitud de estudio de 400 metros lineales. Su ancho es de 3.40 metros (ancho del carril), fueron identificados visualmente, tomando sus descripciones se procedió a la obtención de datos, obteniendo la severidad medio, en la falla de pavimento agrietado longitudinal y obteniendo la severidad baja en la falla de deformación por hundimiento. Concluimos con opciones de reparación, una de las cuales era el sellado de grietas con asfalto líquido. Si este proceso de fallo continúa, la debilidad de la base empeorará rápidamente y se expandirá, provocando baches.

## Carril medio Km 0+000 hasta el Km 0+400

**Tabla 72.**

*Cuadro de tipos de fallas en el carril medio km 0+000 hasta el km 0+400*

TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	MEDICION	VIDA ESPERADA	POSIBLE CAUSAS
Desintegraciones por desprendimiento de agregado	Baja	1.29 m <sup>2</sup>	2 años	Rompimiento de las partículas de agregado por efecto de las presiones aplicadas
Pavimento agrietado longitudinal	Medio	0.63 ml	2-3 años	Debilidad de la mezcla asfáltica
Desintegraciones por desprendimiento de agregado	Baja	1.68 m <sup>2</sup>	2 años	Rompimiento de las partículas de agregado por efecto de las presiones aplicadas

*Nota. El nivel de severidad se clasifica en tres, que son: Baja, medio, alto. Los años de vida esperada, se da después de las alternativas de reparaciones recomendadas.*

El estudio mide 400 metros lineales. Su ancho es de 3.50 metros (ancho del carril), fueron identificados visualmente, tomando sus descripciones se procedió a la obtención de datos, obteniendo la severidad medio, en la falla de pavimento agrietado longitudinal y obteniendo la severidad baja en la falla de desintegraciones por desprendimiento de agregado. De ahí que el riego con emulsión bituminosa o el rejuvenecimiento de toda la superficie sea una opción de restauración. Sin embargo, el fallo continuado aumenta la permeabilidad del revestimiento y la oxidación del medio ligante.

## Carril medio Km 0+400 hasta el Km 0+800

**Tabla 73.**

*Cuadro de tipos de fallas en el carril medio km 0+100 hasta el km 0+800*

TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	MEDICION	VIDA ESPERADA	POSIBLE CAUSAS
Pavimento agrietado longitudinal	Medio	0.77 ml	2-3 años	Debilidad de la mezcla asfáltica

*Nota. El nivel de severidad se clasifica en tres, que son: Baja, medio, alto. Los años de vida esperada, se da después de las alternativas de reparaciones recomendadas.*

El estudio mide 400 metros lineales. Su ancho es de 3.50 metros (ancho del carril), fueron identificados visualmente, tomando sus descripciones se procedió a la obtención de datos, obteniendo la severidad medio, en la falla de pavimento agrietado longitudinal. De ahí que una opción de restauración sea el sellado de grietas con asfalto líquido. Si este proceso de fallo continúa, la debilidad de la base pronto empeorará y causará baches.

## Carril medio Km 0+800 hasta el Km 1+200

**Tabla 74.**

*Cuadro de tipos de fallas en el carril medio km 0+800 hasta el km 1+200*

TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	MEDICION	VIDA ESPERADA	POSIBLE CAUSAS
Deformación por hundimiento	Baja	1.89 m <sup>2</sup>	4-6 años	Deficientes prácticas de construcción
Agrietamiento por piel de cocodrilo	Media	2.34 m <sup>2</sup>	2 años	Deficiente calidad de los materiales, deficiencias en el proceso de elaboración y puesta en obra

*Nota. El nivel de severidad se clasifica en tres, que son: Baja, medio, alto. Los años de vida esperada, se da después de las alternativas de reparaciones recomendadas.*

Se tiene una longitud de estudio de 400 metros lineales. Su ancho es de 3.50 metros (ancho del carril), fueron identificados visualmente, tomando sus descripciones se procedió a la obtención de datos, obteniendo la severidad medio, en la falla por agrietamiento por piel de cocodrilo, como también se obtiene la severidad baja en la falla de deformación por hundimiento. Mediante a eso concluimos con alternativas de reparación, una de las alternativas de solución es el trabajo de bacheo más sellado de la superficie con material bituminoso y recubrimiento de agregado pétreo. Pero, en caso, este proceso de fallas continua, la debilidad de la base progresara rápidamente en severidad y extensión, dando lugar a baches.

## Carril medio Km 1+200 hasta el Km 1+600

### Tabla 75.

*Cuadro de tipos de fallas en el carril medio km 1+200 hasta el km 1+600*

TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	MEDICION	VIDA ESPERADA	POSIBLE CAUSAS
Deformación por hundimiento	Baja	1.42 m <sup>2</sup>	4-6 años	Deficientes prácticas de construcción

*Nota. El nivel de severidad se clasifica en tres, que son: Baja, medio, alto. Los años de vida esperada, se da después de las alternativas de reparaciones recomendadas.*

Se tiene una longitud de estudio de 400 metros lineales. Su ancho es de 3.50 metros (ancho del carril), fueron identificados visualmente, tomando sus descripciones se procedió a la obtención de datos, obteniendo la severidad baja, en la falla de deformación por hundimiento. Mediante a eso concluimos con alternativas de reparación, una de las alternativas de solución es el bacheo profundo; incluida reposición de base granula. Pero, en caso, este proceso de fallas continua aumentara la posibilidad de formarse baches.

## Carril izquierdo Km 0+000 hasta el Km 0+400

**Tabla 76.**

*Cuadro de tipos de fallas en el carril izquierdo km 0+000 hasta el km 0+400*

TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	MEDICION	VIDA ESPERADA	POSIBLE CAUSAS
Pavimento agrietado longitudinal	Baja	1.90 ml	2-3 años	Debilidad de la mezcla asfáltica
Deformación por hundimiento	Baja	1.67 m <sup>2</sup>	4-6 años	Deficientes prácticas de construcción
Pavimento fisurado longitudinal	Baja	3.62 ml	2-3 años	Debilidad de la mezcla asfáltica

*Nota. El nivel de severidad se clasifica en tres, que son: Baja, medio, alto. Los años de vida esperada, se da después de las alternativas de reparaciones recomendadas.*

Los datos de la tabla N°58 de tipo de falla tiene una longitud de estudio de 400 metros lineales. Su ancho es de 3.60 metros (ancho del carril), fueron identificados visualmente, tomando sus descripciones se procedió a la obtención de datos, obteniendo la severidad baja, en la falla de pavimento agrietado longitudinal, deformación por hundimiento y pavimento fisurado longitudinal. Mediante a eso concluimos con alternativas de reparación, una de las alternativas de solución es el sellado de fisuras con asfalto liquido emulsión bituminosa más arena. Pero, en caso, este proceso de fallas continua, la debilidad de la base progresara rápidamente en severidad y extensión, dando lugar a baches.

## Carril izquierdo Km 0+400 hasta el Km 0+800

**Tabla 77.**

*Cuadro de tipos de fallas en el carril izquierdo km 0+400 hasta el km 0+800*

<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>	<b>MEDICION</b>	<b>VIDA ESPERADA</b>	<b>POSIBLE CAUSAS</b>
Deformación por hundimiento	Baja	1.59 m <sup>2</sup>	4-6 años	Deficientes prácticas de construcción
Pavimento agrietado longitudinal	Baja	1.91 ml	2-3 años	Debilidad de la mezcla asfáltica

*Nota. El nivel de severidad se clasifica en tres, que son: Baja, medio, alto. Los años de vida esperada, se da después de las alternativas de reparaciones recomendadas.*

Se tiene una longitud de estudio de 400 metros lineales. Su ancho es de 3.60 metros (ancho del carril), fueron identificados visualmente, tomando sus descripciones se procedió a la obtención de datos, obteniendo la severidad baja, en la falla de deformación por hundimiento y pavimento agrietado longitudinal. Mediante a eso concluimos con alternativas de reparación, una de las alternativas de solución es el sellado de fisuras con asfalto líquido. Pero, en caso, este proceso de fallas continua, la debilidad de la base progresara rápidamente en severidad y extensión, dando lugar a baches.

## Carril izquierdo Km 0+800 hasta el Km 1+200

**Tabla 78.**

*Cuadro de tipos de fallas en el carril izquierdo km 0+800 hasta el km  
1+200*

TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	MEDICION	VIDA ESPERADA	POSIBLE CAUSAS
Pavimento agrietado longitudinal	Baja	0.52 ml	2-3 años	Debilidad de la mezcla asfáltica
Deformación por hundimiento	Baja	1.41 m <sup>2</sup>	4-6 años	Deficientes prácticas de construcción

*Nota. El nivel de severidad se clasifica en tres, que son: Baja, medio, alto. Los años de vida esperada, se da después de las alternativas de reparaciones recomendadas.*

Se tiene una longitud de estudio de 400 metros lineales. Su ancho es de 3.60 metros (ancho del carril), fueron identificados visualmente, tomando sus descripciones se procedió a la obtención de datos, obteniendo la severidad baja, en la falla de pavimento agrietado longitudinal y deformación por hundimiento. Mediante a eso concluimos con alternativas de reparación, una de las alternativas de solución es el sellado de fisuras con asfalto líquido. Pero, en caso, este proceso de fallas continua, la debilidad de la base progresara rápidamente en severidad y extensión, dando lugar a baches.



## Carril izquierdo Km 1+200 hasta el Km 1+600

**Tabla 79.**

*Cuadro de tipos de fallas en el carril izquierdo km 1+200 hasta el km 1+600*

TIPO DE FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD	MEDICION	VIDA ESPERADA	POSIBLE CAUSAS
Pavimento agrietado longitudinal	Medio	0.74 ml	2-3 años	Debilidad de la mezcla asfáltica
Desintegraciones por desprendimiento de agregado	Baja	1.68 m <sup>2</sup>	2 años	Rompimiento de las partículas de agregado por efecto de las presiones aplicadas

*Nota. El nivel de severidad se clasifica en tres, que son: Baja, medio, alto. Los años de vida esperada, se da después de las alternativas de reparaciones recomendadas.*

Se tiene una longitud de estudio de 400 metros lineales. Su ancho es de 3.60 metros (ancho del carril), fueron identificados visualmente, tomando sus descripciones se procedió a la obtención de datos, obteniendo la severidad baja, en la falla de pavimento agrietado longitudinal y desintegraciones por desprendimiento de agregado. Mediante a eso concluimos con alternativas de reparación, una de las alternativas de solución es aplicar riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora en toda la superficie. Pero, en caso, este proceso de fallas continua, la debilidad de la base progresara rápidamente en severidad y extensión, dando lugar a peladuras y baches superficiales hasta llegar a la completa desintegración del revestimiento.

## Interpretación de resultados

**Tabla 80.**

*Resumen de resultados de los tipos de fallas y severidad*

	<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>	<b>MEDICION</b>	<b>VIDA ESPERADA</b>	<b>CLASIFICACION</b>	<b>TRANSITABILIDAD</b>
<b>CARRIL DERECHO</b>	Pavimento agrietado longitudinal	Medio	5.87 ml	2-3 años		
	Deformación por hundimiento	Medio	14.86 m <sup>2</sup>	4-6 años	BUENA	TRANSITABLE
	Desintegraciones por desprendimiento de agregado	Baja	4.69 m <sup>2</sup>	2 años		
<b>CARRIL MEDIO</b>	Pavimento agrietado longitudinal	Medio	1.4 ml	2-3 años		
	Deformación por hundimiento	Medio	3.31 m <sup>2</sup>	4-6 años		
	Desintegraciones por desprendimiento de agregado	Baja	2.97 m <sup>2</sup>	2 años	BUENA	TRANSITABLE
	Agrietamiento por piel de cocodrilo	Medio	2.34 m <sup>2</sup>	2 años		
<b>CARRIL IZQUIERDO</b>	Pavimento fisurado longitudinal	Medio	3.62 ml	2-3 años		
	Pavimento agrietado longitudinal	Medio	78.33 ml	2-3 años	BUENA	TRANSITABLE
	Deformación por hundimiento	Medio	4.67 m <sup>2</sup>	4-6 años		
	Desintegraciones por desprendimiento de agregado	Baja	1.68 m <sup>2</sup>	2 años		

*Nota. Como podemos observar en nuestra tabla actual, encontramos las medidas totales de cada carril, la cual, la mayor variación tenemos en el carril izquierdo del km 0+000 – km 1+600 con la falla de pavimento agrietado con una severidad medio y una longitud total de 78.33 metros lineales, esto es a causa de que el pavimento se encuentra en desgaste, siendo esto no tan desfavorable, ya que se encuentra en una clasificación buena y transitable.*

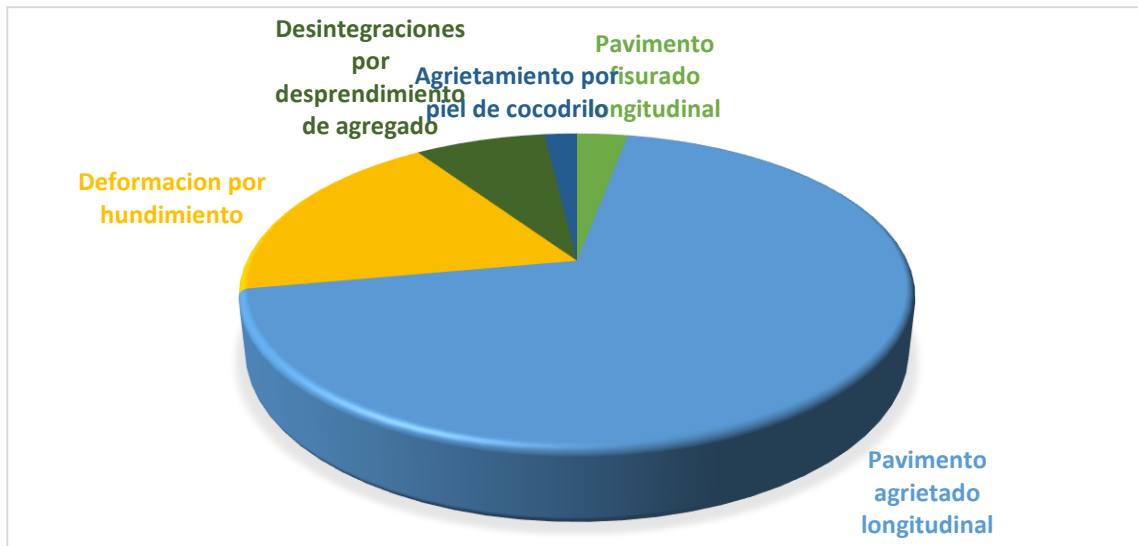
**Tabla 81.**

*Medición total de los tipos de fallas*

TIPO DE FALLA	MEDICION TOTAL	%
Pavimento fisurado longitudinal	3.62 ml	3
Pavimento agrietado longitudinal	85.6 ml	69
Deformación por hundimiento	22.84 m <sup>2</sup>	18
Desintegraciones por desprendimiento de agregado	9.34 m <sup>2</sup>	8
Agrietamiento por piel de cocodrilo	2.34 m <sup>2</sup>	2

**Figura 74**

*Porcentaje de la suma total de cada tipo de falla*




Fuente: Elaboración Propia.

Las fallas que mayor daño producen al pavimento son aquellas que presentan un valor deducido alto en nuestro gráfico. De todas las fallas inspeccionadas, la que causó más deterioro en el pavimento, con un porcentaje de 69%, fue el agrietamiento longitudinal con una severidad media. Estos agrietamientos longitudinales se localizaron en nuestras tres vías estudiadas, sumando un total de 85.6 metros lineales.

Como mayor cantidad de daño también se encontraron deformaciones por hundimiento en las tres vías, tiene un grado de severidad medio, con un porcentaje de 18%, sumando un total de 22.84 metros cuadrados. También tenemos la falla por desintegración por desprendimiento de agregado en las tres vías, tiene un grado de severidad baja, con un porcentaje de 8%, sumando un total de 9.34 metros cuadrados.

Por último, tenemos las fallas de agrietamiento por piel de cocodrilo en un solo el carril del medio estudiado del km 0+800 – 1+200. ver anexo N°09, tiene un grado de severidad media, con un porcentaje de 2%, sumando un total de 2.34 metros cuadrados. Y la falla de fisurado longitudinal en un solo el carril del izquierdo del km 0+000 – 0+400. ver anexo N°09, tiene un grado de severidad baja, con un porcentaje de 3%, sumando un total de 3.62 metros cuadrados.

5.14. ANEXO N°14: Certificado de calibración de Merlin.



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° V2522003**

Página 1 de 2

Expediente	: N° 0092-2022	
Fecha de Emisión	: 2022-06-07	

**1. SOLICITANTE** : YENI DALMIRA MORALES SILVERIO

DIRECCIÓN : Mz. E Lt. 14 los nogales uno Lima - Lima - San Martin de Porres

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : RUGOSIMETRO MERLIN

Marca	: PALIO	
Modelo	: PE2009	
Número de Serie	: 2522001	
Estructura	: Metálica	
Acabado	: Pintado	
Procedencia	: PERU	
Identificación	: No indica	
Ubicación	: Instalaciones de CALITEST S.A.C.	

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

Fecha : 2022-06-07  
Lugar :

**4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012, "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.


**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	26.1	25.3
Humedad Relativa (%)	60	59


**6. TRAZABILIDAD**  
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

TRAZABILIDAD	PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
METROSYSTEMS S.R.L.	Pie de Rey (Vernier)	MS-0075-2022
TOTAL WEIGHT	Flexómetro (Wincha)	JMR-1269-2021

---



**CALITEST S.A.C.**  
Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



**CALITEST SAC**  
Ing. GIANMARCO ANDRE  
MESTAS PIZANGO  
CIP: 256285  
JEFE DE LABORATORIO

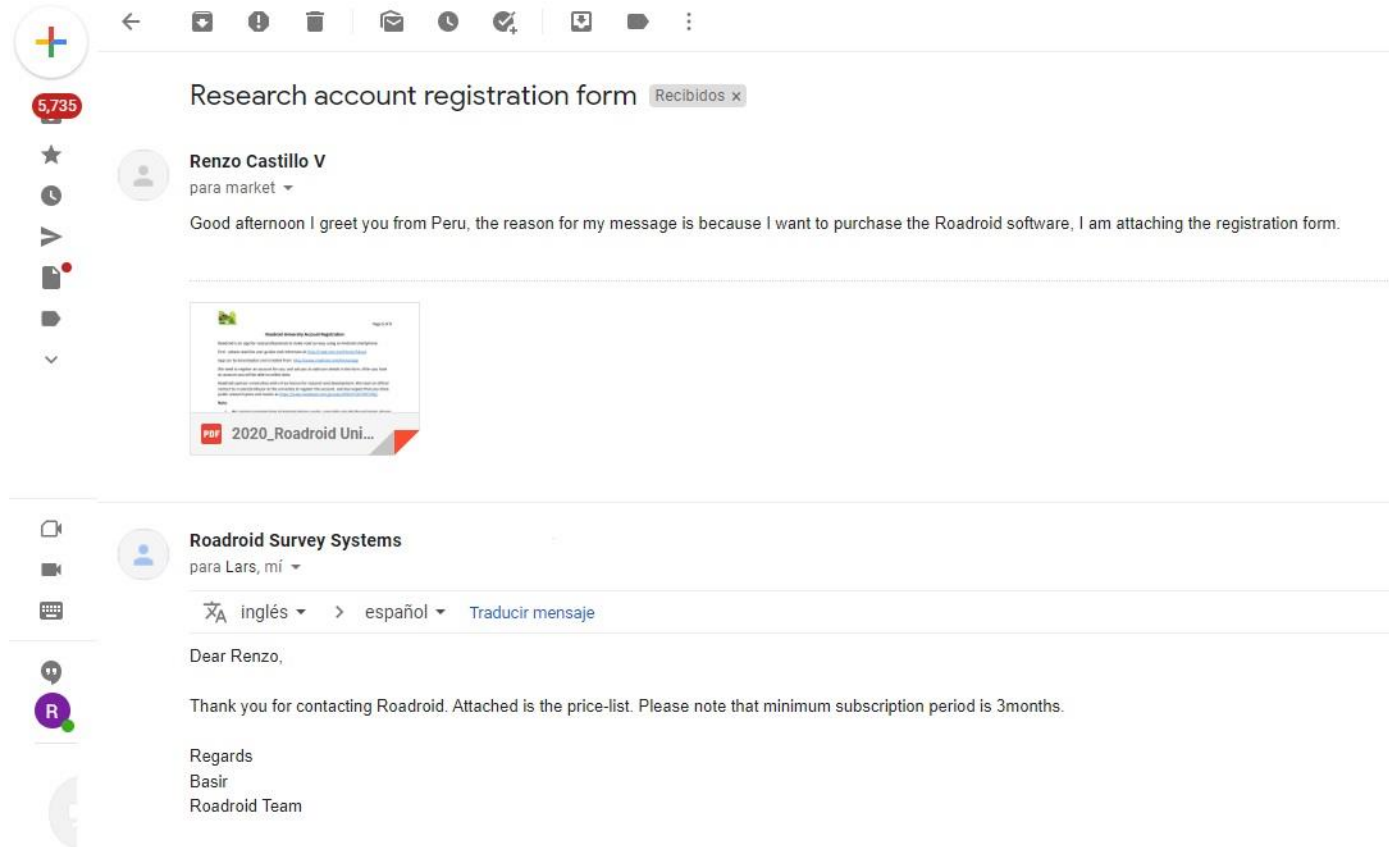
FEI-25    Rev00    Elaborado:PFSP    Revisado:GAMP    Aprobado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**

Fuente: Empresa Calitest SAC

### 5.15. ANEXO N°15: Coordinación de la compra del software Roadroid.



## 5.16. ANEXO N°16: Precio del software Roadroid.

# Pricelist

Updated Nov. 2019



The prices are indicated in USD **per month** for each number of license purchased. The price decreases as the number of licenses or duration of the subscription increases. With higher number of licenses - please contact us for an exclusive quotation.

### Services included in price:

- \* Unlimited Road Survey/IRI data collection + Photos/Video by Roadroid App.
- \* Cloud Service and Road Data Management System.
- \* User guide and support via e-mail and eventually by Skype/Teams.

Number of Roadroid Licenses	Subscription Period				
	3 Months	6 Months	1 Year	2 Years	3 Years
1	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 250.00	\$ 220.00	\$ 200.00
2	\$ 300.00	\$ 290.00	\$ 240.00	\$ 210.00	\$ 190.00
3	\$ 300.00	\$ 280.00	\$ 230.00	\$ 200.00	\$ 180.00
4	-	\$ 270.00	\$ 220.00	\$ 190.00	\$ 170.00
5	-	\$ 260.00	\$ 210.00	\$ 180.00	\$ 160.00
6	-	-	\$ 200.00	\$ 170.00	\$ 150.00
7	-	-	\$ 190.00	\$ 160.00	\$ 140.00
8	-	-	\$ 180.00	\$ 150.00	\$ 130.00
9	-	-	\$ 170.00	\$ 140.00	\$ 120.00
10	-	-	\$ 160.00	\$ 130.00	\$ 110.00
More than 10	-	-	\$ 140.00	\$ 100.00	\$ 100.00
More than 15	-	-	\$ 120.00	\$ 100.00	\$ 100.00
More than 20	-	-	\$ 110.00	\$ 100.00	\$ 100.00
More than 25	-	-	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00

Please feel free to contact us for further information about the prices and assistance in selecting the right price and right number of the license correspondent to your needs.

[www.roadroid.com](http://www.roadroid.com)













5.22. ANEXO N°22: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de servicibilidad (psi) del pavimento flexible. Tramo 6.

<p><b>CÁLCULO DEL ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD (IRI) Y ÍNDICE DE SERVICIBILIDAD (PSI) DEL PAVIMENTOS FLEXIBLE</b></p>	Código:	R001
	Versión:	001
	Fecha:	11/06/2022
	Página 1 de 1	

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</td> <td colspan="2">Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2786</td> </tr> <tr> <td>SENTIDO:</td> <td colspan="2">MEDIO</td> </tr> <tr> <td>CARREL:</td> <td colspan="2">2</td> </tr> <tr> <td>DEL KM:</td> <td colspan="2">0+400</td> </tr> <tr> <td>AL KM:</td> <td colspan="2">0+800</td> </tr> <tr> <td>FECHA DE TOMA DE DATOS:</td> <td colspan="2">08/06/2022</td> </tr> <tr> <td>D:</td> <td>81.66667</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>IRI:</td> <td>4.43950</td> <td>m/Km</td> </tr> <tr> <td>PSI:</td> <td colspan="2">2.43339</td> </tr> <tr> <td>CLASIFICACION:</td> <td colspan="2">REGULAR</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <caption>TABLA DE CONTEO</caption> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>25</td><td>24</td><td>33</td><td>25</td><td>33</td><td>18</td><td>16</td><td>25</td><td>27</td><td>33</td><td>1</td></tr> <tr><td>37</td><td>29</td><td>22</td><td>23</td><td>40</td><td>17</td><td>25</td><td>22</td><td>26</td><td>34</td><td>2</td></tr> <tr><td>19</td><td>30</td><td>16</td><td>25</td><td>22</td><td>25</td><td>17</td><td>26</td><td>25</td><td>38</td><td>3</td></tr> <tr><td>26</td><td>17</td><td>19</td><td>28</td><td>28</td><td>22</td><td>18</td><td>17</td><td>24</td><td>35</td><td>4</td></tr> <tr><td>25</td><td>16</td><td>33</td><td>28</td><td>29</td><td>23</td><td>19</td><td>25</td><td>23</td><td>32</td><td>5</td></tr> <tr><td>28</td><td>15</td><td>24</td><td>24</td><td>26</td><td>26</td><td>24</td><td>28</td><td>27</td><td>19</td><td>6</td></tr> <tr><td>30</td><td>28</td><td>23</td><td>29</td><td>23</td><td>25</td><td>25</td><td>19</td><td>26</td><td>25</td><td>7</td></tr> <tr><td>13</td><td>28</td><td>33</td><td>23</td><td>25</td><td>24</td><td>23</td><td>28</td><td>27</td><td>28</td><td>8</td></tr> <tr><td>28</td><td>23</td><td>25</td><td>30</td><td>27</td><td>28</td><td>24</td><td>12</td><td>21</td><td>26</td><td>9</td></tr> <tr><td>19</td><td>25</td><td>26</td><td>15</td><td>21</td><td>20</td><td>25</td><td>11</td><td>21</td><td>25</td><td>10</td></tr> <tr><td>16</td><td>26</td><td>28</td><td>18</td><td>32</td><td>25</td><td>26</td><td>13</td><td>20</td><td>26</td><td>11</td></tr> <tr><td>24</td><td>24</td><td>30</td><td>16</td><td>23</td><td>29</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>26</td><td>12</td></tr> <tr><td>21</td><td>22</td><td>31</td><td>21</td><td>23</td><td>28</td><td>25</td><td>21</td><td>26</td><td>25</td><td>13</td></tr> <tr><td>29</td><td>18</td><td>29</td><td>20</td><td>32</td><td>17</td><td>28</td><td>25</td><td>26</td><td>24</td><td>14</td></tr> <tr><td>25</td><td>23</td><td>25</td><td>20</td><td>16</td><td>16</td><td>20</td><td>28</td><td>22</td><td>23</td><td>15</td></tr> <tr><td>19</td><td>23</td><td>21</td><td>21</td><td>18</td><td>15</td><td>31</td><td>29</td><td>22</td><td>21</td><td>16</td></tr> <tr><td>26</td><td>28</td><td>24</td><td>20</td><td>29</td><td>18</td><td>35</td><td>23</td><td>21</td><td>17</td><td>17</td></tr> <tr><td>16</td><td>28</td><td>27</td><td>33</td><td>15</td><td>30</td><td>30</td><td>26</td><td>17</td><td>17</td><td>18</td></tr> <tr><td>35</td><td>19</td><td>26</td><td>21</td><td>12</td><td>22</td><td>17</td><td>24</td><td>17</td><td>19</td><td>19</td></tr> <tr><td>27</td><td>24</td><td>26</td><td>21</td><td>15</td><td>19</td><td>16</td><td>27</td><td>18</td><td>18</td><td>20</td></tr> </tbody> </table>	UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2786		SENTIDO:	MEDIO		CARREL:	2		DEL KM:	0+400		AL KM:	0+800		FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022		D:	81.66667	mm	IRI:	4.43950	m/Km	PSI:	2.43339		CLASIFICACION:	REGULAR			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		25	24	33	25	33	18	16	25	27	33	1	37	29	22	23	40	17	25	22	26	34	2	19	30	16	25	22	25	17	26	25	38	3	26	17	19	28	28	22	18	17	24	35	4	25	16	33	28	29	23	19	25	23	32	5	28	15	24	24	26	26	24	28	27	19	6	30	28	23	29	23	25	25	19	26	25	7	13	28	33	23	25	24	23	28	27	28	8	28	23	25	30	27	28	24	12	21	26	9	19	25	26	15	21	20	25	11	21	25	10	16	26	28	18	32	25	26	13	20	26	11	24	24	30	16	23	29	21	22	23	26	12	21	22	31	21	23	28	25	21	26	25	13	29	18	29	20	32	17	28	25	26	24	14	25	23	25	20	16	16	20	28	22	23	15	19	23	21	21	18	15	31	29	22	21	16	26	28	24	20	29	18	35	23	21	17	17	16	28	27	33	15	30	30	26	17	17	18	35	19	26	21	12	22	17	24	17	19	19	27	24	26	21	15	19	16	27	18	18	20
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2786																																																																																																																																																																																																																																																																						
SENTIDO:	MEDIO																																																																																																																																																																																																																																																																						
CARREL:	2																																																																																																																																																																																																																																																																						
DEL KM:	0+400																																																																																																																																																																																																																																																																						
AL KM:	0+800																																																																																																																																																																																																																																																																						
FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022																																																																																																																																																																																																																																																																						
D:	81.66667	mm																																																																																																																																																																																																																																																																					
IRI:	4.43950	m/Km																																																																																																																																																																																																																																																																					
PSI:	2.43339																																																																																																																																																																																																																																																																						
CLASIFICACION:	REGULAR																																																																																																																																																																																																																																																																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																													
25	24	33	25	33	18	16	25	27	33	1																																																																																																																																																																																																																																																													
37	29	22	23	40	17	25	22	26	34	2																																																																																																																																																																																																																																																													
19	30	16	25	22	25	17	26	25	38	3																																																																																																																																																																																																																																																													
26	17	19	28	28	22	18	17	24	35	4																																																																																																																																																																																																																																																													
25	16	33	28	29	23	19	25	23	32	5																																																																																																																																																																																																																																																													
28	15	24	24	26	26	24	28	27	19	6																																																																																																																																																																																																																																																													
30	28	23	29	23	25	25	19	26	25	7																																																																																																																																																																																																																																																													
13	28	33	23	25	24	23	28	27	28	8																																																																																																																																																																																																																																																													
28	23	25	30	27	28	24	12	21	26	9																																																																																																																																																																																																																																																													
19	25	26	15	21	20	25	11	21	25	10																																																																																																																																																																																																																																																													
16	26	28	18	32	25	26	13	20	26	11																																																																																																																																																																																																																																																													
24	24	30	16	23	29	21	22	23	26	12																																																																																																																																																																																																																																																													
21	22	31	21	23	28	25	21	26	25	13																																																																																																																																																																																																																																																													
29	18	29	20	32	17	28	25	26	24	14																																																																																																																																																																																																																																																													
25	23	25	20	16	16	20	28	22	23	15																																																																																																																																																																																																																																																													
19	23	21	21	18	15	31	29	22	21	16																																																																																																																																																																																																																																																													
26	28	24	20	29	18	35	23	21	17	17																																																																																																																																																																																																																																																													
16	28	27	33	15	30	30	26	17	17	18																																																																																																																																																																																																																																																													
35	19	26	21	12	22	17	24	17	19	19																																																																																																																																																																																																																																																													
27	24	26	21	15	19	16	27	18	18	20																																																																																																																																																																																																																																																													

OBSERVACIONES:\*(10,17,18,19,17,9,19,8,10,7,3) Desnivel por buzón.  
\*(1,18,3,14,5,11,2,4,2,6,2,7) Se presenció un pavimento agrietado longitudinal, severidad media.

 <small>VICTOR EUGENIO CARRION BUEDEMA INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 262929</small>	 <small>CEGAR ALVARADO GARCIA INGENIERO CIVIL CIP Nº 384627</small>	 <small>Roberto Castillo Velarde INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 27448</small>
APROBADO POR:	APROBADO POR: CESAR ALVARADO GARCIA	APROBADO POR: ROBERTO CASTILLO VELARDE

5.23. ANEXO N°23: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de servicibilidad (psi) del pavimento flexible. Tramo 7.

<p><b>CÁLCULO DEL ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD (IRI) Y ÍNDICE DE SERVICIBILIDAD (PSI) DEL PAVIMENTOS FLEXIBLE</b></p>	Código:	R001
	Versión:	001
	Fecha:	11/06/2022
	Página 1 de 1	

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</td> <td colspan="2">Lince - Av. Javier Prado Este N°6517</td> </tr> <tr> <td>SENTIDO:</td> <td colspan="2">MEDIO</td> </tr> <tr> <td>CARRIL:</td> <td colspan="2">2</td> </tr> <tr> <td>DEL KM:</td> <td colspan="2">0+800</td> </tr> <tr> <td>AL KM:</td> <td colspan="2">1+200</td> </tr> <tr> <td>FECHA DE TOMA DE DATOS:</td> <td colspan="2">08/06/2022</td> </tr> <tr> <td>D:</td> <td>23.60909</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>#R:</td> <td>1.70499</td> <td>m/Km</td> </tr> <tr> <td>PSI:</td> <td colspan="2">4.06027</td> </tr> <tr> <td>CLASIFICACION:</td> <td colspan="2">MUY BUENA</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <caption>TABLA DE CONTEO</caption> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>24</td><td>24</td><td>19</td><td>28</td><td>25</td><td>26</td><td>26</td><td>25</td><td>27</td><td>17</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>25</td><td>25</td><td>17</td><td>26</td><td>26</td><td>26</td><td>22</td><td>26</td><td>27</td><td>25</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>24</td><td>26</td><td>15</td><td>30</td><td>24</td><td>22</td><td>26</td><td>28</td><td>25</td><td>25</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>22</td><td>29</td><td>26</td><td>15</td><td>35</td><td>18</td><td>24</td><td>25</td><td>9</td><td>9</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>28</td><td>28</td><td>27</td><td>18</td><td>25</td><td>20</td><td>17</td><td>23</td><td>17</td><td>28</td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>27</td><td>25</td><td>25</td><td>16</td><td>30</td><td>50</td><td>29</td><td>24</td><td>42</td><td>24</td><td>6</td></tr> <tr><td>7</td><td>29</td><td>26</td><td>24</td><td>19</td><td>24</td><td>20</td><td>21</td><td>25</td><td>29</td><td>27</td><td>7</td></tr> <tr><td>8</td><td>26</td><td>25</td><td>42</td><td>17</td><td>40</td><td>27</td><td>26</td><td>26</td><td>19</td><td>21</td><td>8</td></tr> <tr><td>9</td><td>25</td><td>30</td><td>17</td><td>25</td><td>20</td><td>21</td><td>33</td><td>29</td><td>17</td><td>30</td><td>9</td></tr> <tr><td>10</td><td>24</td><td>34</td><td>16</td><td>28</td><td>15</td><td>23</td><td>30</td><td>20</td><td>22</td><td>17</td><td>10</td></tr> <tr><td>11</td><td>30</td><td>31</td><td>15</td><td>24</td><td>15</td><td>23</td><td>23</td><td>23</td><td>26</td><td>9</td><td>11</td></tr> <tr><td>12</td><td>8</td><td>36</td><td>14</td><td>26</td><td>19</td><td>25</td><td>33</td><td>25</td><td>32</td><td>25</td><td>12</td></tr> <tr><td>13</td><td>17</td><td>28</td><td>18</td><td>21</td><td>28</td><td>25</td><td>21</td><td>24</td><td>31</td><td>25</td><td>13</td></tr> <tr><td>14</td><td>19</td><td>29</td><td>12</td><td>23</td><td>26</td><td>23</td><td>33</td><td>26</td><td>29</td><td>28</td><td>14</td></tr> <tr><td>15</td><td>18</td><td>20</td><td>40</td><td>24</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>28</td><td>25</td><td>24</td><td>15</td></tr> <tr><td>16</td><td>13</td><td>24</td><td>19</td><td>21</td><td>25</td><td>25</td><td>21</td><td>21</td><td>28</td><td>26</td><td>16</td></tr> <tr><td>17</td><td>31</td><td>25</td><td>11</td><td>25</td><td>24</td><td>25</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>21</td><td>17</td></tr> <tr><td>18</td><td>33</td><td>28</td><td>22</td><td>21</td><td>27</td><td>28</td><td>22</td><td>25</td><td>30</td><td>23</td><td>18</td></tr> <tr><td>19</td><td>34</td><td>30</td><td>21</td><td>28</td><td>28</td><td>29</td><td>29</td><td>21</td><td>27</td><td>17</td><td>19</td></tr> <tr><td>20</td><td>32</td><td>12</td><td>23</td><td>21</td><td>17</td><td>26</td><td>20</td><td>26</td><td>20</td><td>16</td><td>20</td></tr> </tbody> </table>	UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Javier Prado Este N°6517		SENTIDO:	MEDIO		CARRIL:	2		DEL KM:	0+800		AL KM:	1+200		FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022		D:	23.60909	mm	#R:	1.70499	m/Km	PSI:	4.06027		CLASIFICACION:	MUY BUENA			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	24	24	19	28	25	26	26	25	27	17	1	2	25	25	17	26	26	26	22	26	27	25	2	3	24	26	15	30	24	22	26	28	25	25	3	4	22	29	26	15	35	18	24	25	9	9	4	5	28	28	27	18	25	20	17	23	17	28	5	6	27	25	25	16	30	50	29	24	42	24	6	7	29	26	24	19	24	20	21	25	29	27	7	8	26	25	42	17	40	27	26	26	19	21	8	9	25	30	17	25	20	21	33	29	17	30	9	10	24	34	16	28	15	23	30	20	22	17	10	11	30	31	15	24	15	23	23	23	26	9	11	12	8	36	14	26	19	25	33	25	32	25	12	13	17	28	18	21	28	25	21	24	31	25	13	14	19	29	12	23	26	23	33	26	29	28	14	15	18	20	40	24	23	24	25	28	25	24	15	16	13	24	19	21	25	25	21	21	28	26	16	17	31	25	11	25	24	25	24	25	26	21	17	18	33	28	22	21	27	28	22	25	30	23	18	19	34	30	21	28	28	29	29	21	27	17	19	20	32	12	23	21	17	26	20	26	20	16	20
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Javier Prado Este N°6517																																																																																																																																																																																																																																																																																										
SENTIDO:	MEDIO																																																																																																																																																																																																																																																																																										
CARRIL:	2																																																																																																																																																																																																																																																																																										
DEL KM:	0+800																																																																																																																																																																																																																																																																																										
AL KM:	1+200																																																																																																																																																																																																																																																																																										
FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022																																																																																																																																																																																																																																																																																										
D:	23.60909	mm																																																																																																																																																																																																																																																																																									
#R:	1.70499	m/Km																																																																																																																																																																																																																																																																																									
PSI:	4.06027																																																																																																																																																																																																																																																																																										
CLASIFICACION:	MUY BUENA																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1	24	24	19	28	25	26	26	25	27	17	1																																																																																																																																																																																																																																																																																
2	25	25	17	26	26	26	22	26	27	25	2																																																																																																																																																																																																																																																																																
3	24	26	15	30	24	22	26	28	25	25	3																																																																																																																																																																																																																																																																																
4	22	29	26	15	35	18	24	25	9	9	4																																																																																																																																																																																																																																																																																
5	28	28	27	18	25	20	17	23	17	28	5																																																																																																																																																																																																																																																																																
6	27	25	25	16	30	50	29	24	42	24	6																																																																																																																																																																																																																																																																																
7	29	26	24	19	24	20	21	25	29	27	7																																																																																																																																																																																																																																																																																
8	26	25	42	17	40	27	26	26	19	21	8																																																																																																																																																																																																																																																																																
9	25	30	17	25	20	21	33	29	17	30	9																																																																																																																																																																																																																																																																																
10	24	34	16	28	15	23	30	20	22	17	10																																																																																																																																																																																																																																																																																
11	30	31	15	24	15	23	23	23	26	9	11																																																																																																																																																																																																																																																																																
12	8	36	14	26	19	25	33	25	32	25	12																																																																																																																																																																																																																																																																																
13	17	28	18	21	28	25	21	24	31	25	13																																																																																																																																																																																																																																																																																
14	19	29	12	23	26	23	33	26	29	28	14																																																																																																																																																																																																																																																																																
15	18	20	40	24	23	24	25	28	25	24	15																																																																																																																																																																																																																																																																																
16	13	24	19	21	25	25	21	21	28	26	16																																																																																																																																																																																																																																																																																
17	31	25	11	25	24	25	24	25	26	21	17																																																																																																																																																																																																																																																																																
18	33	28	22	21	27	28	22	25	30	23	18																																																																																																																																																																																																																																																																																
19	34	30	21	28	28	29	29	21	27	17	19																																																																																																																																																																																																																																																																																
20	32	12	23	21	17	26	20	26	20	16	20																																																																																																																																																																																																																																																																																

OBSERVACIONES:\*(1,13,1,12,1,13,1,16,10,10,9,5,9,4) Se encontró deformación por hundimiento por instalación de gas, severidad baja.  
\*(2,19,7,19,9,18,3,15,6,14,6,10,6,6) Pavimento con presencia de agrietamiento por pist de cocodrilo.

 VICTOR EUGENIO CARRION BLENCAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 26995	 CESAR ALVARADO GARCIA INGENIERO CIVIL CIP Nº 284827	 Mr. Roberto Cláudio Castillo Velarde INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 81540
APROBADO POR:	APROBADO POR: CESAR ALVARADO GARCIA	APROBADO POR: ROBERTO CASTELO VELARDE





5.25. ANEXO N°25: Cálculo del índice internacional de rugosidad (iri), índice de transitabilidad y índice de servicibilidad (psi) del pavimento flexible. Tramo 9.

<p><b>CÁLCULO DEL ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD (IRI) Y ÍNDICE DE SERVICIBILIDAD (PSI) DEL PAVIMENTOS FLEXIBLE</b></p>	Código:	R001
	Versión:	001
	Fecha:	11/06/2022
	Página 1 de 1	

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</td> <td colspan="2">Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2034</td> </tr> <tr> <td>SENTIDO:</td> <td colspan="2">IZQUIERDO</td> </tr> <tr> <td>CARRIL:</td> <td colspan="2">3</td> </tr> <tr> <td>DEL KM:</td> <td colspan="2">0+000</td> </tr> <tr> <td>AL KM:</td> <td colspan="2">0+400</td> </tr> <tr> <td>FECHA DE TOMA DE DATOS:</td> <td colspan="2">08/06/2022</td> </tr> <tr> <td>D:</td> <td>52.50000</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>IRI:</td> <td>3.06575</td> <td>m/Km</td> </tr> <tr> <td>PSI:</td> <td colspan="2">2.86345</td> </tr> <tr> <td>CLASIFICACION:</td> <td colspan="2">REGULAR</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <caption>TABLA DE CONTEO</caption> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>26</td><td>25</td><td>20</td><td>19</td><td>24</td><td>25</td><td>31</td><td>22</td><td>22</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>24</td><td>25</td><td>21</td><td>21</td><td>22</td><td>22</td><td>27</td><td>30</td><td>23</td><td>25</td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>32</td><td>23</td><td>26</td><td>27</td><td>30</td><td>18</td><td>22</td><td>24</td><td>23</td><td>23</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>32</td><td>35</td><td>24</td><td>31</td><td>23</td><td>18</td><td>22</td><td>33</td><td>24</td><td>26</td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>24</td><td>19</td><td>25</td><td>18</td><td>25</td><td>23</td><td>19</td><td>16</td><td>25</td><td>28</td><td></td><td>5</td></tr> <tr><td>24</td><td>28</td><td>31</td><td>28</td><td>25</td><td>26</td><td>31</td><td>47</td><td>26</td><td>27</td><td></td><td>6</td></tr> <tr><td>25</td><td>26</td><td>33</td><td>25</td><td>28</td><td>30</td><td>24</td><td>15</td><td>24</td><td>24</td><td></td><td>7</td></tr> <tr><td>26</td><td>24</td><td>26</td><td>23</td><td>26</td><td>22</td><td>24</td><td>17</td><td>28</td><td>21</td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td>23</td><td>23</td><td>43</td><td>35</td><td>25</td><td>15</td><td>29</td><td>17</td><td>25</td><td>20</td><td></td><td>9</td></tr> <tr><td>38</td><td>17</td><td>30</td><td>25</td><td>26</td><td>29</td><td>25</td><td>25</td><td>26</td><td>15</td><td></td><td>10</td></tr> <tr><td>32</td><td>27</td><td>25</td><td>25</td><td>32</td><td>24</td><td>26</td><td>28</td><td>21</td><td>18</td><td></td><td>11</td></tr> <tr><td>19</td><td>28</td><td>26</td><td>18</td><td>22</td><td>19</td><td>25</td><td>29</td><td>20</td><td>19</td><td></td><td>12</td></tr> <tr><td>27</td><td>23</td><td>24</td><td>29</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>26</td><td>27</td><td>20</td><td></td><td>13</td></tr> <tr><td>26</td><td>32</td><td>28</td><td>24</td><td>18</td><td>25</td><td>25</td><td>24</td><td>28</td><td>28</td><td></td><td>14</td></tr> <tr><td>21</td><td>26</td><td>29</td><td>27</td><td>25</td><td>24</td><td>22</td><td>32</td><td>24</td><td>29</td><td></td><td>15</td></tr> <tr><td>27</td><td>29</td><td>18</td><td>25</td><td>28</td><td>26</td><td>20</td><td>17</td><td>21</td><td>27</td><td></td><td>16</td></tr> <tr><td>27</td><td>23</td><td>19</td><td>24</td><td>24</td><td>28</td><td>17</td><td>18</td><td>23</td><td>25</td><td></td><td>17</td></tr> <tr><td>27</td><td>25</td><td>17</td><td>26</td><td>24</td><td>29</td><td>23</td><td>19</td><td>26</td><td>24</td><td></td><td>18</td></tr> <tr><td>25</td><td>26</td><td>13</td><td>25</td><td>25</td><td>27</td><td>37</td><td>22</td><td>29</td><td>26</td><td></td><td>19</td></tr> <tr><td>23</td><td>28</td><td>20</td><td>23</td><td>25</td><td>18</td><td>24</td><td>28</td><td>25</td><td>30</td><td></td><td>20</td></tr> </tbody> </table>	UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2034		SENTIDO:	IZQUIERDO		CARRIL:	3		DEL KM:	0+000		AL KM:	0+400		FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022		D:	52.50000	mm	IRI:	3.06575	m/Km	PSI:	2.86345		CLASIFICACION:	REGULAR			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		20	26	25	20	19	24	25	31	22	22		1	24	25	21	21	22	22	27	30	23	25		2	32	23	26	27	30	18	22	24	23	23		3	32	35	24	31	23	18	22	33	24	26		4	24	19	25	18	25	23	19	16	25	28		5	24	28	31	28	25	26	31	47	26	27		6	25	26	33	25	28	30	24	15	24	24		7	26	24	26	23	26	22	24	17	28	21		8	23	23	43	35	25	15	29	17	25	20		9	38	17	30	25	26	29	25	25	26	15		10	32	27	25	25	32	24	26	28	21	18		11	19	28	26	18	22	19	25	29	20	19		12	27	23	24	29	22	23	24	26	27	20		13	26	32	28	24	18	25	25	24	28	28		14	21	26	29	27	25	24	22	32	24	29		15	27	29	18	25	28	26	20	17	21	27		16	27	23	19	24	24	28	17	18	23	25		17	27	25	17	26	24	29	23	19	26	24		18	25	26	13	25	25	27	37	22	29	26		19	23	28	20	23	25	18	24	28	25	30		20
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2034																																																																																																																																																																																																																																																																																										
SENTIDO:	IZQUIERDO																																																																																																																																																																																																																																																																																										
CARRIL:	3																																																																																																																																																																																																																																																																																										
DEL KM:	0+000																																																																																																																																																																																																																																																																																										
AL KM:	0+400																																																																																																																																																																																																																																																																																										
FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022																																																																																																																																																																																																																																																																																										
D:	52.50000	mm																																																																																																																																																																																																																																																																																									
IRI:	3.06575	m/Km																																																																																																																																																																																																																																																																																									
PSI:	2.86345																																																																																																																																																																																																																																																																																										
CLASIFICACION:	REGULAR																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																	
20	26	25	20	19	24	25	31	22	22		1																																																																																																																																																																																																																																																																																
24	25	21	21	22	22	27	30	23	25		2																																																																																																																																																																																																																																																																																
32	23	26	27	30	18	22	24	23	23		3																																																																																																																																																																																																																																																																																
32	35	24	31	23	18	22	33	24	26		4																																																																																																																																																																																																																																																																																
24	19	25	18	25	23	19	16	25	28		5																																																																																																																																																																																																																																																																																
24	28	31	28	25	26	31	47	26	27		6																																																																																																																																																																																																																																																																																
25	26	33	25	28	30	24	15	24	24		7																																																																																																																																																																																																																																																																																
26	24	26	23	26	22	24	17	28	21		8																																																																																																																																																																																																																																																																																
23	23	43	35	25	15	29	17	25	20		9																																																																																																																																																																																																																																																																																
38	17	30	25	26	29	25	25	26	15		10																																																																																																																																																																																																																																																																																
32	27	25	25	32	24	26	28	21	18		11																																																																																																																																																																																																																																																																																
19	28	26	18	22	19	25	29	20	19		12																																																																																																																																																																																																																																																																																
27	23	24	29	22	23	24	26	27	20		13																																																																																																																																																																																																																																																																																
26	32	28	24	18	25	25	24	28	28		14																																																																																																																																																																																																																																																																																
21	26	29	27	25	24	22	32	24	29		15																																																																																																																																																																																																																																																																																
27	29	18	25	28	26	20	17	21	27		16																																																																																																																																																																																																																																																																																
27	23	19	24	24	28	17	18	23	25		17																																																																																																																																																																																																																																																																																
27	25	17	26	24	29	23	19	26	24		18																																																																																																																																																																																																																																																																																
25	26	13	25	25	27	37	22	29	26		19																																																																																																																																																																																																																																																																																
23	28	20	23	25	18	24	28	25	30		20																																																																																																																																																																																																																																																																																

OBSERVACIONES:\*(1.4,1.11,2.10,1.12,3.7,3.18,4.12,5.14,6.9,8.17) Se encontró deformación por hundimiento de buzón, severidad baja.  
 \*(1.12,1.14,4.4,8.4,8.15) Se encontró deformación por hundimiento, severidad baja  
 \*(10.12) Se presentó un pavimento agrietado longitudinal, severidad baja.

 VICTOR EUGENIO CARRION BUENDIA INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 262925	 CESAR ALVARADO GARCIA INGENIERO CIVIL CIP Nº 284827	 ROBERTO CASTELLO VELARDE INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 28186
APROBADO POR:	APROBADO POR: CESAR ALVARADO GARCIA	APROBADO POR: ROBERTO CASTELLO VELARDE































5.29. ANEXO N°29: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 1

 IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLAS Y NIVELES DE SEVERIDAD							Código:	R002
							Versión:	001
							Fecha:	11/06/2022
							Página 1 de 1	
UBICACIÓN DEL PROYECTO: Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2034 SENTIDO: Derecho CARRIL: 1 DEL KM: 0+000 AL KM: 0+400 FECHA DE TOMA DE DATOS: 08/06/2022								
IMAGEN	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CAUSAS	NIVELES DE SEVERIDAD	MEDICION	Alternativa De Reparación Recomendada	Vida Esperada (años)	
	Pavimento agrietado longitudinal	Fisura sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm; no hay signos de descaramiento o este muy leve; la fisura produce golpeteo y al vehículo al circular sobre ella (bordes levemente desnivelados).	Debilidad de la mezcla asfáltica sometida a repeticiones de carga que provocan deflexiones recuperables importantes (pavimento débil).	Medio	0.48 Metros Lineales.	Notificar al subdirector Mantenimiento (DGMCCV). Adoptar alguno de los tratamientos: - Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena - Sellado bituminoso de la superficie con recubrimiento de agregado pétreo. - Sellado de la superficie con lechada.	2-3 años	
	Deformación por hundimiento	El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo.	Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases)	Medio	2.08 Metros Cuadrados	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje. Bacheo profundo; incluida reposición de base granular.	4-6 años	
	Deformación por hundimiento	El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo.	Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases)	Medio	2.40 Metros Cuadrados	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje. Bacheo profundo; incluida reposición de base granular.	4-6 años	
	Desintegraciones por desprendimiento de agregado	Hay signos de que el agregado pétreo y/o mastic bituminoso han comenzado a desprenderse. La superficie aun cuando evidencia cierto desgaste se mantiene firme y bien ligada. No hay excesiva proyección del agregado en la superficie (tratamiento asfáltico).	Rompimiento de las partículas de agregado por efecto de las presiones aplicadas durante la compactación o por el tráfico vehicular durante el periodo de servicio, o por causas naturales.	Baja	2.52 mtr2	Aplicar riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora en toda la superficie.	2 años	
NOTA : El proceso continúa con el tiempo, acelerándose a medida que aumenta la permeabilidad del revestimiento y oxidación del medio ligante. Esta evolución suele ir acompañada de peladuras y baches superficiales hasta llegar a la completa desintegración del revestimiento.								
 VICTOR EUGENIO CARRION BUENDIA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 166929		 CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA Ingeniero CIVIL CIP N° 284827		 Mr. Roberto Castillo Velarde 402 5070 5124				
APROBADO POR: VICTOR EUGENIO CARRIÓN BUENDIA		APROBADO POR: CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA		APROBADO POR: ROBERTO CASTILLO VELARDE				

### 5.30. ANEXO N°30: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 2







		IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLAS Y NIVELES DE SEVERIDAD					Código: R002												
							Versión: 001												
							Fecha: 11/06/2022												
							Página 1 de 1												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b></td> <td style="width: 50%;">Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2786</td> </tr> <tr> <td><b>SENTIDO:</b></td> <td>Derecho</td> </tr> <tr> <td><b>CARRIL:</b></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td><b>DEL KM:</b></td> <td>0+400</td> </tr> <tr> <td><b>AL KM:</b></td> <td>0+800</td> </tr> <tr> <td><b>FECHA DE TOMA DE DATOS:</b></td> <td>08/06/2022</td> </tr> </table>								<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b>	Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2786	<b>SENTIDO:</b>	Derecho	<b>CARRIL:</b>	1	<b>DEL KM:</b>	0+400	<b>AL KM:</b>	0+800	<b>FECHA DE TOMA DE DATOS:</b>	08/06/2022
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b>	Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2786																		
<b>SENTIDO:</b>	Derecho																		
<b>CARRIL:</b>	1																		
<b>DEL KM:</b>	0+400																		
<b>AL KM:</b>	0+800																		
<b>FECHA DE TOMA DE DATOS:</b>	08/06/2022																		
IMAGEN	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CAUSAS	NIVELES DE SEVERIDAD	MEDICIÓN	Alternativa De Reparación Recomendada	Vida Esperada (años)												
	Pavimento agrietado longitudinal	Fisura sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm; no hay signos de descaramiento o este muy leve; la fisura produce golpeteo y al vehículo al circular sobre ella (bordes levemente desnivelados).	Debilidad de la mezcla asfáltica sometida a repeticiones de carga que provocan deflexiones recuperables importantes (pavimento débil).	Medio	1.27 Metros Lineales.	Notificar al subdirector Mantenimiento (DGMCCV). Adoptar alguno de los tratamientos: - Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena - Sellado bituminoso de la superficie con recubrimiento de agregado pétreo. - Sellado de la superficie con lechada.	2-3 años												
	Deformación por hundimiento	El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo.	Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases)	Baja	1.96 Metros Cuadrados	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje. Bacheo profundo; incluida reposición de base granula.	4-6 años												
	Deformación por hundimiento	El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo.	Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases)	Baja	2.31 Metros Cuadrados	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje. Bacheo profundo; incluida reposición de base granula.	4-6 años												
	Deformación por hundimiento	El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo.	Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases)	Baja	2.10 Metros Cuadrados	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje. Bacheo profundo; incluida reposición de base granula.	4-6 años												
<p><small>NOTA : La evaluación depende sustancialmente de las causas. Defectos constructivos pueden pertenecer estables mucho tiempo. Cuando Son atribuidos a la debilidad de la base progresan rápidamente en severidad y extensión, dando lugar a baches.</small></p>																			
 <small>VICTOR EUGENIO CARRIÓN BUENDÍA INGENIERO CIVIL R03 CIP N° 249269</small>		 <small>CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA Ingeniero Civil CIP N° 284827</small>		 <small>Mr. Roberto Castillo Velarde Ingeniero Civil R03 CIP N° 247226</small>															
APROBADO POR: VICTOR EUGENIO CARRIÓN BUENDÍA		APROBADO POR: CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA		APROBADO POR: ROBERTO CASTILLO VELARDE															

5.31. **AENXO N°31:** Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 3








		IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLAS Y NIVELES DE SEVERIDAD					Código:	R002
							Versión:	001
							Fecha:	11/06/2022
							Página 1 de 1	
<p><b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Lince - Av. Javier Prado Este N°6517</p> <p><b>SENTIDO:</b> Derecho</p> <p><b>CARRIL:</b> 1</p> <p><b>DEL KM:</b> 0+800</p> <p><b>AL KM:</b> 1+200</p> <p><b>FECHA DE TOMA DE DATOS:</b> 08/06/2022</p>								
IMAGEN	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CAUSAS	NIVELES DE SEVERIDAD	MEDICIÓN	Alternativa De Reparación Recomendada	Vida Esperada ( años)	
	Deformación por hundimiento	El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo.	Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases)	Baja	2.12 Metros Cuadrados	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje. Bacheo profundo; incluida reposición de base granula.	4-6 años	
	Desintegraciones por desprendimiento de agregado	Hay signos de que el agregado pétreo y/o mastic bituminoso han comenzado a desprenderse. La superficie aun cuando evidencia cierto desgaste se mantiene firme y bien ligada. No hay excesiva proyección del agregado en la superficie (tratamiento asfáltico).	Rompimiento de las partículas de agregado por efecto de las presiones aplicadas durante la compactación o por el tráfico vehicular durante el periodo de servicio, o por causas naturales.	Baja	2.17 mtr2	Aplicar riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora en toda la superficie.	2 años	
<p>NOTA : El proceso continúa con el tiempo, acelerándose a medida que aumenta la permeabilidad del revestimiento y oxidación del medio ligante. Esta evolución suele ir acompañada de peladuras y baches superficiales hasta llegar a la completa desintegración del revestimiento.</p>								
 VICTOR EUGENIO CARRION BUENDIA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 76953		 CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA Ingeniero Civil CIP N° 284627		 Mr. Roberto Castillo Velarde INGENIERO CIVIL				
APROBADO POR: VICTOR EUGENIO CARRIÓN BUENDIA		APROBADO POR: CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA		APROBADO POR: ROBERTO CASTILLO VELARDE				



5.32. ANEXO N°32: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 4



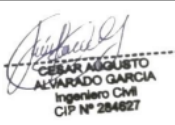

 IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLAS Y NIVELES DE SEVERIDAD							Código:	R002											
							Versión:	001											
							Fecha:	11/06/2022											
							Página 1 de 1												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">UBICACIÓN DEL PROYECTO:</td> <td>Lince - AV. Petit Thouars N°15046</td> </tr> <tr> <td>SENTIDO:</td> <td>Derecho</td> </tr> <tr> <td>CARRIL:</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>DEL KM:</td> <td>1+200</td> </tr> <tr> <td>AL KM:</td> <td>1+600</td> </tr> <tr> <td>FECHA DE TOMA DE DATOS:</td> <td>08/06/2022</td> </tr> </table>								UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - AV. Petit Thouars N°15046	SENTIDO:	Derecho	CARRIL:	1	DEL KM:	1+200	AL KM:	1+600	FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - AV. Petit Thouars N°15046																		
SENTIDO:	Derecho																		
CARRIL:	1																		
DEL KM:	1+200																		
AL KM:	1+600																		
FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022																		
	<b>Deformación por hundimiento</b>	El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo.	Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases)	Baja	1.89 Metros Cuadrados	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje. Bacheo profundo; incluida reposición de base granula.	<b>4-6 años</b>												
	<b>Pavimento agrietado longitudinal</b>	Figura sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm; no hay signos de descaramiento o este muy leve; la fisura produce golpeteo y al vehículo al circular sobre ella (bordes levemente desnivelados).	Debilidad de la mezcla asfáltica sometida a repeticiones de carga que provocan deflexiones recuperables importantes (pavimento débil).	Medio	3.33 Metros Lineales.	Notificar al subdirector Mantenimiento (DGMCCV). Adoptar alguno de los tratamientos: - Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena - Sellado bituminoso de la superficie con recubrimiento de agregado pétreo. - Sellado de la superficie con lechada.	<b>2-3 años</b>												
<p><small>NOTA : La evaluación depende sustancialmente de las causas. Defectos constructivos pueden pertenecer estables mucho tiempo. Cuando Son atribuidos a la debilidad de la base progresan rápidamente en severidad y extensión, dando lugar a baches.</small></p>																			
 VICTOR EUGENIO CARRIÓN BUENDÍA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 28427	 CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA Ingeniero Civil CIP N° 284627	 ROBERTO CASTILLO VELARDE																	
APROBADO POR: VICTOR EUGENIO CARRIÓN BUENDÍA		APROBADO POR: CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA			APROBADO POR: ROBERTO CASTILLO VELARDE														

5.33. ANEXO N°33: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 5






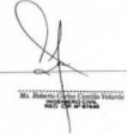
		IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLAS Y NIVELES DE SEVERIDAD						Código: R002											
								Versión: 001											
								Fecha: 11/06/2022											
								Página 1 de 1											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">UBICACIÓN DEL PROYECTO:</td> <td style="width: 50%;">Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2034</td> </tr> <tr> <td>SENTIDO:</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>CARRIL:</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>DEL KM:</td> <td>0+000</td> </tr> <tr> <td>AL KM:</td> <td>0+400</td> </tr> <tr> <td>FECHA DE TOMA DE DATOS:</td> <td>08/06/2022</td> </tr> </table>								UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2034	SENTIDO:	Medio	CARRIL:	2	DEL KM:	0+000	AL KM:	0+400	FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2034																		
SENTIDO:	Medio																		
CARRIL:	2																		
DEL KM:	0+000																		
AL KM:	0+400																		
FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022																		
IMAGEN	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CAUSAS	NIVELES DE SEVERIDAD	MEDICIÓN	Alternativa De Reparación Recomendada	Vida Esperada ( años)												
	Desintegraciones por desprendimiento de agregado	Hay signos de que el agregado pétreo y/o mastic bituminoso han comenzado a desprenderse. La superficie aun cuando evidencia cierto desgaste se mantiene firme y bien ligada. No hay excesiva proyección del agregado en la superficie (tratamiento asfáltico).	Rompimiento de las partículas de agregado por efecto de las presiones aplicadas durante la compactación o por el tráfico vehicular durante el periodo de servicio, o por causas naturales.	Baja	1.29 mtr/2	Aplicar riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora en toda la superficie.	2 años												
	Pavimento agrietado longitudinal	Fisura sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm; no hay signos de descaramiento o este muy leve; la fisura produce golpeteo y al vehículo al circular sobre ella (bordes levemente desnivelados).	Debilidad de la mezcla asfáltica sometida a repeticiones de carga que provocan deflexiones recuperables importantes (pavimento débil).	Medio	0.63 Metros Lineales.	Notificar al subdirector Mantenimiento (DGMCCV). Adoptar alguno de los tratamientos: - Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena - Sellado bituminoso de la superficie con recubrimiento de agregado pétreo. - Sellado de la superficie con lechada.	2-3 años												
	Desintegraciones por desprendimiento de agregado	Hay signos de que el agregado pétreo y/o mastic bituminoso han comenzado a desprenderse. La superficie aun cuando evidencia cierto desgaste se mantiene firme y bien ligada. No hay excesiva proyección del agregado en la superficie (tratamiento asfáltico).	Rompimiento de las partículas de agregado por efecto de las presiones aplicadas durante la compactación o por el tráfico vehicular durante el periodo de servicio, o por causas naturales.	Baja	1.68 mtr/2	Aplicar riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora en toda la superficie.	2 años												
<p><small>NOTA : El proceso continúa con el tiempo, acelerándose a medida que aumenta la permeabilidad del revestimiento y oxidación del medio ligante. Esta evolución suele ir acompañada de peladuras y baches superficiales hasta llegar a la completa desintegración del revestimiento.</small></p>																			
 <small>VICTOR EUGENIO CARRION BLENDA INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 28462</small>		 <small>CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA Ingeniero Civil CIP Nº 284627</small>		 <small>ROBERTO CASTILLO VELARDE INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 28462</small>															
APROBADO POR: VICTOR EUGENIO CARRION BLENDA		APROBADO POR: CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA		APROBADO POR: ROBERTO CASTILLO VELARDE															








## 5.34. ANEXO N°34: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 6

UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLAS Y NIVELES DE SEVERIDAD					Código:	R002
							Versión:	001
							Fecha:	11/06/2022
							Página 1 de 1	
UBICACIÓN DEL PROYECTO: Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2786 SENTIDO: Medio CARRIL: 2 DEL KM: 0+400 AL KM: 0+800 FECHA DE TOMA DE DATOS: 08/06/2022								
IMAGEN	TIPO DE FALLA	DESCRIPCCION	POSIBLES CAUSAS	NIVELES DE SEVERIDAD	MEDICION	Alternativa De Reparación Recomendada	Vida Esperada ( años)	
	Pavimento agrietado longitudinal	Fisura sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm; no hay signos de descaramiento o este muy leve; la fisura produce golpeteo y al vehículo al circular sobre ella (bordes levemente desnivelados).	Debilidad de la mezcla asfáltica sometida a repeticiones de carga que provocan deflexiones recuperables importantes (pavimento débil).	Medio	0.77 Metros Lineales.	Notificar al subdirector Mantenimiento (DGMCCV). Adoptar alguno de los tratamientos: - Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena - Sellado bituminoso de la superficie con recubrimiento de agregado pétreo. - Sellado de la superficie con lechada.	2-3 años	
NOTA : La evaluación depende sustancialmente de las causas. Defectos constructivos pueden pertenecer estables mucho tiempo. Cuando Son atribuidos a la debilidad de la base progresan rápidamente en severidad y extensión, dando lugar a baches.								
 VICTOR EUGENIO CARRIÓN BUENDÍA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 18922		 CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA Ingeniero Civil CIP N° 284627		 ROBERTO CASTILLO VELARDE				
APROBADO POR: VICTOR EUGENIO CARRIÓN BUENDÍA		APROBADO POR: CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA		APROBADO POR: ROBERTO CASTILLO VELARDE				








5.35. ANEXO N°35: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 7

 <b>IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLAS Y NIVELES DE SEVERIDAD</b>							Código:	R002											
							Versión:	001											
							Fecha:	11/06/2022											
							Página 1 de 1												
<table border="1"> <tr> <td>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</td> <td>Lince - Av. Javier Prado Este N°6517</td> </tr> <tr> <td>SENTIDO:</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>CARRIL:</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>DEL KM:</td> <td>0+800</td> </tr> <tr> <td>AL KM:</td> <td>1+200</td> </tr> <tr> <td>FECHA DE TOMA DE DATOS:</td> <td>08/06/2022</td> </tr> </table>								UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Javier Prado Este N°6517	SENTIDO:	Medio	CARRIL:	2	DEL KM:	0+800	AL KM:	1+200	FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Javier Prado Este N°6517																		
SENTIDO:	Medio																		
CARRIL:	2																		
DEL KM:	0+800																		
AL KM:	1+200																		
FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022																		
IMAGEN	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CAUSAS	NIVELES DE SEVERIDAD	MEDICIÓN	Alternativa De Reparación Recomendada	Vida Esperada (años)												
	Deformación por hundimiento	El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo.	Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases)	Baja	1.39 Metros Cuadrados	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje. Bacheo profundo; incluida reposición de base granula.	4-6 años												
	Agrietamiento o por piel de cocodrilo	Fisuras muy finas a moderadas, de ancho menor de 5 mm, interconectadas formando polígonos pequeños, y angulosos, que pueden presentar un moderado desportillamiento en correspondencia con las intersecciones.	Significativamente reducción de la resistencia a fatiga de las mezclas asfálticas como consecuencia de deficiente la calidad de los materiales, deficiencias en el proceso de elaboración y puesta en obra, degradación de mezclas.	Media	2.34 Metros Cuadrados	.Trabajos bacheo s/relación técnica precedente (selección técnica depende de condiciones de cada caso específico) .Trabajos de bacheo + sellado de la superficie con material bituminoso y recubrimiento de agregado pétreo	2 años												
<p>NOTA : Extensión progresiva del fenómeno en la superficie del pavimento. En su evolución suelen ir acompañados de ahuecamiento y/o hundimientos; progresan más o menos rápidamente según las condiciones de tráfico, precipitación y drenaje, a las que están expuestas, hasta originar baches.</p>																			
 VICTOR EUGENIO CARRIÓN BUENDÍA INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 19822		 CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA Ingeniero Civil CIP Nº 284627		 ROBERTO CASTILLO VELARDE															
APROBADO POR: VICTOR EUGENIO CARRIÓN BUENDÍA		APROBADO POR: CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA		APROBADO POR: ROBERTO CASTILLO VELARDE															







5.36. ANEXO N°36: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 8

 <b>IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLAS Y NIVELES DE SEVERIDAD</b>							Código:	R002
							Versión:	001
							Fecha:	11/06/2022
							Página 1 de 1	
<p><b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Lince - AV.Petit Thouars N°15046</p> <p><b>SENTIDO:</b> Medio</p> <p><b>CARRIL:</b> 2</p> <p><b>DEL KM:</b> 1+200</p> <p><b>AL KM:</b> 1+600</p> <p><b>FECHA DE TOMA DE DATOS:</b> 08/06/2022</p>								
IMAGEN	TIPO DE FALLA	DESCRIPCCION	POSIBLES CAUSAS	NIVELES DE SEVERIDAD	MEDICION	Alternativa De Reparación Recomendada	Vida Esperada ( años)	
	Deformación por hundimiento	El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo.	Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases)	Baja	1.42 Metros Cuadrados	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje. Bacheo profundo; incluida reposición de base granula.	4-6 años	
<p>NOTA : El proceso continúa con el tiempo, acelerándose a medida que aumenta la permeabilidad del revestimiento y oxidación del medio ligante. Esta evolución suele ir acompañada de peladuras y baches superficiales hasta llegar a la completa desintegración del revestimiento.</p>								
 <b>VICTOR EUGENIO CARRIÓN BUENDÍA</b> <small>INGENIERO CIVIL</small> <small>Reg. C.º Nº 20825</small>		 <b>CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA</b> <small>Ingeniero Civil</small> <small>CIP Nº 284827</small>		 <small>Dr. Roberto Castillo Velaide</small> <small>INGENIERO CIVIL</small>				
APROBADO POR: VICTOR EUGENE CARRIÓN BUENDIA		APROBADO POR: CESAR AUGUSTO ALVARADO GARCIA		APROBADO POR: ROBERTO CASTILLO VELAIDE				



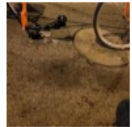



5.37. ANEXO 37: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 9

		<b>IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLAS Y NIVELES DE SEVERIDAD</b>					Código:	R002											
							Versión:	001											
						Fecha:	11/06/2022												
Página 1 de 1																			
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</td> <td>Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2034</td> </tr> <tr> <td>SENTIDO:</td> <td>Izquierdo</td> </tr> <tr> <td>CARRIL:</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>DEL KM:</td> <td>0+000</td> </tr> <tr> <td>AL KM:</td> <td>0+400</td> </tr> <tr> <td>FECHA DE TOMA DE DATOS:</td> <td>08/06/2022</td> </tr> </table>								UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2034	SENTIDO:	Izquierdo	CARRIL:	3	DEL KM:	0+000	AL KM:	0+400	FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2034																		
SENTIDO:	Izquierdo																		
CARRIL:	3																		
DEL KM:	0+000																		
AL KM:	0+400																		
FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022																		
	<b>Deformación por hundimiento</b>	El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo.	Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases)	Baja	1.90 Metros Cuadrados	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje. Bacheo profundo; incluida reposición de base granula.	4-6 años												
	<b>Deformación por hundimiento</b>	El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo.	Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases)	Baja	1.67 Metros Cuadrados	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje. Bacheo profundo; incluida reposición de base granula.	4-6 años												
	<b>Pavimento fisurado longitudinal</b>	Fisura sin sellar, de ancho promedio menor de 1 mm; no hay signos de descaramiento o este muy leve.	Debilidad de la mezcla asfáltica sometida a repeticiones de carga que provocan deflexiones recuperables importantes (pavimento débil).	baja	3.62 Metros Lineales.	Notificar al subdirector Mantenimiento (DGMCCV). Adoptar alguno de los tratamientos: - Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena	2-3 años												
NOTA : La evaluación depende sustancialmente de las causas. Defectos constructivos pueden pertenecer estables mucho tiempo. Cuando Son atribuidos a la debilidad de la base progresan rápidamente en severidad y extensión, dando lugar a baches.																			
 VICTOR EUGENIO CARRION BUENDIA INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 20293		 CESAR AGUSTO ALVARADO GARCIA Ingeniero Civil CIP Nº 284827		 M. Roberto Castillo Velarde INGENIERO CIVIL															
APROBADO POR: VICTOR EUGENIO CARRION BUENDIA		APROBADO POR: CESAR AGUSTO ALVARADO GARCIA		APROBADO POR: ROBERTO CASTILLO VELARDE															

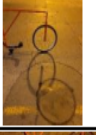




5.38. ANEXO N°38: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 10

 IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLAS Y NIVELES DE SEVERIDAD							Código:	R002											
							Versión:	001											
							Fecha:	11/06/2022											
							Página 1 de 1												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">UBICACIÓN DEL PROYECTO:</td> <td style="width: 50%;">Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2786</td> </tr> <tr> <td>SENTIDO:</td> <td>Izquierdo</td> </tr> <tr> <td>CARRIL:</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>DEL KM:</td> <td>0+400</td> </tr> <tr> <td>AL KM:</td> <td>0+800</td> </tr> <tr> <td>FECHA DE TOMA DE DATOS:</td> <td>08/06/2022</td> </tr> </table>								UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2786	SENTIDO:	Izquierdo	CARRIL:	2	DEL KM:	0+400	AL KM:	0+800	FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Prolongación Iquitos N°2786																		
SENTIDO:	Izquierdo																		
CARRIL:	2																		
DEL KM:	0+400																		
AL KM:	0+800																		
FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022																		
IMAGEN	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CAUSAS	NIVELES DE SEVERIDAD	MEDICIÓN	Alternativa De Reparación Recomendada	Vida Esperada (años)												
	Deformación por hundimiento	El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo.	Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases)	Baja	1.59 Metros Cuadrados	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje. Bacheo profundo; incluida reposición de base granular.	4-6 años												
	Pavimento agrietado longitudinal	Fisura sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm; no hay signos de descaramiento o este muy leve; la fisura produce golpeteo y al vehículo al circular sobre ella (bordes levemente desnivelados).	Debilidad de la mezcla asfáltica sometida a repeticiones de carga que provocan deflexiones recuperables importantes (pavimento débil).	Medio	1.91 Metros Lineales.	Notificar al subdirector Mantenimiento (DGMCCV). Adoptar alguno de los tratamientos: - Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena - Sellado bituminoso de la superficie con recubrimiento de agregado pétreo. - Sellado de la superficie con lechada.	2-3 años												
<p>NOTA : La evaluación depende sustancialmente de las causas. Defectos constructivos pueden permanecer estables mucho tiempo. Cuando son atribuidos a la debilidad de la base progresan rápidamente en severidad y extensión, dando lugar a baches.</p>																			
 VICTOR EUGENIO CARRIÓN BUENDA INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 20253		 CESAR AGUIRTO ALVARADO GARCIA Ingeniero Civil CIP Nº 284827		 MR. ROBERTO CASTILLO VELARDE INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 21214															
APROBADO POR: VICTOR EUGENIO CARRIÓN BUENDA		APROBADO POR: CESAR AGUIRTO ALVARADO GARCIA		APROBADO POR: ROBERTO CASTILLO VELARDE															

5.39. ANEXO 39: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 11

		<b>IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLAS Y NIVELES DE SEVERIDAD</b>					Código:	R002											
							Versión:	001											
							Fecha:	11/06/2022											
							Página 1 de 1												
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</td> <td>Lince - Av. Javier Prado Este N°6517</td> </tr> <tr> <td>SENTIDO:</td> <td>Izquierdo</td> </tr> <tr> <td>CARRIL:</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>DEL KM:</td> <td>0+800</td> </tr> <tr> <td>AL KM:</td> <td>1+200</td> </tr> <tr> <td>FECHA DE TOMA DE DATOS:</td> <td>08/06/2022</td> </tr> </table>								UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Javier Prado Este N°6517	SENTIDO:	Izquierdo	CARRIL:	3	DEL KM:	0+800	AL KM:	1+200	FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Lince - Av. Javier Prado Este N°6517																		
SENTIDO:	Izquierdo																		
CARRIL:	3																		
DEL KM:	0+800																		
AL KM:	1+200																		
FECHA DE TOMA DE DATOS:	08/06/2022																		
	<b>Pavimento agrietado longitudinal</b>	Fisura sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm; no hay signos de descaramiento o este muy leve; la fisura produce golpeteo y al vehículo al circular sobre ella (bordes levemente desnivelados).	Debilidad de la mezcla asfáltica sometida a repeticiones de carga que provocan deflexiones recuperables importantes (pavimento débil).	Medio	0.52 Metros Lineales.	Notificar al subdirector Mantenimiento (DGMCCV). Adoptar alguno de los tratamientos: - Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena - Sellado bituminoso de la superficie con recubrimiento de agregado pétreo. - Sellado de la superficie con lechada.	2-3 años												
	<b>Deformación por hundimiento</b>	El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo.	Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases)	Baja	1.41 Metros Cuadrados	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje. Bacheo profundo; incluida reposición de base granula.	4-6 años												
NOTA : La evaluación depende sustancialmente de las causas. Defectos constructivos pueden pertenecer estables mucho tiempo. Cuando Son atribuidos a la debilidad de la base progresan rápidamente en severidad y extensión, dando lugar a baches.																			
 VICTOR EUGENIO CARRION BUENDIA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 26923		 CESAR AGUSTO ALVARADO GARCIA Ingeniero Civil CIP N° 284827		 ROBERTO CASTILLO VELARDE															
APROBADO POR: VICTOR EUGENIO CARRION BUENDIA		APROBADO POR: CESAR AGUSTO ALVARADO GARCIA		APROBADO POR: ROBERTO CASTILLO VELARDE															

5.40. ANEXO N°40: Identificación de tipos de fallas y niveles de severidad. Tramo 12

UPN		IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE FALLAS Y NIVELES DE SEVERIDAD					Código:	R002
UPN							Versión:	001
UPN							Fecha:	11/06/2022
UPN							Página 1 de 1	
<p>UBICACIÓN DEL PROYECTO: Lince - AV.Petit Thouars N°15046</p> <p>SENTIDO: Izquierdo</p> <p>CARRIL: 3</p> <p>DEL KM: 1+200</p> <p>AL KM: 1+600</p> <p>FECHA DE TOMA DE DATOS: 08/06/2022</p>								
IMAGEN	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CAUSAS	NIVELES DE SEVERIDAD	MEDICIÓN	Alternativa De Reparación Recomendada	Vida Esperada (años)	
	Pavimento agrietado longitudinal	Fisura sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm; no hay signos de descaramiento o este muy leve; la fisura produce golpeteo y al vehículo al circular sobre ella (bordes levemente desnivelados).	Debilidad de la mezcla asfáltica sometida a repeticiones de carga que provocan deflexiones recuperables importantes (pavimento débil).	Medio	0.74 Metros Lineales.	Notificar al subdirector Mantenimiento (DGMCCV). Adoptar alguno de los tratamientos: - Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena - Sellado bituminoso de la superficie con recubrimiento de agregado pétreo. - Sellado de la superficie con lechada.	2-3 años	
	Desintegraciones por desprendimiento de agregado	Hay signos de que el agregado pétreo y/o mastic bituminoso han comenzado a desprenderse. La superficie aun cuando evidencia cierto desgaste se mantiene firme y bien ligada. No hay excesiva proyección del agregado en la superficie (tratamiento asfáltico).	Rompimiento de las partículas de agregado por efecto de las presiones aplicadas durante la compactación o por el tráfico vehicular durante el periodo de servicio, o por causas naturales.	Baja	1.68 mtr2	Aplicar riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora en toda la superficie.	2 años	
<p>NOTA : El proceso continúa con el tiempo, acelerándose a medida que aumenta la permeabilidad del revestimiento y oxidación del medio ligante. Esta evolución suele ir acompañada de peladuras y baches superficiales hasta llegar a la completa desintegración del revestimiento</p>								
 VICTOR EUGENIO CARRION BUENDIA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 18022		 CESAR AGUSTO ALVARADO GARCIA Ingeniero Civil CIP N° 284627		 ROBERTO CASTILLO VELARDE				
APROBADO POR: VICTOR EUGENIO CARRION BUENDIA		APROBADO POR: CESAR AGUSTO ALVARADO GARCIA		APROBADO POR: ROBERTO CASTILLO VELARDE				



5.41. ANEXO N°41: Analisis de Seguridad en el Trabajo (AST)/ Av.Prolongacion Iquitos

UPN		AST - Análisis de Seguridad en el Trabajo		En caso de Emergencia llamar a:		
USUARIO: <u>Renzo Castillo / Yeni Morales</u>		FECHA: <u>Julio 2022</u>		SAUV - 106 CENTRO DE SALUD - 911 POLICIAL - 105		
TRABAJO: <u>Evaluación funcional del Pavimento Flex</u>		UBICACIÓN: <u>LINCE - Av. Prolongación Iquitos</u>		Proyecto: <u>Optimización de la Evaluación funcional del Pavimento flexible mediante el software Roadroid y el método Merlín de la Av. Prolong. z</u>		
EPP	HERRAMIENTAS/EQUIPOS	RELACION DE TRABAJADORES / "B"	DNI	FIRMA	OBSERVACIONES:	
<input checked="" type="checkbox"/> CASCO DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> LENTES DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> ZAPATOS DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> CHALECO REFLECTIVO <input checked="" type="checkbox"/> ROPA DE TRABAJO <input checked="" type="checkbox"/> RESPIRADORES <input checked="" type="checkbox"/> GUANTES <input type="checkbox"/> PROTECTORES DE OÍDO <input type="checkbox"/> ARMES INTEGRAL <input type="checkbox"/> CARETAS <input checked="" type="checkbox"/> BARBIQUEJO <input type="checkbox"/> OTRO: MASCARILLA QUIRURGICA	ESCALERAS ANDAMIOS ANILADORAS MARTILLOS, COMBAS TALADRO EXTENSIONES ELÉCTRICAS ALICATES ELEVADORES SERRUCHOS, SIERRAS PICO PALA LLAVES/DADOS	DESTORNILLADORES PUNTAS CINCELES SOPLETES EQUIPOS DE SOLDADURA SIERRA CIRCULAR OTROS <input checked="" type="checkbox"/> WINCHA <input checked="" type="checkbox"/> SMARTPHONE <input checked="" type="checkbox"/> SOPORTE PARA SMARTPHONE PERIFONEO ESTÁTICO MERLIN	01. <u>Renzo Castillo Villafuerte</u> 02. <u>Yeni Morales Silverio</u> 03. <u>Yosin Huayana Inga</u> 04. <u>Wiz Riala Lucrecio Romero</u> 05. <u>Roberto Castillo Velarde</u> 06. 07. 08. 09. 10. 11. 12.	<u>7239373</u> <u>8223438</u> <u>8036038</u> <u>38100603</u> <u>78122922</u>	<u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u>	Se emplea para este ensayo el software Roadroid para la determinación del Índice de Resistencia Internacional (IRI).
ACTIVIDADES O TAREAS DEL DÍA	PELIGROS (*)	RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL			
TRASLADO DE PERSONAL	Tránsito Vehicular Estado del Conductor Falla Mecánica	Atropello, choque y lesiones atropellos y lesiones vehiculares y lesiones	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR VERIFICAR RECORD DEL CONDUCTOR VERIFICAR INSPECCIÓN VEHICULAR			
EVALUACIÓN DE TERRENO	Distracciones nivel y desnivel del terreno Equipo Merlín	atropello, choques y lesiones Caída y lesiones Hueltonos y Lorkos	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR USO ADECUADO DEL EPP USO CORRECTO DE EPP y Personal Capacitado			
PARRADA DE MEDICIONES	Presencia de Personas volantes Pluma Existente Plora Existente Condiciones climáticas Presencia de Personas volantes	Golpes y lesiones Picadura de insecto Alergias Insolación Golpes y lesiones	COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA USO DE PROTECCIÓN PARA PICADURAS (CREMO Y SPRAY) VERIFICAR BOTIQUIN HIDRATACIÓN Y USAR PROTECCIÓN PARA LA PIEL			
RETORNO DEL PERSONAL	transito Vehicular	Atropello, choques y lesiones.	COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR			
<b>LÍDER DEL EQUIPO QUE EJECUTA EL TRABAJO</b> (Operario) Nombre: <u>Renzo Castillo Villafuerte</u> Cargo: <u>Operario</u> Firma: <u>[Firma]</u>		<b>SUPERVISOR DEL TRABAJO / RESIDENTE</b> Nombre: <u>Roberto Castillo Velarde</u> Cargo: <u>Supervisor de Obra</u> Firma: <u>[Firma]</u>		<b>PREVENCIÓNISTA DE RIESGO</b> Nombre: <u>Yeni Morales Silverio</u> Cargo: <u>Prevencionista de Riesgo.</u> Firma: <u>[Firma]</u>		



5.42. ANEXO N°42: Analisis de Seguridad en el Trabajo (AST)/ Av. Javier Prado Este

UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		AST - Análisis de Seguridad en el Trabajo		En caso de Emergencia llamar a:	
USUARIO: <u>Renzo Castillo Yenni Morales</u>		FECHA: <u>Julio 2022</u>		<u>911</u> <u>Control de Salud - 011</u> <u>Policial - 105</u>	
TRABAJO: <u>Evaluación Funcional del Pavimento Flexible</u>		UBICACIÓN: <u>LÍNEA - AV. JAVIER PRADO ESTE</u>		Proyecto: <u>Optimización de la Evaluación Funcional del Pavimento Flexible Mediante el Software Roadroid y el Método Merlín de la Av. Prolong. It.</u>	
EPP	HERRAMIENTAS/EQUIPOS	RELACION DE TRABAJADORES / V/B*	DNI	FIRMA	OBSERVACIONES:
<input checked="" type="checkbox"/> CASCO DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> LENTES DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> ZAPATOS DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> CHALECO REFLECTIVO <input checked="" type="checkbox"/> ROPA DE TRABAJO <input type="checkbox"/> RESPIRADORES <input checked="" type="checkbox"/> GUANTES <input type="checkbox"/> PROTECTORES DE OIDO <input type="checkbox"/> ARNÉS INTEGRAL <input type="checkbox"/> CARETAS <input checked="" type="checkbox"/> BARBIQUEJO <input type="checkbox"/> OTRO: MASCARILLA QUIRURGICA	ESCALERAS ANDAMIOS AMOLADORAS MARTILLOS, COMBAS TALADRO EXTENSIONES ELÉCTRICAS ALICATES ELEVADORES SERRUCHOS, SIERRAS PICO PALA LLAVES/DADOS DESTORNILLADORES PUNTAS CINCELES SOPLETES EQUIPOS DE SOLDADURA SIERRA CIRCULAR OTROS <input checked="" type="checkbox"/> WINCHA <input checked="" type="checkbox"/> SMARTPHONE <input checked="" type="checkbox"/> SOPORTE PARA SMARTPHONE PERFILÓMETRO ESTÁTICO MERLIN	01. <u>RENZO CASTILLO VILAFUERTE</u> 02. <u>YENNI MORALES SILVERIO</u> 03. <u>JOSE HUAYLINDO INCA</u> 04. <u>LIZ MARÍA LORENZO ROMERO</u> 05. <u>ROBERTO CASTILLO VELARDE</u> 06. 07. 08. 09. 10. 11. 12.	<u>72729373</u> <u>74333436</u> <u>80300787</u> <u>75400605</u> <u>18122922</u>	<u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u>	Se empleo para este ensayo el software Roadroid para la determinación del índice de Ruptura Internacional (IRI).
ACTIVIDADES O TAREAS DEL DÍA	PELIGROS (*)	RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL		
TRASLADO DE PERSONAL	Tránsito Vehicular Estado del Conductor Falta Mecánica	Atropello, choque y lesiones Atropello y lesiones Voladuras y lesiones	VERIFICAR ESTADO DE CONDUCTOR VERIFICAR RECORDS DEL CONDUCTOR VERIFICAR INSPECCIÓN VEHICULAR		
EVALUACIÓN DE TERRENO	Distorsiones nivel y desnivel del terreno Equipo Merlín	Atropellos, choque y lesiones caída y lesiones Machones y Cortos	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR USO ADECUADO DEL EPP USO CORRECTO DE EPP Y PERSONAL CAPACITADO		
PARADA DE MEDICIONES	Presencia de personas violentas fauna existente flora existente condiciones climáticas Presencia de personas violentas	golpes y lesiones Picaduras de insecto Alergias Insulación golpes y lesiones	COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA USO DE PROTECCIÓN PARA PICADURAS (CREMA Y SPRAY) VERIFICAR BOTIQUÍN HIDRATACIÓN Y USAR PROTECCIÓN PARA LA PIEL COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA		
RETORNO DEL PERSONAL	Tránsito Vehicular.	Atropellos, choques y lesiones.	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR.		
LÍDER DEL EQUIPO QUE EJECUTA EL TRABAJO (Operario)		SUPERVISOR DEL TRABAJO / RESIDENTE		PREVENCIONISTA DE RIESGO	
Nombre: <u>Renzo Castillo Villafuerte</u>		Nombre: <u>Roberto Castillo Velarde</u>		Nombre: <u>Yenni Morales Silverio</u>	
Cargo: <u>Operario</u>		Cargo: <u>Supervisor de obra</u>		Cargo: <u>Prevencionista de Riesgo</u>	
Firma: <u>[Firma]</u>		Firma: <u>[Firma]</u>		Firma: <u>[Firma]</u>	

5.43. ANEXO N°43: Analisis de Seguridad en el Trabajo /Av.Petit Thouars

UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		AST - Análisis de Seguridad en el Trabajo			En caso de Emergencia llamar a:	
USUARIO: <u>Renzo Castillo / Yeni Morales</u>		FECHA: <u>Julio 2022</u>		Proyecto: <u>Optimización de la evaluación funcional del pavimento flexible mediante el software Roadroid y el Método Merlín de la Av. Prolong. Iq.</u>		
TRABAJO: <u>Evaluación Funcional del Pavimento flexible.</u>		UBICACIÓN: <u>LINCE - AV. PETIT THOUARS</u>		En caso de Emergencia llamar a: SARU - 106 (CENTRO DE SALUD) - 011 POLICIA - 105		
EPP	HERRAMIENTAS/EQUIPOS		RELACIÓN DE TRABAJADORES / V"B	DNI	FIRMA	OBSERVACIONES:
<input checked="" type="checkbox"/> CASCO DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> LENTES DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> ZAPATOS DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> CHALECO REFLECTIVO <input checked="" type="checkbox"/> ROPA DE TRABAJO <input checked="" type="checkbox"/> RESPIRADORES <input checked="" type="checkbox"/> GUANTES <input checked="" type="checkbox"/> PROTECTORES DE OIDO <input checked="" type="checkbox"/> ARNÉS INTEGRAL <input checked="" type="checkbox"/> CARETAS <input checked="" type="checkbox"/> BARBIQUEJO <input checked="" type="checkbox"/> OTRO: MASCARILLA QUIRURGICA	ESCALERAS ANDAMIOS AMOLADORAS MARTILLOS, COMBAS TALADRO EXTENSIONES ELÉCTRICAS ALICATES ELEVADORES SERRUCHOS, SIERRAS PICO PALA LLAVES/DAOS	DESTORNILLADORES PUNTAS CIRCILES SOPLETES EQUIPOS DE SOLDADURA SIERRA CIRCULAR OTROS <input checked="" type="checkbox"/> WINCHA <input checked="" type="checkbox"/> SMARTPHONE <input checked="" type="checkbox"/> SOPORTE PARA SMARTPHONE PERFILOMETRO ESTATICO MERLIN	01. <u>Renzo Castillo Villafuerte</u> 02. <u>Yeni Morales Silverio</u> 03. <u>José Huayta Inga</u> 04. <u>Dr. María Lorena Romero</u> 05. <u>Roberto Castillo Villafuerte</u> 06. 07. 08. 09. 10. 11. 12.	92797373 9193438 8000789 7540665 18122922	[Firmas manuscritas]	Se empleo para este ensayo el software Roadroid para la determinación del índice de rugosidad internacional (IRI).
ACTIVIDADES O TAREAS DEL DÍA	PELIGROS (*)	RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL			
TRASLADO DE PERSONAL	transito vehicular Estado del conductor Falla Mecanica	atropello, choque y lesiones atropello y lesiones Voladoras y lesiones atropello, choque y lesiones	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR VERIFICAR RECORD DEL CONDUCTOR VERIFICAR INSPECCIÓN VEHICULAR VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR			
EVALUACIÓN DE TERRENO	nivel y desnivel del terreno Equipo merlin	Caído y lesiones Mortero y corte	USO ADECUADO DEL EPP			
PARADA DE MEDICIONES	Presencia de personas violentas fauna existente flora existente condiciones climáticas Presencia de personas violentas	golpes y lesiones Picadura de insectos Alergias Involación golpes y lesiones	COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA USO DE PROTECCIÓN PARA PICADURAS (CREMA Y SPRAY) VERIFICAR BOTICUIN HIDRATACIÓN Y USAR PROTECCIÓN PARA LA PIEL COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA			
RETORNO DEL PERSONAL	transito vehicular	Atropello, choques y lesiones	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR.			
LÍDER DEL EQUIPO QUE EJECUTA EL TRABAJO (Operario)		SUPERVISOR DEL TRABAJO / RESIDENTE		PREVENCIONISTA DE RIESGO		
Nombre: <u>Renzo Castillo Villafuerte</u>		Nombre: <u>Roberto Castillo Velarde</u>		Nombre: <u>Yeni Morales Silverio</u>		
Cargo: <u>Operario</u>		Cargo: <u>Supervisor de Obra</u>		Cargo: <u>Prevencionista de Riesgo</u>		
Firma: [Firma]		Firma: [Firma]		Firma: [Firma]		



5.44. ANEXO N°44: Analisis de Seguridad en el Trabajo / Av.Prolongacion Iquitos

UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		AST - Análisis de Seguridad en el Trabajo		En caso de Emergencia llamar a:		
USUARIO: <u>Reneo Castillo / Yeni Morales</u>		FECHA: <u>Julio 2022</u>		<u>SOMU - 106</u> <u>CENTRO DE SALUD - 911</u> <u>Policial - 105</u>		
TRABAJO: <u>Evaluación Funcional del Pavimento Flexible</u>		UBICACIÓN: <u>LINCE-DV. Prolongación Iquitos</u>		Proyecto: <u>Optimización de la Evaluación Funcional del Pavimento Flexible Mediante el Software Roadroid y el Método Merlín de la Av. Prolong. Iq.</u>		
EPP	HERRAMIENTAS/EQUIPOS	RELACIÓN DE TRABAJADORES / V"B"	DNI	FIRMA	OBSERVACIONES:	
<input checked="" type="checkbox"/> CASCO DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> LENTES DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> ZAPATOS DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> CHALECO REFLECTIVO <input checked="" type="checkbox"/> ROPA DE TRABAJO <input checked="" type="checkbox"/> RESPIRADORES <input checked="" type="checkbox"/> GUANTES <input checked="" type="checkbox"/> PROTECTORES DE OIDO <input checked="" type="checkbox"/> ARNES INTEGRAL <input checked="" type="checkbox"/> CARETAS <input checked="" type="checkbox"/> BARBIQUEJO <input type="checkbox"/> OTRO: MASCARILLA QUIRURGICA	ESCALERAS ANDAMIOS AMOLADORAS MARTILLOS, COMBAS TALADRO EXTENSIONES ELÉCTRICAS ALICATES ELEVADORES SERRUCHOS, SIERRAS PICO PALA LLAVES/DADOS	DESTORNILLADORES PUNTAS CINCELES SOPLETES EQUIPOS DE SOLDADURA SIERRA CIRCULAR OTROS <input checked="" type="checkbox"/> WINCHA SMARTPHONE SOPORTE PARA SMARTPHONE PERIFONÍMETRO ESTÁTICO MERLIN	01. <u>Reneo Castillo Villafuerte</u> 02. <u>Yeni Morales Silverio</u> 03. <u>Rafael Huaylinga May</u> 04. <u>W. Maria Lorena Reneo</u> 05. <u>Roberto Castillo Velazco</u> 06. 07. 08. 09. 10. 11. 12.	<u>32793573</u> <u>34232135</u> <u>0030382</u> <u>25400605</u> <u>18122922</u>	<u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u>	Se empleo para este ensayo el equipo Merlín para la determinación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).
ACTIVIDADES O TAREAS DEL DÍA	PELIGROS (*)	RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL			
TRASLADO DE PERSONAL	transito vehicular Estado del conductor Falla mecánica	atropellos, choque y lesiones atropellos y lesiones voladuras y lesiones	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR VERIFICAR RECORDO DEL CONDUCTOR VERIFICAR INSPECCION VEHICULAR			
EVALUACIÓN DE TERRENO	Distracciones nivel y pendiente del terreno	atropellos, choque y lesiones caída y lesiones	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR USO ADECUADO DEL EPP			
PERDA DE MEDICIONES	software Roadroid Presencias de personas violentas	Monitores y Cortes Golpes y lesiones	USO CORRECTO DE EPP Y PERSONAL CAPACITADO COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA			
RETORNO DEL PERSONAL	Fauna existente plaga existente condiciones climáticas Presencia de personas violentas	Picaduras de insecto alergias Insolación Golpes y lesiones	USO DE PROTECCIÓN PARA PICADURAS (CREMA Y SPRAY) VERIFICAR BOTTOUIN HIDRATACIÓN Y USAR PROTECCIÓN PARA LA PIEL COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA			
RETORNO DEL PERSONAL	transito vehicular	atropellos, choques y lesiones	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR			
<b>LÍDER DEL EQUIPO QUE EJECUTA EL TRABAJO</b> (Operario) Nombre: <u>Reneo Castillo Villafuerte</u> Cargo: <u>Operario</u> Firma: <u>[Firma]</u>		<b>SUPERVISOR DEL TRABAJO / RESIDENTE</b> Nombre: <u>Roberto Castillo Velazco</u> Cargo: <u>Supervisor de Obra</u> Firma: <u>[Firma]</u>		<b>PREVENCIONISTA DE RIESGO</b> Nombre: <u>Yeni Morales Silverio</u> Cargo: <u>Prevencionista de Riesgo</u> Firma: <u>[Firma]</u>		



5.45. ANEXO N°45: Analisis de Seguridad en el Trabajo/Av. Javier Prado Este

UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		AST - Análisis de Seguridad en el Trabajo			En caso de Emergencia llamar a:	
USUARIO: <u>Romo Castillo / Yemi Morales</u>		FECHA: <u>Julio 2022</u>		Proyecto: <u>Optimización de la Evaluación Funcional del Pavimento flexible Mediante el Software Roadroid y el método Merlín de la Av. Prolongación Iquitos-Lince</u>		
TRABAJO: <u>Evaluación Funcional del Pavimento flexible</u>		UBICACIÓN: <u>LINCE - AV. JAVIER PRADO ESTE</u>		En caso de Emergencia llamar a: <u>SAMU - 106</u> <u>Centro de Salud - 911</u> <u>Policial - 105</u>		
EPP	HERRAMIENTAS/EQUIPOS	RELACIÓN DE TRABAJADORES / V/B*		DNI	FIRMA	OBSERVACIONES:
<input checked="" type="checkbox"/> CASCO DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> LENTES DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> ZAPATOS DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> CHALECO REFLECTIVO <input checked="" type="checkbox"/> ROPA DE TRABAJO <input checked="" type="checkbox"/> RESPIRADORES <input checked="" type="checkbox"/> GUANTES <input checked="" type="checkbox"/> PROTECTORES DE OIDO <input checked="" type="checkbox"/> ARNES INTEGRAL <input checked="" type="checkbox"/> CARETAS <input checked="" type="checkbox"/> BARBIQUEJO OTRO: MASCARILLA QUIRURGICA	ESCALERAS ANDAMIOS AMOLADORAS MARTILLOS, COMBAS TALADRO EXTENSIONES ELÉCTRICAS ALICATES ELEVADORES SERRUCHOS, SIERRAS PICO PALA LLAVES/DADOS	DESTORNILLADORES PUNTAS CINCELES SOPLETES EQUIPOS DE SOLDADURA SIERRA CIRCULAR OTROS <input checked="" type="checkbox"/> WINCHA <input checked="" type="checkbox"/> SMARTPHONE <input checked="" type="checkbox"/> SOPORTE PARA SMARTPHONE PERFILÓMETRO ESTÁTICO MERLIN	01. <u>Romo Castillo Villafuerte</u> 02. <u>Yemi Morales Silverio</u> 03. <u>Josiah Huayllas Inga</u> 04. <u>W. Maura Lorenza Romero</u> 05. <u>Roberto Castillo Velarde</u> 06. 07. 08. 09. 10. 11. 12.	<u>72 747375</u> <u>71233438</u> <u>80300787</u> <u>754 00605</u> <u>18 122 922</u>	<u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u>	<u>Se amplió para este ensayo el Software Roadroid para determinar el índice de rugosidad internacional (IRI)</u>
ACTIVIDADES O TAREAS DEL DÍA	PELIGROS (*)	RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL			
TESTEO DE PERSONAL	Tránsito Vehicular Estropeo del conductor Falla Mecánica	Atropellos, choques y lesiones Atropellos y lesiones Voladura y lesiones	Verificar estado del conductor Verificar Record del conductor Verificar Inspección Vehicular Verificar estado del conductor USO ADECUADO DEL EPP			
EVALUACION DE TERRENO	Distracciones Nivel y desnivel del terreno	Atropellos, choques y lesiones Caída y lesiones	Verificar estado del conductor USO ADECUADO DEL EPP			
PARADA DE MEDICIONES	Software Roadroid Presencia de personas violentas Fauna existente Plena existente Condiciones climáticas Presencia de personas violentas	Moretones y laceraciones Golpes y lesiones Picaduras de insectos Alergias Inyección	USO CORRECTO DE EPP Y PERSONAL CAPACITADO COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA USO DE PROTECCIÓN PARA PICADURAS (CREMA Y SPRAY) VERIFICAR BOTASWIN HIDRATACIÓN Y USAR PROTECCIÓN PARA LA PIEL			
RETORNO DEL PERSONAL	Tránsito Vehicular	Golpes y lesiones Atropellos, choques y lesiones	COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA Verificar estado del conductor			
<b>LIDER DEL EQUIPO QUE EJECUTA EL TRABAJO (Operario)</b> Nombre: <u>Romo Castillo Villafuerte</u> Cargo: <u>Operario</u> Firma: <u>[Firma]</u>		<b>SUPERVISOR DEL TRABAJO / RESIDENTE</b> Nombre: <u>Roberto Castillo Velarde</u> Cargo: <u>Supervisor de obra</u> Firma: <u>[Firma]</u>		<b>PREVENCIONISTA DE RIESGO</b> Nombre: <u>Yemi Morales Silverio</u> Cargo: <u>Prevencionista de riesgo</u> Firma: <u>[Firma]</u>		



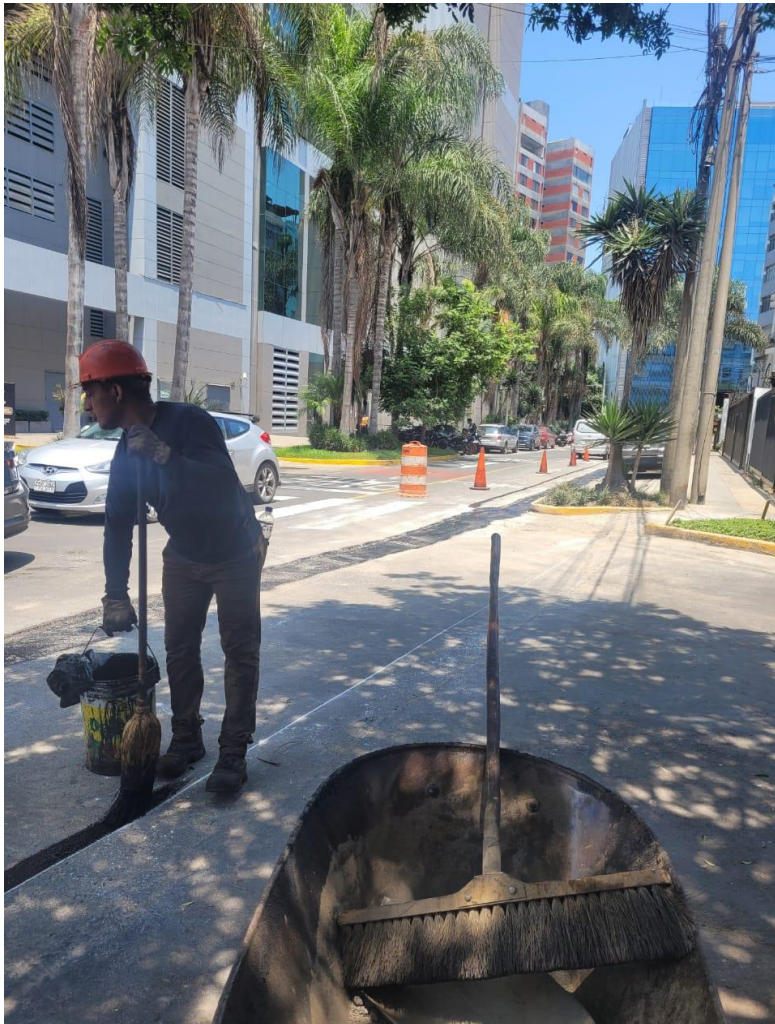
5.46. ANEXO N°46: Analisis de Seguridad en el Trabajo (AST) /Av.Petit Thouar

UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		AST - Análisis de Seguridad en el Trabajo			En caso de Emergencia llamar a:				
USUARIO: <u>Renzo Castillo / Yemi Morales</u>		FECHA: <u>Julio 2022</u>		Proyecto: <u>Optimización de la Evaluación Funcional del Pavimento Flexible Mediante el Software Roadroid y el Método Merlín de la Av. P.I.E.</u>					
TRABAJO: <u>Evaluación funcional del Pavimento Flexible</u>		UBICACIÓN: <u>LINCE - PETIT THOUARS</u>		En caso de Emergencia llamar a: <u>SAMU-106</u> <u>CENTRO DE SALUD - 911</u> <u>POLICIA - 105</u>					
EPP	HERRAMIENTAS/EQUIPOS		RELACIÓN DE TRABAJADORES / V"B		DNI		FIRMA		OBSERVACIONES:
<input checked="" type="checkbox"/> CASCO DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> LENTES DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> ZAPATOS DE SEGURIDAD <input checked="" type="checkbox"/> CHALECO REFLECTIVO <input checked="" type="checkbox"/> ROPA DE TRABAJO <input checked="" type="checkbox"/> RESPIRADORES <input checked="" type="checkbox"/> GUANTES <input checked="" type="checkbox"/> PROTECTORES DE OIDO <input checked="" type="checkbox"/> ARNES INTEGRAL <input checked="" type="checkbox"/> CARETAS <input checked="" type="checkbox"/> BARBIQUEJO OTRO: MASCARILLA QUIRURGICA	ESCALERAS ANDAMIOS AMOLADORAS MARTILLOS, COMBAS TALADRO EXTENSIONES ELÉCTRICAS ALICATES ELEVADORES SERRUCHOS, SIERRAS PICO PALA LLAVES/DADOS	DESTORNILLADORES PUNTAS CINCELES SOPLETES EQUIPOS DE SOLDADURA SIERRA CIRCULAR OTROS <input checked="" type="checkbox"/> WINCHA <input checked="" type="checkbox"/> SMARTPHONE <input checked="" type="checkbox"/> SOPORTE PARA SMARTPHONE PERFLÓMETRO ESTÁTICO MERLIN	01. <u>Renzo Castillo Villafuerte</u> 02. <u>Yemi Morales Silverio</u> 03. <u>Josias Huayllino Inga</u> 04. <u>Diego María Lorenzo Romero</u> 05. <u>Roberto Castillo Velarde</u> 06. 07. 08. 09. 10. 11. 12.	<u>72747375</u> <u>71232435</u> <u>80300482</u> <u>75400602</u> <u>16122922</u>	<u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u> <u>[Firma]</u>		Se empleo para este ensayo al equipo Merlín para la determinación del Índice de Seguridad Informativa (ISI).		
ACTIVIDADES O TAREAS DEL DÍA		PELIGROS (*)	RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL					
TRASLADO DE PERSONAL		Tránsito Vehicular Estado del Conductor Falla Mecánica Distracciones Nivel y geometría del terreno	Atropellos, choques y lesiones Atropellos y lesiones Voladuras y lesiones Atropellos, choques y lesiones	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR VERIFICAR RECORD DEL CONDUCTOR VERIFICAR INSPECCIÓN VEHICULAR VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR USO ADECUADO DEL EPP					
EVALUACIÓN DE TERRENO		Software Roadroid Presencia de personas violentas	Movimientos y Contos Golpes y lesiones	USO CORRECTO DE EPP Y PERSONAL CAPACITADO COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA					
PRÉSTAMO DE MEDICIONES		Fauna Existente Flora Existente Condiciones climáticas Presencia de personas violentas	Picaduras de insectos alergias Insolación Golpes y lesiones	USO DE PROTECCIÓN PARA PICADURAS (CREMA Y SPRAY) VERIFICAR BOTANIN HIDRATACIÓN Y USAR PROTECCIÓN PARA LA PIEL COMUNICARSE CON EL JEFE DE BRIGADA					
RETORNO DE PERSONAL		Tránsito Vehicular	Atropellos, choques y lesiones	VERIFICAR ESTADO DEL CONDUCTOR					
LÍDER DEL EQUIPO QUE EJECUTA EL TRABAJO (Operario)		SUPERVISOR DEL TRABAJO / RESIDENTE		PREVENCIONISTA DE RIESGO					
Nombre: <u>Renzo Castillo Villafuerte</u>		Nombre: <u>Roberto Castillo Velarde</u>		Nombre: <u>Yemi Morales Silverio</u>					
Cargo: <u>Operario</u>		Cargo: <u>Supervisor de Obra</u>		Cargo: <u>Prevencionista de Riesgo</u>					
Firma: <u>[Firma]</u>		Firma: <u>[Firma]</u>		Firma: <u>[Firma]</u>					

#### 5.47. ANEXO N°47: Alteración de la Rugosidad

##### **Figura 75** *Problema de variación de la rugosidad*

(Solo están pasando la brea, simulando un recapeo al área intervenida y no están haciendo un correcto proceso de fresado de pavimento).



*Fuente: Elaboración Propia.*



#### 5.48. ANEXO N°48: Variación de la Rugosidad

##### **Figura 76** *Problemática de variación de la rugosidad*

(Sólo están pasando la brea, simulando un recapeo al área intervenida y no están haciendo un correcto proceso de fresado de pavimento).



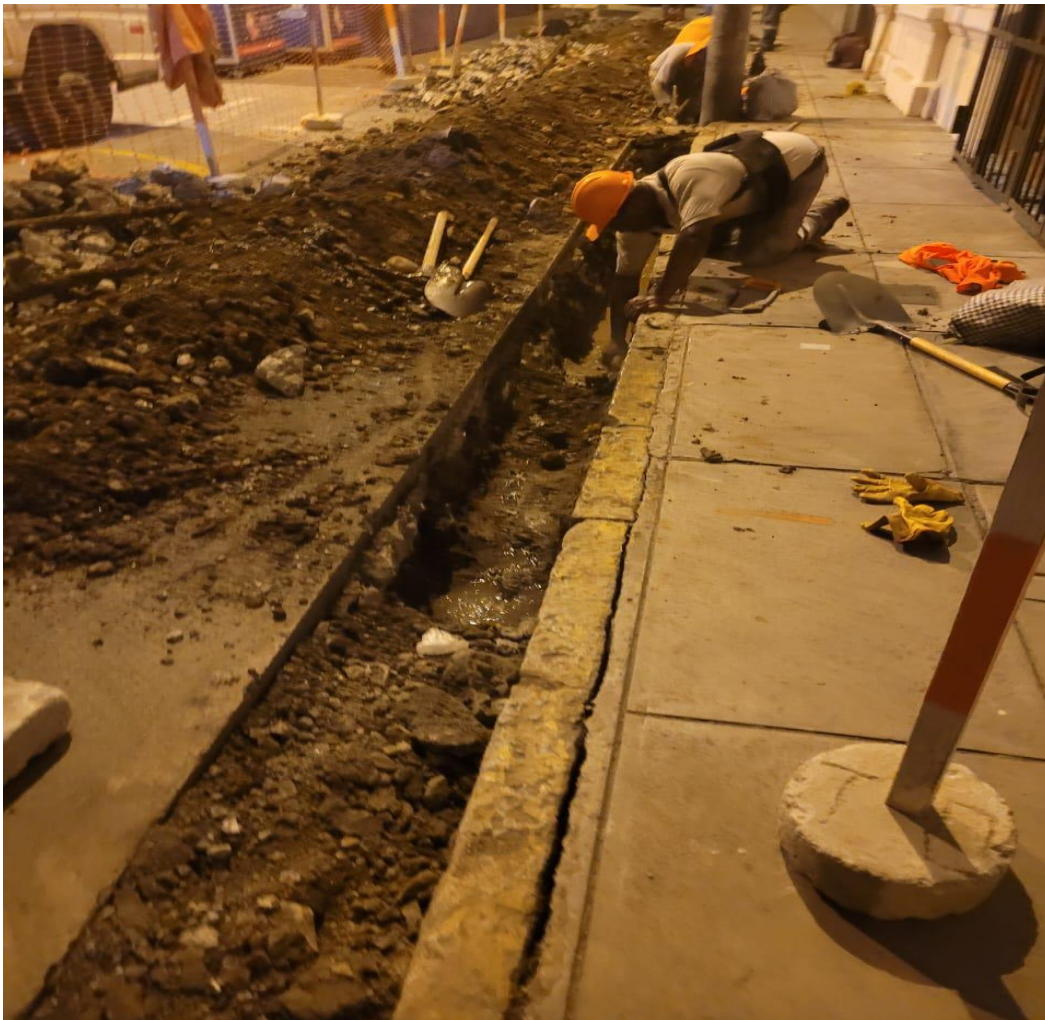
*Fuente: Elaboración Propia.*

5.49. **ANEXO N°49:** Problemática de la Variación de la Rugosidad.

**Figura 77**

*Problemática de la variación de la rugosidad*

(destruyen tuberías existentes en canalizados que realizan y o dejan amarrado con una cinta, donde luego vuelven a destruir el pavimento para resanar tubería afectada, teniendo un mal proceso constructivo, porque se comienza a tener distintas capas en las vías).



Fuente: *Elaboración Propia.*



5.50. **ANEXO N°50:** Corte de la pavimentación flexible para las instalaciones de sedapal.

**Figura 78**

*Corte de la pavimentación flexible para las instalaciones de Sedapal*



Fuente: *Elaboración Propia.*

### 5.51. ANEXO N°51: Mapa distrital de Lince.

#### **Figura 79**

*Mapa distrital de Lince*



*Fuente: Elaboración Propia.*

## 5.52. ANEXO N°52: Matriz de consistencia

**Figura 80**

*Matriz de consistencia*

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
OPTIMIZACION DE LA EVALUACION FUNCIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL SOFTWARE ROADROID Y EL METODO MERLIN DE LA AV. PROLONGACION IQUITOS-LINCE, LIMA - 2022					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿De qué manera el software ROADROID y el metodo MERLIN, benefician en la optimizacion de la evaluacion funcional del pavimento flexible, en la Av.Prolongacion Iquitos -LINCE, LIMA - 2022?	Determinar de qué manera el software ROADROID y el metodo MERLIN, benefician en la optimizacion de la evaluacion funcional del pavimento flexible, en la Av.Prolongacion Iquitos -LINCE, LIMA - 2022.	El software ROADROID y el método MERLIN, influyen positivamente en la optimización de la evaluación funcional del pavimento flexible, en la Av. Prolongacion Iquitos -LINCE, LIMA - 2022.	V.I.SOFTWARE ROADROID Y EL METODO MERLIN	SOFTWARE ROADROID	Valor del IRI (m/km)
					PSI
					Clasificacion
				METODO MERLIN	Valor del IRI (m/km)
					PSI
					Clasificacion
¿En que medida el software ROADROID influye en el indice de rugosidad internacional del pavimento flexible, en la Av.Prolongacion Iquitos -LINCE, LIMA - 2022?	Analizar en qué medida el software ROADROID influye en el indice de rugosidad internacional del pavimento flexible, en la Av. Prolongacion Iquitos -LINCE, LIMA - 2022.	El software ROADROID, influye eficientemente en el indice de rugosidad internacional del pavimento flexible, en la Av. Prolongacion Iquitos -LINCE, LIMA - 2022.	V.D. OPTIMIZACION DE LA EVALUACION FUNCIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL	Rugosidad (m/km)
¿Como el software ROADROID influye en los niveles de transitabilidad y serviciabilidad del pavimento flexible, en la Av Prolongacion Iquitos-LINCE, LIMA - 2022?	Calcular como el software ROADROID influye en los niveles de transitabilidad y serviciabilidad del pavimento flexible, en la Av. Prolongacion Iquitos -LINCE, LIMA - 2022	El software ROADROID, determina con éxito en establecer los niveles de transitabilidad y serviciabilidad del pavimento flexible, en la Av. Prolongacion Iquitos -LINCE, LIMA - 2022.			Niveles de transitabilidad
¿De que forma el software ROADROID optimiza la evaluacion funcional del pavimento flexible, en la Av Prolongacion Iquitos-LINCE, LIMA - 2022?	Establecer de que forma el software ROADROID optimiza la evaluacion funcional del pavimento flexible, en la Av Prolongacion Iquitos-LINCE, LIMA - 2022.	El software ROADROID, hace un buen uso de los recursos de optimizar la evaluación funcional del pavimento flexible, en la Av. Prolongacion Iquitos -LINCE, LIMA - 2022.			Niveles de serviciabilidad
				OPTIMIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN FUNCIONAL	Rugosidad (m/km)
					Rendimiento (l/h)
					Clasificación de seguridad

Fuente: Elaboración Propia.119