



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE PCI E IRI EN LA CALIFICACIÓN  
DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN UN TRAMO DE  
LA AV. LLIRA ÑAN Y OE2 EN LA CIUDAD DE QUITO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Civil

AUTOR: Bryan Andrés Freire Cazagallo

TUTOR: Byron Iván Altamirano León

Quito - Ecuador  
2024

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Bryan Andrés Freire Cazagallo con documento de identificación N° 1720046083 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 13 de mayo del 2024

Atentamente,



---

Bryan Andrés Freire Cazagallo

1720046083

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Bryan Andrés Freire Cazagallo con documento de identificación N° 1720046083, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Análisis comparativo del método de PCI e IRI en la calificación de la condición actual del pavimento flexible en un tramo de la Av. Lira Ñan y OE2 en la Ciudad de Quito”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 13 de mayo del 2024

Atentamente,



---

Bryan Andrés Freire Cazagallo

1720046083

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Byron Iván Altamirano León con documento de identificación N° 1709301590, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE PCI E IRI EN LA CALIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN UN TRAMO DE LA AV. LLIRA ÑAN Y OE2 EN LA CIUDAD DE QUITO, realizado por Bryan Andrés Freire Cazagallo con documento de identificación N° 1720046083, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 13 de mayo del 2024

Atentamente,



---

Ing. Byron Iván Altamirano León, MSc.

1709301590

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto dedico a Dios por darme la fuerza y sabiduría necesaria para finalizar mis estudios.

A mis padres Saul Freire y Martha Cazagallo, quienes son fundamentales durante toda mi vida por llenarme de su amor incondicional y sus conocimientos que me impartieron durante todo este camino que he llegado.

A mis hermanos Daniel y Rene, de igual manera por siempre estar ahí conmigo apoyándome en los buenos y malos momentos, con consejos enseñanzas que me han servido mucho para mi vida.

Al amor de mi vida Belén que siempre están conmigo desde un principio desde que la conocí, siempre me apoyado durante todo este camino que hemos recorrido juntos, por darme lo mejor que me ha pasado en mi vida mi hijo Andresito.

A mis Suegros Don Poli y Sra. María por siempre ayudarnos en todo momento en esta vida que estamos formando junto a su hija.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por cuidarme por cada paso que he dado y ponerme en mi camino a muchas personas que he conocido y que me han impartido sus conocimientos para que siga creciendo como la persona que soy en día.

A mis padres y hermanos por creer en mi para culminar mis estudios, espero que no se hayan decepcionado si tuve percances para finalizar este proyecto, solo quiero decirles que, si pude lograrlo gracias a ustedes, y el apoyo de mis tíos, mis suegros y el amor de mi vida que son parte fundamental para que haya terminado todo esto.

A la Universidad Politécnica Salesiana por acogerme en sus aulas, por impartirme sus conocimientos de cada uno de los docentes que han cursado por esta institución. Y como no también a muchos compañeros de aula que estuvieron conmigo hasta la finalización de la carrera.

Al Arq. Javier Auqui y Erick por haberme ayudado a finalizar mi proyecto de titulación, muchas gracias por regalarme su tiempo apoyándome para el último tramo de este proyecto.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES Y GENERALIDADES</b> .....	<b>1</b>
1.1 Introducción .....	1
1.2 Problema de estudio .....	1
1.2.1 Antecedentes.....	2
1.2.2 Importancia y Alcance.....	3
1.2.3 Delimitación geográfica .....	4
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos. ....	6
1.4.1 Objetivo general .....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
2.1 Estudio de tráfico .....	7
2.1.1 Conteo de Vehículos.....	7
2.2 Estado vial.....	9
2.3 Ensayos destructivos .....	10
2.4 Ensayos no destructivos .....	10
2.5 Análisis de Resultados Obtenidos Mediante Índice Indicadores PCI e IRI.....	10
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>11</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>11</b>
3.1 Datos estadísticos para cálculo TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) .....	11
3.1.1 Trabajo de Campo (Conteo de tránsito) .....	11
3.1.2 Cálculo del TPDA .....	12
3.1.3 Tasa de Crecimiento y Cálculo del tráfico futuro .....	13
3.2 Inspección visual.....	14
3.3 Ensayos no destructivos .....	14
3.4 Ensayos destructivos .....	15
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>16</b>
<b>CONTEO DE TRÁFICO</b> .....	<b>16</b>
4.1 Conteo de vehículos en la Av. Llira Ñan y OE2.....	16
4.1.1 Conteo manual .....	16
4.1.2 Recopilación de información.....	22
4.2 Clasificación de vehículos.....	22
4.2.1 Clasificación de vías bajo Norma Ministerio de Obras Públicas (MOP 2003).....	28

4.3 Tráfico Promedio diario anual (TPDA) .....	28
4.3.1 Tráfico Promedio diario semanal (TPDS) .....	28
4.3.1.1 Tráfico Promedio diario semanal (TPDS), sentido Sur - Norte .....	28
4.3.1.2 Tráfico Promedio diario semanal (TPDS), sentido Norte - Sur .....	28
4.3.2 Tráfico Promedio diario mensual (TPDM) .....	29
4.3.3 Tráfico Promedio diario anual (TPDA) .....	29
4.4 Tráfico futuro y Tasa de Crecimiento .....	32
4.4.1 Tráfico futuro .....	33
4.5 Número de ejes equivalentes .....	34
4.6 Factor Equivalente de carga .....	35
4.6.1 Cálculo de número de ejes equivalentes .....	35
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>38</b>
<b>DIAGNÓSTICO VIAL .....</b>	<b>38</b>
5.1 Tipología de Fallas de Pavimento Flexible .....	38
5.2 Drenaje .....	41
5.3 Sumideros y Alcantarillado .....	41
5.4 Ensayos de base, sub base y perfil del trazo .....	44
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>45</b>
<b>DETERMINACIÓN DE PCI .....</b>	<b>45</b>
6.1 Índice de Condición del Pavimento .....	45
6.1.1 Obtención de Datos In-Situ .....	48
6.2 Obtención de Resultados .....	52
6.3 Clasificación de Acuerdo a la Norma .....	60
<b>CAPÍTULO VII .....</b>	<b>62</b>
<b>DETERMINACIÓN DE IRI .....</b>	<b>62</b>
7.1 Índice de Rugosidad del Pavimento .....	62
7.1.1 Equipo de Mediciones de rugosidad .....	63
7.2 Cálculo de Rugosidad mediante Rugosímetro Merlín .....	68
7.3 Obtención de Datos In situ con Rugosímetro Merlín .....	70
7.4 Análisis y Obtención de Resultados .....	73
<b>CAPÍTULO VIII .....</b>	<b>101</b>
<b>RESULTADOS FINALES .....</b>	<b>101</b>
8.1 Análisis de Resultados .....	101
8.2 Comparación de los Métodos Utilizados .....	104
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>106</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>107</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>108</b>

<b>ANEXOS .....</b>	<b>110</b>
---------------------	------------

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Delimitación del proyecto	4
<b>Tabla 2</b>	Conteo de vehículos Sur – Norte “Estación 2”	17
<b>Tabla 3</b>	Conteo de vehículos Norte - Sur “Estación 2”	18
<b>Tabla 4</b>	Conteo de vehículos doble sentido “Estación 4”	19
<b>Tabla 5</b>	Tráfico total existente sentido Sur - Norte	20
<b>Tabla 6</b>	Tráfico total existente sentido Norte - Sur	21
<b>Tabla 7</b>	Vehículos livianos	23
<b>Tabla 8</b>	Camiones	24
<b>Tabla 9</b>	Vehículos pesados – pasajeros-Bus	25
<b>Tabla 10</b>	Consumo de combustible	29
<b>Tabla 11</b>	Porcentaje de tráfico observado en ambos sentidos	31
<b>Tabla 12</b>	Vehículos Matriculados	32
<b>Tabla 13</b>	Tasa de crecimiento	33
<b>Tabla 14</b>	Tráfico Futuro	34
<b>Tabla 15</b>	Factor equivalente de carga	35
<b>Tabla 16</b>	Dirección de Flujo Vehicular	36
<b>Tabla 17</b>	Factor dirección	36
<b>Tabla 18</b>	Factor Carril de Proyecto	37
<b>Tabla 19</b>	Cuadro de identificación de fallas	39
<b>Tabla 20</b>	Datos de longitud de vía de estudio	49
<b>Tabla 21</b>	Cuadro de número de unidades de muestreo	51
<b>Tabla 22</b>	Valores de deducciones	56
<b>Tabla 23</b>	Valor Deducible Corregido	57
<b>Tabla 24</b>	Valores de PCI por secciones sentido Sur - Norte	58
<b>Tabla 25</b>	Valores de PCI por secciones sentido Norte - Sur	59
<b>Tabla 26</b>	Valores de PCI promedio por cada tramo	61
<b>Tabla 27</b>	Resumen de Resultados sentido sur-norte	86
<b>Tabla 28</b>	Resumen de Resultados sentido norte-sur	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Delimitación del proyecto _____	5
<b>Figura 2</b> Puntos de Estudio del proyecto _____	12
<b>Figura 3</b> Lugar de Análisis “Estación 4” _____	20
<b>Figura 4</b> Tráfico Observado Sentido Sur - Norte _____	21
<b>Figura 5</b> Tráfico Observado Sentido Norte - Sur _____	22
<b>Figura 6</b> Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones - 1 _____	26
<b>Figura 7</b> Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones - 2 _____	27
<b>Figura 8</b> Sumidero Clase B250 _____	43
<b>Figura 9</b> Sumidero Clase C400 _____	44
<b>Figura 10</b> Longitud de muestreo en pavimentos asfálticos _____	46
<b>Figura 11</b> Rango de Clasificación del pavimento flexible y rígido de acuerdo al PCI _____	47
<b>Figura 12</b> Tramos de evaluación _____	48
<b>Figura 13</b> Hoja de registro de datos _____	51
<b>Figura 14</b> Hoja de registro de datos sección 6 _____	52
<b>Figura 15</b> Ábaco Piel de cocodrilo _____	53
<b>Figura 16</b> Ábaco Piel de cocodrilo _____	54
<b>Figura 17</b> Ábaco Bultos y hundimientos _____	54
<b>Figura 18</b> Ábaco Bultos y hundimientos _____	55
<b>Figura 19</b> Ábaco Parche _____	55
<b>Figura 20</b> Ábaco Bache _____	56
<b>Figura 21</b> Grafica de Valor Deducible Corregido _____	58
<b>Figura 22</b> Escala de Rugosidad para Pavimentos _____	62
<b>Figura 23</b> Nivel con trípode _____	64
<b>Figura 24</b> Face Dipstick _____	64
<b>Figura 25</b> Escala de Rugosidad para Pavimentos _____	65
<b>Figura 26</b> Perfilógrafo _____	66
<b>Figura 27</b> Perfilómetro Inercial _____	67
<b>Figura 28</b> Perfilómetro Laser RSP _____	67
<b>Figura 29</b> Características del Rugosímetro IRI _____	69
<b>Figura 30</b> Modelo de un cuarto de carro _____	70
<b>Figura 31</b> Hoja de datos en Rugosímetro Merlín _____	71
<b>Figura 32</b> Utilización equipo Rugosímetro Merlín _____	72
<b>Figura 33</b> Tramo de 232m sentido sur-norte _____	73
<b>Figura 34</b> Tramo de 232m sentido sur-norte, Tramo 1 vía OE2 _____	74
<b>Figura 35</b> Histograma de Frecuencias Av. OE2 _____	75
<b>Figura 36</b> Tramo de 386m sentido sur-norte, tramo 2 Av. Llira Ñan y Condor Ñan _____	76
<b>Figura 37</b> Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Condor Ñan _____	77
<b>Figura 38</b> Tramo de 386m sentido sur-norte, tramo 3 Av. Llira Ñan _____	78
<b>Figura 39</b> Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan _____	79
<b>Figura 40</b> Tramo de 386m sentido sur-norte, tramo 4 Av. Llira Ñan y Amaru Ñan _____	80
<b>Figura 41</b> Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Amaru Ñan _____	81
<b>Figura 42</b> Tramo de 386m sentido sur-norte, tramo 5 Av. Llira Ñan y Otoya Ñan _____	82
<b>Figura 43</b> Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Otoya Ñan _____	83
<b>Figura 44</b> Tramo de 386m sentido sur-norte, tramo 6 Av. Llira Ñan y Moran Valverde _____	84
<b>Figura 45</b> Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Moran Valverde _____	85
<b>Figura 46</b> Tramo de 386m sentido norte-sur _____	87
<b>Figura 47</b> Tramo de 386m sentido norte-sur, Tramo 1 Av. Llira Ñan y Moran Valverde _____	88

<b>Figura 48</b>	Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Moran Valverde _____	89
<b>Figura 49</b>	Tramo de 386m sentido norte-sur, Tramo 2 Av. Llira Ñan y Otoya Ñan _____	90
<b>Figura 50</b>	Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Otoya Ñan _____	91
<b>Figura 51</b>	Tramo de 386m sentido norte-sur, Tramo 3 Av. Llira Ñan y Amaru Ñan _____	92
<b>Figura 52</b>	Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Amaru Ñan _____	93
<b>Figura 53</b>	Tramo de 386m sentido norte-sur, Tramo 4 Av. Llira Ñan _____	94
<b>Figura 54</b>	Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan _____	95
<b>Figura 55</b>	Tramo de 386m sentido norte-sur, Tramo5 Av. Llira Ñan y Condor Ñan _____	96
<b>Figura 56</b>	Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan _____	97
<b>Figura 57</b>	Tramo de 231.6m sentido norte-sur, Tramo5 Av. OE2 _____	98
<b>Figura 58</b>	Histograma de Frecuencias Av. OE2 _____	99
<b>Figura 59</b>	Resumen de Valores de PCI promedio sentido Norte – Sur _____	101
<b>Figura 60</b>	Resumen de Valores de PCI promedio sentido Sur - Norte _____	102
<b>Figura 61</b>	Resumen de Valores de IRI promedio sentido Norte - Sur _____	103
<b>Figura 62</b>	Resumen de Valores de IRI promedio sentido Sur - Norte _____	104

## RESUMEN

El presente proyecto de titulación determina las condiciones del pavimento flexible a través del Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad del Internacional (IRI), en la ciudad de Quito, el estudio se realizó con el fin de determinar las correlaciones existentes en las dos condiciones en base a las normativas vigentes según la ASTM D6433 y ASTM E1926 respectivamente. El PCI determina de condición del pavimento flexible de forma visual para lo cual se determinó en longitudes de 6 tramos de 6 secciones con unidades de muestra de 38m, de igual manera el IRI mide la rugosidad del pavimento flexible, se lo determino mediante el Rugosímetro Merlín el cual determina la calidad que existe en el pavimento, proporcionándonos información necesaria sobre el estado actual de la superficie de la capa de rodadura, además de indicarnos en la escala si un pavimento es rugoso o muy bueno en el cual se pueda transitar.

Según los resultados obtenidos en la vía de estudio se puede apreciar que las condiciones del pavimento flexible mediante PCI para ambos sentidos está en un rango de 30% a 50%, en escala de PCI el cual determina que se encuentra en un estado muy pobre en los 5 tramos, sin embargo, es una vía que se puede transitar de forma prudente, mientras que el tramo 6 en un rango de 10% es de una condición fallido del cual se requiere intervenir realizando un mantenimiento adecuado. Las lecturas IRI determinan que la vía de estudio se considera un pavimento deteriorado con rugosidad promedio de 4.30 m/km

Finalmente, las condiciones actuales de en la que se encuentra una vía mediante los indicadores PCI e IRI, permiten determinar el estado que se puede circular por una determinada vía, además de indicarnos si esta requiere o no de un mantenimiento vial.

**Palabras Clave:** Pavimento Flexible, Rugosímetro Merlín, Mantenimiento vial.

## ABSTRACT

This titling project determines the conditions of the flexible pavement through the Pavement Condition Index (PCI) and the International Roughness Index (IRI), the study was carried out in Quito, in order to determine the correlations existing in the two conditions based on current regulations according to ASTM D6433 and ASTM E1926 respectively. The PCI determines the condition of the flexible pavement visually, for this reason, it was determined in lengths of 6 tracks, of 6 sections with sample units of 38m, likewise, the IRI measures the roughness of the flexible pavement that was determined using the Merlin Roughness Meter. Which determines the quality that exists in the pavement, providing us with necessary information about the current state of the surface of the wearing layer, in addition to indicating by the scale, whether a pavement is rough, or very good so the transit could be made.

According to the results obtained in the study road, it can be seen that the conditions of the flexible pavement through PCI, for both directions are in a range of 30% to 50%, on the PCI scale, which determines that it is in a very poor state in the 5 sections, however, it is a road that can be transited prudently, while section 6 in a range of 10% is in a bad condition for which intervention is required by carrying out adequate maintenance. The IRI readings determine that the study road is considered to have a deteriorated pavement with an average roughness of 4.30 m/km.

Finally, the current conditions of a road through the PCI and IRI indicators allow us to determine the conditions in which we can transit on a certain road, in addition to indicating whether it requires road maintenance or not.

**Key words:** Flexible Pavement, Merlin Roughness, Road Maintenance.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES Y GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción**

La importancia de realizar una evaluación vial para la obtención de parámetros o datos estadísticos mediante ensayos in situ o de laboratorio es necesario conocer el estado actual de las vías dentro del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), el mantenimiento vial precavido que se lo realiza en la ciudad puede ser una manera de ahorro económico aumentando la vida útil de las mismas.

La información requerida para el proyecto se lo realiza mediante la Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMOP), para la obtención de datos requeridos de ensayos in situ y laboratorio, al realizar dichos ensayos se obtendrá los indicadores necesarios para el estado actual de la Av. Lira Ñan y OE2.

Mediante la realización de ensayos y obteniendo la información necesaria, se pueden desarrollar alternativas para satisfacer las necesidades de los usuarios y así lograr el desarrollo económico que se requiere en la ciudad.

Los indicadores extraídos mediante los ensayos serán de gran utilidad para conocer de una mejor manera el estado actual de las vías dentro del DMQ. El mantenimiento vial en cualquier parte de la ciudad puede brindar una mejor accesibilidad, estos indicadores pueden administrar alternativas y ayudar a las agencias responsables a tomar decisiones en diferentes casos.

### **1.2 Problema de estudio**

En el DMQ la deficiente planificación de los estados viales de la ciudad ha provocado que las entidades municipales planifiquen mantenimientos viales dignos para la ciudad, en el

presente se están realizando mantenimientos o rehabilitaciones tanto en pavimentos flexibles como en pavimentos rígidos.

El crecimiento poblacional asociado con el parque automotor ha aumentado un gran congestionamiento en la ciudad por lo que a mayor capacidad de vehículos que transitan por las avenidas provocan el daño de las mismas, se ha implementado el sistema de pico y placa para de esta manera aliviar la carga vehicular.

El DMQ se caracteriza por tener en su gran mayoría una infraestructura vial de pavimento flexible el cual recibe un daño incontrolable con el pasar de los años y no se reciben los manteamientos adecuados a estos, los vehículos son unos de los perjudicados ya que estos reciben daños a sus carrocerías provocando que se realicen mantenimientos y/o reparaciones con costos elevados, por lo que estos se podría evitar teniendo una mejor calidad en el mejoramiento y planificación de los pavimentos en la ciudad.

### ***1.2.1 Antecedentes***

En el DMQ el ente regular es la EPMMOP encargada de controlar los mantenimientos viales, mismas que cuentan con recursos económicos y técnicos para cualquier infraestructura vial de cualquier tipo.

Los métodos tradicionales de rehabilitación o mantenimientos viales no toman en cuenta los aspectos económicos, ambientales, etc. Por lo que la investigación de la infraestructura vial es incompleta y puede ser problemática en términos de planificación y ejecución de las mismas. Una alternativa para el mantenimiento vial en este proyecto es innovadora dado que los indicadores que son índice de condición del pavimento (PCI) e índice internacional de rugosidad (IRI), permiten analizar diversas funciones y obtener resultados más cercanos a la realidad.

La infraestructura vial que se puede observar en la Av. Llira Ñan y OE2 se ha deteriorado con el pasar de los años, dado que, los mantenimientos que se lo han realizado en años anteriores son trabajos ordinarios para rehabilitar la superficie del pavimento, y así no afectar a la vía en mantenimientos de larga duración provocando un tránsito menos fluido o en el peor de los casos un cierre parcial vial.

La circulación de vehículos no permitidos en la zona ha provocado el deterioro de la vía, por lo que, la capacidad de carga permitida para la avenida no sería lo correcto provocando estos inconvenientes en esta. La falta de estudios hidrológicos, geotécnicos y el mal uso, son otros de los responsables del daño en la vía, se puede apreciar que el drenaje en algunos sectores está descuidado, o por el hundimiento en donde no soporta la capacidad del suelo.

En el DMQ se utiliza diferentes tipos de programación para conocer los estados actuales de las vías, por lo que en estas programaciones se introduce los indicadores PCI e IRI, la utilización de estos programas no es de lo más común por lo tanto existen muy pocos profesionales que lo pueden utilizar.

### ***1.2.2 Importancia y Alcance***

El presente proyecto se desarrolla en el estado actual de un tramo la Av. Llira Ñan y OE2, para esto se usarán los indicadores PCI e IRI, se analizarán y se los compararan entre sí para tener un mejor entendimiento de cuál de estos son de mejor utilidad en las vías.

El proyecto constará de un estudio de tráfico del cual se realizará el conteo vehicular para el cálculo de TPDA y ejes equivalentes en la Av. Llira Ñan y OE2. Con el fin de determinar la condición actual del pavimento flexible, se ejecutará tomas de muestras para determinar espesor de capa existente para poderlos analizar en laboratorio mediante ensayos de humedad natural, ensayos de compactación, límites de Atterberg y se usará el rugosímetro merlín para determinar el IRI.

Se pretende determinar mediante los ensayos mencionados la mejor opción de aplicación entre los indicadores, que permita de forma objetiva tomar decisiones al momento de proponer una planificación o mantenimiento vial dentro de la ciudad, además de calificarlas en el estado actual de la Av. Llira Ñan y OE2.

### ***1.2.3 Delimitación geográfica***

El estudio del proyecto se encuentra ubicado en la parte sur-occidental de la capital entre los barrios: Quitumbe y Ciudadela el Ejercito etapa II, sentido norte-sur. La Av. Llira Ñan empieza en el lado norte desde la Av. Moran Valverde hasta la intersección en la Av. Guayanay Ñan, y la vía OE2 empieza desde la culminación de la Av. Llira Ñan hasta la intersección con la vía Teresa Tipanta la longitud de esta vía de estudio está comprendido de 2.1 km, como se muestra en la figura 1.

**Tabla 1**

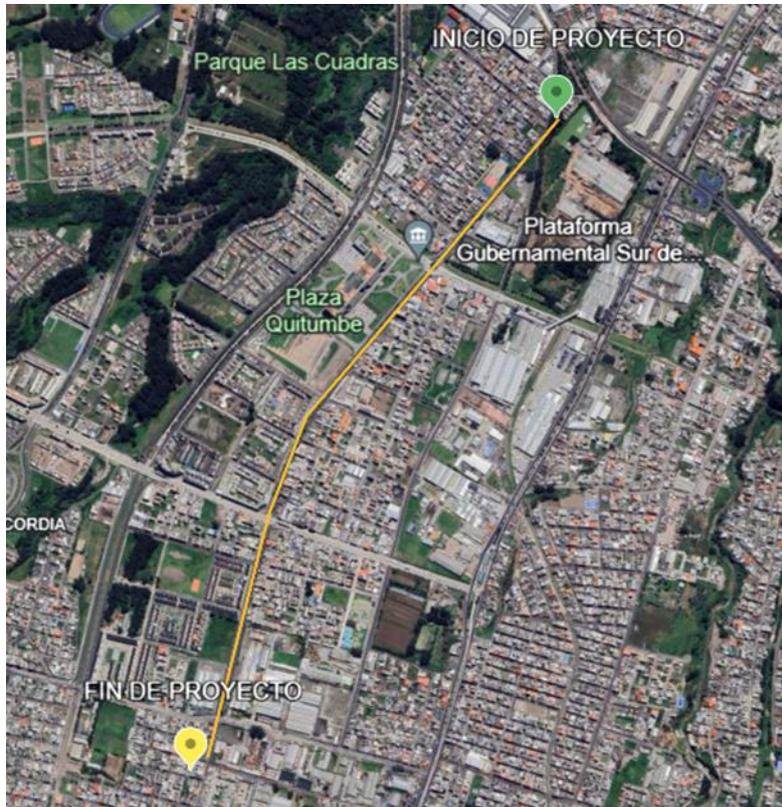
*Delimitación del proyecto*

	<i>Coordenadas</i>	<i>Este</i>	<i>Norte</i>
<i>1</i>	Inicio del Proyecto	773645.47 m E	9968082.90 m S
<i>2</i>	Fin del Proyecto	772907.32 m E	9966206.56 m E

*Nota.* Coordenadas de latitud y longitud del proyecto a realizar, zona 17 sur. Elaborado por: El autor a través de Google Earth.

## Figura 1

### Delimitación del proyecto



*Nota.* Se presenta en línea tomate la extensión en 2.1 Km de la Av. Lira Ñan y OE2. Elaborado por: El autor a través de la herramienta digital Google Maps.

### 1.3 Justificación

Las infraestructuras viales en el DMQ son de mucha importancia, estas se pueden llevar un control del estado vial dentro de la ciudad para realizar mantenimientos adecuados para mejorar la calidad y seguridad del tránsito para todos los ciudadanos.

Los mantenimientos que se realizan en el DMQ, se pueden observar que no se los realiza de una manera correcta, la mejor manera de realizar es una implantación de alternativas, para determinar que estas fallas observadas en las vías sean tratadas de la mejor manera posible; sin embargo, al comparar los resultados con los indicadores servirán para dar una posible solución.

El proyecto se realizará una investigación del estado actual de la Av. Llira Ñan y OE2 en la ciudad de Quito, por lo que, puede ser de ayuda para la EPMMOP, por lo tanto, al evaluar las condiciones actuales de la vía y analizar las opciones de mantenimiento, se puede implementar la mejor alternativa para que el nivel de servicio y la vida útil sea la mejor posible para esta y otras vías de la ciudad.

Para la obtención de datos de laboratorio se brindará a través de la EPMMOP, dado que las instalaciones cuentan con la infraestructura y la asesoría técnica para el manejo de la información requerida para el presente proyecto, por lo que emitirá informes que serán de gran importancia al momento de realizar las comparaciones respectivas.

## **1.4 Objetivos.**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Evaluar los métodos PCI e IRI mediante un análisis Comparativo en la Av. Llira Ñan y OE2, desde la Av. Moran Valverde hasta la intersección vía Teresa Tipanta comprendido de 2.1 km, y obtener resultados estadísticos de los mismos.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

Evaluar el modelo de tráfico en la Av. Llira Ñan y OE2, ya sea por conteo mecánico o manual, para conocer la carga vehicular existente.

Determinar el tráfico promedio anual (TPDA), de la Av. Llira Ñan y OE2 con la información obtenida del conteo manual.

Obtener la calificación de pavimento flexible mediante el método PCI y el método IRI.

Analizar los resultados de los métodos PCI e IRI, y definir cuál es el método más convincente en la aplicación de pavimentos flexible.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Estudio de tráfico**

Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos durante 24 horas, esto en una semana que no esté afectada por eventos especiales. (Normas de diseño de Carreteras MOP, 2003)

#### ***2.1.1 Conteo de Vehículos***

Los conteos vehiculares se los puede realizar de varias formas: método automático, método manual. Para este caso se lo realizara de forma manual y así poder determinar el tipo de vehículo que circula por la vía.

El conteo manual se lo determina con un número de personas y con una capacidad adecuada ya que el observador deberá registrar en un formato de cada paso de los vehículos a circular por el sector. (Jarrín Coral, 2019).

#### *Tipos de Conteos y tipos de Vehículos*

El conteo de vehículos nos permite conocer la cantidad y los diferentes tipos de vehículos que circulan por una determinada avenida. De esta forma existen diferentes tipos de Conteos:

#### *Conteos Manuales*

Para un conteo manual se considera con un personal apropiado y con la capacidad adecuada, dado que se deberá contar con un observador el cual registrara el volumen de vehículos que circulan por la vía en los puntos determinados, esto requiere de concentración puesto que, este método es muy importante para determinar la cantidad de vehículos que transitan para poderlos clasificar.

### *Conteos Mecánicos*

El conteo mecánico o comúnmente llamados conteo neumático determinan el paso de vehículos y los registra con la ayuda de un cordón neumático, esta información es almacenada con vehículos que transitan a baja velocidad, este conteo es más efectivo que un conteo manual.

### *Conteos Automáticos*

Tiene la capacidad de registrar información de un tráfico más fluido por un tiempo extenso que puede ser de semanas hasta meses, usa tecnologías contemporáneas en un campo magnético o con un rayo láser que registra el paso de los vehículos de una forma continua, esto puede ser de gran ayuda ya que determina la tasa de crecimiento de un tráfico de forma directa.

### *Clasificación de vehículos*

La clasificación de vehículos se realizará mediante una base de clasificación vehicular para cualquier tipo de vehículos según el tipo de vehículos, carrocerías y configuración del transporte de carga pesada por carreteras.

### *Tráfico promedio diario anual TPDA*

El TPDA es un promedio de circulación diario de un flujo vehicular para los 365 días del año que existe en una determinada o sección de vía dada.

Para vías de doble sentido, el volumen de tráfico en calcula para ambas direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación. (Normas de diseño de Carreteras MOP, 2003).

### *Tráfico futuro y tasas de crecimiento*

El crecimiento y el tráfico futuro se tomarán en cuantos datos estadísticos obtenidos a través del INEC, con la información necesaria de vehículos que cuenta matriculados, o de igual manera se podrá usar datos en base al estudio de coordinación de factibilidad a través Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTOPE).

### *Número de ejes equivalentes*

Con el paso de diferentes vehículos que transitan en la vía los cuales varían su peso y número de ejes, lo que provocan que existan deformaciones a lo largo de esta. Es necesario clasificarlos según la normativa AASHTO según su tipo de ejes equivalentes.

## **2.2 Estado vial**

El estado vial es muy importante, ya que se puede visualizar la manera en que el estado en la que se encuentra, por lo tanto, se puede apreciar con una simple inspección visual a lo largo de la vía para poder identificar las fallas existentes, severidad y extensión de las mismas.

### *Tipos de fallas en pavimentos flexibles.*

Existen diferentes fallas en pavimentos flexibles, ya que estos están constituidos por diferentes capas sobrepuestas en las que se diseñan y se construyen con materiales apropiados, de modo que el estado de las vías se ven afectadas por cargas, clima y varios factores que nos detallara según la normativa AASHTO.

### *PCI índice de condición del pavimento.*

La condición del pavimento con una metodología, en base a la evaluación y calificación de forma objetiva, es un método de graduación repetible para identificar el estado actual de pavimento. (Landázuri & Mejía, 2022).

### *Drenaje.*

En las obras civiles es necesario tomar en cuenta y la necesidad de tener un drenaje, que sea lo más notable, puesto que, están expuestas y el agua puede fluir de manera que no afecte a la transferencia de carga, presión de poros etc. El sistema de drenaje para una vía permite tener un adecuado manejo de fluido con la finalidad de evacuar lo más pronto posible y despejar la superficie de una forma controlada.

### *Sumideros y Alcantarillas.*

Los sumideros son generalmente aberturas con rejillas colocadas sobre el piso de la cuneta de la vía, adyacente al bordillo. (Chaparro Andrade, 2020). Son encargadas de recolectar la precipitación (agua lluvia) sobre la calzada y conducida hacia las alcantarillas en condiciones seguras para las vías.

### *IRI índice de rugosidad del pavimento.*

Es el parámetro que evalúa el estado de la capa superficial del pavimento de una vía tomando en cuenta irregularidades que se presentan con respecto a una superficie plana teórica, conceptualmente el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) relaciona la acumulación de desplazamientos del sistema de suspensión de un vehículo modelo. (Colcha Guashpa, 2022)

## **2.3 Ensayos destructivos**

La realización de los ensayos destructivos se desarrolla a través de pruebas tomadas en la vía y sometidas a ensayos de laboratorio, donde se determina ensayos DCP, humedad, granulometría, etc.

## **2.4 Ensayos no destructivos**

Los ensayos no destructivos como es Rugosímetro Merlín determinan las medidas de IRI, la cual consiste en determinar el grado de uniformidad que existe en la vía y la tranquilidad que posee el conductor al momento de circularla.

## **2.5 Análisis de Resultados Obtenidos Mediante Índice Indicadores PCI e IRI**

Con los datos obtenidos se realizará su respectivo análisis de resultados para ambos indicadores, lo que llevará a determinar la condición en la que se encuentra la vía de estudio para posteriormente compararlos entre sí y obtener una recomendación acerca de los dos indicadores para posteriores mantenimientos que se desee realizar en el DMQ.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

Para determinar las condiciones actuales de la vía de estudio, se realizará un análisis previo ya que existen factores que intervienen para el análisis de la misma, en este caso se tomara en cuenta los factores climáticos, estructura del pavimento flexible. Para la evaluación se realizará una simple inspección vehicular, los ensayos destructivos y no destructivos. Para determinar y calificar las condiciones del pavimento se lo realizara mediante los indicadores previamente a realizar los análisis de resultados que se obtengan de los ensayos y se los compara entre sí para determinar una mejor forma de aplicar estos indicadores. Para lo cual se ha determinado de la siguiente manera:

### **3.1 Datos estadísticos para cálculo TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual)**

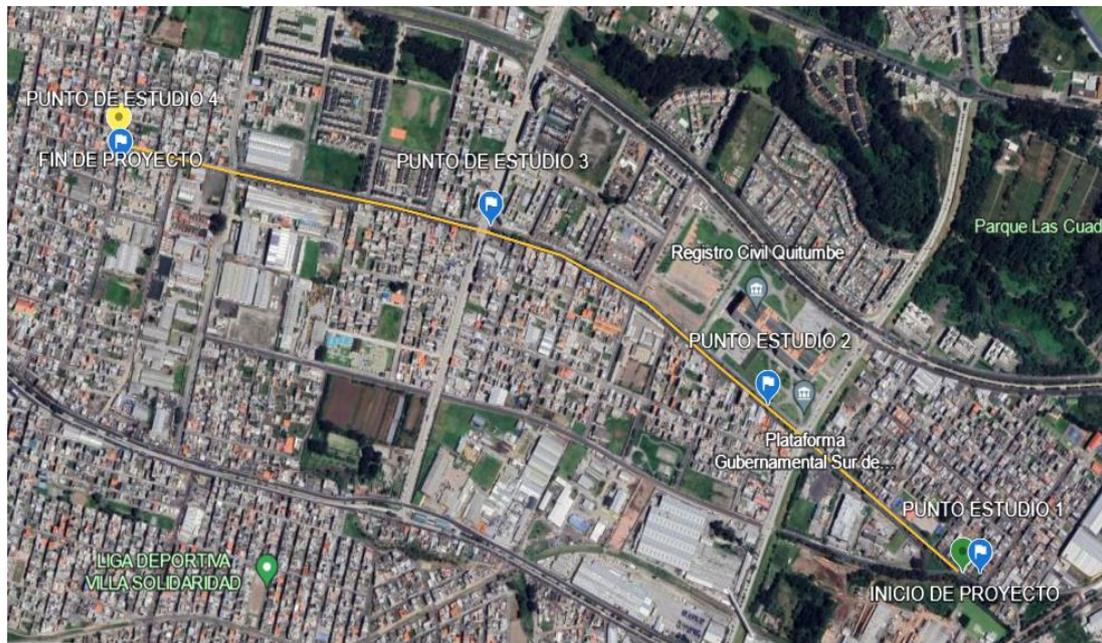
En el DMQ es muy importante determinar el crecimiento poblacional y al igual que el parque automotor para emplear el TPDA. Es necesario realizar una modelación del estado actual del parque automotor y el crecimiento vehicular a futuro, para lo cual se emplea el TPDA. (Landázuri & Mejía, 2022), que nos permita entender de forma estadística el valor del tráfico necesario que existe en la vía de estudio.

#### **3.1.1 Trabajo de Campo (Conteo de tránsito)**

Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos durante 24 horas, esto en una semana que no esté afectada por eventos especiales. (Normas de diseño de Carreteras MOP, 2003). El conteo manual se realizará en 4 partes designadas que serían la parte norte, centro y sur de la vía de estudio lo podremos denominar punto de estudio 1,2,3 y 4 por un periodo de una semana.

## Figura 2

### *Puntos de Estudio del proyecto*



*Nota.* Se presenta con color amarillo los cuatro puntos estratégicos para obtener el TPDA.  
Elaborado por: El autor a través de Google Maps.

### *Trabajo In situ*

Con los datos obtenidos durante el conteo de vehículos, procederá a realizar la clasificación de vehículos en la vía de estudio, de acuerdo a la tabla de clasificación vehicular pesados: transporte de pasajeros y tabla de pesos y dimensiones de vehículos de carga pesada.

### **3.1.2 Cálculo del TPDA**

Para determinar el TPDA de la vía de estudio, se analizará cualquier vehículo motorizado en ambos sentidos de la Av. Lira Ñan y OE2 y se lo clasificará de acuerdo a la normativa MTOP.

**Ec. 1**

$$TPDA = TPDS * fs * fm$$

Donde: TPDS=Tráfico observado en la semana

fs=Factor semanal

fm=Factor mensual

### *Tráfico promedio diario semanal*

El tráfico promedio semanal, se base en la mayor cantidad de vehículos totales para los días observados.

**Ec. 2**

$$TPDS = \frac{TDS}{\text{numero de dias contados}}$$

### *Factor semanal*

Para el factor semanal se lo determinara en base al Tráfico Promedio Mensual (TPDM), el cual el factor mensual es = 1.

### **3.1.3 Tasa de Crecimiento y Cálculo del tráfico futuro**

La tasa de crecimiento se lo determinara según los datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, la cual cuenta con la suficiente información de vehículos matriculados cada año, de igual manera se realiza el cálculo de tráfico futuro.

**Ec.3**

$$i(\%) = \frac{1}{n} \left( \frac{P_f}{P_a} - 1 \right) * 100$$

**Ec.4**

$$T_f = TA * (1 + i)^n$$

Donde:

$T_f$ : Tráfico futuro

TA: Tráfico Actual

$i$ : Tasa de crecimiento en porcentaje

$n$ : número de tiempo en años

### *Cálculo del número de ejes equivalentes*

Es la cantidad de repeticiones de ejes de equivalentes que existen en diferentes tipos de vehículos, lo que provocan deformaciones y alteraciones en la parte superficial del asfalto, para este caso se considerara con la ecuación.

**Ec.5**

$$N = \left( \frac{TPDA_i + TPDA_f}{2} \right) * 365 * n * FCE * Dt$$

Donde:

$TPDA_i$ : Tráfico promedio diario anual inicial

$TPDA_f$ : Tráfico promedio diario anual final

$FCE$ : Factor de carga equivalente

$Dt$ : Distribución de tráfico

$n$ : Periodo de diseño

### **3.2 Inspección visual**

Para este caso se realizará una simple inspección visual a todas las fallas existentes en la vía de estudio, de esta manera permitirá determinar la tipología, y la condición en la que se encuentra, finalmente con la inspección visual realizada la clasificaremos según la normativa ASTM. La cual nos permitirá determinar el PCI de la Av. Llira Ñan y OE2.

### **3.3 Ensayos no destructivos**

Los ensayos no destructivos se utilizará el equipo de terminado para este proceso como es el rugosímetro merlín.

El rugosímetro merlín nos permitirán medir la condición en la avenida, que es parte esencial para determinar y calcular el valor IRI, la cual nos permitirá determinar el grado, uniformidad y la condición de la vía al momento de transitarla.

### **3.4 Ensayos destructivos**

Los ensayos destructivos se evalúan en base al estado actual del pavimento mediante ensayos in-situ, se determina el espesor de las capas de rodadura y capas de los materiales que fue diseñada, esto se realiza cuando se planifica un mantenimiento en el cual una determinada vía se encuentre en condiciones deplorables, por lo que es necesario ser sometidas a ensayos de laboratorio.

## **CAPÍTULO IV CONTEO DE TRÁFICO**

### **4.1 Conteo de vehículos en la Av. Llira Ñan y OE2**

El conteo se realiza sobre el volumen de tránsito que circulan por una determinada vía, con la finalidad de obtener la cantidad de afluencia vehicular sobre los puntos determinados dentro de la vía de estudio.

Para determinar el conteo de vehículos sobre una determinada vía es importante el aforo de vehículos que circulan por esta, para el tráfico de una vía su unidad de medida es determinado por el tráfico promedio anual.

#### **4.1.1 Conteo manual**

Se optó por la realización de un conteo manual, dado que el conteo automático no se pudo realizar por el tiempo que tarda la EPMMOP en responder acerca de este pedido, también base a los arreglos necesarios que se realizan un tramo de la Av. Llira Ñan y OE2, en este caso se obtuvo la ayuda extra necesaria para realizar el conteo.

El conteo se realizó durante una semana, el horario empleado fue de 15 horas diarias durante los días designados por la normativa de carreteras iniciando el día 6 al 12 de noviembre del 2023 desde la 6:00 am hasta 21:00 pm. Se lo realizó en base a los puntos estratégicos designados para un conteo un poco más preciso, con la ayuda de 4 personas para el conteo en ambos sentidos.

A continuación, se presenta la información del conteo manual de vehículos por la semana realizada por conteo manual, los demás cuadros de conteo se los pueden apreciar en el ANEXO 1.

**Tabla 2***Conteo de vehículos Sur – Norte “Estación 2”*

<b>CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 2</b>						
OPERADOR: Bryan Freire			SENTIDO: Sur - Norte			
UBICACIÓN: Av. Llira Ñan y Av. Amaru Ñan			DIA: lunes			
NUMERO DE CARRILES: 2						
<b>FECHA</b>	<b>HORAS</b>		<b>VEHÍCULOS LIVIANOS</b>	<b>BUS</b>	<b>CAMIONES</b>	<b>TOTAL</b>
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	277	16	32	325
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	376	15	41	432
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	356	14	38	408
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	346	16	34	396
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	328	15	36	379
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	383	16	35	434
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	403	16	43	462
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	414	16	45	475
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	413	17	47	477
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	429	18	51	498
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	434	17	52	503
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	415	16	58	489
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	374	14	9	397
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	303	8	5	316
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	186	8	1	195
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

*Nota.* Se presenta en las franjas amarillas las horas de inicio y fin del conteo manual, realizada en la Av. Llira Ñan y Av. Amaru Ñan. Elaborado por: El autor.

**Tabla 3***Conteo de vehículos Norte - Sur "Estación 2"*

<b>CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 2</b>						
OPERADOR: Bryan Freire			SENTIDO: Norte - Sur			
UBICACIÓN: Av. Llira Ñan y Av. Amaru Ñan			DIA: lunes			
NUMERO DE CARRILES: 2						
<b>FECHA</b>	<b>HORAS</b>		<b>VEHÍCULOS LIVIANOS</b>	<b>BUS</b>	<b>CAMIONES</b>	<b>TOTAL</b>
6/11/2023	0:00:00	1:00:00		0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00		0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00		0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00		0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00		0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00		0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	173	18	11	202
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	531	18	45	594
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	516	18	12	546
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	505	18	15	538
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	500	18	14	532
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	472	17	20	509
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	488	17	22	527
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	499	18	29	546
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	529	18	30	577
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	553	18	52	623
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	558	18	53	629
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	546	17	48	611
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	366	16	26	408
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	263	12	19	294
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	219	10	11	240
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

*Nota.* Se presenta en las franjas amarillas las horas de inicio y fin del conteo manual, realizada en la Av. Llira Ñan y Av. Amaru Ñan. Elaborado por: El autor.

**Tabla 4***Conteo de vehículos doble sentido “Estación 4”*

<b>CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 2</b>						
OPERADOR: Bryan Freire			SENTIDO: Ambos			
UBICACIÓN: Av. Llira Ñan y Av. Amaru Ñan			DÍA: lunes			
NUMERO DE CARRILES: 2						
<b>FECHA</b>	<b>HORAS</b>		<b>VEHÍCULOS LIVIANOS</b>	<b>BUS</b>	<b>CAMIONES</b>	<b>TOTAL</b>
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	450	34	43	527
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	907	33	86	1026
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	872	32	50	954
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	851	34	49	934
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	828	33	50	911
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	855	33	55	943
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	891	33	65	989
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	913	34	74	1021
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	942	35	77	1054
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	982	36	103	1121
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	992	35	105	1132
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	961	33	106	1100
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	740	30	35	805
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	566	20	24	610
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	405	18	12	435
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

*Nota.* Se presenta en las franjas amarillas las horas de inicio y fin del conteo manual, realizada en la Av. Llira Ñan y Av. Amaru Ñan. Elaborado por: El autor.

### Figura 3

Lugar de Análisis “Estación 4”



*Nota.* Lugar de Estudio para la Recopilación de Datos en la Plataforma Gubernamental del Sur.  
Elaborado por: El autor.

### Tabla 5

*Tráfico total existente sentido Sur - Norte*

TIPO DE VEHÍCULO	TRÁFICO TOTAL EXISTENTE EN LA ESTACIÓN 2 SENTIDO SUR -NORTE							PROM	%
	TRÁFICO TOTAL POR DÍA								
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes	Sábado	Domingo		
VEHÍCULOS LIVIANOS	5437	5847	5553	5821	6253	5763	5062	5677	88.54
BUS	222	213	218	230	227	135	134	197	3.07
CAMIONES	527	561	541	560	591	438	543	537	8.38
<b>TOTAL</b>	<b>6186</b>	<b>6621</b>	<b>6312</b>	<b>6611</b>	<b>7071</b>	<b>6336</b>	<b>5739</b>	<b>6411</b>	<b>100</b>

*Nota.* Lugar de Estudio para la Recopilación de Datos. Elaborado por: El autor.

**Tabla 6**

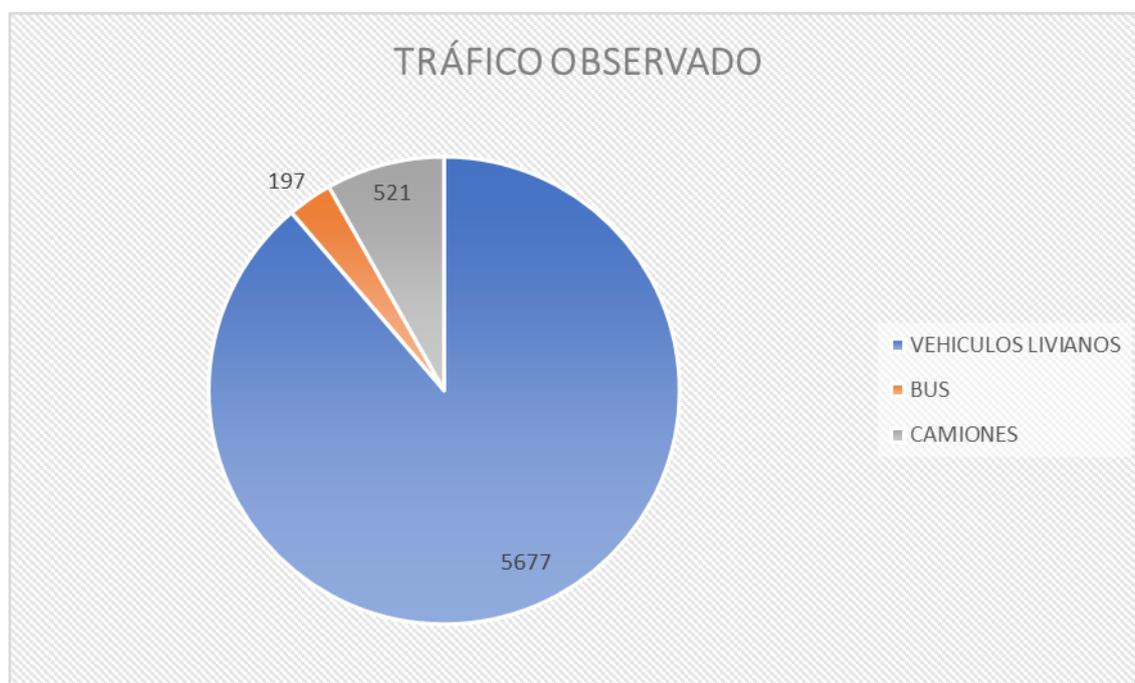
*Tráfico total existente sentido Norte - Sur*

TIPO DE VEHÍCULO	TRÁFICO TOTAL EXISTENTE EN LA ESTACIÓN 2 SENTIDO NORTE - SUR							PROM	%
	TRÁFICO TOTAL POR DIA								
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes	Sábado	Domingo		
VEHICULOS LIVIANOS	6718	7255	6935	6920	6253	7121	5065	6610	91.78
BUS	251	206	211	211	216	92	95	183	2.54
CAMIONES	407	415	407	400	581	347	305	409	5.68
<b>TOTAL</b>	<b>7376</b>	<b>7876</b>	<b>7553</b>	<b>7530</b>	<b>7050</b>	<b>7560</b>	<b>5464</b>	<b>7201</b>	<b>100</b>

*Nota.* Lugar de Estudio para la Recopilación de Datos. Elaborado por: El autor.

**Figura 4**

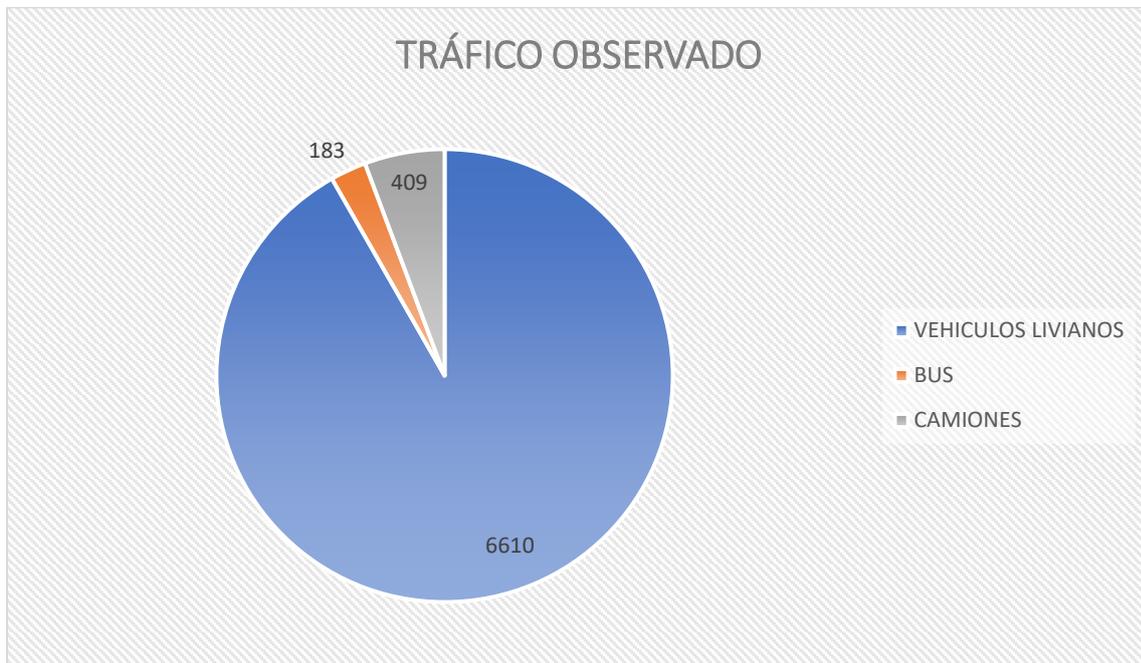
*Tráfico Observado Sentido Sur - Norte*



*Nota.* Gráfico del promedio observado en la Av. Lira Ñan. Elaborado por: El autor.

**Figura 5**

*Tráfico Observado Sentido Norte - Sur*



*Nota.* Gráfico del promedio observado en la Av. Lira Ñan. Elaborado por: El autor.

#### **4.1.2 Recopilación de información**

La recopilación de información se realizó por un tiempo de 7 días por medio de conteo manual, en una longitud de 2.1 Km, para lo cual se determinó de 4 estaciones de conteo. En este caso se realizó el conteo en de ambos sentidos con ayuda externa. La información recopilada se basó en horas observadas y tipos de vehículos con el tiempo determinado de 15:00 horas.

#### **4.2 Clasificación de vehículos**

los vehículos al clasificar por sus condiciones que son ligeros y pesados, se los determinara según su clasificación vehicular con la tabla de pesos y dimensiones de vehículos. Por lo que, los vehículos antes mencionados se los podrá determinar y clasificar para el propósito para la avenida de estudio.

**Tabla 7**

*Vehículos livianos*

---

<i><b>Tipos de Vehículos</b></i>	<i><b>Descripción</b></i>
	<b>Automóvil: AT1</b> Vehículo a motor que sirve para el transporte de personas. Normalmente cuenta con 6 asientos y excepcionalmente hasta 9 asientos.
	<b>Station Wagon: SW2</b> Vehículo automotor derivado del automóvil que, al rebatir los asientos posteriores, permite ser utilizado para el transporte de carga liviana
	<b>Camioneta pick Up: PK3</b> Vehículo automotor de cabina simple o doble caja posterior destinada para el transporte de carga liviana y con un peso bruto que no exceda los 3500 Kg.
	<b>Camioneta Panel: CP4</b> Vehículo automotor con carrocería cerrada para el transporte de carga liviana.
	<b>Camioneta Rural / Micro bus / Combi: CR5</b> Vehículo automotor para el transporte de personas, con una capacidad instalada para el transporte de pasajeros que va desde 10 hasta 16 asientos, incluyendo la silla del conductor.
	<b>Minibús: MN6</b> Vehículo de 17 hasta 33 asientos incluyendo el asiento del conductor.

---

*Nota.* Se presenta la clasificación de los vehículos livianos según sus especificaciones técnicas.

Elaborado por: El autor con base a (Vidal Sánchez, 2012) y (Landázuri & Mejía, 2022).

**Tabla 8**

*Camiones*

<b><i>Vehículos Pesados: Camiones</i></b>	
	<b>Camión de 2 Ejes 2DB:</b> Vehículo automotor de 2 ejes y 6 neumáticos, construido para la transportación de mercancía cuyo peso bruto es de hasta 17000 Kg. La cabina no se encuentra integrada a la carrocería.
	<b>Camión de 3 Ejes T3:</b> Vehículo automotor con tres ejes "uno simple, y dos direccionales", consta de 10 neumáticos, utilizado en la transportación de mercancías cuyo peso bruto es de hasta 23000 Kg. La cabina no se encuentra integrada a la carrocería.
	<b>Camión de 4 Ejes 2S2:</b> Vehículo automotor con 4 ejes "dos direccionales y un tándem", consta de 12 neumáticos, utilizado en la transportación de mercancías cuyo peso bruto es de hasta 30000 Kg. La cabina no se encuentra integrada a la carrocería.
	<b>Tracto camión de 2 Ejes T2:</b> Vehículo automotor con dos ejes y seis neumáticos, concebido para realizar principalmente el arrastre de un semi remolque, mediante un sistema de acople, transporta carga del vehículo remolcado.
	<b>Tracto camión de 3 Ejes 3S3:</b> Vehículo automotor con tres ejes y diez neumáticos, concebido para realizar principalmente el arrastre de un semi remolque, mediante un sistema de acople, transporta carga del vehículo remolcado.

*Nota.* Se presenta la clasificación de camiones según la carga. Elaborado por: El autor con base a (Vidal Sánchez, 2012) y (Landázuri & Mejía, 2022).

**Tabla 9**

*Vehículos pesados – pasajeros-Bus*

---

***Vehículos Pesados: Transporte de Pasajeros-Bus***

---

	<b>Omnibus de 2 Ejes 2EO:</b> Vehículo automotor construido y acondicionado para el transporte de personas con más de 33 asientos y compartimiento para equipaje.
	<b>Omnibus de 3 Ejes 3EO:</b> Vehículo automotor construido y acondicionado para el transporte de personas de tres ejes y ocho neumáticos, con un peso bruto máximo de 23000 Kg.
	<b>Omnibus de 4 Ejes 4EO:</b> Vehículo automotor construido y acondicionado para el transporte de personas de cuatro ejes y diez neumáticos, con un peso bruto máximo de 30000 Kg.

---

*Nota.* Se presenta la clasificación de los vehículos pesados-bus con forme el uso por pasajeros.

Elaborado por: El autor con base a (Vidal Sánchez, 2012) y (Landázuri & Mejía, 2022).

**Figura 6**

*Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones - 1*

CUADRO DEMOSTRATIVO DE TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES								
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)				
				Largo	Ancho	Alto		
2 D			7	5,00	2,60	3,00		
2DA			10	7,50	2,60	3,50		
2DB			18	12,20	2,60	4,10		
3-A			27	12,20	2,60	4,10		
4-C			31	12,20	2,60	4,10		
4-0			32	12,20	2,60	4,10		
V2DB			18	12,20	2,60	4,10		
V3A			27	12,20	2,60	4,10		
VZS			27	12,20	2,60	4,10		
T2			18	8,50	2,60	4,10		
T3			27	8,50	2,60	4,10		
S3			24	13,00	3,00	4,30		
S2			20	13,00	3,00	4,30		
S1			11	13,00	3,00	4,30		
R2			22	10,00	3,00	4,30		
R3			31	10,00	3,00	4,30		
B1			11	10,00	3,00	4,30		
B2			20	10,00	3,00	4,30		
B3			24	10,00	3,00	4,30		

*Nota.* Se presenta la clasificación de vehículos con forme la Tabla 2A. 106 - 02 Nacional de Pesos y Dimensiones. Fuente: MTOP NEVI, pág. 39.

**Figura 7**

*Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones - 2*

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	>20,50	3,00	4,30

Nota. Se presenta la clasificación de vehículos con forme Tabla 2A. 106 - 03 Nacional de Pesos y Dimensiones. Fuente: MTOP NEVI, pág. 40.

#### **4.2.1 Clasificación de vías bajo Norma Ministerio de Obras Públicas (MOP 2003)**

“En el Ecuador, el MOP ha clasificado tradicionalmente las carreteras de acuerdo a un cierto grado de importancia basado más en el volumen de tráfico y el número de calzadas requerido en función jerárquica”. (MOP, 2003). Para la vía de estudio no se tomará en cuenta las opciones que nos surgiere la normativa puesto que, la vía se la consideración que determina esta vía es de primer orden, por lo tanto, el estudio que se lo catalogaría sería como una vía urbana.

#### **4.3 Tráfico Promedio diario anual (TPDA)**

Para realizar el TPDA se realizó un reajuste por el tráfico promedio anual de la cantidad de vehículos que transitan por una determinada vía por un tiempo de 24 horas por los 365 días de un año, el valor se lo define en base a un promedio de tráfico promedio por día. Se realizó un TPDA para ambos sentidos. En base a la Ec.1

$$TPDA = TPDS * fs * fm$$

##### **4.3.1 Tráfico Promedio diario semanal (TPDS)**

El tráfico promedio diario semanal, se determina mediante el conteo manual realizado por un factor diario, con la finalidad de obtener la mayor cantidad de volumen de vehículos en un día para el total obtenido por la semana, usando la Ec. 2

##### **4.3.1.1 Tráfico Promedio diario semanal (TPDS), sentido Sur - Norte**

$$TPDS = \frac{44876}{7} veh/dia$$

$$TPDS = 6410 veh/dia$$

##### **4.3.1.2 Tráfico Promedio diario semanal (TPDS), sentido Norte - Sur**

$$TPDS = \frac{50410}{7} veh/dia$$

$$TPDS = 7201 veh/dia$$

#### 4.3.2 Tráfico Promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = TPDS * fs$$

##### Sentido Sur -Norte

$$TPDM = TPDS * fs$$

$$TPDM = 6410 * 1$$

$$TPDM = 6410 \text{ veh/dia}$$

##### Sentido Norte - Sur

$$TPDM = TPDS * fs$$

$$TPDM = 7201 * 1$$

$$TPDM = 7201 \text{ veh/dia}$$

#### 4.3.3 Tráfico Promedio diario anual (TPDA)

Para el valor del fm se basa en datos estadísticos del consumo de combustible que se realizó anualmente en la Provincia de Pichincha, por lo que, se relaciona con el mes que se realizó el conteo.

**Tabla 10**

*Consumo de combustible*

Mes	CONSUMO DE GASOLINA	DÍAS	CONSUMO AL DÍA	FACTOR
ENERO	39258.593	31	1266.41	1.09755
FEBRERO	38477.897	28	1374.21	1.01145
MARZO	41931.66	31	1352.63	1.02758
ABRIL	38612.206	30	1287.07	1.07993
MAYO	38571.16	31	1244.23	1.11711
JUNIO	38571.16	30	1285.71	1.08108
JULIO	41959.183	31	1353.52	1.02691
AGOSTO	45844.473	30	1528.15	0.90956
SEPTIEMBRE	45344.22	31	1462.72	0.95025
OCTUBRE	45950.766	30	1531.69	0.90746
NOVIEMBRE	47388.286	31	1528.65	0.90926
DICIEMBRE	45420.668	30	1514.02	0.91805

*Nota.* Datos estadísticos consumo en la Provincia de Pichincha. Elaborado por: El autor en base a la fuente de datos de hidrocarburos de Pichincha 2021.

En base a la Ec.1, se obtiene el TPDA

$$TPDA = TPDS * fm * fs$$

Sur -Norte

$$TPDA = 6410 * 0.90926$$

$$TPDA = 5828 \text{ veh/dia}$$

Norte -Sur

$$TPDA = To * fm * fs * fd$$

$$TPDA = 7201 * 0.90926$$

$$TPDA = 6548 \text{ veh/dia}$$

Tráfico promedio anual

$$TPDA_{prom} = \frac{TPDA_{(sur-norte)} + TPDA_{(norte-sur)}}{2}$$

$$TPDA_{prom} = \frac{5828 + 6548 \text{ Veh}}{2} \frac{\text{Veh}}{\text{Dia}}$$

$$TPDA_{prom} = 6188 \frac{\text{Veh}}{\text{Dia}}$$

Para el presente proyecto se utilizará el Tráfico Promedio Diario Anual  $TPDA_{prom}$ , para ambos sentidos.

**Tabla 11**

Porcentaje de tráfico observado en ambos sentidos

TRAFICO TOTAL EXISTENTE	
TIPO DE VEHÍCULO	% TRA. OBSERVADO
VEHÍCULOS LIVIANOS	90.16
BUS	2.81
CAMIONES	7.03

Nota. Se presenta el porcentaje por tipos de vehículos en la Av. Llira Ñan y Oe2. Elaborado por: El autor.

Tráfico Promedio Anual para diferente tipo de vehículos observados

Vehículos Livianos

$$\begin{aligned}
 TPDA_{Liviano} &= \%TRA. Observado_{(Livianos)} * TPDA_{prom} \\
 &= (0.9016 * 6188) \frac{veh}{Dia} \\
 &= 5579 \frac{veh}{Dia}
 \end{aligned}$$

Bus

$$\begin{aligned}
 TPDA_{Bus} &= \%TRA. Observado_{bus} * TPDA_{prom} \\
 &= (0.0281 * 6188) \frac{veh}{Dia} \\
 &= 174 \frac{veh}{Dia}
 \end{aligned}$$

Camiones-Vehículos Pesados

$$\begin{aligned}
 TPDA_{Camiones} &= \%TRA. Observado_{(camion 2 ejes+veh.pesados)} * TPDA_{prom} \\
 &= (0.0703 * 6188) \\
 &= 435 \frac{veh}{Dia}
 \end{aligned}$$

#### 4.4 Tráfico futuro y Tasa de Crecimiento

Para el tráfico futuro se basa en los datos estadísticos de vehículos matriculados cada año de los anuarios de tránsito vehicular del Instituto de Estadística y Censos (INEC).

**Tabla 12**

*Vehículos Matriculados*

AÑO	TIPO DE VEHÍCULOS			TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	
2013	223691	1048	7293	389932
2014	239763	2460	13633	429537
2015	271989	4020	19780	492568
2016	407828	8490	30854	535560
2017	286869	5783	19814	511782
2018	296896	6186	21291	540827
2019	432768	6192	24667	521946
2020	382998	4788	21429	473957
2021	431172	4738	23976	534278
2022	453101	5770	27632	569095

*Nota.* Se presenta desde el año 2013 al 2022 en la Provincia de Pichincha. Fuente: Tabulados y series históricas INEC 2013 al 2022.

La tasa de crecimiento se lo proyectara para un tiempo de 10, 15 y 20 años para su respectivo análisis del proyecto, con la Ec.3

$$i = \frac{1}{n} * \left( \frac{Pf}{Pa} - 1 \right) * 100$$

**Tabla 13***Tasa de crecimiento*

TASA DE CRECIMIENTO		
AÑO	TOTAL	
2013	389932	
2014	429537	10.16%
2015	492568	14.67%
2016	535560	8.73%
2017	511782	-4.44%
2018	540827	5.68%
2019	521946	-3.49%
2020	473957	-9.19%
2021	534278	12.73%
2022	569095	6.52%
i (%)		4.59%

*Nota.* Se presenta desde el año 2013 al 2022. Elaborado por: El autor en base a Tabulados y series históricas INEC 2013 al 2022.

#### 4.4.1 Tráfico futuro

Para el tráfico futuro se realiza en base al  $TPDA_{prom}$  con la ecuación a continuación:

**Ec.6**

$$Tf = TPDA_{prom} * (1 + i)^n$$

Donde:

$TPDA_{prom}$ : Tráfico Promedio Diario Anual

n: periodo en años

i: tasa de crecimiento

Para 10 años

$$Tf = TPDA_{prom} * (1 + i)^n$$

$$Tf_{10} = 6188 * (1 + 0.0459)^{10}$$

$$Tf_{10} = 9693 \text{ vehiculos}$$

Para 15 años

$$Tf = TPDA_{prom} * (1 + i)^n$$

$$Tf_{15} = 6188 * (1 + 0.0459)^{15}$$

$$Tf_{15} = 12131 \text{ vehiculos}$$

Para 20 años

$$Tf = TPDA_{prom} * (1 + i)^n$$

$$Tf_{20} = 6188 * (1 + 0.0459)^{20}$$

$$Tf_{20} = 15183 \text{ vehiculos}$$

**Tabla 14**

*Tráfico Futuro*

Tráfico Futuro			
AÑO	TPDA <sub>prom</sub>	i	Vehículos Totales
10	6188	4.59	9693
15	6188	4.59	12131
20	6188	4.59	15183

*Nota.* Resumen de crecimiento vehicular en 10,15 y 20 años. Elaborado por: El autor.

#### **4.5 Número de ejes equivalentes**

El número de ejes equivalentes es el número de repeticiones de ejes equivalentes a una carga patrón de 8.2 Ton o 18 Kips.

El número de ejes equivalentes simples a 80KN que transitan en el carril de diseño del cual se desea calcular. Este valor corresponde a ejes equivalentes de 8.2 toneladas que circularán en el carril de diseño durante el período de vida útil del pavimento. (Moreno Armijos, 2007)

## 4.6 Factor Equivalente de carga

Es el número equivalente de carga de 80 KN que producen una pérdida de servicialidad por el número de equivalentes de carga que producen la misma perdida de servicialidad y lo representamos con las siguientes ecuaciones según el tipo de eje:

$$\text{Eje Simple Rueda Simple} \quad FEC = \left(\frac{\text{CARGA DEL EJE}}{6.6}\right)^4 \quad \text{Ec. 7}$$

$$\text{Eje Simple Rueda Doble} \quad FEC = \left(\frac{\text{CARGA DEL EJE}}{8.2}\right)^4 \quad \text{Ec. 8}$$

$$\text{Eje Tandem} \quad FEC = \left(\frac{\text{CARGA DEL EJE}}{15}\right)^4 \quad \text{Ec. 9}$$

$$\text{Eje Tridem} \quad FEC = \left(\frac{\text{CARGA DEL EJE}}{23}\right)^4 \quad \text{Ec. 10}$$

A continuación, representamos los factores de equivalentes de carga para los TPDA según su tipo de eje

**Tabla 15**

*Factor equivalente de carga*

TIPO DE VEHICULO	TIPO DE EJE	CARGA TOTAL	FEC	TPDA i	ESAL's	PORCENTAJE
BUSES 2DB	Simple	7	1.2654	174	220	28.57%
	Simple-Rueda - doble	11	3.2383		563	
CAMIONES 2DA	Simple	3	0.0427	435	19	71.43%
	Simple-Rueda - doble	7	0.5311		231	

*Nota.* Cálculo de factor equivalente de carga para diferentes tipos de vehículos. Elaborado por:  
El autor.

### 4.6.1 Cálculo de número de ejes equivalentes

**Ec.11**

$$N = Nd * Fc * Fd * 365 * \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

Donde:

$N$  = Numero de ejes equivalentes

$N_d$  = Numero de ejes equivalentes del periodo de diseño

$F_c$  = Factor carril

$F_d$  = Factor Direccion

$n$  = Numero de años de proyeccion

$i$  = Tasa de crecimiento

### Factor Dirección

Porcentaje de camiones viajando por una misma dirección

**Tabla 16**

*Dirección de Flujo Vehicular*

Dirección de Flujo Vehicular	%
Sur - Norte	28.57
Norte - Sur	71.43

*Nota.* Porcentaje en ambas direcciones. Elaborado por: El autor.

**Tabla 17**

*Factor dirección*

Factor Dirección Definido por el número de vehículos que circulan por una dirección	
	40 % - 60% Fd= 0.5
Fd	30 % - 70% Fd= 0.7
	1.00 Fd= 1.0

*Nota.* Cantidad de vehículos que circulan en la vía. Fuente: AASHTO, Guide for Desing Of Paviment, 1993

### Factor Carril

Este dado por la posibilidad de que un vehículo pesado ocupe el uno o el otro carril

**Tabla 18***Factor Carril de Proyecto*

Número de carriles en cada Dirección	Fc
1	1.00
2	0.90
3	75.00
4	0.5 a 0.75

*Nota.* Se presenta el número de carriles existentes en la vía. Fuente: AASHTO, Guide for Desing Of Paviment, 1993

$$N = Nd * Fc * Fd * 365 * \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

Para 5 años

$$N = 1033 * 0.5 * 0.7 * 365 * \frac{(1 + 0.0459)^5 - 1}{0.0459}$$

$$N_5 = 723246$$

Para 10 años

$$N = 1033 * 0.5 * 0.7 * 365 * \frac{(1 + 0.0459)^{10} - 1}{0.0459}$$

$$N_{10} = 1628429$$

Para 20 años

$$N = 1033 * 0.5 * 0.7 * 365 * \frac{(1 + 0.0459)^{20} - 1}{0.0459}$$

$$N_{20} = 4179195$$

## **CAPÍTULO V DIAGNÓSTICO VIAL**

En el proyecto de investigación se puede visualizar las fallas existentes dentro de una capa bituminosa de la cual debe estar sobre capas de sub base y base. “La capa de rodadura con la que cuenta este tipo de pavimento debe presentar un comportamiento excelente ante el deslizamiento vehicular en especial, cuanto se trata de carreteras o autopista, debido a la velocidad con la que transitan los autos.” (Gavilanes Pérez, 2023).

Para la determinación del diagnóstico vial se lo realiza en base a las fallas existentes en la vía de estudio, la visualización de estas fallas que se han formado por la carga vehicular existente en la zona. De esta manera se podrá apreciar de mejor manera la severidad en que se encuentra por medio del PCI.

### **5.1 Tipología de Fallas de Pavimento Flexible**

Los pavimentos flexibles no fallan o colapsan repentinamente, sino lo hacen de forma gradual y progresiva. (Irigoyen, 2016), Por lo que realizar algún tipo de mantenimiento debido a las diferentes fallas existentes en la vía, se apoyan precisamente en técnicas para evaluar la condición de pavimentos.

Las Fallas en pavimentos Flexibles determinan los diferentes daños que producen y se manifiestan a lo largo de esta, por lo que, la severidad en la que se encuentran y en base a estas fallas se determina las reparaciones necesarias, a estas se encuentran diferentes tipos de fallas en base a la norma MTOP

**Tabla 19**

*Cuadro de identificación de fallas*

No.	Nombre de Falla	Unidad	Evaluación de severidad			OBSERVACIONES
			B	M	A	
1	PIEL DE COCODRILO	m2	FISURAS FINAS CASI SIN INTERCONEXION	FISURAS FORMANDO MOSAICO, ALGUN DESMEMBRAMIENTO	AMPLIO DESARROLLO DE LA RED DE FISURAS, DESMEMBRAMIENTO	CADA SEVERIDAD POR SEPARADO
2	EXHUDACION	m2	APARECE ALGUNOS DÍAS POR AÑO (NO SE PEGA A ZAPATOS Y LLANTAS)	APARECE ALGUNAS SEMANAS POR AÑO (SE PEGA A ZAPATOS Y LLANTAS)	APARECE VARIAS SEMANAS POR AÑO (SE PEGA A ZAPATOS Y LLANTAS)	NO SE REGISTRA SI HAY AGREGADO PULIDO (Nº12)
3	FISURAMIENTO EN BLOQUE	m2	FISURAS < 1cm	FISURAS 1 - 7.5 cm	FISURAS > 7.5 cm	TAMAÑO DE BLOQUES 0.3 X 0.3 m - 3 X 3 m
4	DESNIVEL LOCALIZADO	m	DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	SI DISTANCIA ENTRE NIVELES ES < 3m, SERA FALLA N.º 5
5	CORRUGACION	m2	DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	A DISTANCIA DE HASTA 3m
6	DEPRESION	m2	PROFUNDIDAD MÁXIMA DE 13 - 25 mm	PROFUNDIDAD MÁXIMA DE 25 - 50 mm	PROFUNDIDAD MÁXIMA DE DEPRESIÓN > 50 mm	
7	FISURAS EN BORDE	m	SIN DESMORONAMIENTO	CON DESMORONAMIENTO	CON DESMORONAMIENTO Y ROTURA	HASTA 60 cm DEL BORDE DEL PAVIMENTO
8	FISURAS DE REFLEXION	m	ANCHO < 10 mm FISURAS SELLADAS	1 - 7.5 cm FISURAS SELLADAS Y FISURAMIENTO LEVE ALREDEDOR	ANCHO > 7.5 cm TODA FISURA CON ALTO FISURAMIENTO ALREDEDOR	CARPETA ASFALTICA SOBRE PAVIMENTO RÍGIDO
9	DESNIVEL CARRIL/ESPALDON	m	DIFERENCIA ENTRE NIVELES			
			2.5 - 5 cm	5 - 10 cm	> 10 cm	

10	FISURAMIENTO LONGITUDINAL/ TRANSVERSAL	m	ANCHO < 10 mm FISURAS SELLADAS	1 - 7.5 cm FISURAS SELLADAS Y FISURAMIEN TO LEVE ALREDEDOR	ANCHO > 7.5 cm TODA FISURA CON ALTO FISURAMIEN TO ALREDEDOR	
11	PARCHE/CORTE DE SEVICIO	m2	PARCHE BUENO DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	PARCHE POCO DETERIORADO DEFICIENCIA MEDIANA EN CALIDAD DE RODADURA	PARCHE POCO DETERIORADO DEFICIENCIA ALTA EN CALIDAD DE RODADURA	CADA SEVERIDAD POR SEPARADO NO SE REGISTRAN OTRAS FALLAS SOBRE EL PARCHES  SE REGISTRA CUANDO EL GRADO ES SIGNIFICATIVO, NO SE REGISTRA JUNTO AL N.º 2
12	AGREGADO PULIDO	m2	NO HAY GRADOS DE SEVERIDAD			CADA SEVERIDAD POR SEPARADO NO SE REGISTRA CUANDO NO AFECTA A LA CALIDAD DE RODADURA
13	BACHES	u	VER CUADRO ADJUNTO			CADA SEVERIDAD POR SEPARADO NO SE REGISTRA CUANDO NO AFECTA A LA CALIDAD DE RODADURA
14	CRUCE DE FERROCARRIL	m2	DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	CADA SEVERIDAD POR SEPARADO NO SE REGISTRA CUANDO NO AFECTA A LA CALIDAD DE RODADURA
15	SURCO EN HUELLA	m2	PROFUNDIDAD DE SURCO			
16	DESPLAZAMIENTO	m2	0.6 - 1.3 cm DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	1.3 - 2.5 cm DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	> 2.5 cm DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	NO SE REGISTRA CUANDO APARECE SOBRE PARCHES
17	FISURAMIENTO DE RESBALAMIENTO	m2	ANCHO PROMEDIO DE 1 cm	1 - 7.5 cm FISURAS SELLADAS Y FISURAMIEN TO LEVE ALREDEDOR	ANCHO > 7.5 cm TODA FISURA CON ALTO FISURAMIEN TO ALREDEDOR	NO SE REGISTRA CON EL MÁXIMO NIVEL DE SEVERIDAD EN EL ARZA
18	HINCHAMIENTO	m2	DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA	FISURAS SOBRE HINCHAMIENTO, SE REGISTRAN POR SEPARADO

19	DESMORANAMIENTO	m2	COMIENZA A PICARSE LA SUPERFICIE	SUPERFICIE MODERADA MENTE RUGOSA Y PICADA	SUPERFICIE MUY RUGOSA Y PICADA	SI DIÁMETRO DE PICADURA ES > 10cm Y SU PROFUNDIDAD ES > 1cm
----	-----------------	----	---	---	---	---

*Nota.* Se presenta las diferentes clases de fallas. Fuente: en base al cuadro de tipos de fallas en pavimentos flexibles MTOP.

## 5.2 Drenaje

Del diagnóstico vial se pudo observar el drenaje el cual el objetivo principal es evacuar la mayor cantidad de flujo que escurren a través de la vía en un tiempo determinado, el drenaje deber tener un buen uso de desalojar el agua, en diferente origen, para que tenga un buen funcionamiento y operaciones sin ningún tipo de inconvenientes.

El flujo es muy importante en una vía, de tal manera que no existan daños ni afecte en su traslado hacia su punto de evacuación. De esta manera se asegura que el flujo de agua sea seguro evitando que provoquen desbordamientos afectando las propiedades geomecánicas, hidrostáticas y volumétricas en las vías.

Una de las principales funciones que cumple un drenaje en una vía, es evitar problemas de sedimentación o basura acumulada en las alcantarillas, de esta manera provocan el colapso de estas provocando un efecto de erosión que provoca poco a poco el deteriorando el pavimento.

## 5.3 Sumideros y Alcantarillado

Las alcantarillas son conductos de drenaje de longitud corta, ubicados en las intersecciones de la red natural de drenaje (quebradas, arroyos, ríos) con las redes de transporte (carreteras, caminos, vías de ferrocarril, etc.). (Ponce, 2017).

Las obras de descarga que conduzca el flujo del agua de una forma de evacuar lo más pronto posible hasta un drenaje natural es considerada como alcantarilla, por lo general las

alcantarillas se utilizan por debajo de terraplenes por lo que quedan por debajo de las carreteras, las dimensiones de las alcantarillas están definidas por su caudal de agua que se genera en la zona.

Los Sumideros según la Empresa de Acueducto y Alcantarillado (E.A.A.B), “los sumideros descritos son los típicos utilizados, en caso de cualquier modificación por cambio de dimensiones, dificultades de construcción o interferencias de servicios públicos, debe presentar plano de propuesta del sumidero a utilizar para su aprobación por parte de la empresa”.

Los sumideros se encuentran ubicados a lo largo de la vía donde el caudal fluye por la parte de la pendiente de la vía hasta llegar y ser evacuado, el caudal remanente es captado hacia el siguiente sumidero.

### **Tipos de sumideros.**

#### **Sumidero de rejilla**

El sumidero de rejilla son cámaras donde las agua lluvia ingresan por la cubierta por donde la rejilla impide el paso de elementos no deseados y provoque incrustaciones que impidan el paso del agua.

Los sumideros tienen una abertura con una rejilla sobre la vía al borde del bordillo la distancia en la que se debe colocar es de 0.01 m – 0.02 m por debajo de la vía. Estos sumideros se los pueden ser de tipo A o B, debiendo cumplir normativas para su colocación y distribución.

#### **Sumidero de Ventana**

Los sumideros de ventana poseen una abertura en la parte del bordillo, debajo de la acera donde ingresa los objetos que son arrastrados por las aguas lluvias, un sumidero de

ventana depende de los parámetros como puede ser pendiente longitudinal o transversal que se encuentre en la vía.

La ubicación de estos sumideros de ventana no interfiere en la calzada de la vía, sin embargo, es propenso a su taponamiento ya que no posee algún tipo de elemento en el que impida el ingreso de basura por su gran tamaño.

### **Sumidero Mixto**

Los sumideros mixtos son una combinación de sumidero de ventana y sumidero de rejilla, el cual permite aumentar la evacuación de las aguas lluvia de una forma rápida por su área de captación.

Los sumideros que se pudo encontrar a lo largo de la vía son sumideros de rejilla de hierro fundido clase B250 y Clase C400 que son parte del drenaje.

**Sumidero en hierro fundido Clase B250.** – Es un sistema para evacuar el drenaje superficial de aguas lluvia, en calzadas patios y conducción a las redes de alcantarillado. La fuerza de resistencia de 250 KN, y carga de rotura > 250 KN.

### **Figura 8**

*Sumidero Clase B250*



*Nota.* Sumidero de hierro fundido clase B250. Elaborado por: El autor.

**Sumidero en hierro fundido Clase C400. - Tipo** de sistema de drenaje con gran capacidad de evacuación de aguas lluvia con dimensiones de 3 m de longitud, Fuerza de ensayo 400 KN y carga de rotura > 400 KN.

### **Figura 9**

*Sumidero Clase C400*



*Nota.* Tipo de sumidero clase C400. Elaborado por: El autor.

### **5.4 Ensayos de base, sub base y perfil del trazo**

Para realizar ensayos destructivos en este apartado se determinó en un principio elaborar dichos ensayos con el fin de definir sus propiedades mecánicas en la vía, sin embargo, no fue necesario realizar ensayos como calicatas y trasladarlos a un laboratorio, dado que, los estudios para determinar los indicadores PCI e IRI fueron visuales y superficiales sin la necesidad de afectar las propiedades actuales de la vía.

## **CAPÍTULO VI DETERMINACIÓN DE PCI**

### **6.1 Índice de Condición del Pavimento**

El PCI es un índice numérico en una escala determinada para determinar el grado de uniformidad que presenta el pavimento flexible, por lo cual, se determina por una visualización de la vía, dicha escala lo determina en un rango de 0 a 100, siendo 0 la peor condición en la que se encuentre la superficie del pavimento y 100 siendo la mejor condición.

El deterioro del pavimento lo provoca según las cargas vehiculares existentes que circulan en una vía, donde el PCI identifica si una infraestructura vial necesita una rehabilitación, por lo tanto, el PCI no determina la capacidad estructural ni la medición de la resistencia directa al deslizamiento o la rugosidad.

La determinación del método PCI determina el estado superficial de una vía a tratar, con una inspección visual identificando las fallas existentes con su severidad y /cantidades según lo determine la norma ASTM D6433-07/11

Con la longitud de la unidad de muestreo se puede calcular el número total de las mismas, dividiendo la longitud total de la vía en estudio para la longitud de la unidad de la muestra. (Chango Periche, 2019).

## Figura 10

*Longitud de muestreo en pavimentos asfálticos*

<b>Ancho de calzada (m)</b>	<b>Longitud de la unidad de muestreo (m)</b>
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: ASTM D6433-07

### *Determinación de unidades de muestreo*

**Ec.12**

$$N = \frac{\text{Longitud de la seccion}}{\text{Longitud de muestra}}$$

Con un número grande de unidades de muestra demanda mayor tiempo empleado para determinar el valor de PCI en cada muestra, por lo que, no es necesario evaluar todas las secciones, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la siguiente ecuación, la cual produce un estimado del  $PCI \pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%. (Chango Periche, 2019).

**Ec.13**

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

*Donde:*

N= Número de unidades de muestreo

n= Número de unidades de a evaluar

e= Error admisible e=  $\pm 5$  %

$\sigma$  = Desviación estándar del PCI

La desviación estándar del PCI se asume de 10 para pavimento asfáltico y 15 para concreto, por lo que la desviación para pavimento flexible será de 10, cuando las unidades de muestreo son menores a 5 se evalúa todas las secciones.

#### Ec.14

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

Donde:

N= Número de unidades de muestreo disponible

n= Número mínimo de unidades de a evaluar

Una vez determinada las secciones se procede a clasificar la condición del pavimento de acuerdo al valor determinado de PCI, en el rango de clasificación que aplica para pavimento flexible.

#### Figura 11

*Rango de Clasificación del pavimento flexible y rígido de acuerdo al PCI*

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

*Nota:* Se presenta el cuadro de verificación según valor de PCI. Fuente: ASTM D6433-11

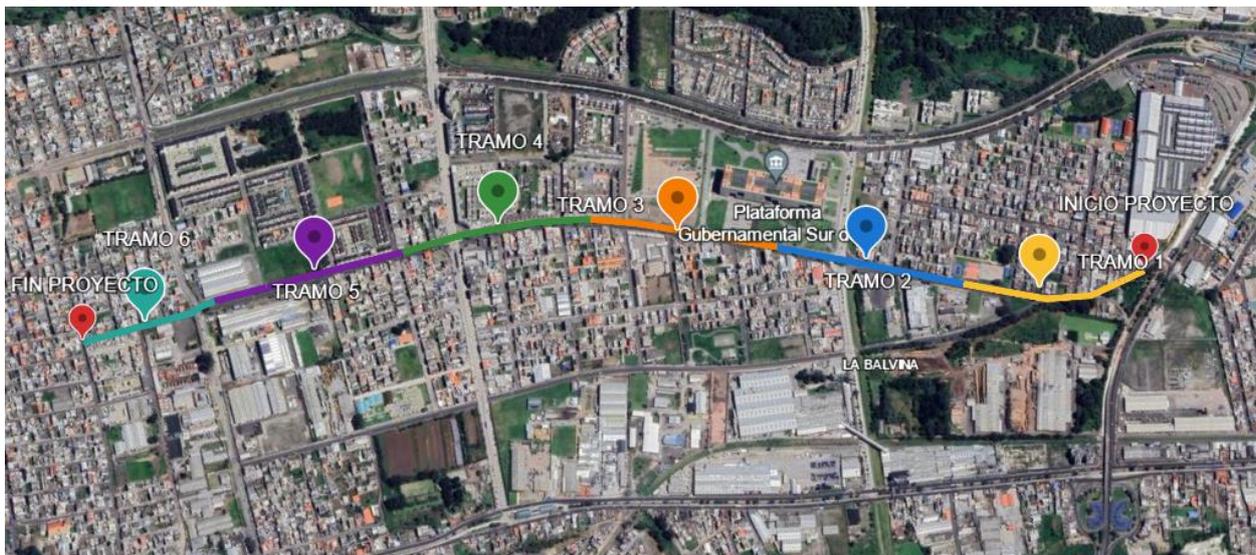
### 6.1.1 Obtención de Datos In-Situ

La obtención de datos se lo determina por una simple inspección recorriendo la vía de estudio, el objetivo es determinar las unidades de muestra, según las longitudes de muestras en pavimentos, de modo que, se determine secciones como lo indica la norma ASTM D6433-07/11 para un asfalto  $225\text{m}^2 \pm 90 \text{m}^2$ .

Para la vía de estudio comprende de 2+100 Km; se elaboró en seis secciones debido a determinar el tramo para su respectiva comparación y a su cambio de ancho de calzada en el tramo final. En el siguiente cuadro se detalla las longitudes y anchura de vía.

**Figura 12**

*Tramos de evaluación*



*Nota.* Se presenta de varios colores los diferentes tramos para determinar IRI y PCI en la Av. Llira Ñan y OE2. Elaborado por: El autor.

**Tabla 20***Datos de longitud de vía de estudio*

Av. Llira Ñan y OE2	Longitud (m)
Longitud total de la vía	2100.00
Longitud del tramo 1,2,3,4,5	386
Longitud del tramo 6	231.6
Longitud de unidad de muestra tramo 1,2,3,4,5	38
Longitud de unidad de muestra tramo 6	50
Ancho de vía tramo 1,2,3,4,5	6.10
Ancho de vía tramo 6	3.03

*Nota.* Longitud y ancho de vía Llira Ñan y OE2. Elaborado por: El autor.

La toma de datos se realiza una inspección visual del área con relación al ancho de la vía, cada sección se divide según el muestreo a realizar, las secciones 1 a 5 son similares por ser la vía del mismo ancho de vía, sin embargo, en la sección 6 se determina para saber las muestras a analizar por ser un cambio de ancho de vía.

#### *Determinación de unidades de muestreo en la sección 1*

$$N = \frac{\text{Longitud de la seccion}}{\text{Longitud de muestra}}$$

$$N = \frac{386}{38} = 10.15 \approx 10 \text{ unidades}$$

#### *Determinación de unidades de muestreo a evaluar en la sección 1*

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

$$n = \frac{10 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (10 - 1) + 10^2} = 6.4 \approx 6 \text{ unidades}$$

*Determinación de intervalo de muestra en la sección 1*

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

$$i = \frac{10}{6} = 1.66 \approx 2 \text{ unidades}$$

*Determinación de unidades de muestreo en la sección 6*

$$N = \frac{\text{Longitud de la seccion}}{\text{Longitud de muestra}}$$

$$N = \frac{231.6}{50}$$

$$N = 4.632 \approx 5 \text{ unidades}$$

*Determinación de unidades de muestreo a evaluar en la sección 6*

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

$$n = \frac{5 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (5 - 1) + 10^2} = 4 \text{ unidades}$$

*Determinación de intervalo de muestra en la sección 6*

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

$$i = \frac{5}{4} = 1.25 \approx 1 \text{ unidades}$$

Se determina que en las secciones 1, 2, 3, 4 y 5 se evalúan 6 muestras con intervalo de 2, mientras que en la sección 6, por ser un tramo de reducción de ancho de vía se determina 4 unidades de muestreo por lo que, al ser menor en número de muestreo menor a cinco, se determina realizar toda la sección de estudio.

**Tabla 21**

*Cuadro de número de unidades de muestreo*

Av. Llira Ñan y OE2	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6
Longitud de la sección (m)	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	50.00
Ancho de vía (m)	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	3.03
Área de muestra (m2)	231.80	231.80	231.80	231.80	231.80	151.50
Número de unidades de muestreo	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	5.00
Número mínimo de unidades	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	4.00
Intervalo de muestra	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00

*Nota.* Resumen de las secciones a evaluar. Elaborado por: El autor.

La hoja de registro se llevará a cabo los datos obtenidos en cada sección y detallar las fallas existentes a lo largo de la vía con su respectivo a su nivel de severidad, todos los datos recopilados de cada tramo evaluado se encuentran el en ANEXO 4.

**Figura 13**

*Hoja de registro de datos*

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL		RELEVAMIENTO DE DAÑOS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES						
		CÓDIGO TRAMO: 1						
		LONGITUD:		ANCHO CALZADA		ÁREA		
		FECHA:						
		INICIO-FIN:						
		EVAL:						
DAÑOS EN EL PAVIMENTO				Severidad				
1. Piel de Cocodrilo	7. Fisura de Borde	13. Bache	W19. Desgaste	N° de Muestras / 11		BAJA		
2. Exudación	8. Fisura por reflexión	14. Cruce de Ferrocarril	19. Desprendimientos de agregados			Low "L"	Suggested Criteria	
3. Fisura en Bloque	9. Fisura Piel Cocodrilo	15. Ahuellamiento				MEDIA	Light Green	
4. Bultos y Hudimientos	10. Fisuras long / transversal	16. Desplazamiento				Medium "M"	Yellow	
5. Corrugación	11. Parche	17. Fisura por deslizamiento				ALTA	Light Red	
6. Depresión	12. Agregado pulido	18. Hinchamiento				High "H"	Medium Red	
NO.Ord.	PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	DIMENSIONES (m) Ancho x Long	Total	LOCALIZACIÓN		OBSERVACIONES
						L.izd	L.der	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								

*Nota:* Se representa la hoja que sirve para la evaluación de PCI. Fuente: Hoja de datos (Landázuri & Mejía, 2022).

## 6.2 Obtención de Resultados

Para la obtención de resultados se determina en base a la inspección realizada y detallada en las hojas de datos para su respectivo cálculo para el valor de PCI.

El valor para determinar el valor de PCI se realiza en base a las sumas de cada falla de severidad y se lo registra en la hoja de datos, un ejemplo lo demostramos de la sección de ancho de vía menor, en la sección 6.

### Calculo del PCI en la sección 6

**Figura 14**

*Hoja de registro de datos sección 6*

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL		RELEVAMIENTO DE DAÑOS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES							
Principal: Av. Isabel La Católica Secundaria:		CÓDIGO TRAMO:	6.2						
		LONGITUD:	50 metros	ANCHO CALZADA	3.03	ÁREA	151.5 m <sup>2</sup>		
		FECHA:	20/2/2024						
		INICIO-FIN:	2+080 +- 2+030						
		EVAL:	Bryan Freire						
DAÑOS EN EL PAVIMENTO				Severidad					
1. Piel de Cocodrilo	7. Fisura de Borde	13. Bache	W19. Desgaste	N° de Muestras 2 / 4		BAJA			
2. Exudación	8. Fisura por reflexión	14. Cruce de Ferrocarril	19. Desprendimientos de agregados			Low "L"			
3. Fisura en Bloque	9. Fisura Piel Cocodrilo	15. Ahuellamiento				MEDIA			
4. Bultos y Hudimientos	10. Fisuras long / transversal	16. Desplazamiento				Medium "M"			
5. Corrugación	11. Parche	17. Fisura por deslizamiento				ALTA			
6. Depresión	12. Agregado pulido	18. Hinchamiento				High "H"			
NO.Ord.	PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO	NIVEL DE SEVERIDAD	DIMENSIONES (m) Ancho x Long	Total	LOCALIZACIÓN			OBSERVACIONES
						L.izl		L.der	
1		1	M	(0.6*3.03)+(2.9*1.03)	4.805	X	X	X	
2		1	H	(1.1*3.03)+(1.8*1.5)	6.03	x	x	X	
3		4	M	(2.1*1.5)+(1.5*0.8)	4.35			X	
4		4	H	(0.8*0.9)+(1.1*0.9)	1.71	x		X	
5		11	M	(12*2.87)+(8*1.9)	49.64	x	x	X	
6		13	M	(0.5*0.3)+(0.2*0.2)	0.19			X	
7									
8									

*Nota:* Se anota las fallas existentes en la vía de estudio. Elaborado por: El autor en base (Landázuri & Mejía, 2022).

En la hoja de datos se determina los tipos de fallas existentes en un área de 151.5 m<sup>2</sup>, las fallas se seleccionan dependiendo las 19 fallas que existen en el pavimento. Para hallar el valor de la densidad se divide el área total del daño para el área de muestra multiplicado por 100.

**Ec.15**

$$Densidad = \frac{Area\ total\ de\ daño}{Area\ de\ muestra} * 100$$

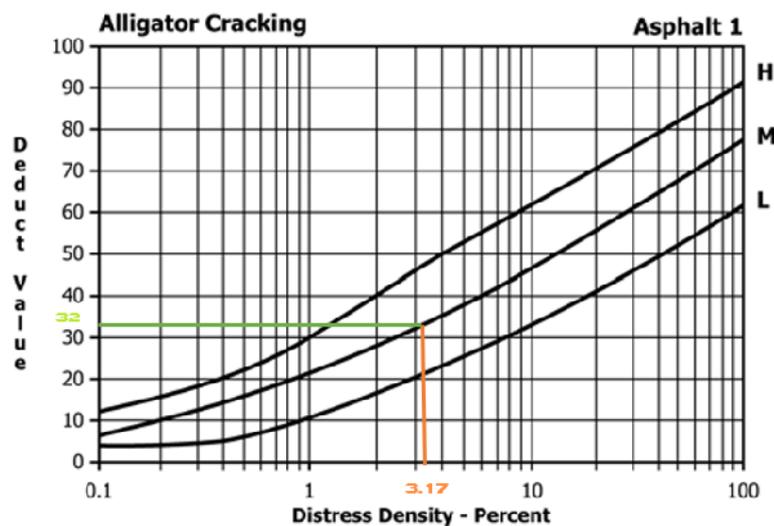
El valor hallado de densidad es un valor de deducción (VD) según el valor encontrado en el Abaco del tipo de fallas, el valor de densidad en la falla piel de cocodrilo es 3.17 de severidad media dando un valor de VD de 32. Seguimos determinando el valor de VD para todas las fallas encontradas.

$$Densidad = \frac{4.81}{151.5} * 100$$

$$Densidad = 3.17$$

**Figura 15**

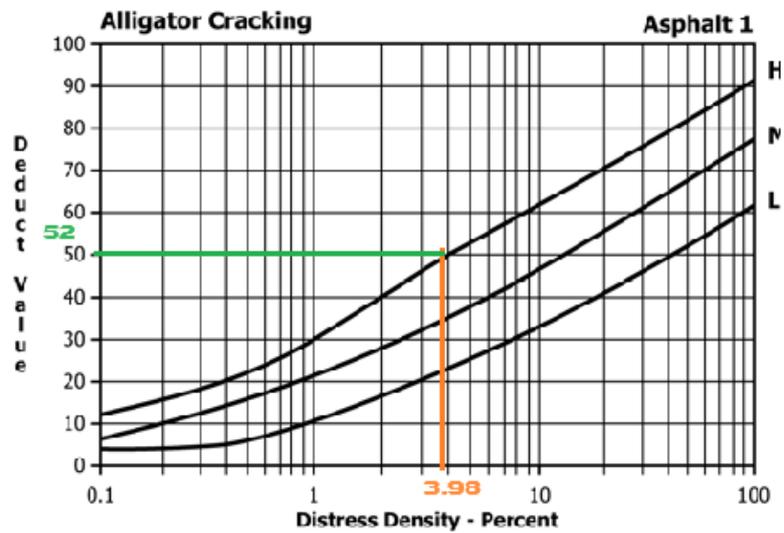
*Ábaco Piel de cocodrilo*



*Nota:* Valor obtenido de la observación superficial de la falla media. Fuente: ASTM D6433-11.

**Figura 16**

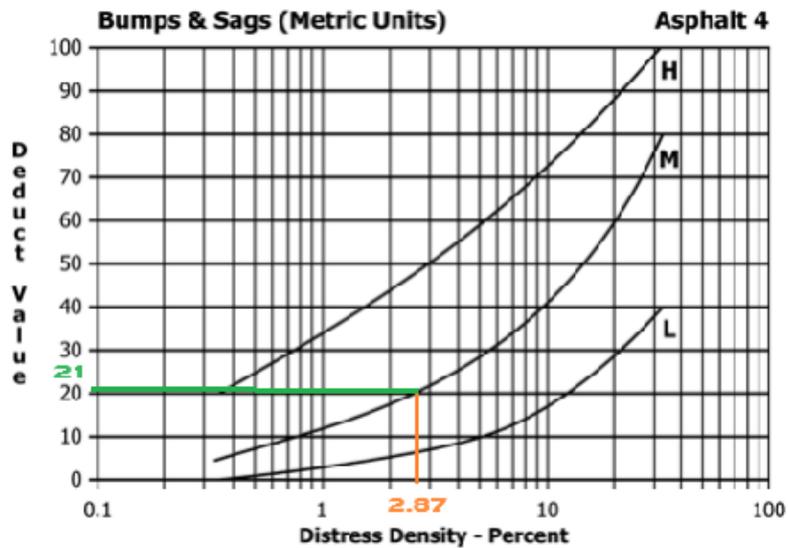
*Ábaco Piel de cocodrilo*



*Nota:* Valor obtenido de la observación superficial de la falla alta. Fuente: ASTM D6433-11.

**Figura 17**

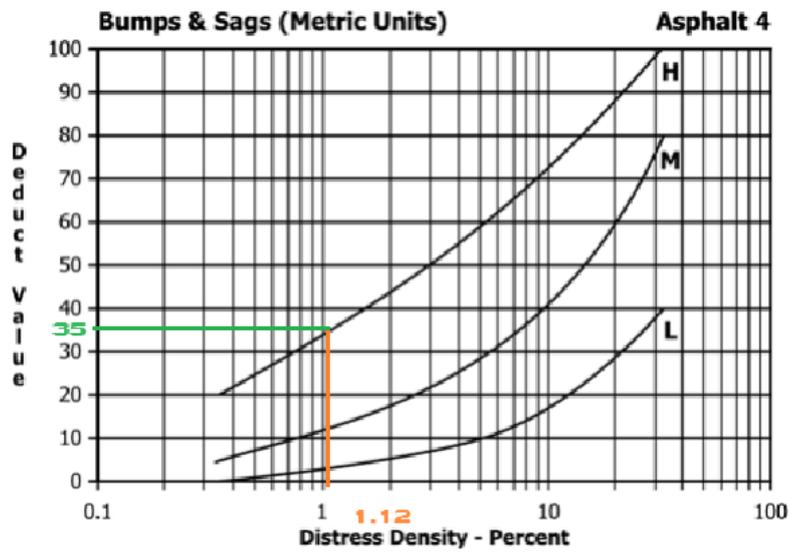
*Ábaco Bultos y hundimientos*



*Nota:* Valor obtenido de la observación superficial de la falla media. Fuente: ASTM D6433-11.

**Figura 18**

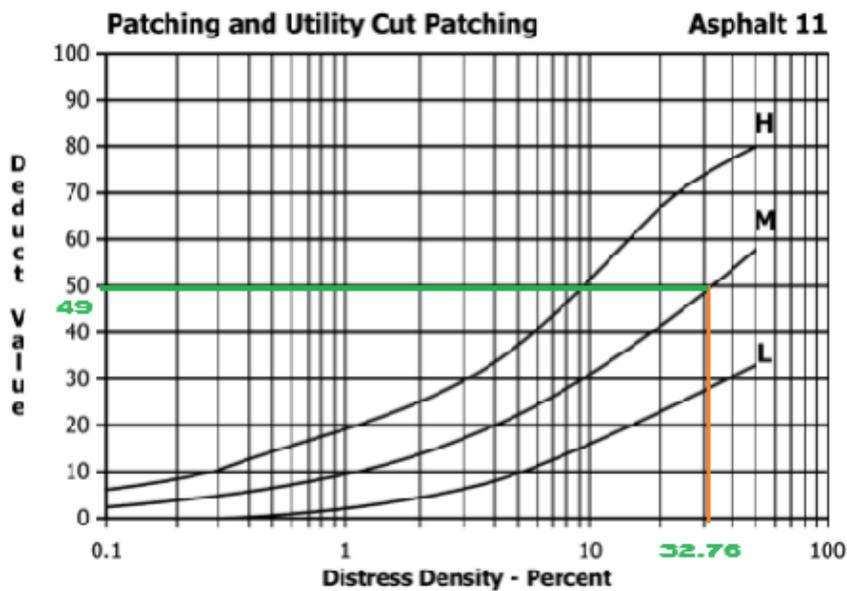
*Ábaco Bultos y hundimientos*



*Nota:* Valor obtenido de la observación superficial de la falla alta. Fuente: ASTM D6433-11.

**Figura 19**

*Ábaco Parche*

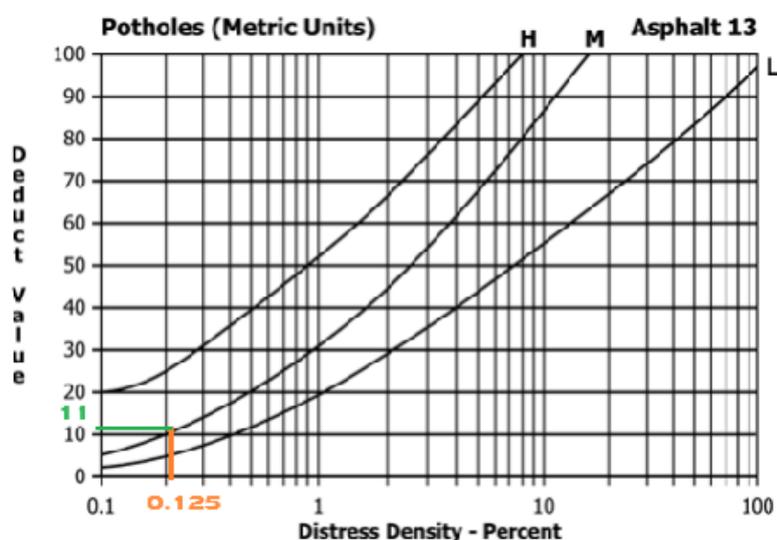


*Nota:* Valor obtenido de la observación superficial de la falla media. Fuente: ASTM D6433-

11.

**Figura 20**

*Ábaco Bache*



*Nota:* Valor obtenido de la observación superficial de la falla media. Fuente: ASTM D6433-

11.

**Tabla 22**

*Valores de deducciones*

ITEM	DAÑO	SEV	CANTIDAD					SUMATORIA	ÁREA TOTAL	DENSIDAD	VALOR DE DEDUCCIÓN "VD"
			1	2	3	4	5				
		L									
1	1	M	1.82	2.987			4.81		3.172	32	
		H	3.33	2.7			6.03		3.982	52	
		L									
2	4	M	3.15	1.2			4.35		2.871	21	
		H	0.72	0.99			1.71	151.50	1.129	35	
		L									
3	11	M	34.44	15.2			49.64		32.766	49	
		H									
		L									
4	13	M	0.15	0.04			0.19		0.125	11	
		H									

*Nota.* Se determina el resumen de los valores deducidos. Elaborado por: El autor en base a

norma ASTM D6433-11.

**Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducido**

Se enlista los valores encontrados de mayor a menor de los valores deducibles, con el mayor valor deducible encontramos el número máximo admisible del valor deducible.

**Ec.16**

$$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$$

$$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - 52)$$

$$m = 5.41$$

Para determinar el valor deducido total se realiza según el valor del número máximo admisible del valor deducible, en orden de mayor a menor sumando todos los valores deducibles individuales, con el valor determinado se determina el valor deducible corregido (VCD).

Se realiza la corrección total de los valores deducibles corregidos de cada falla, obtenido un valor deducible 5.41, lo cual se considera corregir 6 interacciones (q), en este caso se obtuvo 5 valores mayores a 2 por lo que se realiza 5 interacciones y 1 corregido.

**Tabla 23**

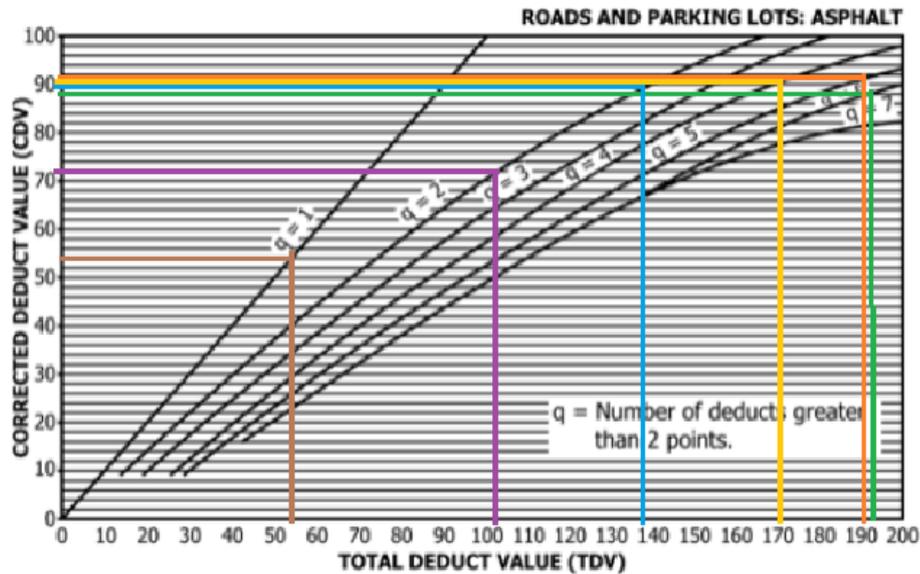
*Valor Deducible Corregido*

<i>Nro.</i>	<i>VALORES DEDUCIDOS</i>					$\Sigma$	<i>q</i>	<i>VDC</i>
1	52	49	35	32	21	4.51	193.51	6 <b><u>88</u></b>
2	52	49	35	32	21	2	191	5 <b><u>91</u></b>
3	52	49	35	32	2		170	4 <b><u>90</u></b>
4	52	49	35	2			138	3 <b><u>89</u></b>
5	52	49	2				103	2 <b><u>72</u></b>
6	52	2					54	1 <b><u>54</u></b>
Máximo Valor de Dedución Corregido (MVDC)								<b>91</b>

Nota. Valor calculado para determinar el máximo valor de PCI. Elaborado por: El autor en base a norma ASTM D6433-11.

**Figura 21**

*Gráfica de Valor Deducible Corregido*



Nota: Se representa los valores reducidos obtenidos de las diferentes fallas. Fuente: ASTM D6433-11.

**Cálculo de PCI**

**Ec.16**

$$PCI = 100 - MVCD$$

$$PCI = 100 - 91$$

$$PCI = 9$$

**Tabla 24**

*Valores de PCI por secciones sentido Sur - Norte*

Determinación del PCI en tramo Sur - Norte							
Secciones	Ítem	Sentido	Abscisa		VDC	PCI	PCI prom
			Inicio	Fin			
6	1	Sur - Norte	2+100	2+080	91	9	10
	2	Sur - Norte	2+080	2+030	91	9	
	3	Sur - Norte	2+030	1+980	90	10	

	4	Sur - Norte	1+980	1+930	88	12	
	1	Sur - Norte	1+930	1+924	64	36	
	2	Sur - Norte	1+886	1+848	62	38	
5	3	Sur - Norte	1+810	1+772	59	41	29
	4	Sur - Norte	1+734	1+696	82	18	
	5	Sur - Norte	1+658	1+620	68	32	
	6	Sur - Norte	1+582	1+544	90	10	
	1	Sur - Norte	1+544	1+538	72	28	
	2	Sur - Norte	1+500	1+462	89	11	
4	3	Sur - Norte	1+424	1+386	79	21	23
	4	Sur - Norte	1+348	1+310	82	18	
	5	Sur - Norte	1+272	1+234	68	32	
	6	Sur - Norte	1+196	1+158	72	28	
	1	Sur - Norte	1+158	1+152	74	26	
	2	Sur - Norte	1+114	1+076	82	18	
3	3	Sur - Norte	1+038	1+000	71	29	21
	4	Sur - Norte	0+962	0+924	88	12	
	5	Sur - Norte	0+886	0+848	84	16	
	6	Sur - Norte	0+810	0+772	74	26	
	1	Sur - Norte	0+772	0+766	82	18	
	2	Sur - Norte	0+728	0+690	80	20	
2	3	Sur - Norte	0+652	0+614	72	28	20
	4	Sur - Norte	0+576	0+538	82	18	
	5	Sur - Norte	0+500	0+462	82	18	
	6	Sur - Norte	0+424	0+386	84	16	
	1	Sur - Norte	0+386	0+380	79	21	
	2	Sur - Norte	0+342	0+304	67	33	
1	3	Sur - Norte	0+266	0+228	69	31	54
	4	Sur - Norte	0+190	0+152	28	72	
	5	Sur - Norte	0+114	0+076	18	82	
	6	Sur - Norte	0+038	0+000	16	84	

*Nota.* Cuadro de resumen de PCI por sección. Elaborado por: El autor.

**Tabla 25**

*Valores de PCI por secciones sentido Norte - Sur*

Determinación del PCI en tramo Norte - Sur							
Secciones	Ítem	Sentido	Abscisa		VDC	PCI	Clasificación
			Inicio	Fin			
1	1	Norte -Sur	0+000	0+038	18	82	53
	2	Norte -Sur	0+076	0+114	17	83	
	3	Norte -Sur	0+152	0+190	30	70	
	4	Norte -Sur	0+228	0+266	68	32	
	5	Norte -Sur	0+304	0+342	68	32	
	6	Norte -Sur	0+380	0+386	82	18	
2	1	Norte -Sur	0+386	0+424	84	16	23
	2	Norte -Sur	0+462	0+500	83	17	
	3	Norte -Sur	0+538	0+576	84	16	
	4	Norte -Sur	0+614	0+652	65	35	

	5	Norte -Sur	0+690	0+728	85	15	
	6	Norte -Sur	0+766	0+772	64	36	
	1	Norte -Sur	0+772	0+810	82	18	
	2	Norte -Sur	0+848	0+886	70	30	
3	3	Norte -Sur	0+924	0+962	88	12	17
	4	Norte -Sur	1+000	1+038	87	13	
	5	Norte -Sur	1+076	1+114	82	18	
	6	Norte -Sur	1+152	1+158	87	13	
	1	Norte -Sur	1+158	1+196	65	35	
	2	Norte -Sur	1+234	1+272	72	28	
4	3	Norte -Sur	1+310	1+348	84	16	25
	4	Norte -Sur	1+386	1+424	68	32	
	5	Norte -Sur	1+462	1+500	86	14	
	6	Norte -Sur	1+538	1+544	78	22	
	1	Norte -Sur	1+544	1+582	89	11	
	2	Norte -Sur	1+620	1+658	80	20	
5	3	Norte -Sur	1+696	1+734	89	11	22
	4	Norte -Sur	1+772	1+810	68	32	
	5	Norte -Sur	1+848	1+886	88	12	
	6	Norte -Sur	1+924	1+930	57	43	
	1	Norte -Sur	1+930	2+030	85	15	
6	2	Norte -Sur	1+980	2+030	94	6	10
	3	Norte -Sur	2+030	1+980	88	12	
	4	Norte -Sur	2+080	1+930	93	7	

*Nota.* Cuadro de resumen de PCI promedio por sección. Elaborado por: El autor.

### 6.3 Clasificación de Acuerdo a la Norma

La clasificación de PCI se realiza en base la norma ASTM D6433-11 en donde clasificaremos los valores obtenidos con la figura 11, por lo que se detallan los valores en un cuadro de resumen con el valor promedio de PCI.

**Tabla 26***Valores de PCI promedio por cada tramo*

Tramo	Longitud (m)	Sentido	PCI prom	Clasificación
1	386	Sur - Norte	54	Regular
		Norte-Sur	53	Regular
2	386	Sur - Norte	20	Muy pobre
		Norte-Sur	23	Muy pobre
3	386	Sur - Norte	21	Muy pobre
		Norte-Sur	17	Muy pobre
4	386	Sur - Norte	23	Muy pobre
		Norte-Sur	25	Pobre
5	386	Sur - Norte	29	Pobre
		Norte-Sur	22	Muy pobre
6	231.6	Sur - Norte	10	Fallado
		Norte-Sur	10	Fallado

*Nota.* Valores obtenidos de PCI promedio por tramos. Elaborado por: El autor.

## CAPÍTULO VII DETERMINACIÓN DE IRI

### 7.1 Índice de Rugosidad del Pavimento

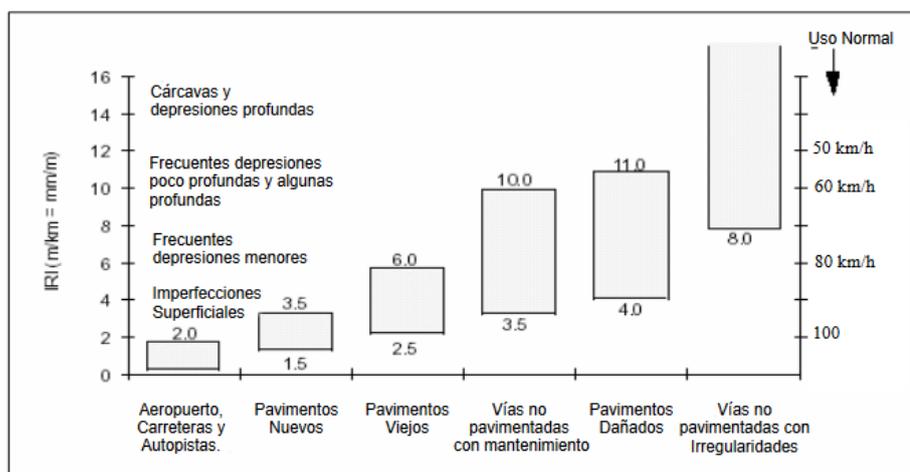
El índice de rugosidad del pavimento es conocido por sus siglas en inglés IRI, fue propuesto por el banco Mundial en 1996 como un parámetro de determinar la rugosidad del pavimento. Se podría decir que el IRI establece las condiciones del pavimento en condiciones actuales en la vía.

El IRI es un estándar de medida de rugosidad superficial de las carreteras, el cual permite evaluar con cualquier equipo de medición de la rugosidad de un pavimento e indicar en valores propios del IRI, permitiendo referirse a una sola escala de medición que puede identificar en qué condiciones superficiales se encuentra una superficie de pavimento y detectar anomalías en algunos de sus tramos. (Tingal Limay, 2021).

Las fallas presentes a lo largo de la vía reducen la capacidad de carga sea por efectos ambientales que producen a lo largo de esta. Las fallas de los pavimentos pueden dividirse según su naturaleza en tres grupos: falla estructural o por insuficiencia estructural, falla por métodos o defectos constructivos y falla por fatiga. (Barrera, 2014).

**Figura 22**

*Escala de Rugosidad para Pavimentos*



*Nota.* Se observa los rangos de clasificación de una vía según su daño. Fuente: Adaptado de Guidelines for Conducting and Calibrating.

Road Roughness Measurement.

La rugosidad es un indicador en las vías que nos ayuda a determinar el parámetro de medición de la cual se encuentra el estado actual del pavimento en su parte superficial de su capa de rodadura. Existen diferentes métodos de medición de la rugosidad del pavimento como equipos estáticos y dinámicos:

### ***7.1.1 Equipo de Mediciones de rugosidad***

#### ***7.1.1.1 Equipos estáticos***

##### **Perfilómetro de barra TRRL**

El perfilómetro Transport and Road Research Laboratory (TRRL), fue creado para reducir el trabajo de levantamientos que requieren mediciones de perfil. Consiste en una barra de 3 mm de longitud apoyada en trípodes nivelados, un automóvil que desliza sobre la barra hacia el suelo mediante una rueda que recorre la longitud de estudio. Los instrumentos de medida instalados en el carro detectan los desplazamientos verticales, los mínimos y transformar las medidas en valores digitales con 1 mm de resolución y registran los valores numéricos a intervalos constantes. (Calderon, Sánchez, & Viana, 2008).

##### **Levantamientos con equipo topográfico**

Herramienta fundamental para trabajos de levantamientos topográficos, una de las formas más fáciles de medir el perfil longitudinal de proyectos relacionados con la topografía.

Este equipo es mucho más fácil de encontrarlos en el mercado a precios muy económicos pues, estos equipos requieren de una cantidad de esfuerzo y tiempo que demandan su uso. Consisten de una mira de precisión sobre un trípode nivelado, se utiliza para establecer

la cota horizontal de referencia y una cinta usada para marcar la distancia longitudinal a lo largo de la huella de la rueda. (Calderon, Sánchez, & Viana, 2008).

### **Figura 23**

*Nivel con trípode*



*Nota.* Equipo principal para determinar nivel en una vía. Fuente: Google

### **Face Dipstick**

Es un acelerómetro sobre una estructura con apoyos separados 300mm, junto a un mango que permite desplazar el equipo y girarlo 180°, El dispositivo incluye un equipo computador que graba y calcula resúmenes estadísticos de rugosidad, el acelerómetro incorporado mide la inclinación del equipo, con este dato y la separación de los apoyos se calcula las alturas y sus diferencias. (Armijos & Fernández, 2022).

### **Figura 24**

*Face Dipstick*



*Nota.* Equipo tecnológico para determinar la rugosidad. Fuente: Google

**Machine for Evaluating Roughness using low-cost instrumentation (MERLIN).**

El rugosímetro Merlín por sus siglas en inglés es un equipo diseñado para determinar la rugosidad del pavimento, del cual permite registrar variables de depreciaciones y elevaciones en una pantalla de papel, cada vuelta de la rueda se realiza con observación de acuerdo a la posición del puntero hasta completar los registros de acuerdo a la normativa ASTM E1926.

Es un equipo elaborado por la TRRL, que consiste de una estructura metálica de 18.m de longitud, con una rueda y un pie de apoyo fijo y apoyo central, el brazo móvil cuyo extremo inferior conforma un patín que registra las irregularidades superficiales y el extremo superior tiene un indicador deslizable sobre un tablero de registro, con cada vuelta completa de la rueda, se marca la posición del indicador en el tablero hasta completar 200 mediciones que son aproximadamente 400m de longitud. (Pereyra Herrera, 2017).

**Figura 25**

*Escala de Rugosidad para Pavimentos*



*Nota.* Se observa el equipo Rugosímetro Merlín. Elaborado por: El autor.

### 7.1.1.2 Equipos Dinámicos

Dentro de equipos de medición de rugosidad se establecen en una base longitudinal que están en constante movimiento.

#### **Perfilógrafos**

Permite determinar el perfil longitudinal de la superficie para el cálculo de rugosidad, consiste en unos carros ubicados en los extremos del marco con una llanta que permite la sensibilidad en el centro de la estructura. La desviación de un plano de referencia, establecido por el marco del perfilógrafo, se registra (automáticamente en algunos modelos) en papel según el movimiento de la rueda sensible. (Moyano Raygada, 2020).

#### **Figura 26**

*Perfilógrafo*



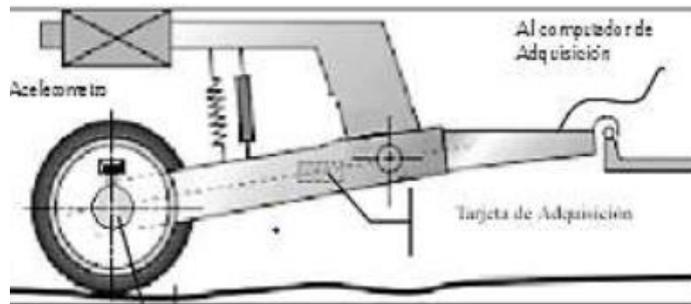
*Nota.* Equipo para desarrollar la rugosidad. Fuente: Montoya Goicochea, 2013

#### **Perfilómetro Inercial**

Analiza el perfil longitudinal con el objetivo de determinar rápidamente el perfil de los proyectos requirentes. Consiste de un remolque especial con una rueda de bicicleta, un chasis y un péndulo inercial especial de baja frecuencia que sirve como referencia pseudo-horizontal. (Moyano Raygada, 2020).

## Figura 27

### Perfilómetro Inercial



*Nota.* Instrumentación del Perfilómetro Inercial. Fuente: Medida perfil longitudinal de un pavimento mediante navegación inercial, 2003.

### Perfilómetro Laser

El perfilómetro laser es un ensayo que determina el perfil longitudinal de las vías a través del índice de rugosidad, se ubica un sensor junto a un acelerómetro crea un sistema de referencia inercial el cual ayuda a que las mediciones sean únicamente representativas de la cota de la carretera. Este equipo está compuesto principalmente por un láser, acelerómetro, lector de distancia, interfaces de registros analógicos y por el computador que registra los valores. (Pereyra Herrera, 2017).

## Figura 28

### Perfilómetro Laser RSP



*Nota.* Se observa la ubicación del Perfilómetro laser. Fuente: Jarrín Irma, 2019

## 7.2 Cálculo de Rugosidad mediante Rugosímetro Merlín

Cálculo de Rango D

Parámetro estadístico para determinar la rugosidad, el rango D establece la magnitud de la muestra en un histograma para luego depurar un 10% de datos de la parte inferior y superior

**Ec.12**

$$D = (\text{Barras Intactas} * 5) + (N * 5) + (d * 5)$$

Donde:

D= Rugosidad del Merlín

N= Numero de cuadros del histograma equivalente a 5 mm

d= Valor de depreciación

### ***Conversión de Rango D a IRI***

La correlación de la rugosidad determinada por el merlín para la conversión a la rugosidad se debe utilizar las siguientes formulas:

$$\text{Cuando } 2.4 < \text{IRI} < 15.9 \text{ entonces } \text{IRI} = 0.593 + 0.0471 D \quad \text{Ec.13}$$

Ecuación establecida por TRRL realiza por simulaciones computarizadas del valor de la rugosidad y ejecutados en Brasil para el año 1982, determinada para la evaluación de pavimentos en servicio.

$$\text{Cuando } \text{IRI} < 2.4 \text{ entonces el } \text{IRI} = 0.0485 D \quad \text{Ec.14}$$

Ecuación originada de Perú, para pruebas en 3000 km de pavimentos, por lo que, serviría para pavimentos nuevos.

### ***Factor de corrección para Rango D***

Para el factor de corrección, una vez terminada el tramo que se desea realizar se coloca el rugosímetro sobre una superficie plana y se realiza la lectura del puntero con el patín móvil.

Para determinar el factor mediante la siguiente ecuación:

$$Fc = \frac{Ep * 10}{(Li - Lf) * 5}$$

Donde:

Fc= Factor de Corrección

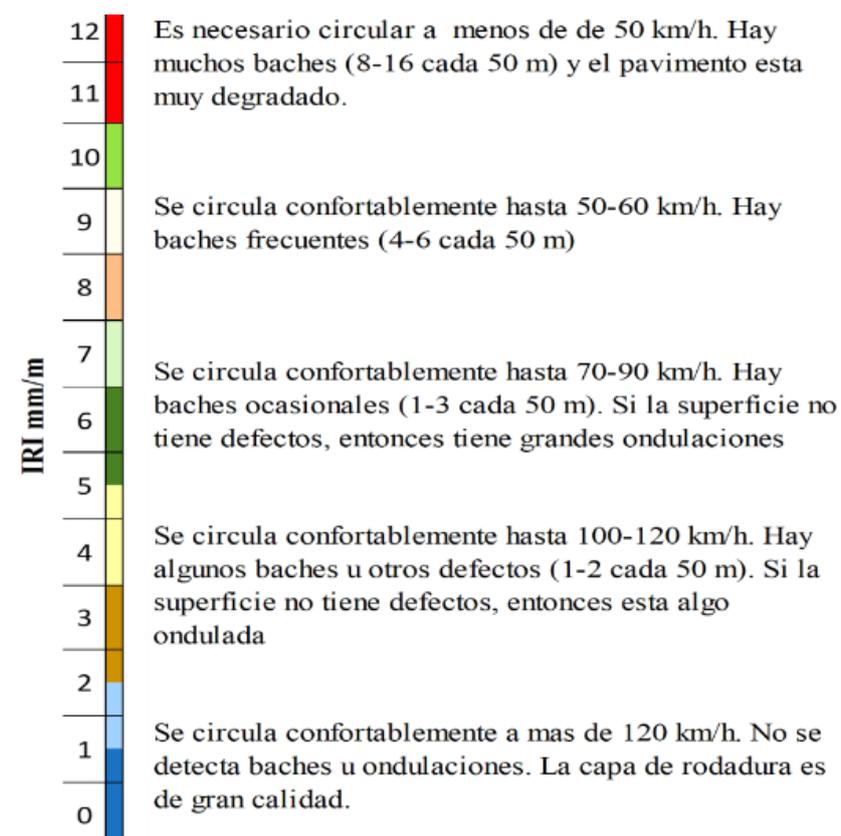
Ep= Espesor de pastilla

Li= Posición inicial del puntero

Lf= Numero de cuadros del histograma equivalente a 5 mm

**Figura 29**

*Características del Rugosímetro IRI*



*Nota.* Relación de características y valores IRI. Fuente: (Chaluisa & Estevez, 2023).

La escala IRI en pavimentos adquiere un rango en el cual determinamos la superficie de la cual representara las características de esta vía. El rango que adquiere esta característica

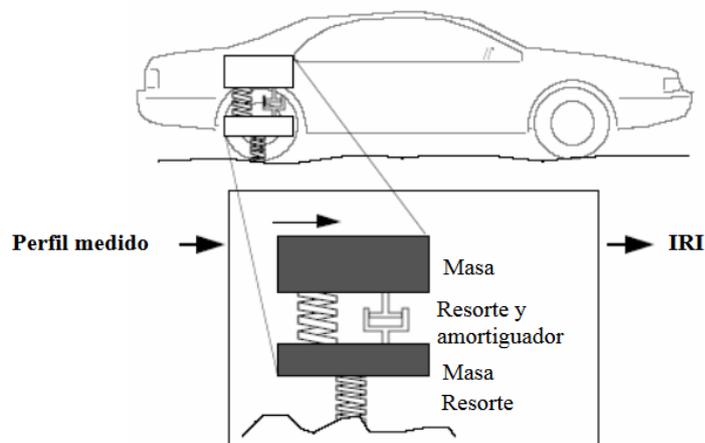
va desde 0 siendo una superficie uniforme hasta 12 siendo una superficie en la que no se puede transitar.

### 7.3 Obtención de Datos In situ con Rugosímetro Merlín

El cálculo matemático del IRI está basado en determinar los desplazamientos en valor absoluto, dentro de esta determina el valor de la rugosidad mediante correlaciones que surgen del modelo de un cuarto de carro. Este modelo se desarrolló a través de un conjunto de masas ligadas entre sí, las cuales generan un movimiento vertical al ser desplazadas por el camino, de esta forma se permite reducir el análisis de una superficie al análisis de una línea que representa el perfil longitudinal, es decir, desde un análisis bidimensional a un estudio unidimensional. (Ventura Espinal & Alvarenga, 2005).

#### Figura 30

*Modelo de un cuarto de carro*



*Nota.* Representación del cuarto de carro. Fuente: Alvarenga Edwin, 2005

Para determinar el IRI e nuestra vía de estudio realizamos la recopilación de datos numéricos. Con la ayuda de la Universidad Politécnica Salesiana que facilito con el equipo rugosímetro Merlín, en el cual lo realizamos los tramos necesarios para determinar el valor de IRI dependiendo de los tramos se escogido que sean de 200 lecturas. Con la finalidad determinar la rugosidad de la vía.

Se realizó las 200 lecturas a ambos lados de la vía en sentido Sur -Norte y Norte – Sur. Para el cual se realizó la calibración necesaria se debe colocar el puntero en la línea central de marca 25 y 26 realizando movimiento únicamente en el patín central, en esa posición se eleva el patín colocando un bloque metálico pequeño de las siguientes dimensiones 50 x 25 x 6 mm, este movimiento provocará que el puntero se desplace sobre el cuadro de formato. (Chaluisa & Estevez, 2023).

**Figura 31**

*Hoja de datos en Rugosímetro Merlín*

<b>Universidad Politécnica Salesiana</b> Laboratorio de Pavimentos Rugosímetro Merlín										
Tramo: _____					Ubicación: _____					
Operador: _____					N° de ensayo: _____					
Carril: _____					Fecha: _____					
Informe de resultados en campo										
	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										
Descripción de tipo de pavimento: _____ _____ Observaciones: _____ _____ _____										

*Nota.* Formato para toma de datos en la vía de estudio. Fuente: (Chaluisa & Estevez, 2023).

Para la determinación de IRI del tramo de la Av. Llira Ñan y OE2 de 2.10 km se lo realizo por tramos según el aporte de la hoja de datos, en ambos lados de la vía. Tanto del carril derecho e izquierdo.

La alteración del perfil de la vía no considera fallas constructivas e incremente el valor del IRI como puede ser el caso de reductor de velocidad, rejilla de sumideros, rejillas tipo alcantarilla, tapa alcantarilla

### ***Toma de Muestra Sentido Sur-Norte***

Para realizar el ensayo se requiere de un personal calificado para la operación, cabe recalcar que se usó ayuda extra para la determinación de los valores. Es necesario tener en cuenta equipo de protección, del cual se debe tomar lecturas que indica el puntero en el formato del cual nos indicara del 1 a 50 si existe depreciaciones o elevaciones.

### **Figura 32**

*Utilización equipo Rugosímetro Merlin*



*Nota.* Operadores necesarios para la utilización del equipo. Elaborado por: El autor.

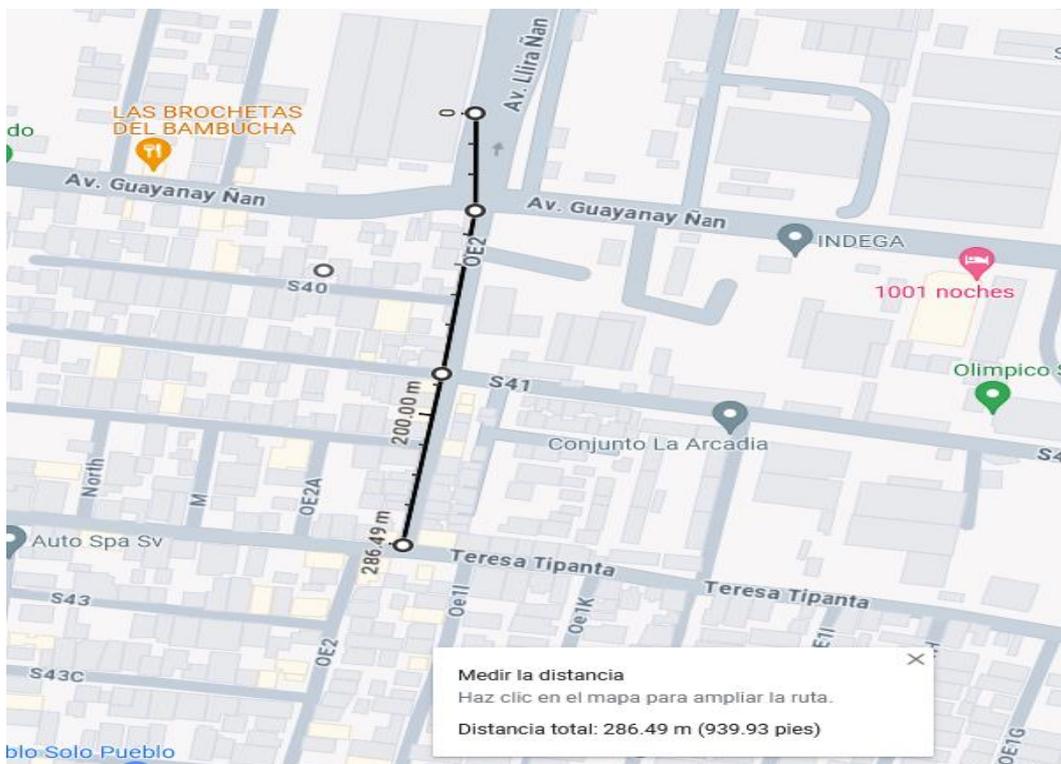
## 7.4 Análisis y Obtención de Resultados

La primera toma de muestra se realizó desde la parte final de calle OE2 sentido del flujo de tránsito. Según el formato de la hoja de datos se tomarán las mediciones según el abscisado correspondiente a la vía de estudio.

Para los tramos desarrollados en la vía son de 386m según las hojas de datos con 5 muestreos y 231m con una hoja datos recopilados, para determinar el IRI en estas secciones.

**Figura 33**

*Tramo de 232m sentido sur-norte*



*Nota.* Tramo final del proyecto de estudio sentido del flujo del tránsito. Elaborado por: El autor.

**Figura 34**

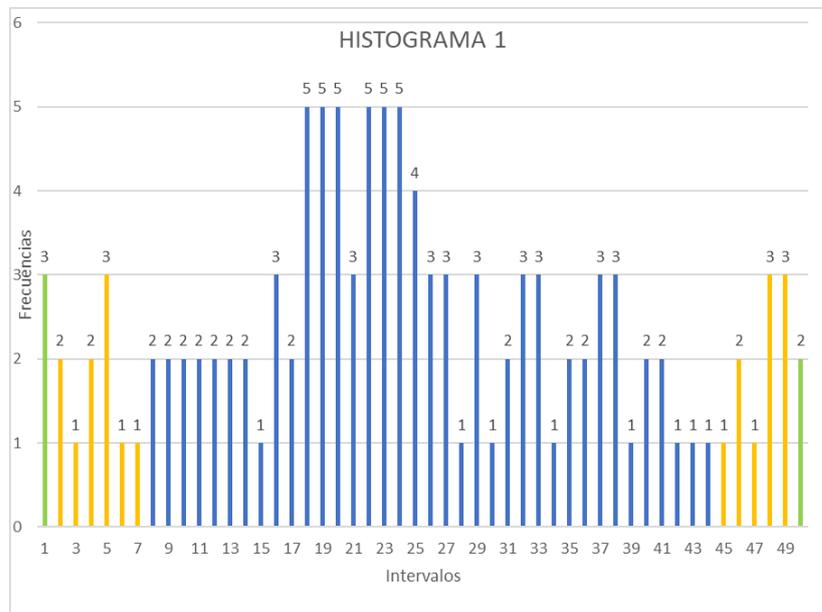
*Tramo de 232m sentido sur-norte, Tramo 1 vía OE2*

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosimetro Merlin										
<b>Tramo:</b>	Sur - Norte						<b>Ubicación:</b>	Sur		
<b>Operador:</b>	Bryan Freire						<b>Nº de ensayo:</b>	1		
<b>Carril:</b>	Derecho						<b>Fecha:</b>	16/1/2024		
Informe de resultados en Campo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	24	13	1	42	38	12	18	40	25
2	29	27	10	10	35	1	21	18	8	22
3	23	23	19	30	29	21	47	21	22	23
4	50	38	19	26	19	21	18	23	33	6
5	21	6	33	5	37	5	6	8	45	19
6	33	24	23	9	18	18	19	18	41	17
7	16	16	24	45	16	37	9	11	12	31
8	13	23	36	15	14	20	20	40	31	26
9	24	27	7	14	27	32	11	17	36	20
10	25	26	20	23	41	35	22	37	44	25
11	24	20	20	25	20	32	21	22	23	38
12	50	22	24	46	46	32	22	29	22	8
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Descripción de tipo de pavimentos:				Pavimento en caliente, con presencia de daños muy graves en la infraestructura vial						
Observaciones:			Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor, el valor 50 montículo excesivo de relleno en el pavimento							

*Nota.* Toma de Datos en el tramo de mayor daño en la vía. Elaborado por: El autor.

**Figura 35**

*Histograma de Frecuencias Av. OE2*



*Nota.* Intervalo de frecuencias usas para determinar IRI. Elaborado por: El autor.

**Calculo del Rango D**

$$D = (37 * 5) + (0 * 5) + (0 * 5)$$

$$D = 185 + 0 + 0$$

$$D = 185$$

**Factor de Corrección para ajuste Rango D**

$$Fc = \frac{Ep * 10}{(Li - Lf) * 5}$$

$$Fc = \frac{10 * 6}{|25 - 40| * 5}$$

$$Fc = 0.8$$

**Corrección para ajuste Rango D**

$$D_{Corregido} = D * Fc$$

$$D_{Corregido} = 185 * 0.8$$

$$D_{\text{Corregido}} = 148$$

**Determinación de Rugosidad**

$$2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces } IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * 148$$

$$IRI = 7.56 \text{ m/km}$$

$$\checkmark 2,4 < 7.56 < 15,9$$

**Figura 36**

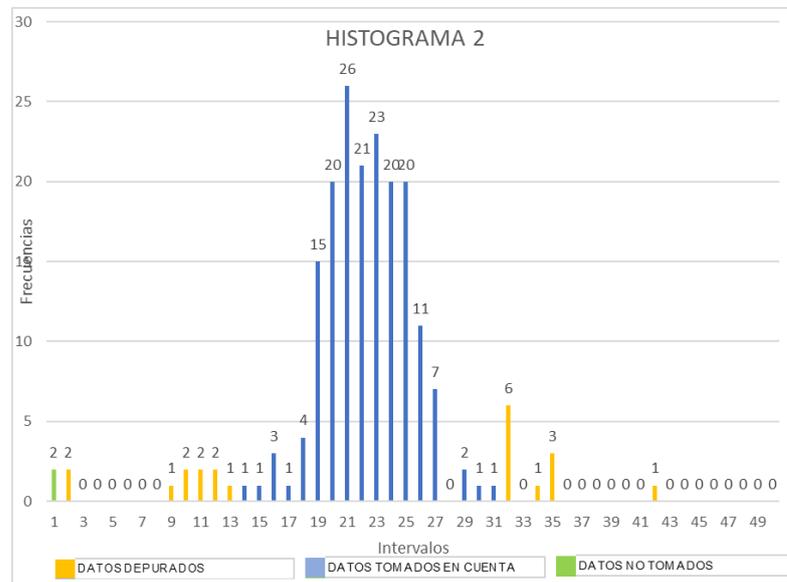
Tramo de 386m sentido sur-norte, tramo 2 Av. Llira Ñan y Condor Ñan

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosimetro Merlin										
Tramo:	Sur - Norte						Ubicación:	Sur		
Operador:	Bryan Freire						Nº de ensayo:	2		
Carril:	Derecho						Fecha:	16/1/2024		
Informe de resultados en Campo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	9	20	21	29	20	23	32	21	21	23
2	21	21	22	19	21	22	25	26	26	22
3	1	24	23	21	25	23	23	13	19	20
4	23	27	19	20	23	23	19	21	22	21
5	24	22	20	18	21	25	32	27	26	24
6	24	32	27	2	12	24	24	19	23	32
7	22	21	25	18	23	23	23	21	24	23
8	25	35	25	22	25	21	22	1	25	21
9	25	22	21	19	21	21	24	23	23	20
10	25	23	20	22	11	26	11	23	23	10
11	27	20	15	21	42	12	21	25	25	31
12	23	24	22	24	25	16	26	22	22	21
13	29	24	20	22	30	19	25	20	20	19
14	21	21	22	25	20	26	19	19	19	24
15	24	26	26	20	27	21	21	24	24	16
16	23	24	10	20	22	27	24	22	22	32
17	26	18	20	23	27	32	14	19	19	20
18	23	34	24	16	25	25	20	24	24	23
19	22	25	19	25	22	21	18	26	26	22
20	19	25	20	20	17	20	21	35	35	2
Descripcion de tipo de pavimentos:		Pavimento en caliente, con presencia de agrietamientos en la infraestructura vial								
Observaciones:		Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor								

Nota. Toma de Datos en el tramo sin mucho daño en la vía. Elaborado por: El autor.

**Figura 37**

*Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Condor Ñan*



*Nota.* Intervalo de frecuencias usas para determinar IRI. Elaborado por: El autor.

**Calculo del Rango D**

$$D = (17 * 5) + (0 * 5) + \left(\frac{1}{6} * 5\right)$$

$$D = 85 + 0 + 0.833$$

$$D = 85.833$$

**Factor de Corrección para ajuste Rango D**

$$Fc = \frac{Ep * 10}{(Li - Lf) * 5}$$

$$Fc = \frac{10 * 6}{|25 - 37| * 5}$$

$$Fc = 1$$

**Corrección para ajuste Rango D**

$$D_{Corregido} = D * Fc$$

$$D_{Corregido} = 85.833 * 1$$

$$D_{Corregido} = 85.833$$

**Determinación de Rugosidad**

$$2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces } IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * 85.833$$

$$IRI = 4.635 \text{ m/km}$$

$$\checkmark 2,4 < 4.635 < 15,9$$

**Figura 38**

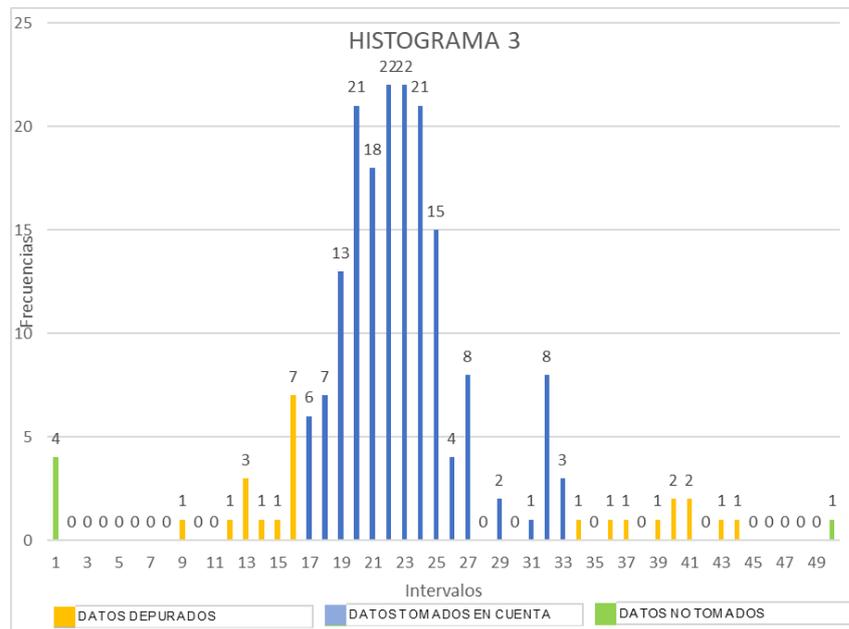
*Tramo de 386m sentido sur-norte, tramo 3 Av. Llira Ñan*

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA											
LABORATORIO DE PAVIMENTOS											
Rugosímetro Merlin											
Tramo:	Sur - Norte					Ubicación:	Sur				
Operador:	Bryan Freire					Nº de ensayo	3				
Carril:	Derecho					Fecha:	16/1/2024				
Informe de resultados en Campo											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	33	29	32	24	22	27	25	25	23	17	
2	21	32	25	20	25	21	25	20	25	22	
3	23	17	23	18	26	20	24	19	17	22	
4	24	24	18	25	23	21	23	27	19	21	
5	16	21	15	19	19	20	20	16	23	23	
6	18	32	13	33	44	1	25	36	40	20	
7	16	13	40	41	43	18	24	20	24	37	
8	1	31	1	41	50	16	26	39	24	1	
9	32	27	32	20	27	22	32	20	20	23	
10	23	29	21	24	22	21	23	24	17	23	
11	25	24	20	18	12	22	33	32	34	9	
12	32	17	27	20	25	22	27	21	19	23	
13	25	22	13	22	27	24	16	20	22	20	
14	21	20	26	24	23	23	22	20	24	16	
15	21	21	23	22	20	24	22	18	22	22	
16	24	24	20	19	23	22	22	22	23	23	
17	23	19	27	14	21	25	21	19	24	19	
18	21	19	19	19	23	25	25	24	22	24	
19	17	26	20	24	18	25	21	22	21	22	
20	24	20	19	20	21	16	22	23	21	23	
Descripción de tipo de pavimentos:	Pavimento en caliente, con presencia de agrietamientos en la infraestructura vial										
Observaciones:	Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor, el valor 50 es por reductor de velocidad										

*Nota.* Toma de Datos en el tramo sin mucho daño en la vía. Elaborado por: El autor.

**Figura 39**

*Histograma de Frecuencias Av. Lira Ñan*



*Nota.* Intervalo de frecuencias usas para determinar IRI. Elaborado por: El autor.

**Calculo del Rango D**

$$D = (15 * 5) + \left(\frac{3}{7} * 5\right) + (0 * 5)$$

$$D = 75 + 2.143 + 0$$

$$D = 77.143$$

**Factor de Corrección para ajuste Rango D**

$$Fc = \frac{Ep * 10}{(Li - Lf) * 5}$$

$$Fc = \frac{10 * 6}{|25 - 42| * 5}$$

$$Fc = 0.706$$

**Corrección para ajuste Rango D**

$$D_{Corregido} = D * Fc$$

$$D_{\text{Corregido}} = 77.143 * 0.706$$

$$D_{\text{Corregido}} = 54.454$$

**Determinación de Rugosidad**

$$2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces } IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * 54.454$$

$$IRI = 3.158 \text{ m/km}$$

$$\checkmark 2,4 < 3.158 < 15,9$$

**Figura 40**

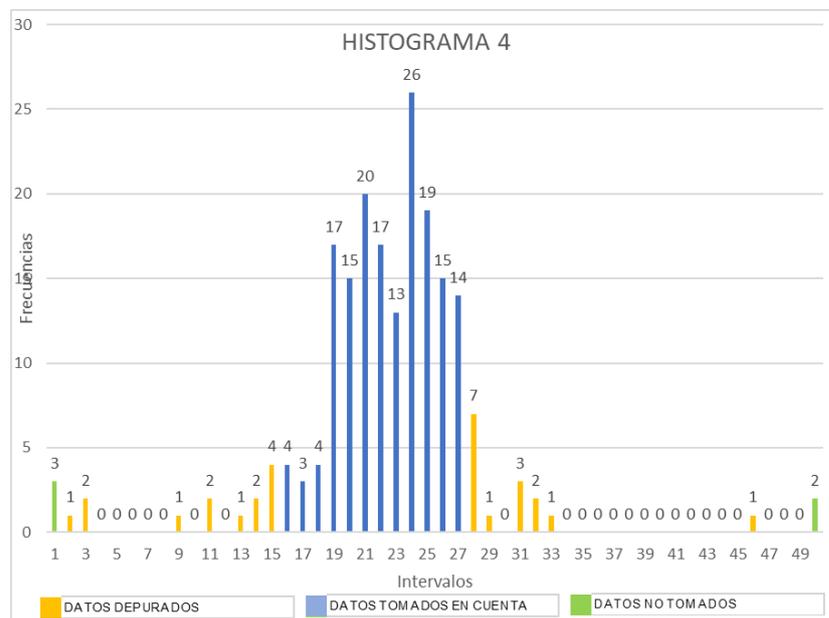
*Tramo de 386m sentido sur-norte, tramo 4 Av. Llira Ñan y Amaru Ñan*

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA											
LABORATORIO DE PAVIMENTOS											
Rugosímetro Merlin											
Tramo:	Sur - Norte					Ubicación:	Sur				
Operador:	Bryan Freire					Nº de ensayo	4				
Carril:	Derecho					Fecha:	16/1/2024				
Informe de resultados en Campo											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	26	25	25	21	26	26	46	50	20	22	
2	25	26	26	24	26	24	28	25	29	33	
3	21	26	28	23	24	24	25	27	25	20	
4	22	23	24	28	27	27	23	24	25	20	
5	21	25	28	25	21	24	25	25	22	26	
6	23	24	27	24	27	28	26	23	24	23	
7	24	27	27	26	26	25	25	22	25	26	
8	26	24	27	26	21	1	50	1	31	32	
9	23	19	19	21	24	28	19	24	24	27	
10	21	27	24	23	19	25	16	23	27	31	
11	22	24	24	22	18	24	27	22	21	19	
12	18	20	25	22	20	23	19	21	20	19	
13	24	21	19	24	25	21	21	22	24	23	
14	23	24	21	15	19	19	19	32	27	2	
15	22	16	14	19	21	22	17	17	14	25	
16	26	22	15	19	3	25	9	24	21	20	
17	1	16	21	23	20	13	22	20	24	20	
18	19	22	24	19	20	20	21	22	22	11	
19	11	15	19	20	16	28	22	21	18	3	
20	31	27	20	21	21	18	19	17	15	20	
Descripción de tipo de pavimentos:	Pavimento en caliente, con presencia de agrietamientos en la infraestructura vial										
Observaciones:	Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor, el valor 50 es por reductor de velocidad										

*Nota.* Toma de Datos en el tramo sin mucho daño en la vía. Elaborado por: El autor.

**Figura 41**

*Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Amaru Ñan*



*Nota.* Intervalo de frecuencias usas para determinar IRI. Elaborado por: El autor.

**Calculo del Rango D**

$$D = (12 * 5) + \left(\frac{1}{4} * 5\right) + \left(\frac{4}{7} * 5\right)$$

$$D = 60 + 1.25 + 2.857$$

$$D = 64.11$$

**Factor de Corrección para ajuste Rango D**

$$Fc = \frac{Ep * 10}{(Li - Lf) * 5}$$

$$Fc = \frac{10 * 6}{|25 - 42| * 5}$$

$$Fc = 0.706$$

**Corrección para ajuste Rango D**

$$D_{Corregido} = D * Fc$$

$$D_{\text{Corregido}} = 64.11 * 0.706$$

$$D_{\text{Corregido}} = 45.25$$

**Determinación de Rugosidad**

$$2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces } IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * 45.25$$

$$IRI = 2.724 \text{ m/km}$$

$$\checkmark 2,4 < 2.724 < 15,9$$

**Figura 42**

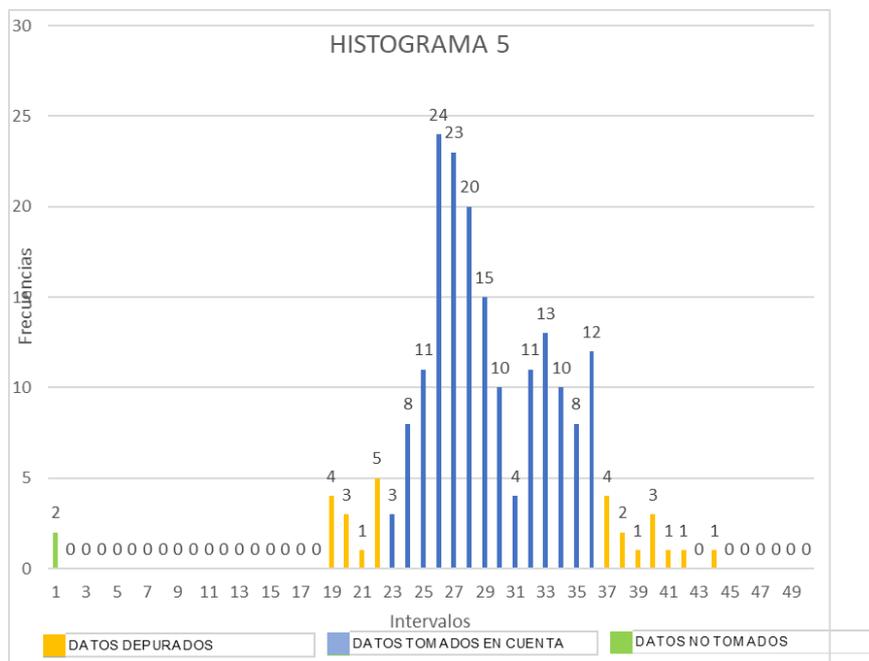
*Tramo de 386m sentido sur-norte, tramo 5 Av. Llira Ñan y Otoyá Ñan*

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA											
LABORATORIO DE PAVIMENTOS											
Rugosímetro Merlin											
Tramo:	Sur - Norte					Ubicación:	Sur				
Operador:	Bryan Freire					Nº de ensayo	5				
Carril:	Derecho					Fecha:	16/1/2024				
Informe de resultados en Campo											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	32	35	35	33	36	37	33	27	37	35	
2	33	32	35	36	36	36	33	34	34	36	
3	34	38	33	29	40	36	30	33	22	35	
4	29	36	30	37	31	33	32	35	34	34	
5	36	36	39	37	32	34	34	36	32	32	
6	35	31	32	33	34	36	30	32	36	35	
7	34	33	29	24	40	19	28	19	33	44	
8	41	22	27	38	20	20	19	26	19	32	
9	26	25	28	28	28	27	28	28	33	29	
10	30	26	26	26	27	25	23	26	40	34	
11	28	1	30	29	28	31	33	24	28	32	
12	25	22	24	30	25	33	27	28	24	27	
13	27	26	27	28	26	29	29	26	27	30	
14	24	26	29	28	25	29	26	30	27	27	
15	29	26	26	29	26	22	27	42	30	26	
16	26	27	27	27	29	32	26	27	27	26	
17	25	23	1	23	28	27	29	25	26	29	
18	27	28	28	27	21	31	20	25	29	25	
19	28	25	30	24	25	26	26	28	27	26	
20	24	26	22	24	27	28	27	28	28	26	
Descripción de tipo de pavimentos: Pavimento en caliente, con presencia de agrietamientos en la infraestructura vial											
Observaciones: Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor											

*Nota.* Toma de Datos en el tramo sin mucho daño en la vía. Elaborado por: El autor.

**Figura 43**

*Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Otoyá Ñan*



*Nota.* Intervalo de frecuencias usas para determinar IRI. Elaborado por: El autor.

**Calculo del Rango D**

$$D = (14 * 5) + \left(\frac{2}{5} * 5\right) + \left(\frac{1}{4} * 5\right)$$

$$D = 70 + 2 + 1.25$$

$$D = 73.25$$

**Factor de Corrección para ajuste Rango D**

$$Fc = \frac{Ep * 10}{(Li - Lf) * 5}$$

$$Fc = \frac{10 * 6}{|25 - 41| * 5}$$

$$Fc = 0.75$$

**Corrección para ajuste Rango D**

$$D_{Corregido} = D * Fc$$

$$D_{\text{Corregido}} = 73.25 * 0.75$$

$$D_{\text{Corregido}} = 54.94$$

### Determinación de Rugosidad

$$2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces } IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * 54.94$$

$$IRI = 3.18 \text{ m/km}$$

$$\checkmark 2,4 < 3.18 < 15,9$$

### Figura 44

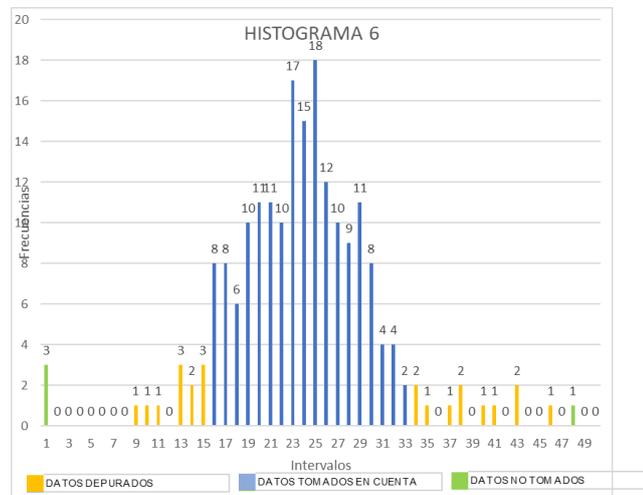
Tramo de 386m sentido sur-norte, tramo 6 Av. Llira Ñan y Moran Valverde

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosímetro Merlin										
	Tramo:	Sur - Norte						Ubicación:	Sur	
	Operador:	Bryan Freire						Nº de ensayo	6	
	Carril:	Derecho						Fecha:	16/1/2024	
Informe de resultados en Campo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	21	25	24	23	20	24	26	25	23	17
2	23	19	24	32	23	16	25	18	19	28
3	16	28	19	22	19	22	25	23	18	26
4	16	22	1	15	23	48	13	15	19	24
5	14	18	9	20	16	29	37	1	18	25
6	26	27	11	25	21	28	30	22	23	23
7	17	35	10	17	31	19	23	20	17	21
8	26	14	19	41	46	43	29	38	27	15
9	22	1	21	43	28	29	28	16	17	17
10	29	27	27	24	20	22	32	25	29	22
11	26	23	23	26	29	22	16	34	21	17
12	27	21	29	34	23	27	27	31	20	21
13	25	20	19	24	26	23	30	13	26	23
14	30	16	40	29	29	25	21	23	32	26
15	27	17	25	24	20	18	21	20	19	24
16	29	24	24	20	22	13	21	25	25	29
17	25	18	16	25	20	25	20	19	25	23
18	33	21	25	22	24	24	23	24	25	24
19	26	28	31	26	24	33	28	38	27	32
20	26	28	27	28	30	30	30	31	30	30
Descripción de tipo de pavimentos:					Pavimento en caliente, con presencia de daños no graves en la infraestructura vial					
Observaciones:			Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor, el valor 50 montículo excesivo de relleno en el pavimento							

Nota. Toma de Datos en el tramo sin mucho daño en la vía. Elaborado por: El autor.

**Figura 45**

*Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Moran Valverde*



*Nota.* Intervalo de frecuencias usas para determinar IRI. Elaborado por: El autor.

**Calculo del Rango D**

$$D = (18 * 5) + \left(\frac{1}{3} * 5\right) + \left(\frac{1}{2} * 5\right)$$

$$D = 90 + 1.66 + 2.5$$

$$D = 94.167$$

**Factor de Corrección para ajuste Rango D**

$$Fc = \frac{Ep * 10}{(Li - Lf) * 5}$$

$$Fc = \frac{10 * 6}{|25 - 42| * 5}$$

$$Fc = 0.705$$

**Corrección para ajuste Rango D**

$$D_{Corregido} = D * Fc$$

$$D_{Corregido} = 94.167 * 0.705$$

$$D_{\text{Corregido}} = 66.47$$

***Determinación de Rugosidad***

$$2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces } IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * 66.47$$

$$IRI = 3.723 \text{ m/km}$$

$$\checkmark \quad 2,4 < 3.723 < 15,9$$

Para los tramos desarrollados en el lado de la calzada izquierdo se lo puede apreciar en el Anexo 2. Con los datos obtenidos realizamos un promedio de las calzadas para determinar un IRI promedio.

***Resumen de Resultados sentido Sur-Norte***

**Tabla 27**

*Resumen de Resultados sentido sur-norte*

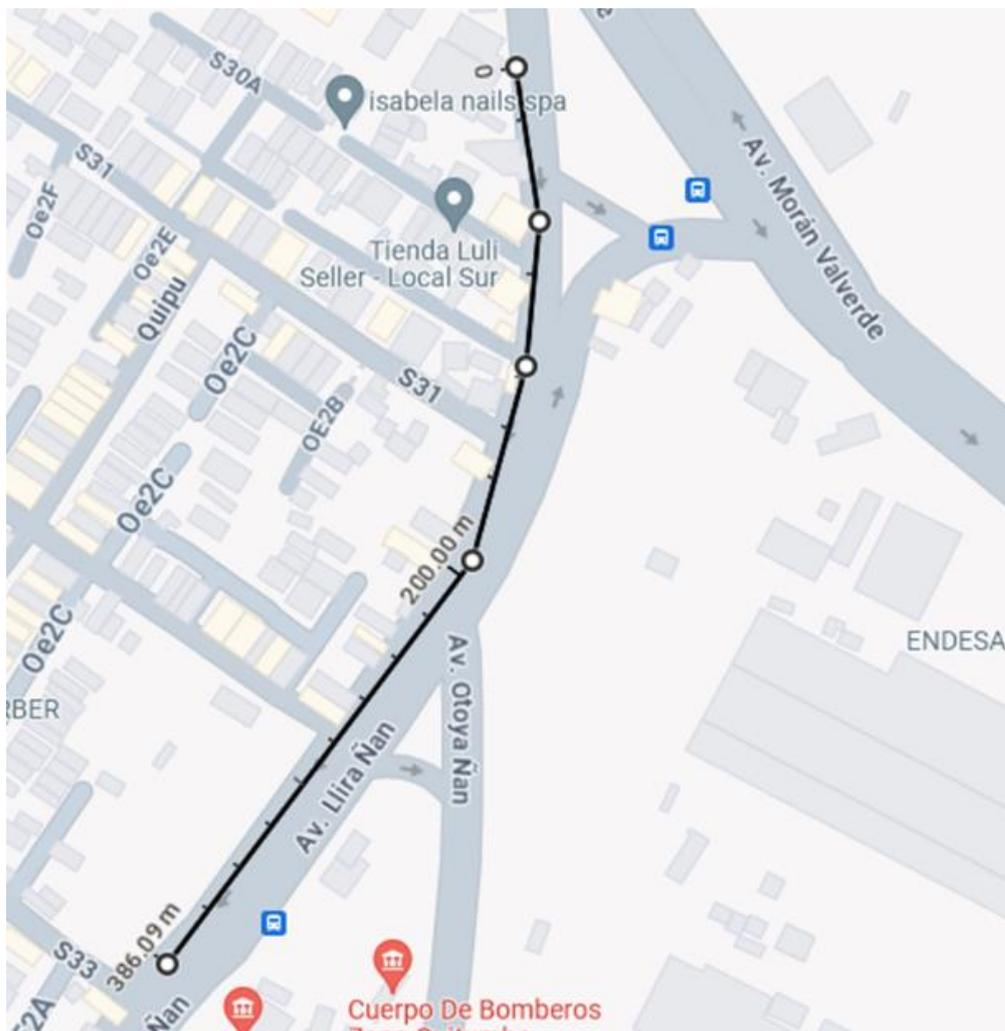
Tramo	Longitud (m)	Lado	Dirección	D (mm)	IRI (m/km)	Promedio
1	231.6	Derecho	Sur - Norte	148	7.56	7.56
2	386	Derecho	Sur - Norte	85.833	4.635	4.2475
		Izquierdo	Sur - Norte	69.375	3.86	
3	386	Derecho	Sur - Norte	54.454	3.158	3.894
		Izquierdo	Sur - Norte	85.714	4.63	
4	386	Derecho	Sur - Norte	45.25	2.724	2.968
		Izquierdo	Sur - Norte	55.625	3.212	
5	386	Derecho	Sur - Norte	54.94	3.18	3.443
		Izquierdo	Sur - Norte	66.11	3.706	
6	386	Derecho	Sur - Norte	66.47	3.723	3.7025
		Izquierdo	Sur - Norte	65.588	3.682	

*Nota.* Se determina el promedio de IRI. Elaborado por: El autor.

La toma de datos de en el sentido Norte – Sur, se realiza de igual manera en el sentido del flujo del tránsito por seguridad del operario, de igual manera se representa los datos por tramos como en sentido contrario.

### Figura 46

*Tramo de 386m sentido norte-sur*



*Nota.* Tramo inicial del proyecto. Elaborado por: El autor.

**Figura 47**

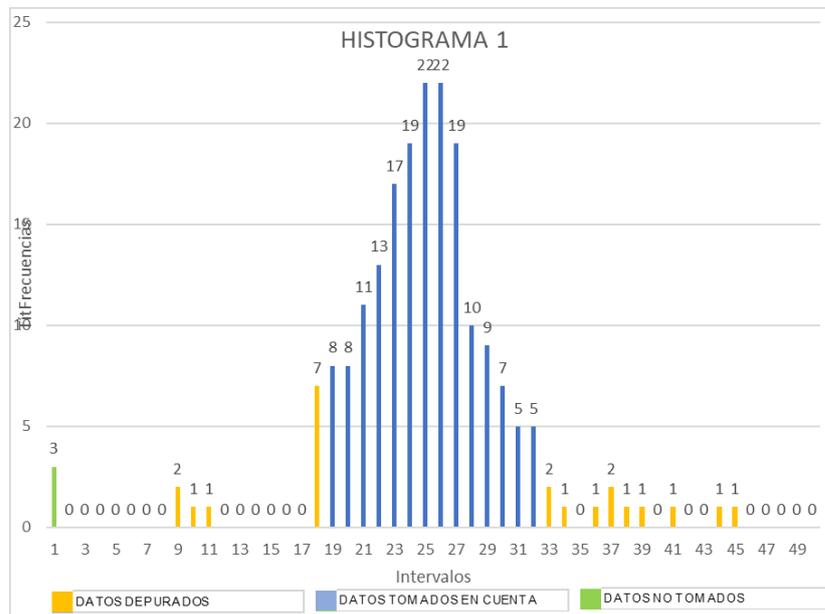
*Tramo de 386m sentido norte-sur, Tramo 1 Av. Llira Ñan y Moran Valverde*

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA											
LABORATORIO DE PAVIMENTOS											
Rugosimetro Merlin											
<b>Tramo:</b>	Norte-Sur					<b>Ubicación:</b>	Sur				
<b>Operador:</b>	Bryan Freire					<b>Nº de ensayo:</b>	1				
<b>Carril:</b>	Derecho					<b>Fecha:</b>	17/1/2024				
Informe de resultados en Campo											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	28	27	23	30	27	26	26	30	23	22	
2	25	26	25	28	21	28	25	25	19	26	
3	24	26	23	32	21	30	9	24	29	26	
4	26	30	1	19	26	20	26	25	24	24	
5	28	25	26	27	32	24	18	1	25	22	
6	27	26	20	20	32	31	19	24	22	31	
7	26	19	28	28	21	27	25	24	30	23	
8	23	23	26	24	23	21	25	27	20	36	
9	29	1	29	23	37	33	11	31	29	26	
10	25	23	22	27	28	22	24	24	29	26	
11	26	22	28	10	28	23	24	21	21	27	
12	27	25	37	21	33	18	27	41	38	21	
13	24	20	25	25	23	22	26	27	29	26	
14	25	34	28	29	25	24	26	27	26	18	
15	18	27	45	9	39	32	18	29	32	27	
16	29	24	18	19	44	30	20	21	20	25	
17	22	22	23	25	22	23	25	22	22	21	
18	20	19	24	27	31	31	25	22	26	27	
19	24	27	27	25	23	21	24	19	30	25	
20	26	25	23	18	19	23	27	24	23	24	
Descripción de tipo de pavimentos: Pavimento en caliente, con presencia de daños no graves en la infraestructura vial											
Observaciones: Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor.											

*Nota.* Toma de Datos en el tramo de poco daño en la vía. Elaborado por: El autor.

**Figura 48**

*Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Moran Valverde*



*Nota.* Intervalo de frecuencias usas para determinar IRI. Elaborado por: El autor.

**Calculo del Rango D**

$$D = (14 * 5) + \left(\frac{6}{7} * 5\right) + \left(\frac{1}{2} * 5\right)$$

$$D = 70 + 4.29 + 2.5$$

$$D = 72.5$$

**Factor de Corrección para ajuste Rango D**

$$Fc = \frac{Ep * 10}{(Li - Lf) * 5}$$

$$Fc = \frac{10 * 6}{|25 - 41| * 5}$$

$$Fc = 0.75$$

**Corrección para ajuste Rango D**

$$D_{Corregido} = D * Fc$$

$$D_{\text{Corregido}} = 72.5 * 0.75$$

$$D_{\text{Corregido}} = 54.375$$

**Determinación de Rugosidad**

$$2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces } IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * 54.375$$

$$IRI = 3.154 \text{ m/km}$$

$$\checkmark \quad 2,4 < 3.154 < 15,9$$

**Figura 49**

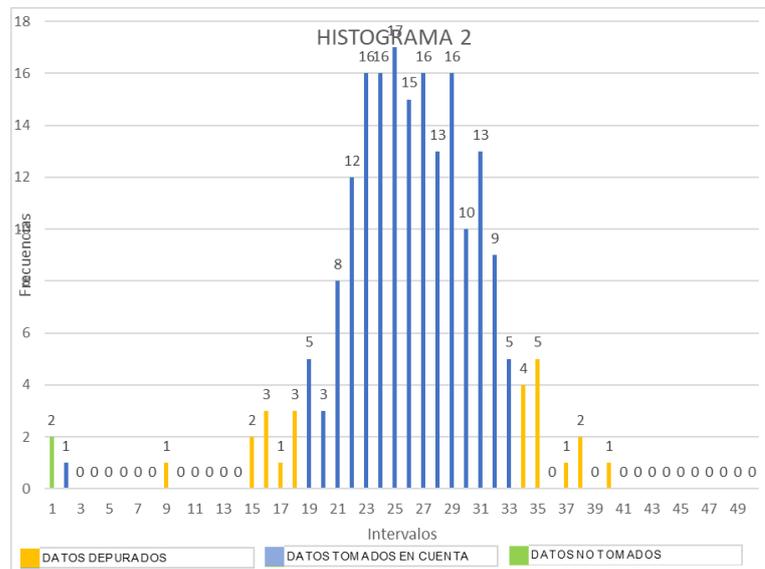
Tramo de 386m sentido norte-sur, Tramo 2 Av. Llira Ñan y Otoyá Ñan

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosímetro Merlín										
Tramo:	Norte-Sur						Ubicación:	Sur		
Operador:	Bryan Freire						Nº de ensayo:	2		
Carril:	Derecho						Fecha:	17/1/2024		
<b>Informe de resultados en Campo</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	29	28	31	29	31	32	31	24	35	32
<b>2</b>	29	29	31	32	29	33	29	29	34	33
<b>3</b>	29	33	29	27	35	33	28	30	19	32
<b>4</b>	27	31	28	31	28	30	29	32	31	31
<b>5</b>	32	31	35	31	29	31	32	34	30	30
<b>6</b>	35	28	28	29	30	32	27	30	34	33
<b>7</b>	31	25	27	21	37	15	26	16	31	40
<b>8</b>	35	25	27	34	15	18	16	23	16	30
<b>9</b>	22	23	25	25	25	24	25	25	30	27
<b>10</b>	25	22	22	27	24	22	19	23	38	32
<b>11</b>	24	1	27	27	25	29	29	21	26	30
<b>12</b>	20	21	21	28	22	30	26	26	21	26
<b>13</b>	21	27	24	26	22	2	25	23	24	28
<b>14</b>	23	25	26	26	21	27	23	27	24	25
<b>15</b>	24	26	23	27	22	22	25	38	28	23
<b>16</b>	28	25	24	24	27	29	23	26	26	23
<b>17</b>	24	21	1	19	26	24	28	22	23	28
<b>18</b>	22	26	23	24	17	29	18	22	27	22
<b>19</b>	24	27	9	19	20	28	23	25	24	23
<b>20</b>	20	18	23	19	24	26	26	25	25	23
Descripción de tipo de pavimentos: Pavimento en caliente, con presencia de daños no graves en la infraestructura vial										
Observaciones: Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor.										

Nota. Toma de Datos en el tramo de poco daño en la vía. Elaborado por: El autor.

**Figura 50**

*Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Otoyá Ñan*



*Nota.* Intervalo de frecuencias usas para determinar IRI. Elaborado por: El autor.

**Calculo del Rango D**

$$D = (15 * 5) + (0 * 5) + \left(\frac{1}{4} * 5\right)$$

$$D = 75 + 0 + 1.25$$

$$D = 76.25$$

**Factor de Corrección para ajuste Rango D**

$$Fc = \frac{Ep * 10}{(Li - Lf) * 5}$$

$$Fc = \frac{10 * 6}{|25 - 39| * 5}$$

$$Fc = 0.857$$

**Corrección para ajuste Rango D**

$$D_{Corregido} = D * Fc$$

$$D_{Corregido} = 76.25 * 0.857$$

$$D_{\text{Corregido}} = 65.357$$

**Determinación de Rugosidad**

$$2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces } IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * 65.357$$

$$IRI = 3.367 \text{ m/km}$$

$$\checkmark 2,4 < 3.367 < 15,9$$

**Figura 51**

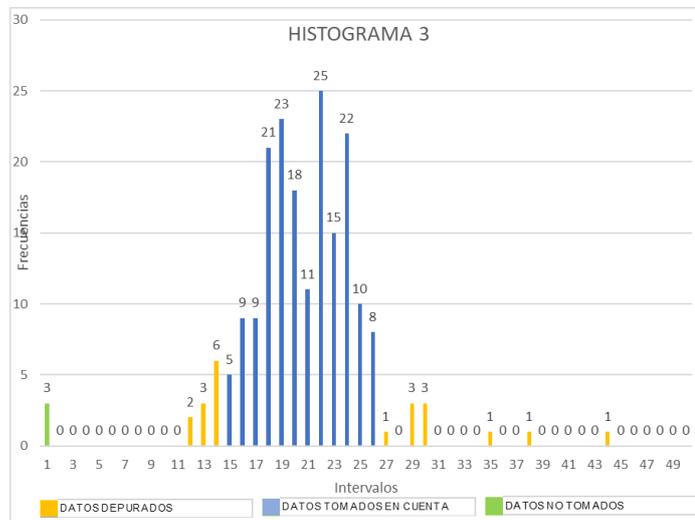
*Tramo de 386m sentido norte-sur, Tramo 3 Av. Llira Ñan y Amaru Ñan*

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosímetro Merlín										
	Tramo:	Norte-Sur					Ubicación:	Sur		
	Operador:	Bryan Freire					Nº de ensayo	3		
	Carril:	Derecho					Fecha:	17/1/2024		
Informe de resultados en Campo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	24	23	23	19	24	24	44	35	18	20
2	23	24	24	22	24	22	26	23	27	30
3	18	24	26	21	22	22	24	25	23	18
4	19	21	22	26	26	25	21	22	23	18
5	18	24	26	23	19	22	24	23	20	24
6	21	22	24	22	24	26	25	21	22	20
7	22	25	24	24	23	23	24	20	23	24
8	24	22	24	24	19	1	38	1	29	30
9	21	17	17	19	22	26	18	22	22	25
10	18	25	22	20	17	23	16	21	25	29
11	19	22	22	19	16	22	25	20	19	18
12	15	18	23	20	18	21	18	19	18	18
13	22	19	17	22	23	19	20	20	22	21
14	21	22	19	14	17	17	14	30	25	20
15	20	14	13	17	19	20	16	16	16	24
16	24	20	14	17	12	23	15	22	19	19
17	1	14	19	21	18	15	20	18	22	19
18	16	20	22	18	18	18	19	20	20	15
19	13	13	17	19	14	26	20	19	16	16
20	29	25	18	19	19	16	19	18	15	18
Descripción de tipo de pavimentos:		Pavimento en caliente, con presencia de daños no graves en la infraestructura vial								
Observaciones:		Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor.								

*Nota.* Toma de Datos en el tramo de poco daño en la vía. Elaborado por: El autor.

**Figura 52**

*Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan y Amaru Ñan*



*Nota.* Intervalo de frecuencias usas para determinar IRI. Elaborado por: El autor.

**Calculo del Rango D**

$$D = (12 * 5) + \left(\frac{5}{6} * 5\right) + (0 * 5)$$

$$D = 60 + 4.166 + 0$$

$$D = 64.166$$

**Factor de Corrección para ajuste Rango D**

$$Fc = \frac{Ep * 10}{(Li - Lf) * 5}$$

$$Fc = \frac{10 * 6}{|25 - 42| * 5}$$

$$Fc = 0.705$$

**Corrección para ajuste Rango D**

$$D_{Corregido} = D * Fc$$

$$D_{Corregido} = 64.166 * 0.705$$

$$D_{\text{Corregido}} = 45.294$$

**Determinación de Rugosidad**

$$2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces } IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * 45.294$$

$$IRI = 2.72 \text{ m/km}$$

$$\checkmark 2,4 < 2.72 < 15,9$$

**Figura 53**

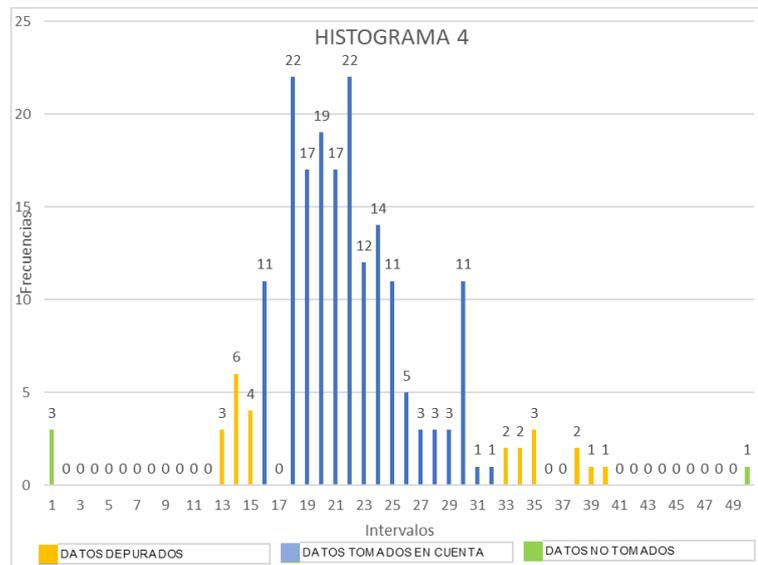
Tramo de 386m sentido norte-sur, Tramo 4 Av. Llira Ñan

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosímetro Merlin										
	Tramo:	Norte-Sur					Ubicación:	Sur		
	Operador:	Bryan Freire					Nº de ensayo	4		
	Carril:	Derecho					Fecha:	17/1/2024		
Informe de resultados en Campo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	31	27	30	22	20	25	24	24	23	18
2	19	30	23	20	24	19	24	19	25	24
3	21	16	21	16	24	18	22	18	16	24
4	22	22	16	23	21	19	21	25	18	25
5	14	19	15	18	50	18	18	14	21	26
6	16	30	13	30	39	1	23	32	38	28
7	14	13	38	35	40	16	22	34	22	29
8	1	29	1	35	35	15	24	33	22	28
9	30	25	30	18	25	20	30	18	19	29
10	21	27	19	22	20	19	21	22	16	22
11	23	22	18	18	15	20	30	30	30	14
12	30	16	25	18	24	20	25	19	23	21
13	23	20	13	20	25	22	14	33	24	20
14	19	18	24	22	21	21	20	18	26	21
15	19	19	21	20	18	22	20	16	25	22
16	22	22	20	18	21	20	20	20	26	23
17	21	18	25	14	19	23	18	16	28	22
18	19	34	18	18	21	23	24	22	27	22
19	15	24	18	22	16	21	19	20	26	23
20	22	18	19	19	20	23	20	21	26	24
Descripción de tipo de pavimentos:				Pavimento en caliente, con presencia de daños no graves en la infraestructura vial						
Observaciones:				Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor.						

Nota. Toma de Datos en el tramo de poco daño en la vía. Elaborado por: El autor.

**Figura 54**

*Histograma de Frecuencias Av. Lira Ñan*



*Nota.* Intervalo de frecuencias usas para determinar IRI. Elaborado por: El autor.

**Calculo del Rango D**

$$D = (16 * 5) + \left(\frac{1}{4} * 5\right) + \left(\frac{1}{2} * 5\right)$$

$$D = 80 + 1.25 + 2.5$$

$$D = 83.75$$

**Factor de Corrección para ajuste Rango D**

$$Fc = \frac{Ep * 10}{(Li - Lf) * 5}$$

$$Fc = \frac{10 * 6}{|25 - 42| * 5}$$

$$Fc = 0.80$$

**Corrección para ajuste Rango D**

$$D_{Corregido} = D * Fc$$

$$D_{Corregido} = 83.75 * 0.8$$

$$D_{\text{Corregido}} = 67$$

### Determinación de Rugosidad

$$2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces } IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * 67$$

$$IRI = 3.748 \text{ m/km}$$

$$\checkmark 2,4 < 3.748 < 15,9$$

**Figura 55**

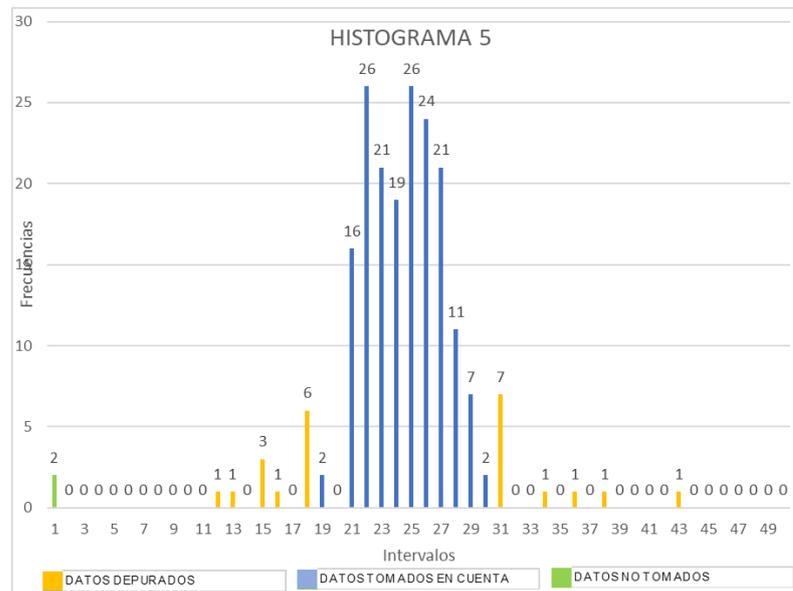
Tramo de 386m sentido norte-sur, Tramo5 Av. Llira Ñan y Condor Ñan

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosímetro Merlin										
	Tramo:	Norte-Sur					Ubicación:	Sur		
	Operador:	Bryan Freire					Nº de ensayo	5		
	Carril:	Derecho					Fecha:	17/1/2024		
Informe de resultados en Campo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	13	22	22	31	22	25	30	23	22	25
2	22	23	24	21	23	24	27	28	28	24
3	1	26	25	22	27	25	25	16	21	22
4	25	29	21	22	25	25	22	23	24	21
5	26	24	22	21	22	27	31	29	28	26
6	26	34	29	15	18	26	25	21	25	30
7	23	23	27	21	26	25	24	23	26	29
8	27	38	27	24	27	23	26	1	27	27
9	27	24	23	22	25	23	15	25	25	26
10	27	25	22	24	18	28	23	25	25	26
11	29	22	18	23	43	15	28	27	27	25
12	25	26	24	26	27	19	25	24	24	25
13	31	26	22	23	31	21	21	22	22	24
14	23	23	24	27	19	28	23	21	21	26
15	26	28	28	22	24	23	26	26	26	29
16	25	26	12	22	23	29	18	24	24	27
17	28	22	22	25	24	31	22	21	21	24
18	26	36	26	18	25	27	23	26	26	23
19	21	27	21	27	27	22	25	28	28	22
20	21	27	22	22	18	23	25	31	31	26
Descripción de tipo de pavimentos:		Pavimento en caliente, con presencia de daños no graves en la infraestructura vial								
Observaciones:		Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor.								

Nota. Toma de Datos en el tramo de poco daño en la vía. Elaborado por: El autor.

**Figura 56**

*Histograma de Frecuencias Av. Llira Ñan*



*Nota.* Intervalo de frecuencias usas para determinar IRI. Elaborado por: El autor.

**Calculo del Rango D**

$$D = (11 * 5) + \left(\frac{4}{6} * 5\right) + \left(\frac{6}{7} * 5\right)$$

$$D = 55 + 3.333 + 4.285$$

$$D = 62.619$$

**Factor de Corrección para ajuste Rango D**

$$Fc = \frac{Ep * 10}{(Li - Lf) * 5}$$

$$Fc = \frac{10 * 6}{|25 - 37| * 5}$$

$$Fc = 1$$

**Corrección para ajuste Rango D**

$$D_{Corregido} = D * Fc$$

$$D_{\text{Corregido}} = 62.619 * 1$$

$$D_{\text{Corregido}} = 62.619$$

**Determinación de Rugosidad**

$$2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces } IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * 62.619$$

$$IRI = 3.542 \text{ m/km}$$

$$\checkmark 2,4 < 3.542 < 15,9$$

**Figura 57**

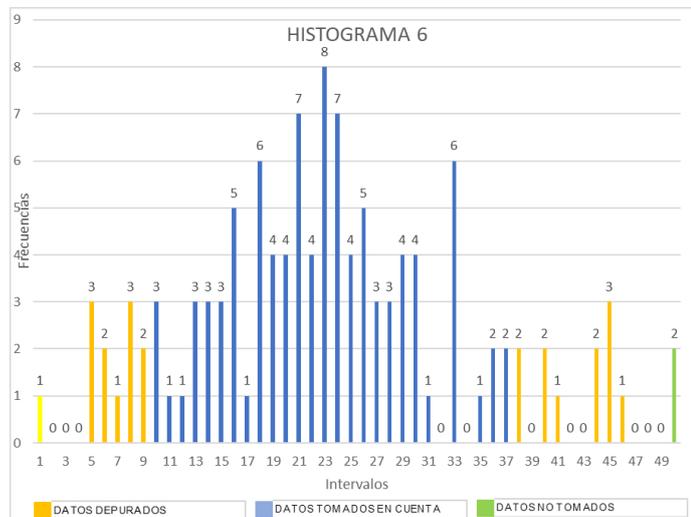
Tramo de 231.6m sentido norte-sur, Tramo5 Av. OE2

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosímetro Merlin										
	<b>Tramo:</b>	Norte-Sur					<b>Ubicación:</b>	Sur		
	<b>Operador:</b>	Bryan Freire					<b>Nº de ensayo</b>	6		
	<b>Carril:</b>	Derecho					<b>Fecha:</b>	17/1/2024		
<b>Informe de resultados en Campo</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	18	26	10	10	35	1	25	26	20	23
<b>2</b>	30	27	19	30	29	21	24	20	20	25
<b>3</b>	26	28	19	26	19	21	50	22	24	46
<b>4</b>	22	44	33	5	37	5	18	40	50	38
<b>5</b>	28	38	23	9	18	18	18	8	21	6
<b>6</b>	29	33	24	45	16	37	21	22	33	24
<b>7</b>	21	13	36	15	14	20	23	33	16	16
<b>8</b>	22	40	21	6	33	5	8	45	13	23
<b>9</b>	14	44	33	24	23	9	18	41	17	25
<b>10</b>	21	30	16	16	24	45	11	12	31	29
<b>11</b>	26	25	13	23	36	15	29	27	10	15
<b>12</b>	28	8	24	27	7	14	23	23	19	30
<b>13</b>										
<b>14</b>										
<b>15</b>										
<b>16</b>										
<b>17</b>										
<b>18</b>										
<b>19</b>										
<b>20</b>										
Descripción de tipo de pavimentos:			Pavimento en caliente, con presencia de daños muy graves en la infraestructura vial							
Observaciones:			Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor.							

Nota. Toma de Datos en el tramo de poco daño en la vía. Elaborado por: El autor.

**Figura 58**

*Histograma de Frecuencias Av. OE2*



*Nota.* Intervalo de frecuencias usas para determinar IRI. Elaborado por: El autor.

**Calculo del Rango D**

$$D = (26 * 5) + \left(\frac{1}{2} * 5\right) + \left(\frac{1}{2} * 5\right)$$

$$D = 130 + 0.5 + 0.5$$

$$D = 135$$

**Factor de Corrección para ajuste Rango D**

$$Fc = \frac{Ep * 10}{(Li - Lf) * 5}$$

$$Fc = \frac{10 * 6}{|25 - 36| * 5}$$

$$Fc = 1.09$$

**Corrección para ajuste Rango D**

$$D_{Corregido} = D * Fc$$

$$D_{Corregido} = 135 * 1.09$$

$$D_{\text{Corregido}} = 147.27$$

### ***Determinación de Rugosidad***

$$2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces } IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * 1.09$$

$$IRI = 7.529 \text{ m/km}$$

$$\checkmark \quad 2,4 < 7.529 < 15,9$$

Para los tramos desarrollados en el lado de la calzada izquierdo se lo puede apreciar en el Anexo 3. Con los datos obtenidos realizamos un promedio de las calzadas para determinar un IRI promedio.

### ***Resumen de Resultados sentido Norte-Sur***

**Tabla 28**

*Resumen de Resultados sentido norte-sur*

Tramo	Longitud (m)	Lado	Dirección	D (mm)	IRI (m/km)	Promedio
1	386	Derecho	Norte-Sur	54.375	3.154	3.217
		Izquierdo	Norte-Sur	57.058	3.28	
2	386	Derecho	Norte-Sur	65.357	3.367	3.584
		Izquierdo	Norte-Sur	68.125	3.801	
3	386	Derecho	Norte-Sur	45.294	2.72	2.806
		Izquierdo	Norte-Sur	48.823	2.892	
4	386	Derecho	Norte-Sur	67	3.748	3.8925
		Izquierdo	Norte-Sur	73.125	4.037	
5	386	Derecho	Norte-Sur	62.619	3.542	3.386
		Izquierdo	Norte-Sur	56	3.23	
6	231.6	Derecho	Norte-Sur	147.27	7.529	7.529

*Nota.* Se observa el promedio de IRI, tramo 6 solamente un solo carril. Elaborado por: El autor.

## CAPÍTULO VIII RESULTADOS FINALES

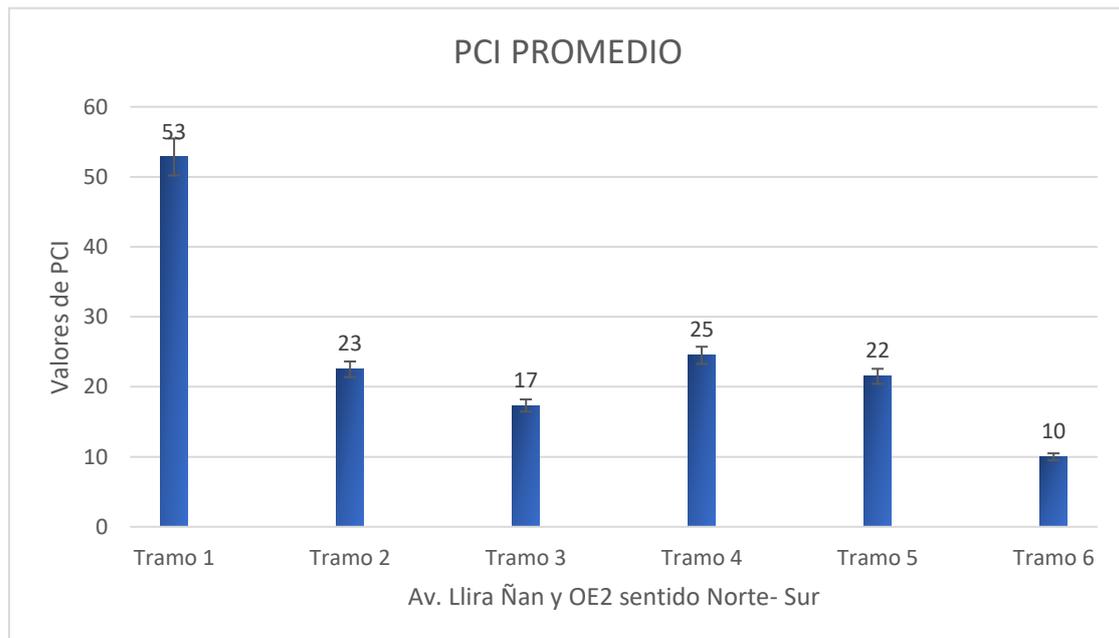
### 8.1 Análisis de Resultados

Una vez analizado la vía de estudio con sus respectivos resultados de los indicadores PCI e IRI, con los datos obtenidos se puede realizar un análisis para cada variable con el fin de presentar los parámetros estadísticos de cada uno de los tramos analizados.

En la figura 59 y 60 se puede apreciar un resumen de los datos obtenidos de PCI promedio de cada tramo en sentido sur-norte y norte sur.

**Figura 59**

*Resumen de Valores de PCI promedio sentido Norte – Sur*



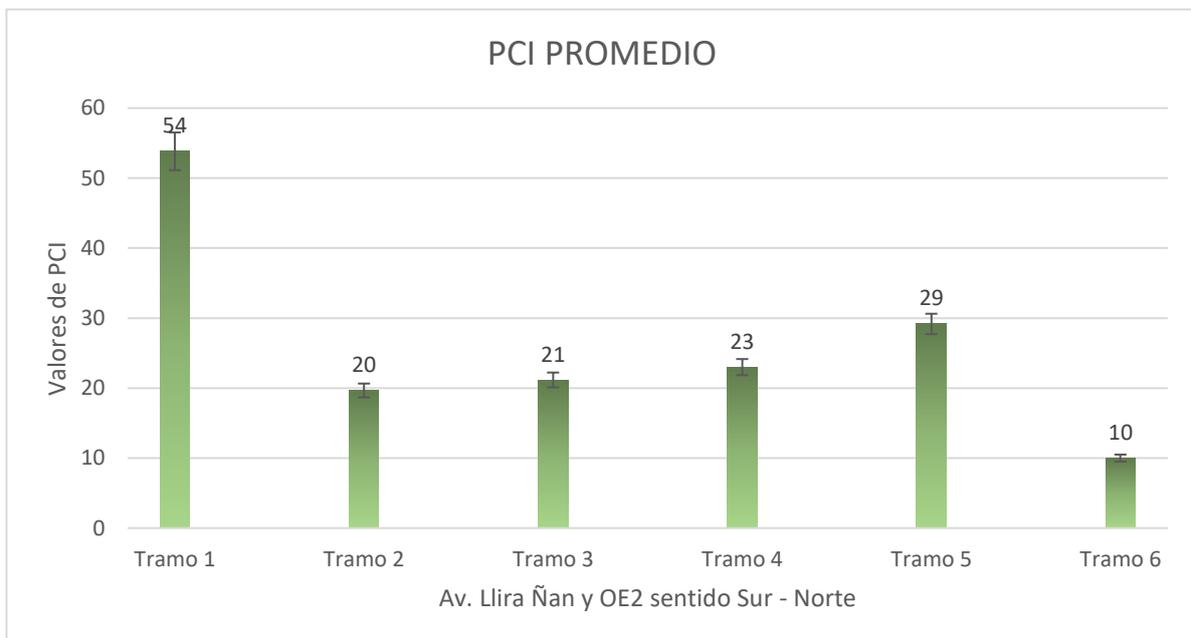
*Nota.* Se observa barras de color azul para representar los valores por tramos. Elaborado por:  
El autor.

Se puede observar el estado superficial de pavimento se encuentra en un rango variado según los tramos, puesto que en el tramo 1 el valor se encuentra en un estado “regular” según la clasificación general de la norma ASTM D6433-11, ver figura 11.

En los siguientes tramos el estado que se encuentra es “muy pobre”, por lo tanto, el tramo 6 es el de peor clasificación que se le puede otorgar, puesto que se considera un rango “fallado”, la vía en sentido sur – norte se encuentra en un estado vial superficial muy pobre de acuerdo a la normativa ASTM a excepción del tramo último que se considera fallido, esto se debe a la masiva afluencia vehicular que circula por la zona sin haber realizado ningún mantenimiento previo.

### Figura 60

Resumen de Valores de PCI promedio sentido Sur - Norte



*Nota.* Se observa barras de color verde para representar promedio de PCI para cada tramo.

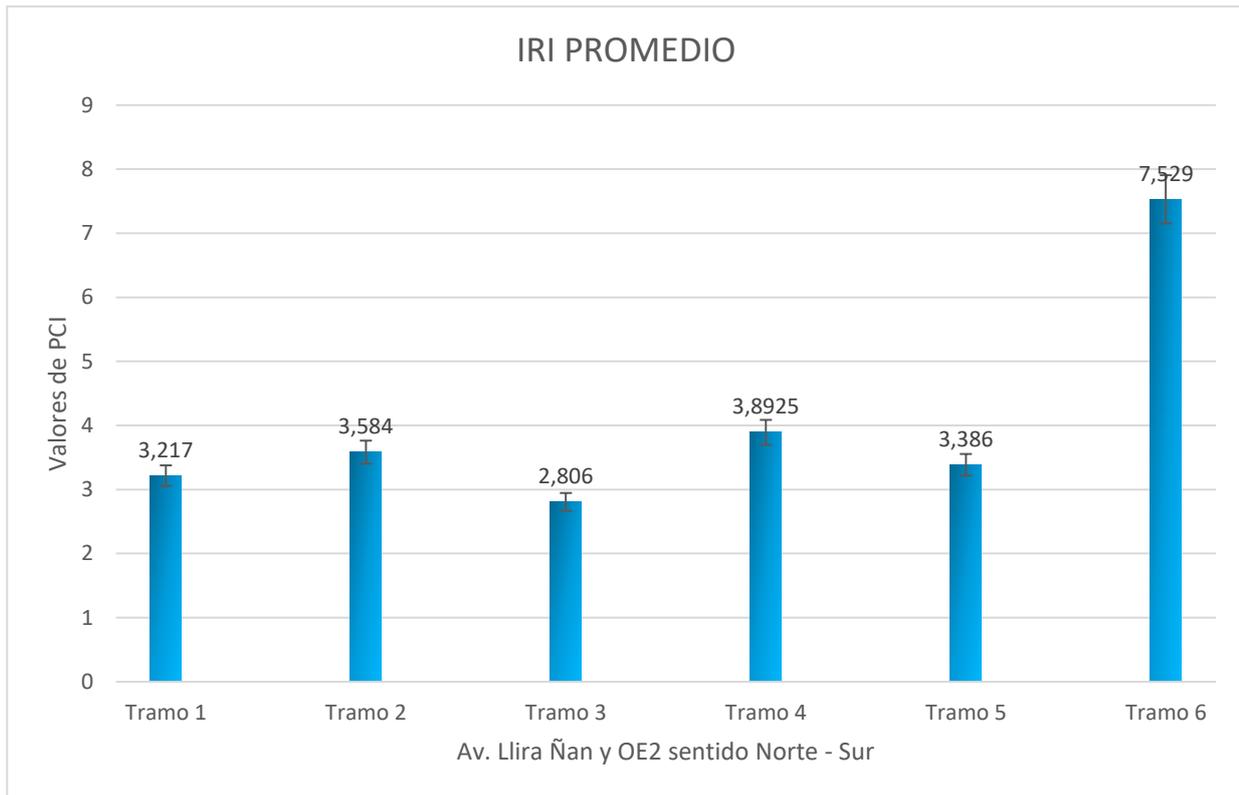
Elaborado por: El autor.

El estado superficial de la vía para el tramo 1 presenta un rango “regular” mientras que los demás tramos se encuentran en un rango “muy pobre” según la normativa ASTM, por lo tanto, la vía de estudio es similar al sentido contrario, con el mismo tramo 6 en un rango “fallado”, por esta razón, la vía se encuentra en un rango similar al anterior sentido.

En la figura 60 y 61 se puede apreciar un resumen de los datos obtenidos de IRI promedio de cada tramo en ambos sentidos

### Figura 61

*Resumen de Valores de IRI promedio sentido Norte - Sur*

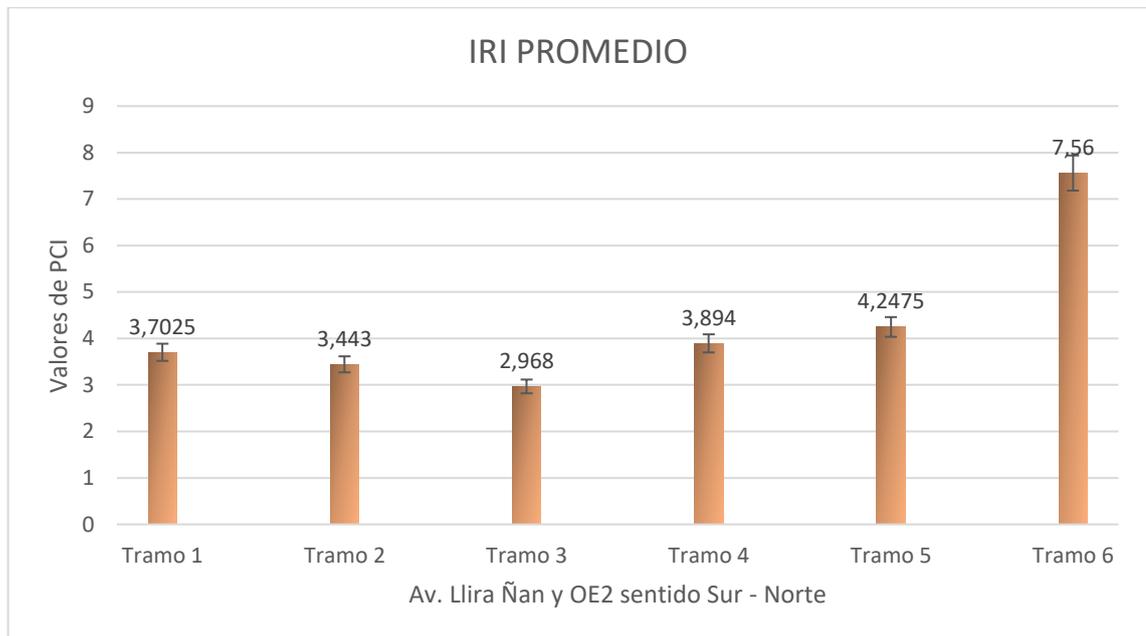


*Nota.* Se observa barras de color celeste para representar los valores promedio de IRI para cada tramo. Elaborado por: El autor.

Con los resultados obtenidos se puede determinar que la vía en los tramos es conformable hasta 100 y 120 km/h, aunque se puede observar baches poco frecuentes a lo largo de esta, a excepción del tramo 6 en el cual se puede apreciar que el tramo se encuentra en un estado deteriorado con circulación de 50 y 60 km/h, puesto que se puede observar baches ocasionales, esto según la normativa ASMT en la figura 28.

## Figura 62

### Resumen de Valores de IRI promedio sentido Sur - Norte



*Nota.* Se observa barras de color rosa para representar los valores promedio de IRI para cada tramo. Elaborado por: El autor.

La rugosidad que se encuentra a lo largo de la vía en los tramos se considera confortable entre 100 y 120 km/h con presencia de pocos baches, a excepción del tramo 6 que se encuentra en estado de circulación de 50 y 60 km/h, de igual manera se considera que para el tramo 6 en ambos sentidos el estado vial se encuentra en estado deteriorado.

## 8.2 Comparación de los Métodos Utilizados

La comparación de los indicadores PCI e IRI se determina con los datos obtenidos en campo, el método IRI se emplea de un manera más fácil, sencilla y económica como es el caso del rugosímetro merlín, mientras que el método PCI es muy utilizada siendo el método de mayor aceptación, por lo que, al momento de determinar los datos obtenidos en la vía de estudio se puede comparar estos indicadores.

El resultado de estos indicadores determinamos que en los tramos tanto sur-norte como norte sur, con los datos obtenidos en la tabla 26 de datos de PCI y las tablas 27 y 28, podemos determinar que en los tramos 1 a 5 la circulación en PCI es muy pobre, por lo que la capa superficial del pavimento no se encuentra en una condición de circulación correcta a su similar del indicador IRI que en su escala esta circulación lo considera en un 100 y 120 km/h.

Tanto el PCI e IRI en los tramos analizados, la superficie del pavimento lo considera en un estado de circulación confortable, aunque si existe tramos en los que se requiere un mantenimiento preventivo, por la presencia de afluente carga vehicular existente, que hace que la vía se vaya desgastando con el paso del tiempo.

En el tramo 6 tanto para los indicadores PCI e IRI se puede apreciar que la vía se encuentra en un estado deteriorable, la escala PCI lo considera fallado, mientras que la escala IRI lo considera de una conformidad de 50 y 60 km/h, donde se ha realizado mantenimientos que se pueden observar a simple vista, con presencia bultos de lechada a lo largo de la vía.

## CONCLUSIONES

Las fallas existentes en el pavimento flexible en la Av. Lira Ñan y OE2, como vía de estudio, mediante la visualización realiza se considera que la vía se encuentra en un estado regular de acuerdo a la normativa ASTM D 6433.

Las fallas superficiales de la vía en el lado derecho como izquierdo de ambos sentidos se puede apreciar que su condición va variando según se avanza por la vía con condiciones de 53% en estado buena en el tramo 1, los tramos siguientes 2 a 5 son condiciones de 20% en estado pobre, y el tramo 6 en condiciones de falla, puesto que a este tramo la condición de la vía se debería realizar un nuevo replanteo de vía, puesto que la vía está en pésimo estado.

Las fallas existentes a lo largo de la vía se consideran como la mayoría de piel de cocodrilo con un grado medio-alto, grietas longitudinales medias y abultamientos medios-altos, como las principales fallas existentes en la vía.

Para la evaluación de IRI se usó el rugosímetro Merlín proporcionada por la Universidad Politécnica Salesiana, en el cual para el uso de este rugosímetro es necesario tener conocimiento del uso del aparato, puesto que al momento de realizar el ensayo se debe tomar en cuenta el desfase que puede existir al momento de realizar la calibración y el ensayo puede llegar a fallar.

El servicio del pavimento del margen izquierdo de acuerdo al IRI con el rugosímetro Merlín, las condiciones analizadas en ambos sentidos no son muy satisfactorio puesto que en dicho carril las condiciones son en promedio de 4 m/km con una velocidad promedio de 100 y 120 km/h, por lo que se encuentra dentro de los parámetros determinados por la normativa en el rango de  $2.4 < IRI < 15.9$ , para vías de en pavimento flexible.

Los resultados de las correlaciones PCI e IRI en la vía, aunque se ha analizado por los mismos tramos, las correlaciones encontradas son dependientes de los mismos.

## **RECOMENDACIONES**

Los datos que se realicen al momento de analizar los intervalos se deben tomar muy en cuenta, puesto que se puede realizar tramos siempre y cuando se cumpla normativa ASTM D6433-11 para el caso de PCI, y los intervalos podrían reducirse a tramos más pequeños

Implementar planes en donde se tengan en cuenta los mantenimientos que se deben realizar en las vías dentro de DMQ, puesto que existen muchas vías en un estado deteriorable.

Tomar en cuenta la calibración del rugosímetro merlín al momento de finalizar el tramo analizado pues esto ayuda a determinar el desface que se produce al asentar el patín con el pavimento.

Usar el equipo de protección adecuado al momento de realizar los ensayos de PCI e IRI, puesto que existe afluencia vehicular donde se pudiera producir algún tipo de accidente por conductores que no respetan las señaléticas o el equipo que el personal lleva puesto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASTHO, A. A. (1992). *Diseño de Estructuras de Pavimentos*. Washington: AASTHO.
- Armijos, M., & Fernández, I. (2022). *Correlación Entre el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y Deflexiones*. [Tesis de Pregrado, Universidad Particular de Loja].  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/38525/1/Trabajo-de-Titulaci%25C3%25B3n.pdf&ved=2ahUKEwjmg4HI0raFAxUYSTABHVb8A5EQFn oECBMQAQ&usg=AOvVaw3WNeai4w21K4q6dda7RnsS>
- ASTM, A. s. (2011). *Práctica Estandar para Índice de condición de pavimento de caminos y estacionamientos*. Pensilvania: ASTM Internacional .
- Calderon, J., Sánchez, J., & Viana, W. (2008). *Determinación del Índice de Rugosidad Internacional de Pavimentos usando el Perfilómetro*. [Tesis de Pregrado, Universidad de El Salvador].  
<https://repositorio.ues.edu.sv/items/c7e878c2-abb6-4e0f-907c-6e44eb352ba0>
- Chaluisa, E., & Estevez, D. (2023). *Diseño, Elaboración e Implementación de un “Rugosímetro Merlín” en el Laboratorio de Pavimentos de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito, Campus Sur*. [Tesis de Pregrado, Universidad Politecnica Salesiana].  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25106/1/TTS1316.pdf>
- Chango Periche, E. (2019). *Implementación del Proceso de Conservación de la Estructura de la Capa de Rodadura de la Vía quero - Salasaca en el Tramo km 3 + 600 hasta km 6 + 780 de la Provincia de Tungurahua*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30018/1/Tesis%20I.%20C.%201336%20-%20Chango%20Periche%20Erica%20Targelia.pdf>
- Chaparro Andrade, F. (2020). *Importancia de los Sumideros, su Funcionamiento y Diseño en Redes de Alcantarillado caso de Estudio Sector Nororiental Tunja*. [Tesis de Pregrado, Universidad Santo Tomás].  
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33896>
- Colcha Guashpa, V. (2022). *Aplicación del Método PSI y Modelo Servqual para la Valoración Técnica de las Vías de Segundo Orden del Cantón Guano*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo].  
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8998>
- Gavilanes Pérez, S. (2023). *Evaluación de las Vías Urbanas en el Cantón Ambato del Sector Comprendido entre la Avenida Real Audiencia de Quito, Avenida Bolivariana, Avenida Galo Vela y Calle Sócrates*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37506/1/Tesis%20I.C.%201702%200-%20Gavilanes%20P%20c3%20a9rez%20Susana%20Daniela.pdf>

- Irigoyen, J. (2016). *Identificación de Fallas en Pavimentos y Técnicas de Reparación*. Republica Dominicana: Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos.
- Jarrín Coral, I. (2019). *Aplicación del modelo HDM-4 en el análisis y evaluación de las alternativas para el mantenimiento vial de Avenida Cristóbal Colón, Quito*. [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador].  
<https://repositorio.puce.edu.ec/items/15c26f56-015d-4a5e-b582-9ac11e3e77c4>
- Landázuri, D., & Mejía, K. (2022). *Guía práctica para la aplicación del modelo hdm4 (Highway Development and Management), en el análisis y evaluación de las alternativas enfocadas al mantenimiento vial en la avenida Isabel la Católica con un recorrido de 1.115 km en el Distrito Metropolitana*. [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22083>
- Moreno Armijos, G. (2007). *Cálculo de los factores de mayoración del tráfico promedio diario anual (TPDA) partiendo de la información estadística del tramo de la carretera del grupo No.2 Alóag, Latacunga, Ambato, Riobamba, concesionado a Panavial y a mediciones de tráfico en estaci*. [Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica del Ejército].  
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/1571?show=full>
- Moyano Raygada, M. (2020). *Procedimiento para determinar el Índice de Rugosidad Internacional con una aplicación móvil en Piura*. [Tesis de Pregrado, Universidad Piura].  
<https://pirhua.udep.edu.pe/items/3fc00817-0f28-499f-a9e6-0397f5037552>
- MTOP. (2003). *Normas de diseño geometrico de carreteras*. Quito: MOP.
- Normas de diseño de Carreteras MOP, M. (2003). Normas de diseño de Carreteras MOP. P.13.
- Pereyra Herrera, Y. (2017). *Informe de Rugosidad en Pavimentos*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].  
[https://www.academia.edu/34103916/INFORME\\_RUGOSIDAD\\_EN\\_PAVIMENTOS](https://www.academia.edu/34103916/INFORME_RUGOSIDAD_EN_PAVIMENTOS)
- Ponce, V. (2017). *DRENAJE DE CARRETERAS - B . COLOMBIA*.  
[https://www.academia.edu/7766665/Manual\\_de\\_drenaje\\_para\\_carreteras](https://www.academia.edu/7766665/Manual_de_drenaje_para_carreteras)
- Tingal Limay, H. (2021). *Análisis del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de la Superficie del Pavimento Flexible de la Vía Cajamarca – Baños del Inca, utilizando el Rugosímetro de Berlín*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4366/TESIS%20-%20Sustentacion%20Publica.pdf?sequence=1>
- Ventura Espinal, J., & Alvarenga, E. (2005). *Determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI)*. El Salvador: Ministerio de Obras Públicas, Transporte, y de Vivienda y Desarrollo Urbano.
- Vidal Sánchez, E. (2012). *Propuesta de la Clasificación de Vehículos, Unidades de Carga, Carrocerías y Configuración, para el Transporte de Carga y Pasajeros por Carretera*. Ecuador-Colombia-Bolivia-Perú: Andestad.

## ANEXOS

## Anexo 1: Conteo de vehículos por tramos

<b>CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 1</b>						
OPERADOR: Bryan Freire				SENTIDO: Sur - Norte		
UBICACIÓN: Av. Lira Ñan y Av. Oe2				DIA: Lunes		
NUMERO DE CARRILES: 1						
FECHA	HORAS		VEHÍCULOS LIVIANOS	BUS	CAMIONES	TOTAL
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	117	8	2	127
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	209	9	10	228
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	223	8	9	240
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	248	9	11	268
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	241	9	16	266
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	250	9	18	277
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	279	10	10	299
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	268	10	16	294
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	264	10	20	294
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	246	12	26	284
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	256	8	29	293
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	285	8	14	307
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	269	7	10	286
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	265	6	5	276
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	185	5	1	191
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

<b>CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 1</b>						
OPERADOR: Bryan Freire				SENTIDO: Norte - Sur		
UBICACIÓN: Av. Lira Ñan y Av. Oe2				DIA: Lunes		
NUMERO DE CARRILES: 1						
FECHA	HORAS		AUTOMOVIL	BUS	CAMION 2 EJES	TOTAL
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	173	7	11	191
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	195	8	8	211
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	184	8	12	204
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	186	8	15	209
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	206	8	15	229
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	207	8	18	233
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	232	10	20	262
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	239	10	25	274
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	226	10	27	263
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	224	10	24	258
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	210	10	20	240
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	216	8	12	236
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	176	7	9	192
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	153	4	4	161
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	115	1	1	117
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

<b>CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 1</b>						
OPERADOR: Bryan Freire				SENTIDO: Ambos		
UBICACIÓN: Av. Llira Ñan y Av. Oe2				DIA: Lunes		
NUMERO DE CARRILES: 2						
FECHA	HORAS		AUTOMOVIL	BUS	CAMION 2 EJES	TOTAL
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	290	15	13	318
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	404	17	18	439
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	407	16	21	444
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	434	17	26	477
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	447	17	31	495
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	457	17	36	510
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	511	20	30	561
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	507	20	41	568
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	490	20	47	557
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	470	22	50	542
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	466	18	49	533
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	501	16	26	543
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	445	14	19	478
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	418	10	9	437
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	300	6	2	308
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

<b>CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 1</b>						
OPERADOR: Bryan Freire				SENTIDO: Ambos		
UBICACIÓN: Av. Llira Ñan y Av. Oe2				DIA: Lunes		
NUMERO DE CARRILES: 2						
FECHA	HORAS		AUTOMOVIL	BUS	CAMION 2 EJES	TOTAL
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	2030	105	91	2226
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	2828	119	126	3073
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	2849	112	147	3108
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	3038	119	182	3339
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	3129	119	217	3465
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	3199	119	252	3570
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	3577	140	210	3927
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	3549	140	287	3976
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	3430	140	329	3899
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	3290	154	350	3794
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	3262	126	343	3731
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	3507	112	182	3801
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	3115	98	133	3346
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	2926	70	63	3059
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	2100	42	14	2156
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

**CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 3**

OPERADOR: Bryan Freire				SENTIDO: Sur - Norte		
UBICACIÓN: Av. Lira Ñan y Av. Oe2				DIA: Lunes		
NUMERO DE CARRILES: 1						
FECHA	HORAS		VEHÍCULOS LIVIANOS	BUS	CAMIONES	TOTAL
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	117	8	2	127
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	209	9	10	228
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	223	8	9	240
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	248	9	11	268
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	241	9	16	266
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	250	9	18	277
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	279	10	10	299
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	268	10	16	294
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	264	10	20	294
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	246	12	26	284
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	256	8	29	293
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	285	8	14	307
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	269	7	10	286
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	265	6	5	276
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	185	5	1	191
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

**CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 3**

OPERADOR: Bryan Freire				SENTIDO: Norte - Sur		
UBICACIÓN: Av. Lira Ñan y Av. Oe2				DIA: Lunes		
NUMERO DE CARRILES: 1						
FECHA	HORAS		VEHÍCULOS LIVIANOS	BUS	CAMIONES	TOTAL
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	173	7	11	191
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	195	8	8	211
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	184	8	12	204
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	186	8	15	209
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	206	8	15	229
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	207	8	18	233
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	232	10	20	262
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	239	10	25	274
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	226	10	27	263
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	224	10	24	258
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	210	10	20	240
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	216	8	12	236
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	176	7	9	192
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	153	4	4	161
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	115	1	1	117
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 3						
OPERADOR: Bryan Freire				SENTIDO: Ambos		
UBICACIÓN: Av. Llira Ñan y Av. Oe2				DIA: Lunes		
NUMERO DE CARRILES: 2						
FECHA	HORAS		VEHÍCULOS LIVIANOS	BUS	CAMIONES	TOTAL
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	290	15	13	318
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	404	17	18	439
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	407	16	21	444
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	434	17	26	477
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	447	17	31	495
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	457	17	36	510
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	511	20	30	561
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	507	20	41	568
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	490	20	47	557
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	470	22	50	542
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	466	18	49	533
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	501	16	26	543
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	445	14	19	478
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	418	10	9	437
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	300	6	2	308
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 3						
OPERADOR: Bryan Freire				SENTIDO: Ambos		
UBICACIÓN: Av. Llira Ñan y Av. Oe2				DIA: Lunes		
NUMERO DE CARRILES: 2						
FECHA	HORAS		VEHÍCULOS LIVIANOS	BUS	CAMIONES	TOTAL
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	2030	105	91	2226
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	2828	119	126	3073
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	2849	112	147	3108
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	3038	119	182	3339
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	3129	119	217	3465
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	3199	119	252	3570
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	3577	140	210	3927
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	3549	140	287	3976
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	3430	140	329	3899
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	3290	154	350	3794
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	3262	126	343	3731
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	3507	112	182	3801
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	3115	98	133	3346
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	2926	70	63	3059
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	2100	42	14	2156
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

**CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 4**

OPERADOR: Bryan Freire			SENTIDO: Sur - Norte			
UBICACIÓN: Av. Llira Ñan y Av. Oe2			DIA: Lunes			
NUMERO DE CARRILES: 1						
FECHA	HORAS		VEHÍCULOS LIVIANOS	BUS	CAMIONES	TOTAL
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	117	8	2	127
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	209	9	10	228
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	223	8	9	240
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	248	9	11	268
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	241	9	16	266
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	250	9	18	277
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	279	10	10	299
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	268	10	16	294
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	264	10	20	294
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	266	12	26	304
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	256	8	29	293
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	285	8	14	307
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	269	6	10	285
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	265	6	5	276
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	185	4	1	190
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

**CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 4**

OPERADOR: Bryan Freire			SENTIDO: Norte - Sur			
UBICACIÓN: Av. Llira Ñan y Av. Oe2			DIA: Lunes			
NUMERO DE CARRILES: 1						
FECHA	HORAS		VEHÍCULOS LIVIANOS	BUS	CAMIONES	TOTAL
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	106	8	4	118
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	185	8	8	201
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	201	8	12	221
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	223	8	15	246
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	220	9	15	244
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	255	8	18	281
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	269	9	20	298
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	229	9	21	259
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	223	9	27	259
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	212	9	21	242
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	216	9	20	245
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	173	8	12	193
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	148	6	9	163
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	141	3	4	148
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	118	3	1	122
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

<b>CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 4</b>						
OPERADOR: Bryan Freire				SENTIDO: Ambos		
UBICACIÓN: Av. Lira Ñan y Av. Oe2				DIA: Lunes		
NUMERO DE CARRILES: 2						
FECHA	HORAS		VEHÍCULOS LIVIANOS	BUS	CAMIONES	TOTAL
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	223	16	6	245
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	394	17	18	429
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	424	16	21	461
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	471	17	26	514
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	461	18	31	510
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	505	17	36	558
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	548	19	30	597
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	497	19	37	553
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	487	19	47	553
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	478	21	47	546
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	472	17	49	538
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	458	16	26	500
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	417	12	19	448
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	406	9	9	424
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	303	7	2	312
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

<b>CONTEO MANUAL DE VEHÍCULOS ESTACIÓN 4</b>						
OPERADOR: Bryan Freire				SENTIDO: Ambos		
UBICACIÓN: Av. Lira Ñan y Av. Oe2				DIA: 7 Dias Contados		
NUMERO DE CARRILES: 2						
FECHA	HORAS		VEHÍCULOS LIVIANOS	BUS	CAMIONES	TOTAL
6/11/2023	0:00:00	1:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	1:00:00	2:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	2:00:00	3:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	3:00:00	4:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	4:00:00	5:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	5:00:00	6:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	6:00:00	7:00:00	1702	105	148	1955
6/11/2023	7:00:00	8:00:00	2690	106	166	2962
6/11/2023	8:00:00	9:00:00	2830	104	201	3135
6/11/2023	9:00:00	10:00:00	3124	107	247	3478
6/11/2023	10:00:00	11:00:00	3250	111	288	3649
6/11/2023	11:00:00	12:00:00	3561	112	345	4018
6/11/2023	12:00:00	13:00:00	3781	122	359	4262
6/11/2023	13:00:00	14:00:00	3625	123	383	4131
6/11/2023	14:00:00	15:00:00	3759	118	423	4300
6/11/2023	15:00:00	16:00:00	3609	128	402	4139
6/11/2023	16:00:00	17:00:00	3518	107	360	3985
6/11/2023	17:00:00	18:00:00	3288	95	253	3636
6/11/2023	18:00:00	19:00:00	3056	84	190	3330
6/11/2023	19:00:00	20:00:00	2598	78	118	2794
6/11/2023	20:00:00	21:00:00	2096	57	74	2227
6/11/2023	21:00:00	22:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	22:00:00	23:00:00	0	0	0	0
6/11/2023	23:00:00	23:59:59	0	0	0	0

## Anexo 2: Hoja de datos para sentido sur-norte

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosimetro Merlin										
	<b>Tramo:</b>	Sur - Norte					<b>Ubicación:</b>	Sur		
	<b>Operador:</b>	Bryan Freire					<b>Nº de ensayo:</b>	2		
	<b>Carril:</b>	Izquierdo					<b>Fecha:</b>	16/1/2024		
Informe de resultados en Campo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	27	21	21	18	21	22	37	37	2
2	23	27	20	27	26	22	19	28	28	23
3	24	36	25	17	27	27	21	25	25	24
4	28	19	21	26	29	34	15	26	26	21
5	24	25	11	21	23	29	25	23	23	30
6	25	28	28	21	29	26	22	25	25	17
7	22	26	23	27	21	28	20	20	20	25
8	31	25	21	23	32	20	27	21	21	20
9	24	25	26	25	27	17	28	23	23	22
10	29	21	16	22	45	13	22	27	27	33
11	26	24	21	23	12	28	12	24	24	11
12	27	23	22	20	22	35	25	24	24	26
13	26	37	27	23	27	22	23	1	27	22
14	23	22	27	19	26	26	24	22	25	24
15	25	34	29	2	13	25	25	20	24	30
16	25	23	21	19	22	27	33	29	28	25
17	24	29	20	21	24	24	20	22	23	22
18	1	26	24	22	27	24	24	14	20	21
19	26	26	23	20	22	23	26	28	28	23
20	10	21	22	31	21	24	34	22	22	24
<b>Descripcion de tipo de pavimentos:</b>		Pavimento en caliente, con presencia de agrietamientos en la infraestructura vial								
<b>Observaciones:</b>		Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor								

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosimetro Merlin										
	<b>Tramo:</b>	Sur - Norte					<b>Ubicación:</b>	Sur		
	<b>Operador:</b>	Bryan Freire					<b>Nº de ensayo:</b>	3		
	<b>Carril:</b>	Izquierdo					<b>Fecha:</b>	16/1/2024		
Informe de resultados en Campo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26	17	21	27	23	18	24	25	23	25
2	19	29	15	26	20	28	23	24	23	24
3	23	27	21	21	25	28	28	26	31	26
4	27	27	29	15	23	28	27	27	26	21
5	26	26	22	21	25	24	24	24	25	31
6	23	23	25	24	22	26	24	20	24	24
7	23	29	29	26	25	25	24	22	30	16
8	28	24	14	24	30	26	18	27	27	22
9	39	19	29	22	28	24	29	23	21	27
10	28	26	22	20	13	24	36	33	37	10
11	25	32	23	26	24	23	27	26	19	25
12	35	30	35	22	30	24	35	22	22	25
13	1	34	1	34	50	16	29	42	26	1
14	18	14	38	39	39	20	26	22	26	41
15	20	33	14	36	38	1	28	40	40	22
16	18	23	17	21	21	22	22	18	25	25
17	26	26	20	28	25	23	25	30	21	23
18	25	19	25	20	29	27	26	21	19	24
19	27	37	28	22	28	23	28	22	28	24
20	36	32	33	27	24	30	28	28	31	19
<b>Descripcion de tipo de pavimentos:</b>		Pavimento en caliente, con presencia de agrietamientos en la infraestructura vial								
<b>Observaciones:</b>		Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor, el valor 50 es por reductor de velocidad								

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosimetro Merlin										
	<b>Tramo:</b>	Sur - Norte						<b>Ubicación:</b>	Sur	
	<b>Operador:</b>	Bryan Freire						<b>Nº de ensayo</b>	4	
	<b>Carril:</b>	Izquierdo						<b>Fecha:</b>	16/1/2024	
<b>Informe de resultados en Campo</b>										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	34	30	22	23	23	20	21	19	17	22
2	12	19	21	22	18	31	24	23	20	16
3	21	24	26	21	22	22	27	25	24	12
4	1	18	25	25	22	14	24	22	27	27
5	29	24	19	21	13	28	10	26	23	22
6	24	18	15	21	23	24	19	19	15	28
7	25	26	23	17	21	21	21	35	32	16
8	27	23	21	26	28	23	23	24	26	25
9	20	22	28	24	22	25	21	23	22	21
10	24	26	26	24	20	26	30	24	23	22
11	23	32	26	25	21	28	18	25	30	34
12	25	22	21	23	26	31	21	26	26	33
13	29	27	30	29	27	1	30	1	34	35
14	26	30	27	29	29	28	28	24	28	33
15	25	27	30	26	33	31	29	25	25	25
16	23	28	31	28	23	26	28	28	24	27
17	24	25	27	31	27	32	25	27	28	22
18	23	29	31	25	26	26	28	30	27	22
19	27	29	29	26	29	27	31	28	30	36
20	29	28	28	23	29	29	30	31	22	24
Descripción de tipo de pavimentos: Pavimento en caliente, con presencia de agrietamientos en la infraestructura vial										
Observaciones: Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor, el valor 50 es por reductor de velocidad										

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosimetro Merlin										
	<b>Tramo:</b>	Sur - Norte						<b>Ubicación:</b>	Sur	
	<b>Operador:</b>	Bryan Freire						<b>Nº de ensayo</b>	5	
	<b>Carril:</b>	Izquierdo						<b>Fecha:</b>	16/1/2024	
<b>Informe de resultados en Campo</b>										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26	29	24	26	30	31	30	31	31	29
2	31	28	33	26	28	29	29	31	30	19
3	30	31	31	30	23	34	19	18	32	28
4	28	25	1	25	31	30	32	28	29	32
5	20	30	30	30	32	35	29	30	30	38
6	32	29	29	32	29	24	18	46	33	29
7	26	29	32	31	28	32	29	33	27	30
8	30	38	30	31	29	32	32	29	30	33
9	28	24	26	33	28	36	30	31	26	30
10	31	1	33	32	31	34	36	26	31	35
11	33	29	29	29	30	28	25	29	44	37
12	29	28	31	34	31	30	31	31	36	32
13	45	24	30	42	22	22	21	29	17	35
14	37	36	32	26	44	21	31	21	36	48
15	39	34	35	36	37	40	33	35	20	39
16	40	40	43	34	35	37	37	34	35	35
17	32	34	33	41	34	36	35	39	37	37
18	37	42	36	32	44	27	33	36	24	19
19	36	35	39	27	40	40	36	37	37	40
20	35	39	39	36	27	41	38	30	41	39
Descripción de tipo de pavimentos: Pavimento en caliente, con presencia de agrietamientos en la infraestructura vial										
Observaciones: Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor										

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosimetro Merlin										
	<b>Tramo:</b>	Sur - Norte						<b>Ubicación:</b>	Sur	
	<b>Operador:</b>	Bryan Freire						<b>Nº de ensayo</b>	6	
	<b>Carril:</b>	Izquierdo						<b>Fecha:</b>	16/1/2024	
<b>Informe de resultados en Campo</b>										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	29	31	30	31	33	33	33	36	33	33
2	29	31	34	29	26	36	31	38	30	35
3	36	23	28	24	27	26	25	26	27	26
4	28	20	18	28	22	28	22	21	28	25
5	27	26	26	22	24	14	23	28	28	32
6	30	19	28	26	22	20	23	22	21	26
7	33	18	40	27	32	28	23	25	35	29
8	27	22	21	26	29	27	33	14	29	25
9	30	23	32	37	25	30	30	34	27	23
10	29	25	25	29	32	24	18	37	23	19
11	32	30	30	26	22	24	35	28	32	24
12	24	1	23	36	31	32	31	18	19	19
13	29	15	21	40	34	38	32	38	30	17
14	19	39	11	19	34	21	25	22	19	23
15	29	30	12	28	23	31	33	24	25	25
16	15	20	10	22	18	32	41	1	20	28
17	18	24	1	17	27	34	14	17	21	26
18	16	31	21	24	21	24	28	25	20	29
19	25	21	26	35	25	18	28	20	21	31
20	23	28	26	25	27	26	29	28	25	19
<b>Descripcion de tipo de pavimentos:</b>			Pavimento en caliente, con presencia de daños no graves en la infraestructura vial							
<b>Observaciones:</b>			Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor, el valor 50 monticulo exesivo de relleno en el pavimento							

Tramo	Longitud (m)	Lado	Dirección	D (mm)	IRI (m/km)
2	386	Izquierdo	Sur - Norte	69.375	3.86
3	386	Izquierdo	Sur - Norte	85.714	4.63
4	386	Izquierdo	Sur - Norte	55.625	3.212
5	386	Izquierdo	Sur - Norte	66.11	3.706
6	386	Izquierdo	Sur - Norte	65.588	3.682

### Anexo 3: Hoja de datos para sentido norte-sur

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosimetro Merlín										
	<b>Tramo:</b>	Norte-Sur						<b>Ubicación:</b>	Sur	
	<b>Operador:</b>	Bryan Freire						<b>Nº de ensayo:</b>	2	
	<b>Carril:</b>	Izquierdo						<b>Fecha:</b>	17/1/2024	
<b>Informe de resultados en Campo</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	22	20	25	21	26	29	29	28	28	25
<b>2</b>	26	30	16	21	22	31	25	28	26	25
<b>3</b>	24	29	25	26	19	32	20	24	30	27
<b>4</b>	26	23	1	21	29	26	31	24	25	31
<b>5</b>	31	28	26	26	30	32	25	29	29	25
<b>6</b>	26	29	25	30	24	27	28	42	31	25
<b>7</b>	27	27	29	29	23	30	27	30	27	28
<b>8</b>	23	30	26	29	27	15	28	25	26	31
<b>9</b>	22	23	23	31	24	33	29	29	23	29
<b>10</b>	26	1	30	30	28	32	32	23	29	33
<b>11</b>	28	24	24	30	26	27	21	25	42	35
<b>12</b>	27	25	28	28	28	26	28	27	33	30
<b>13</b>	39	27	30	37	17	20	18	25	18	33
<b>14</b>	34	28	30	23	41	17	29	18	34	44
<b>15</b>	38	31	31	32	33	35	30	33	37	36
<b>16</b>	35	34	40	34	32	34	35	38	33	33
<b>17</b>	30	34	31	34	31	33	32	35	34	34
<b>18</b>	32	40	32	30	39	36	31	33	21	35
<b>19</b>	32	32	34	35	32	36	32	27	37	36
<b>20</b>	32	31	34	32	34	35	34	26	39	35
<b>Descripcion de tipo de pavimentos:</b>		Pavimento en caliente, con presencia de daños no graves en la infraestructura vial								
<b>Observaciones:</b>		Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor.								

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosimetro Merlín										
	<b>Tramo:</b>	Norte-Sur						<b>Ubicación:</b>	Sur	
	<b>Operador:</b>	Bryan Freire						<b>Nº de ensayo:</b>	3	
	<b>Carril:</b>	Izquierdo						<b>Fecha:</b>	17/1/2024	
<b>Informe de resultados en Campo</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	32	28	20	21	21	18	27	20	17	27
<b>2</b>	14	14	19	21	15	29	22	21	18	18
<b>3</b>	18	22	24	20	20	20	27	22	22	17
<b>4</b>	1	15	21	23	20	17	22	27	24	21
<b>5</b>	26	22	15	19	13	25	17	24	21	21
<b>6</b>	22	15	14	19	21	22	18	18	18	27
<b>7</b>	23	24	21	15	19	19	15	33	28	22
<b>8</b>	24	21	19	24	25	21	22	22	13	23
<b>9</b>	17	20	25	22	20	23	20	21	20	20
<b>10</b>	27	24	24	21	18	24	28	22	21	27
<b>11</b>	20	28	24	22	19	27	18	23	27	32
<b>12</b>	23	19	19	21	24	29	20	24	24	28
<b>13</b>	26	24	26	26	21	1	30	1	32	33
<b>14</b>	24	28	26	26	25	25	26	22	25	26
<b>15</b>	23	27	26	24	27	29	28	23	24	22
<b>16</b>	20	26	29	25	21	24	26	25	22	26
<b>17</b>	27	23	27	29	29	28	23	24	25	20
<b>18</b>	20	26	29	23	24	27	26	28	25	20
<b>19</b>	25	26	26	24	26	24	29	25	30	33
<b>20</b>	26	25	25	21	26	26	31	36	20	22
<b>Descripcion de tipo de pavimentos:</b>		Pavimento en caliente, con presencia de daños no graves en la infraestructura vial								
<b>Observaciones:</b>		Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor.								

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosimetro Merlin										
	<b>Tramo:</b>	Norte-Sur					<b>Ubicación:</b>	Sur		
	<b>Operador:</b>	Bryan Freire					<b>Nº de ensayo</b>	4		
	<b>Carril:</b>	Izquierdo					<b>Fecha:</b>	17/1/2024		
<b>Informe de resultados en Campo</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	24	19	21	21	22	25	22	27	29	26
<b>2</b>	16	26	20	24	18	23	21	22	29	25
<b>3</b>	21	37	19	20	23	25	26	24	30	24
<b>4</b>	23	20	28	15	21	25	19	18	31	27
<b>5</b>	24	24	22	19	23	22	22	22	29	25
<b>6</b>	21	21	23	22	20	24	22	18	28	27
<b>7</b>	21	20	26	24	23	23	22	19	29	23
<b>8</b>	25	25	13	22	28	24	15	36	26	22
<b>9</b>	33	18	27	20	26	22	28	21	25	23
<b>10</b>	25	24	20	20	17	22	33	33	33	16
<b>11</b>	23	30	21	24	22	21	23	24	18	25
<b>12</b>	33	28	33	20	28	22	33	19	21	32
<b>13</b>	1	32	1	39	39	17	26	36	24	31
<b>14</b>	16	14	42	39	44	18	24	37	24	32
<b>15</b>	19	33	14	33	43	1	25	35	42	31
<b>16</b>	15	21	17	20	27	19	20	15	23	29
<b>17</b>	25	24	18	25	23	21	23	28	20	28
<b>18</b>	23	18	23	19	26	20	24	20	18	26
<b>19</b>	21	33	25	27	26	21	26	21	28	26
<b>20</b>	34	30	33	24	27	28	26	26	25	20
Descripción de tipo de pavimentos: Pavimento en caliente, con presencia de daños no graves en la infraestructura vial										
Observaciones: Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor.										

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosimetro Merlin										
	<b>Tramo:</b>	Norte-Sur					<b>Ubicación:</b>	Sur		
	<b>Operador:</b>	Bryan Freire					<b>Nº de ensayo</b>	5		
	<b>Carril:</b>	Izquierdo					<b>Fecha:</b>	17/1/2024		
<b>Informe de resultados en Campo</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	22	30	24	24	19	25	28	34	36	29
<b>2</b>	23	31	22	30	30	24	28	31	35	21
<b>3</b>	29	40	29	20	28	30	25	29	27	25
<b>4</b>	31	24	24	28	26	34	24	23	23	26
<b>5</b>	27	29	13	24	25	32	19	26	26	30
<b>6</b>	27	31	31	24	26	25	29	29	29	32
<b>7</b>	25	25	26	30	21	35	25	22	23	27
<b>8</b>	33	29	27	25	36	23	23	24	24	26
<b>9</b>	28	29	26	29	30	21	28	26	26	27
<b>10</b>	32	24	20	25	35	17	31	30	30	28
<b>11</b>	30	27	24	26	20	31	25	28	28	29
<b>12</b>	30	26	25	24	28	25	17	27	28	29
<b>13</b>	27	42	30	26	30	25	29	1	30	30
<b>14</b>	25	25	30	23	29	28	26	25	29	32
<b>15</b>	29	37	32	17	15	29	28	23	28	33
<b>16</b>	29	26	27	23	24	30	33	32	31	27
<b>17</b>	28	32	23	24	28	28	24	25	26	22
<b>18</b>	1	27	28	27	31	27	28	18	23	21
<b>19</b>	24	25	26	23	25	26	30	31	31	26
<b>20</b>	14	24	21	34	24	28	33	25	24	28
Descripción de tipo de pavimentos: Pavimento en caliente, con presencia de daños no graves en la infraestructura vial										
Observaciones: Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor.										

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA										
LABORATORIO DE PAVIMENTOS										
Rugosímetro Merlin										
	<b>Tramo:</b>	Norte-Sur						<b>Ubicación:</b>	Sur	
	<b>Operador:</b>	Bryan Freire						<b>Nº de ensayo</b>	6	
	<b>Carril:</b>	Izquierdo						<b>Fecha:</b>	17/1/2024	
<b>Informe de resultados en Campo</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	31	9	26	30	8	15	25	25	21	33
<b>2</b>	29	28	14	25	40	17	32	30	11	17
<b>3</b>	23	33	18	18	26	50	12	13	34	32
<b>4</b>	15	48	36	26	25	10	20	45	19	28
<b>5</b>	24	44	23	7	36	6	9	50	14	25
<b>6</b>	23	14	40	17	15	22	25	36	18	18
<b>7</b>	32	36	26	50	18	41	23	24	36	26
<b>8</b>	31	42	25	10	20	20	20	9	23	7
<b>9</b>	24	48	36	6	41	6	20	44	55	42
<b>10</b>	29	31	21	29	21	23	55	24	26	51
<b>11</b>	33	30	21	33	32	23	26	22	22	28
<b>12</b>	20	29	11	11	39	1	28	29	22	25
<b>13</b>										
<b>14</b>										
<b>15</b>										
<b>16</b>										
<b>17</b>										
<b>18</b>										
<b>19</b>										
<b>20</b>										
Descripción de tipo de pavimentos:			Pavimento en caliente, con presencia de daños muy graves en la infraestructura vial							
Observaciones:			Los valores de 1 se evidencia la presencia de sumideros de rejilla por lo que el lector marca dicho valor.							

Tramo	Longitud (m)	Lado	Dirección	D (mm)	IRI (m/km)
1	386	Izquierdo	norte-sur	57.058	3.28
2	386	Izquierdo	norte-sur	68.125	3.801
3	386	Izquierdo	norte-sur	48.823	2.892
4	386	Izquierdo	norte-sur	73.125	4.037
5	386	Izquierdo	norte-sur	56	3.23



VALUACIÓN ESTRUCTURAL		RELEVAMIENTO DE DAÑOS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES						
Principal: Av. De2 Secundaria:		<b>Código Tramo</b>	6.3					
		<b>LONGITUD:</b>	50 metros	<b>ANCHO CALZADA</b>	3.03	<b>ÁREA</b>	151.5 m <sup>2</sup>	
		<b>FECHA:</b>	20/2/2024					
		<b>INICIO-FIN:</b>	2+030 +- 1+980					
		<b>EVAL:</b>	Bryan Freire					
DAÑOS EN EL PAVIMENTO							Severidad	
1. Piel de Cocodrilo	7. Fisura de Borde	13. Bache	w/19. Desgaste				<b>BAJA</b> Low "L" <b>MEDIA</b> Medium "I" <b>ALTA</b> High "H"	
2. Exudación	8. Fisura por reflexión	14. Cruce de Ferrocarril	19. Desprendimientos de agregados					
3. Fisura en Bloque	9. Fisura Piel Cocodrilo	15. Ahuellamiento	N° de Muestras 3 / 4					
4. Bultos y Hudimientos	10. Fisuras long / transver	16. Desplazamiento						
5. Corrugación	11. Parche	17. Fisura por deslizamien						
6. Depresión	12. Agregado pulido	18. Hinchamiento						
NO.Ord	PROGRESIV.	TIPO DE	NIVEL DE SEVERID	DIMENSIONES (m) Ancho x Long	Total	LOCALIZACIÓN		OBSERVACIONES
1		1	M	(1.75*1.95)+(1.4*0.6)	4.2525	*	*	
2		1	H	(1.2*1.4)+(1.3*1.1)	3.11		*	
3		4	M	(0.7*1.2)+(1.7*1.38)	3.19		*	
4		4	H	(0.8*0.4)+(0.8*1.10)	1.20		*	
5		11	M	(8.58*2.89)+(7.89*1.3)+(8.24*2.58)	56.31	*	*	
6		13	M	(0.2*0.8)+(0.7*0.3)	0.37		X	
7								
8								
9								
10								

VALUACIÓN ESTRUCTURAL		RELEVAMIENTO DE DAÑOS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES						
Principal: Av. De2 Secundaria:		<b>Código Tramo</b>	6.4					
		<b>LONGITUD:</b>	50 metros	<b>ANCHO CALZADA</b>	6.1	<b>ÁREA</b>	305 m <sup>2</sup>	
		<b>FECHA:</b>	20/2/2024					
		<b>INICIO-FIN:</b>	1+980 +- 1+930					
		<b>EVAL:</b>	Bryan Freire					
DAÑOS EN EL PAVIMENTO							Severidad	
1. Piel de Cocodrilo	7. Fisura de Borde	13. Bacheo	w/19. Desgaste				<b>BAJA</b> Low "L" <b>MEDIA</b> Medium "I" <b>ALTA</b> High "H"	
2. Exudación	8. Fisura por reflexión	14. Cruce de Ferrocarril	19. Desprendimientos de agregados					
3. Fisura en Bloque	9. Fisura Piel Cocodrilo	15. Ahuellamiento	N° de Muestras 4 / 4					
4. Bultos y Hudimientos	10. Fisuras long / transver	16. Desplazamiento						
5. Corrugación	11. Parche	17. Fisura por deslizamien						
6. Depresión	12. Agregado pulido	18. Hinchamiento						
NO.Ord	PROGRESIV.	TIPO DE	NIVEL DE SEVERID	DIMENSIONES (m) Ancho x Long	Total	LOCALIZACIÓN		OBSERVACIONES
1		1	M	(2.8*1.23)+(8.2*1.15)+(3.1*0.9)+(1.56*1.1)	17.38	*	*	
2		1	H	(3.84*2.4)+(2.58*2.54)+(1.26*2.90)	19.42		*	
3		7	M	(12.58*0.81)+(9.89*1.9)	28.98		*	
4		10	L	2.57*5.89	8.46		*	
5		10	M	6.58*11.89*11.8	30.27		*	
6		11	M	(5.58*3.8)+(1.89*0.3)+(8.80*2.6)+(2.10*0.8)	46.33	*	*	
7		13	M	(0.5*0.8)+(0.7*0.9)	1.03		X	
8								
9								
10								





























