



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE**

**DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA**

**APLICACIÓN DE LA LEY DE PARETO COMO ESTRATEGIA DE  
MEJORA EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE  
UN PAVIMENTO FLEXIBLE**

**TUTOR**

**MSC ANGEL ALAN VALENCIA BURGOS**

**AUTORES**

**CRISTHIAN ANTHONY ESPINOZA MARTILLO**

**WILLIAM DANIEL TORRES MONTUFAR**

**GUAYAQUIL**

**2021**



## REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS

**TÍTULO Y SUBTÍTULO:**

Aplicación de la ley de Pareto como estrategia de mejora en la etapa de operación y mantenimiento de un Pavimento Flexible

**AUTOR/ES:**

Cristhian Anthony Espinoza  
Martillo  
William Daniel Torres Montufar

**REVISORES O TUTORES:**

Msc Ángel Alan Valencia Burgos

**INSTITUCIÓN:**

**Universidad Laica Vicente  
Rocafuerte de Guayaquil**

**Grado obtenido:**

Tercer Nivel

**FACULTAD:**

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN

**CARRERA:**

INGENIERÍA CIVIL

**FECHA DE PUBLICACIÓN:**

2021

**N. DE PAGS:**

101

**ÁREAS TEMÁTICAS:** Arquitectura y construcción

<b>PALABRAS CLAVE:</b> pavimento, deterioro, vida útil, rígido, flexible, hibrido		
<p><b>RESUMEN:</b> Este tema investigativo tiene por finalidad mejorarla etapa de operación y mantenimiento de un Pavimento Flexible, conocida también como la regla del 80/20, la cual se considera el beneficio del plan considerado como estrategia para nuestro proyecto. Cabe señalar que la conformación de una estructura de pavimento tiene que estar formado de acuerdos a las especificaciones que determina cada estrato para contar con capas más estables, que ayuden a evitar el deterioro de su estructura dentro de los años para la que fue diseñada, prolongando la vida útil de la avenida Gonzalo Aparicio y la avenida Nicolás Lapentti. Las diferentes anomalías que se presentan en estas avenidas como son las fisuras longitudinales, fisuras transversales, hundimiento, escurrimiento, etc. Son deformaciones que se presentan en la estructura de la vía produciendo deterioro a los vehículos que transitan por estas avenidas. Para evitar que estas fallas continúen es necesario que los diseños estén apegados a las especificaciones sugeridas para los diseños para lo cual es requerida. Con la evaluación e identificación de fallas del pavimento flexible, se obtendrá datos de los daños o fallas que se encuentran en el pavimento asfáltico. Como es la evaluación de los daños que existe en la Av. Gonzalo Aparicio y Nicolás Lapentti se anotara los tipos de fallas existentes que son más frecuentes o incidentes para darle prioridad al momento del mantenimiento y así también dar posibles soluciones que se podría recomendar para darle un mantenimiento adecuado que ayude a la vida útil de la estructura del pavimento flexible.</p>		
<b>N. DE REGISTRO</b> (en base de datos):	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL</b> (tesis en la web):		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Contacto Con Autor/Es:</b> Cristhian Anthony Espinoza Martillo William Daniel Torres Montufar	<b>Teléfono:</b> 1205782236 0918379660	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:cespinozam@ulvr.edu.com">cespinozam@ulvr.edu.com</a> <a href="mailto:wtorresm@ulvr.edu.com">wtorresm@ulvr.edu.com</a>
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	Mg. Alex Salvatierra Espinoza , Decano Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: <a href="mailto:asalvatierrae@ulvr.edu.ec">asalvatierrae@ulvr.edu.ec</a> MSc. Ing. Milton Gabriel Andrade Laborde (04) 259 6500 Ext. 210	

# CERTIFICADO DE SIMILITUDES

27/9/21 12:12

Turnitin

## Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 27-sept.-2021 11:23 -05  
Identificador: 1658883733  
Número de palabras: 5024  
Entregado: 1

Índice de similitud  
**7%**

### Similitud según fuente

Internet Sources:	5%
Publicaciones:	0%
Trabajos del estudiante:	4%

Tesis V6 Por Willian Torres

1% match (Internet desde 17-jun.-2021)

<https://blogdelcontador.com.ar/supuestos-de-vinculacion-y-precios-de-transferencia-que-como-por-que/>

1% match (trabajos de los estudiantes desde 05-may.-2018)

[Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes on 2018-05-05](#)

1% match (trabajos de los estudiantes desde 31-ago.-2021)

[Submitted to Universidad Anahuac México Sur on 2021-08-31](#)

1% match (Internet desde 30-oct.-2020)

<https://blog.acaddemia.com/algunos-detalles-de-un-proceso-bim/>

< 1% match (Internet desde 27-ago.-2021)

[https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8482/medina\\_cka-mueras\\_gwd.pdf](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8482/medina_cka-mueras_gwd.pdf)



Firma:

# DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los/as estudiantes/egresados/as declaro (amos) bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a los/as suscritos/as y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar la Aplicación de la ley de Pareto como estrategia de mejora en la etapa de operación y mantenimiento de un Pavimento Flexible.

Autor(es)



Firma:  
CRISTHIAN ANTHONY ESPINOZA MARTILLO  
C.I. 1205782236



Firma:  
WILLIAM DANIEL TORRES MONTUFAR  
C.I. 0918379660

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación de la APLICACIÓN DE LA LEY DE PARETO COMO ESTRATEGIA DE MEJORA EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### **CERTIFICO:**

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “APLICACIÓN DE LA LEY DE PARETO COMO ESTRATEGIA DE MEJORA EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE”, presentado por los estudiantes ESPINOZA MARTILLO CRISTHIAN ANTHONY Y TORRES MONTUFAR WILLIAM DANIEL como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.



Firma:

## AGRADECIMIENTO

El presente proyecto agradezco a Dios por darme salud, sabiduría y constancia en seguir adelante para mi satisfacción personal. A mi familia en especial a mis padres Esther Martillo Saltos y Ángel Espinoza Varela, por los valores que a través de los años me inculcaron, por el amor que me dieron desde el primer día de mi existencia, el apoyo durante todos estos años de estudios que me dieron del cual supe aprovechar.

A la persona más importante de vida, mi querido hijo Cristian Ismael Espinoza G. por todos esos días que no pude compartir con él. Este sacrificio que hemos hecho para alcanzar mi objetivo de ser un profesional, así darte un ejemplo a seguir y sientas orgullo de mí.

A Jacqueline Zande por su apoyo incondicional conmigo e ilimitado para lograr este proyecto adelante. A mi hermana Grace Espinoza Martillo que siempre me desea mi bienestar y siga adelante sin mirar atrás, mi tía Dolores Martillo Saltos que siempre me vio cómo su hijo y me brinda todo su apoyo desmedido y mejores deseos, amigos que de una manera u otra me ayudaron en el transcurso de mi carrera.

A la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, en especial a los profesores que con sus conocimientos nos transmitieron su experiencia propia para forjar la nuestra.



Cristhian Anthony Espinoza Martillo

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a mi padre celestial por ser mi protector en el transcurso de mi vida. A la familia que mi padre celestial me otorgo, para ser razón fundamental, ser mi motor que me impulsa a pelear y alcanzar mis metas, en especial a mi idónea Karen Muñoz Moran, mis pequeños hijos Sophia y Matheo Torres Muñoz, a mi progenitora Janet Montufar Hernández.

Gracias Tía Tania Montufar y abuelo Daniel Montufar porque al inicio de esta carrera me brindaron su apoyo.

A la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, a sus docentes que aparte de ser nuestros mentores, gracias a sus enseñanzas, nos brindan la oportunidad forjar nuestra trayectoria profesional.



William Daniel Torres Montufar



## **DEDICATORIA**

Este proyecto de investigación se la dedico a mis padres en especial a mi papá que donde sea que este él estaría muy feliz por haber escalado otro nivel académico en mi vida, mi mamá que día a día me motiva con sus consejos y buenos deseos en mi vida en siempre luchar por lo que se anhela. A mi hijo le dedico este triunfo porque es quien me da muchos motivos en salir adelante y así darle un futuro mucho mejor que el mío.



Cristhian Anthony Espinoza Martillo

## **DEDICATORIA**

El presente logro lo dedico a mi madre a mi querida esposa, a mis hijos, a mi tía querida y mi abuelos, los que me han apoyado desde siempre, por su por su apoyo moral y económico, por su dedicación, empuje y sacrificio al formarme desde pequeño e inculcarme las buenas costumbres, por ayudarme a ser una buena persona y así ser un profesional.

Gracias a todas aquellas personas que estuvieron conmigo, por su tiempo y su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación como profesional, finalmente quiero dedicar este trabajo a todos los que siempre estuvieron ahí animándome a seguir adelante hasta terminar esta hermosa carrera.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized cursive letters that appear to read 'W. D. T. M.' followed by a large loop.

William Daniel Torres Montufar

# ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE SIMILITUDES .....	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	v
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA .....	ix
DEDICATORIA .....	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Tema. ....	2
1.2. Planteamiento del problema. ....	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.4. Sistematización del problema.....	3

1.5. Objetivo general. ....	3
1.7. Objetivos específicos. ....	3
1.7. Justificación. ....	4
1.8. Delimitación del problema. ....	4
1.9. Hipótesis. ....	5
1.9.1. Variable Independiente. ....	5
1.9.2. Variable Dependiente. ....	5
1.10. Línea de investigación Institución/ Facultad. ....	5
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>6</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1. Marco Teórico .....	6
2.1.1. Antecedentes.....	6
2.2. Marco referencial.....	7
2.3. Marco conceptual. ....	8
2.3.1. El pavimento y su estructura. ....	8
2.3.2. Capa de sub rasante. ....	9
2.3.3. Capa sub base. ....	9
2.3.4. Capa de base. ....	10
2.3.5. Capa de Rodadura.....	10
2.3.6. Pavimento Flexible. ....	10
2.3.7. Estudio del tránsito. ....	10
2.3.8. Comportamiento de los pavimentos. ....	11

2.3.9. Aplicación de la Ley de Pareto.....	12
2.3.10. Diseño de pavimentos flexibles.....	12
2.3.11. Evaluación de pavimento de servicio.....	13
2.3.12. Tipo de fallas, Método de PCI (Índice de condición de pavimento).....	13
2.3.13. Fallas Estructurales en el pavimento flexible.....	14
2.3.14. Clasificación de la escala del PCI.....	16
2.3.15. Deterioro de pavimentos flexibles.....	17
2.4. Marco legal.....	27
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>29</b>
<b>MARCO METODOLOGICO.....</b>	<b>29</b>
3.1. Metodología.....	29
3.2. Tipo de investigación.....	30
3.3. Enfoque.....	30
3.4. Población y muestra.....	31
3.5. Proceso.....	31
3.5.1. Fórmulas para el cálculo de la densidad de la falla.....	32
3.5.2. Proceso de evaluación e identificación de fallas en la vía.....	32
3.5.3. Cuantificación de la condición de la vía.....	32
3.5.4. Tipos de fallas en pavimentos flexibles.....	33
3.5.5. Cálculo de PCI de las unidades de muestreo.....	34
3.5.5.1. Tipos de falla encontradas en las carreteras de estudio.....	34

3.5.5.2. Fallas incidentes. ....	34
3.5.5.3. Escala de clasificación PCI.....	35
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>37</b>
<b>PROPUESTA.....</b>	<b>37</b>
4.1. Desarrollo de la propuesta. ....	37
4.2. Materiales y equipos para la investigación.....	38
4.3. Análisis de informe técnico de la Avenida Gonzalo Aparicio. ....	39
4.4. Hoja de registro de la unidad de muestra M3 de la av. Gonzalo Aparicio.	40
4.5. Cálculo del PCI de la unidad de muestra M3. ....	40
4.6. Tabla de iteración para obtener datos precisos de densidades, valor deducido y valor deducido corregido.....	41
4.7. Valores deducidos para pavimentos flexibles Piel de cocodrilo. ....	42
4.8. Valores deducidos Grietas Longitudinales y transversales. ....	43
4.9. Valores deducidos para Parcheos. ....	44
4.10. Valores deducidos para Desprendimiento de agregados. ....	45
4.12. Valores deducidos para Huecos.....	46
4.13. Valores deducidos para Hinchamiento. ....	47
4.14. Valores deducidos Corregido. ....	48
4.15. Resumen de resultados de los datos de PCI en la Av. Gonzalo Aparicio.	50
4.16. Distribución del PCI en la avenida Gonzalo Aparicio .....	53
4.17. Análisis de informe técnico de la Avenida Nicolás Lapentti. ....	58

4.18. Hoja de registro de la unidad de muestra M4, de la Av. Nicolás Lapentti.	59
4.19. Cálculo del PCI de la unidad de muestra M4. ....	59
4.20. Tabla de iteración para obtener datos precisos de densidades, valor deducido y valor deducido corregido. ....	60
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	<b>70</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>71</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>72</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>75</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Línea de investigación FIIC .....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla 2 Categoría de la capa de sub rasante .....</b>	<b>9</b>
<b>Tabla 3 Tipos de fallas según método de PCI.....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 4 Tipos de fallas estructurales .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla 5 Tipos de fallas en pavimentos flexibles.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 6 Cálculo de PCI de las unidades de muestreo .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 7 Tipos de falla encontradas en las carreteras de estudio .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 8 Fallas incidentes.....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 9Escala de clasificación PCI.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 10 Diagrama de Pareto .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 11 Materiales y equipos para la investigación .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 12 Conteo de tráfico .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 13 Unidad de muestra M3 Av. Gonzalo Aparicio. ....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 14 Datos de densidad.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 15 Cálculo del PCI de la unidad de muestra M3.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 16 Tabla de iteración.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 17 Valores deducidos para pavimentos flexibles Piel de cocodrilo.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 18Valores deducidos Grietas Longitudinales y transversales .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 19 Valores deducidos para Parcheos .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 20 Valores deducidos para Desprendimiento de agregados.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 21 Valores deducidos para Huecos .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 22 Valores deducidos para Hinchamiento .....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 23 Valores deducidos corregido .....</b>	<b>49</b>



<b>Tabla 24 Muestras y abscisas .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 25 Matriz de la Av. Gonzalo Aparicio .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 26 Condición de pavimento de la Av. Gonzalo Aparicio .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 27 Tipos de fallas encontradas en la Av. Gonzalo Aparicio .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 28 Severidad de Fallas incidentes en T3, T5, T7, T9, T11, 13, 15, 17, 19, 21. ....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 29 Total De Fallas incidentes en La Av. Gonzalo Aparicio .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 30 Diagrama de Pareto de la Av. Gonzalo Aparicio. ....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 31 Unidad de muestra M4, de la Av. Nicolás Lapentti .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 32 Datos de densidad.....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 33 Cálculo del PCI de la unidad de muestra M4.....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 34 Tabla de iteración.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 35 Muestras y abscisas Av. Nicolás Lapentti .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 36 Matriz de la Av. Nicolás Lapentti.....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 37 Tipos de fallas encontradas en la Av. Nicolás Lapentti .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 38 Severidad de Fallas incidentes T4 al T34 de la Av. Nicolás Lapentti.....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 39 Distribución del PCI En La Av. Nicolás Lapentti.....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 40 Diagrama de Pareto de la Av. Nicolás Lapentti. ....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1 Corte transversal del pavimento flexible.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 2 Comportamiento de los pavimentos.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 3 Diferencia de pavimento flexible y rígido.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 4 Ley de Wilfredo Federico Pareto. ....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 5 Clasificación de la escala del PCI.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 6 Rangos de clasificación del PCI-ASTM D6433.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 7 Deterioro del pavimento flexible. ....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 8 Piel de cocodrilo o malla cerrada .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 9 Exudación del ligante o asfalto llorado.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 10 En bloque, en malla o en retícula. ....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 11 Hundimientos .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 12 Abultamiento.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 13 Corrugación.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 14 Depresión. ....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 15 Desintegración de bordes .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 16 Bacheo profundo.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 17 Desnivel carril/ berma. ....</b>	<b>22</b>

<b>Figura 18 Longitudinal .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 19 Transversal.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 20 Parcheo .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 21 Pulimientos de agregados.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 22 Ahuellamiento .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 23 Desplazamiento .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 24 Grieta parabólica de severidad baja.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 25 Grieta parabólica de severidad Alta .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 26 Grieta parabólica .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 27 Meteorización/desprendimiento de agregados.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 28 Curva de Pareto .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 29 Ábaco para Piel de cocodrilo .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 30 Grietas Longitudinales y transversales.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 31 Ábaco para Parcheos .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 32 Desprendimiento de agregados.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 33 Ábaco para Huecos .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 34 Ábaco para Hinchamiento .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 35 Abaco para valores deducidos corregidos .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 37 Distribución del PCI Av. Gonzalo Aparicio. ....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 38 Condición del Pavimento. ....</b>	<b>54</b>

<b>Figura 39 Distribución de porcentaje.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 40 Fallas incidentes en la Av. Gonzalo Aparicio.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 41 Curva de Pareto de la Av. Gonzalo Aparicio.....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 42 Condición del pavimento en la Av. Nicolás Lapentti.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 43 Distribución del PCI en la Av. Nicolás Lapentti.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 44 Curva de Pareto de la Av. Nicolás Lapentti.....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1 Fotografías de fallas encontradas en la avenida Gonzalo Aparicio .....</b>	<b>75</b>
<b>Anexo 2 Fotografías de fallas encontradas en la avenida Nicolás Lapentti.....</b>	<b>78</b>

## INTRODUCCIÓN

Este tema investigativo tiene por finalidad mejorarla etapa de operación y mantenimiento de un Pavimento Flexible, conocida también como la regla del 80/20, la cual se considera el beneficio del plan considerado para nuestro proyecto.

Cabe señalar que la conformación de una estructura de pavimento tiene que estar formado de acuerdo a las especificaciones que determina cada estrato para contar con capas más estables, que ayuden a evitar el deterioro de su estructura dentro de los años para la que fue diseñada, prolongando la vida útil de la vía.

Las diferentes anomalías que se presentan en la vía como son las fisuras longitudinales, fisuras transversales, hundimiento, escurrimiento, etc. Son deformaciones que se presentan en la estructura de la vía produciendo deterioro a los vehículos que transitan por esos lugares. Para evitar que estas fallas continúen es necesario que los diseños estén apegados a las especificaciones sugeridas para los diseños para lo cual es requerida.

Con la evaluación e identificación del pavimento flexible, se obtendrá datos de los daños o fallas que se encuentran en el pavimento asfáltico. Como es la evaluación de los daños que existe en la Av. Gonzalo Aparicio y Nicolás Lapentti se anotara los tipos de fallas existentes y las posibles soluciones que se podría recomendar para darle un mantenimiento adecuado que ayude a la vida útil de la estructura del pavimento flexible.

# CAPÍTULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### **1.1. Tema.**

Aplicación de la ley de Pareto como estrategia de mejora en la etapa de operación y mantenimiento de un Pavimento Flexible.

### **1.2. Planteamiento del problema.**

La zona a estudiar para nuestra investigación está ubicada en la Av. Gonzalo Aparicio y la Av. Nicolás Lapentti del cantón Duran. Los deterioros en estas dos avenidas por su uso, nos damos cuenta que los daños son producidos por efectos físicos, químicos, y ambientales.

Un mantenimiento periódico ayuda a la vía a estar en buen estado sin daños superficiales, es por eso, que para aquello se debe realizar acciones de mantenimiento preventivo así se reducirá la problemática que se genera de inconvenientes durante la vida útil del pavimento.

Los entes encargados del mantenimiento y restauración de las vías, deben realizar el análisis del deterioro de las vías considerando los tipos de fallas y condición pavimento existente.

### **1.3. Formulación del problema.**

¿Cómo generaría una estrategia de mejora para la etapa de mantenimiento de una avenida de pavimento flexible?

### **1.4. Sistematización del problema.**

1. ¿Cuáles son las causas que producen el deterioro del pavimento flexible?
2. ¿De qué manera afectan las fallas al pavimento flexible en la Av. Gonzalo Aparicio y Av. Nicolás Lapentti del cantón Durán?
3. ¿Cuáles son las posibles medidas de mantenimiento que permita reducir las causas de deterioro de la Av. Nicolás Lapentti del cantón Durán?

### **1.5. Objetivo general.**

Identificar las causas relevantes que generan más deterioro del pavimento flexible aplicando la ley de Pareto.

### **1.7. Objetivos específicos.**

1. Identificar las fallas que causan el deterioro en el pavimento flexible.
2. Evaluar fallas del pavimento flexible de las Avenida Gonzalo Aparicio y Nicolás Lapentti del cantón Durán.
3. Aplicar la Ley de Pareto como estrategia de mejora en la etapa de operación y mantenimiento en la Avenida Gonzalo Aparicio y Nicolás Lapentti del cantón Duran.



### **1.7. Justificación.**

El trabajo de investigación se identificará y analizará cada una de las fallas que hay en el pavimento las cuales son la causa que genera que el deterioro en los pavimentos flexibles aplicando la ley de Pareto, como estrategia de mejora en la etapa del mantenimiento considerando el análisis, y fallas que presente.

Este proyecto de titulación también tiene una justificación ambiental debido a que busca establecer los daños en los pavimentos flexibles causados por los efectos físicos, químicos, ambientales en la etapa de operación. Se realizará cálculos usando métodos y técnicas que permitirán obtener resultados reales.

La importancia dado que esta investigación servirá como guía para diferente Entes que trabajan en el campo de operación y mantenimiento vial, con el fin de mejorar las etapas de un pavimento flexible utilizando la Ley de Pareto.

### **1.8. Delimitación del problema.**

<b>Campo:</b>	Educación Superior Tercer Nivel
<b>Aspecto:</b>	Investigación Experimental
<b>Área:</b>	Ingeniería Civil.
<b>Tema:</b>	Aplicación de la Ley de Pareto como estrategia de mejora en la etapa de operación y mantenimiento de un Pavimento Flexible.
<b>Delimitación Espacial:</b>	Guayaquil - Ecuador
<b>Delimitación Temporal:</b>	periodo 2020-2021

## 1.9. Hipótesis.

El diagnóstico a partir de la identificación y evaluación de las Av. Gonzalo Aparicio y Av. Nicolás Lapentti del cantón Durán, las cuales presentan deterioro con presencia de fallas causadas por el deterioro, se plantea aplicar el método llamado Ley de Pareto para una mejora en la etapa de operación y mantenimiento de un pavimento flexible.

### 1.9.1. Variable Independiente.

Mejora en la etapa de operación y mantenimiento de un Pavimento Flexible.

### 1.9.2. Variable Dependiente.

Aplicación de la Ley de Pareto.

## 1.10. Línea de investigación Institución/ Facultad.

**Tabla 1**

*Línea de investigación FIIC*

---

Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables

**LÍNEA:**  
Territorio.

**SUBLÍNEA:**  
Ordenamiento Territorial, usos de suelo y urbanismo.

---

**Fuente:** (FIIC, 2019)

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Marco Teórico.**

##### **2.1.1. Antecedentes.**

La Av. Gonzalo Aparicio y la Av. Nicolás Lapentti del cantón Durán, se considera con una gran mayoría de fallas causadas por un mal mantenimiento vial o también causados por el tráfico. Hay que considerar en el mantenimiento de estas avenidas dos aspectos, los cuales se describen como mantenimientos correctivos y mantenimientos preventivos.

La vida útil de este pavimento de las avenidas antes mencionadas se considera de mantenimiento preventivo. El incremento de la población en el cantón hizo de la construcción del puente de la Unidad Nacional la cual se vio en la obligación de crear nuevos desvíos para los automotores pesados, buses, camiones dando como resultado el incremento del tráfico y el aumento de las cargas en el pavimento presentando diferentes tipos de fallas en la actualidad.

Según (Rondon & Reyes , 2015) Construcción y diseño de Pavimentos , El Principio de Pareto, a menudo llamado la regla 80/20, se basa en la idea de que el 80% de los resultados provienen del 20% de las causas, y que el 20% de los resultados provienen del 80% de las causas. Con lo cual se puede establecer que hay un desequilibrio importante entre los esfuerzos que se aplican y los resultados que se obtienen.

## **2.2. Marco referencial.**

Según (Diaz Jordan, 2019) “En base al estudio realizado mediante la Ley de Pareto y con la recolección de datos reales se determinó que mediante el diagrama de Pareto las causas más relevantes de los daños en niveles de media tensión en vía a la costa desde el km4 hasta el km24. Esta metodología se enfoca en la recolección de datos y tabulación para el análisis y planteamiento de posibles soluciones.”

Otro proyecto importante sobre la condición del pavimento flexible es “Investigación está enfocado en evaluar las fallas que influyen en el deterioro del pavimento flexible aplicando el método PCI en la vía a la parroquia la Unión de la ciudad de Jipijapa para determinar la condición actual de esta vía.” (Pachay PARRALES, I, 2017).

En el “Análisis y evaluación del desempeño estructural del pavimento flexible mediante la aplicación de una de las variables obtenidas en laboratorio y el cálculo por medio de las ecuaciones de AASHTO 93 e Instituto del Asfalto. Esta dentro de los parámetros de diseño según la norma peruana del manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.” (Escobar Bellido & Huincho Ochoa, 2017).

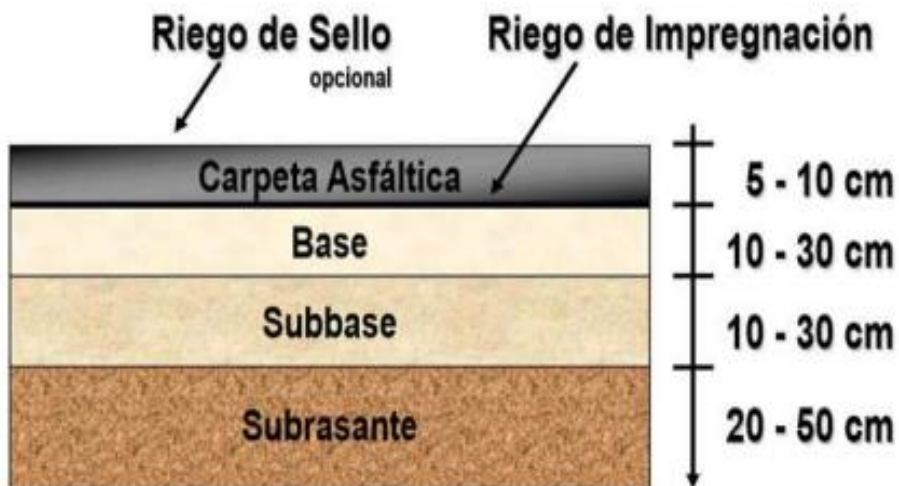
De acuerdo con el trabajo realizado “ La vida útil de un pavimento está sujeto al mantenimiento preventivo, en caso de no realizarse se deteriora lenta e imperceptiblemente durante los primeros años de servicio. Posterior a esto se deteriora mucho más rápido y sin un mantenimiento oportuno se desintegra“. (Humpiri Pineda, 2015)

Según “todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes”. (Del Rosario Brito, 2015)

## 2.3. Marco conceptual.

### 2.3.1. El pavimento y su estructura.

Para determinar lo que compone a la Av. Gonzalo Aparicio y la Av. Nicolas Lapentti del cantón Durán, se procedió a tomar la información yendo al sitio, para la cual se inspecciona que la capa compactada es de material natural a sido sometida a modificaciones mínimas antes utilización en la obra.



*Figura 1* Corte transversal del pavimento flexible.

*Fuente:* (Giordani & Leone, 2016).

### 2.3.2. Capa de sub rasante.

La capa de fundación donde se asienta las dos avenidas a estudiar, el ensayo de C.B.R. (capacidad soportante de suelo) es muy importante para determinar las capas del pavimento. Este suelo compactado o subrasante mejorada permite la distribución de las cargas transmitidas por los vehículos al suelo.

**Tabla 2**  
*Categoría de la capa de sub rasante*

<b>Categorías de sub rasante</b>	<b>CBR</b>
$S_0$ Sub rasante inadecuada	CBR < 3%
$S_1$ Sub rasante insuficiente	De CBR $\geq$ 3% a CBR < 6%
$S_2$ Sub rasante regular	De CBR $>$ 6% a CBR < 10%
$S_3$ Sub rasante buena	De CBR $\geq$ 10% a CBR < 20%
$S_4$ Sub rasante muy buena	De CBR $\geq$ 20% a CBR < 30%
$S_5$ Sub rasante excelente	CBR < 30%

**Fuente:** (Ministerio de transportes y comunicaciones)

### 2.3.3. Capa sub base.

Es un material granular que cumple con las especificaciones del MTOP para su utilización como material de sub-base, este material permite que la capa base reduzca su espesor.

#### **2.3.4. Capa de base.**

Esta capa tiene como función reducir tensiones verticales pero debe cumplir con las especificaciones del MTOP para su utilización, esta capa es más exigente con un C.B.R. mayor al 80%, con una buena compactación y los niveles de diseño adecuados tendremos un buen drenaje cuando se coloque su capa de rodadura.

#### **2.3.5. Capa de Rodadura.**

Es la capa asfáltica colocada sobre el material de base, su función darle una mejor estructura al pavimento flexible con un buen sellado permite que sus las capas subyacentes no pierdan su capacidad para la cual fue elaborada, reduciendo las tenciones verticales y poder controlar las deformaciones pláticas de esta capa.

#### **2.3.6. Pavimento Flexible.**

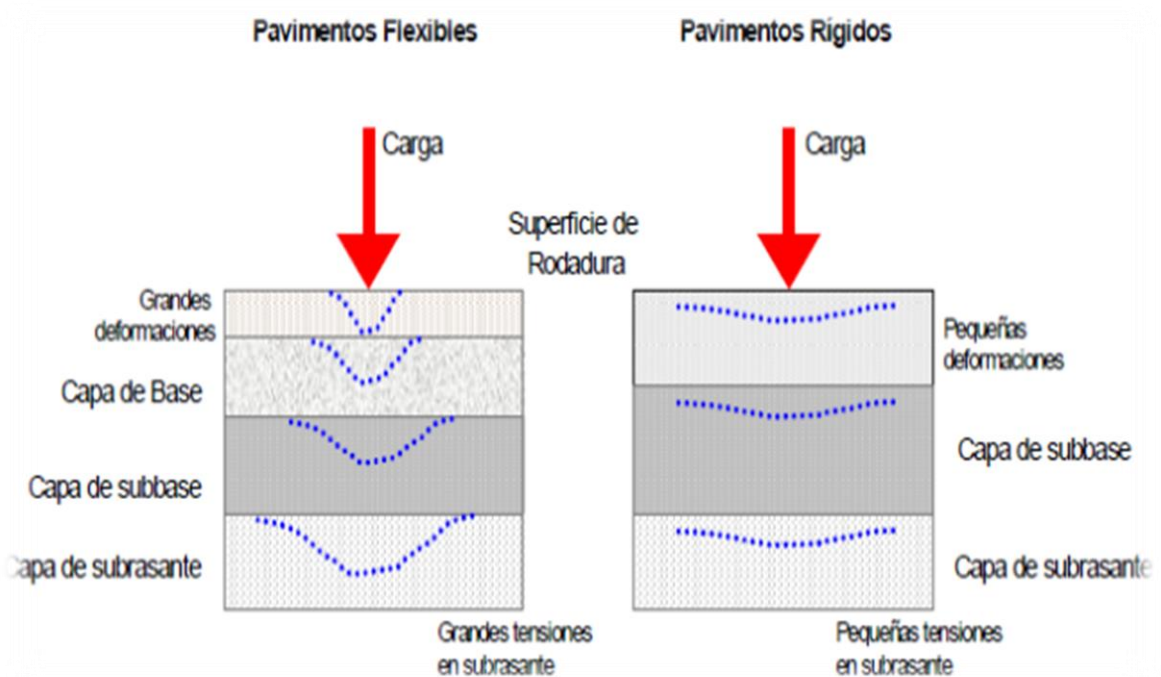
Se considera a los pavimentos flexibles a aquellos que son parte de la estructura del pavimento flexible, que es su última capa como resultado del diseño geotécnico realizado en su estudio.

#### **2.3.7. Estudio del tránsito.**

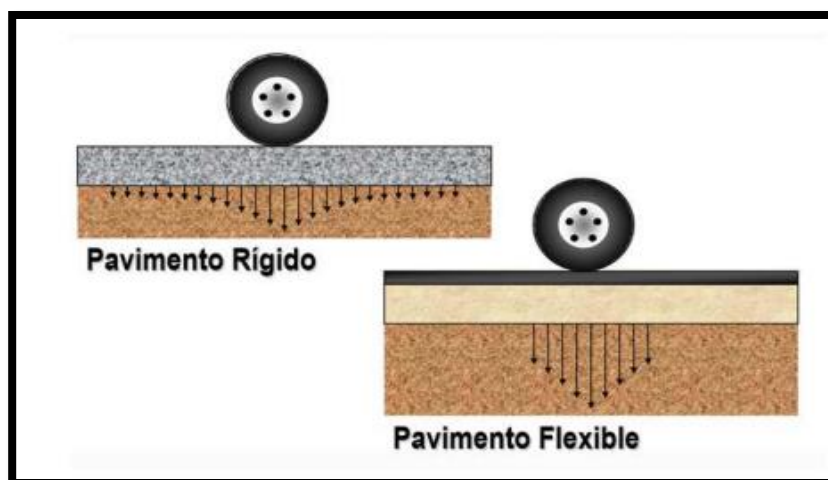
Para determinar el estudio del tránsito en la Av. Gonzalo Aparicio y la Av. Nicolás Lapentti, se procedió en tomar a información hecha en el sitio, la cual argumentamos básicamente desde dos puntos de vista, desarrollo con trabajo en campo con aforos vehiculares estos nos permiten cuantificar el transito promedio anual, considerando sus características dadas en circulación vehicular en los días comunes de la semana y otras como actividades comerciales.

Estas características son muy significativas en el estudio de estas avenidas ya que aumentan el volumen de vehículos pesados.

### 2.3.8. Comportamiento de los pavimentos.



**Figura 2** Comportamiento de los pavimentos.  
*Fuente:* (Quiñones P, Kori, 2017)

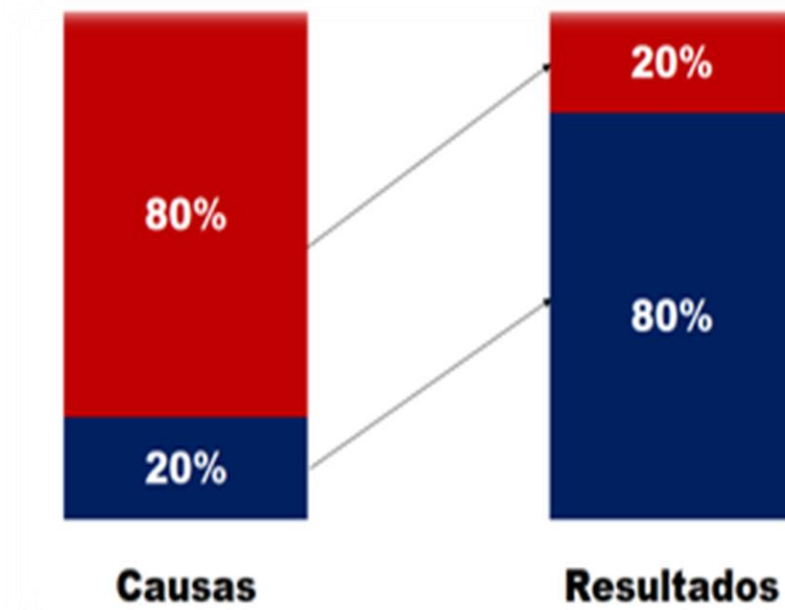


**Figura 3** Diferencia de pavimento flexible y rígido.  
*Fuente:* (Giordani & Leone, 2016).



### 2.3.9. Aplicación de la Ley de Pareto.

El Principio de Pareto, a menudo llamado la regla 80/20, se basa en la idea de que el 80% de los resultados provienen del 20% de las causas, y que el 20% de los resultados provienen del 80% de las causas. Con lo cual se puede establecer que hay un desequilibrio importante entre los esfuerzos que se aplican y los resultados que se obtienen. (Rondon Q & Reyes L, 2015)



**Figura 4 Ley de Wilfredo Federico Pareto.**  
*Fuente:* (Rondon Q & Reyes L, 2015)

### 2.3.10. Diseño de pavimentos flexibles.

Están desarrolladas por diferentes entidades gubernamentales su fin es el de proveer a los especialistas de la rama de ingeniería especializado en vías, las herramientas para la construcción del diseño y estructura del pavimento.

Siendo así este debe diseñarse de manera en que las cargas impuestas por el tránsito de estas avenidas en estudio no generen deformaciones permanentes y excesivas en el pavimento.

### 2.3.11. Evaluación de pavimento de servicio.

Las diversas fallas que se presentan han determinado ciertas falencias en su estructura como es la capa de rodamiento en el pavimento y esto tiene que ver que afecta en la seguridad, comodidad y velocidad, con la que debería circular el tránsito presente y futuro. (Leon, 2016).

### 2.3.12. Tipo de fallas, Método de PCI (Índice de condición de pavimento).

Tabla 3  
Tipos de fallas según método de PCI

TIPOS DE FALLAS O DETERIORO METODO DE PCI	
<b>FALLA DE LA SUPERFICIE</b>	Comprende los defectos de la superficie de rodamiento definido a fallas de la capa asfáltica no guardan relación con la estructura del pavimento. La corrección de estas fallas se efectúa solo con regularizar la superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad.
<b>PELADURA O DESPRENDIMIENTO</b>	Desprendimiento de la última capa delgada, tratamientos superficiales; desintegración superficial por pérdida de ligante asfáltico, desprendimiento del agregado pétreo, paso de tránsito en Slurry exudado, uso de agregados sucios o muy absorbentes, mucho ligante asfáltico (emulsión), mal diseño o mala operación del Slurry, defectos constructivos (falta de recirculación de la emulsión), falla de adherencia agregado - asfalto por agentes externos. Soluciones: Tratamiento aislado en mantenimiento preventivo, nuevo tratamiento superficial, sobre-carpeta.
<b>DESINTEGRACIÓN DE BORDES</b>	Dstrucción progresiva de los bordes del pavimento por acción del tránsito. Común en pistas con bermas no pavimentadas y cunetas revestidas; causas, acción localizada del tránsito, ausencia de confinamiento lateral, deficiente compactación del borde, imprimación y aplicación de Slurry Seal con humedad en la plataforma, vegetación en las cunetas; soluciones, tratamiento aislado en mantenimiento, parchado manual, carpeta asfáltica en frío.
<b>OJO DE PESCADO.</b>	Cavidades en forma redondeada con bordes bien marcados que resulta del desprendimiento del material de las capas superiores; causas, falla localizada en la base, falla de mantenimiento rutinario; soluciones, parchado superficial, parchado manual con mezcla asfáltico en frío.
<b>EXUDACIÓN DEL LIGANTE O ASFALTO LLORADO</b>	Añoramiento del material bituminoso de la mezcla a la superficie del pavimento. Forma una superficie brillante, reflectante, resbaladiza y pegajosa. Disminuye la resistencia al deslizamiento. Inseguridad: Causas, exceso de ligante asfáltico, escaso contenido de vacíos, agregados pétreos húmedos, mala operación de las tasas de emulsión, migración de los ligantes asfálticos de las capas inferiores debido a partes exudadas en las capas inferiores; soluciones, arenado para controlar la exudación, controlen la operación y rediseño, quemado.
<b>DESGASTE DE ÁRIDOS (AGREGADOS).</b>	Presencia de agregados (áridos) que presentan una cara plana en la superficie, generalmente embebidos en el ligante (asfalto): Causas, usos de áridos (agregados) suaves y susceptibles al pulimiento; soluciones, si corresponden a un tratamiento superficial o lechada asfáltica se aplica un nuevo tratamiento con áridos (agregados duros).

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

### 2.3.13. Fallas Estructurales en el pavimento flexible.

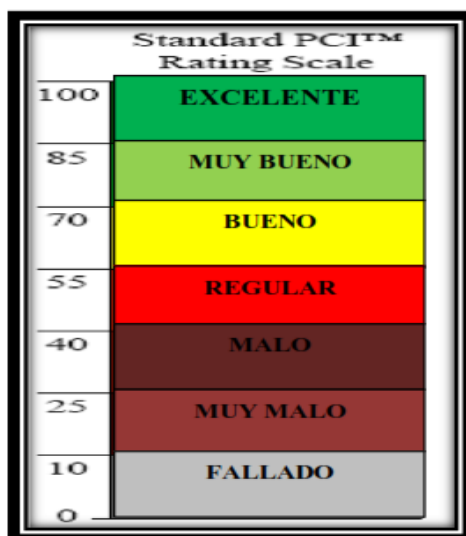
Tabla 4  
Tipos de fallas estructurales

<b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>	
<b>AHUELLAMIENTO O RODERAS</b>	Deformación del perfil transversal por hundimiento a lo largo de la trayectoria del vehículo, con la aparición de cordones laterales a cada lado de la rodera: causas, consecuencia de pobre compactación, mezcla asfáltica inestable (exceso de asfalto o de vacíos), falta de apoyo lateral por erosión de bermas, espesores no adecuados, mala calidad de material o deficiente control de calidad, carga estática prolongada, exceso de ligante en riego: soluciones, rellenar la rodera en mantenimiento rutinario, reparación manual con una capa nivelante (cero).
<b>ASENTAMIENTO</b>	Depresiones sectorizadas donde dejan plataforma, desecha por falta de la estabilidad en los taludes del terraplén: causas, inestabilidad en la banca, falla de comportamiento en los taludes, falla en las obras de drenaje, deslizamiento de talud inferior; soluciones, estudio geotécnico de detalle para evaluar los aspectos casuales del daño y sus posibles soluciones.
<b>CORRIMIENTO, CANALIZACIÓN O BLANDONES</b>	Deformación del perfil transversal, tanto por hundimiento a lo largo de las rodadas como por elevación de las áreas vecinas adyacentes a las rodadas. Las deformaciones presentan una configuración más amplia que las roderas: causas, distorsiones de la superficie por deslizamiento de mezcla, formación de "cordones" laterales, cargas elevadas, mezclas inestables (exceso de asfalto o de vacíos), falta de confinamiento lateral, adherencia inadecuada por defectos en el riego de liga o de imprimación. Soluciones, rellenar en sus puntos críticos la canalización con mantenimiento rutinario y periódico, rehacer la plataforma con una nueva base estabilizada.
<b>MEDIA LUNA</b>	Hundimiento en los bordes de la banca, característico por falta de la estabilidad en el talud. Causas, inestabilidad en la banca, falla de comportamiento en los taludes, falla en las obras de drenaje, mucho relleno en la banca, deslizamiento de talud inferior. Soluciones, estudio geotécnico de detalle para evaluar los aspectos casuales del daño y sus posibles soluciones.
<b>CORRUGACIÓN U ONDULACIÓN</b>	Deformación del perfil longitudinal por crestas y valles regularmente espaciados a distancias cortas. Generalmente están acompañadas, en los sitios críticos, por grietas semicirculares. Causas, causados por acción de tránsito sobre capas superficiales (zona de aceleración y frenado son afectadas), exceso de asfalto, falta de vacíos, ondulación constituidas por crestas y depresiones perpendiculares a la dirección del tránsito. Soluciones, sustitución local de la capa de rodadura en mantenimiento rutinario.

<p><b>BACHEO PROFUNDO</b></p>	<p>Desprendimiento local de la calzada, con agrietamiento en malla cerrada y generalmente pérdida parcial de bloques de la carpeta de rodadura. Causas, drenaje inadecuado, defecto en el proceso constructivo, conjunción de varios factores, fatiga alto nivel de severidad de fisuras tipo piel de cocodrilo, mala transitabilidad a la subrasante. Soluciones, tratamiento aislado en mantenimiento rutinario, recuperación y reactivación del estabilizado con el espesor adecuado, rehacer la plataforma.</p>
<p><b>ABULTAMIENTO</b></p>	<p>Hinchamiento del material formando cordones, irregularidades del perfil y serpenteo de la demarcación son signos típicos de estas fallas. Causas, acción de tránsito (zonas de aceleración y frenado son afectadas), exceso de asfalto falta de vicios. Soluciones, parchado manual de mantenimiento rutinario, programa de rehabilitación</p>
<p><b>LONGITUDINAL</b></p>	<p>Rotura longitudinal sensiblemente paralela aleje de la carretera, con abertura mayor a 3mm. Causas, puede localizarse en la trayectoria de la huella, indicador inicial de fatiga por debilidad estructural, reflexión de fisuras o confinamiento lateral deficiente (en ese caso las fisuras ocurren a 0.30 o 0.60 m del borde), gradiente térmico superior a los 30°C. Soluciones, reparar las grietas en mantenimiento rutinario, sobre-carpeta, candidato a rehabilitación de la plataforma.</p>
<p><b>TRANSVERSAL</b></p>	<p>Rotura transversal sensiblemente perpendicular aleje de la carretera, con abertura mayor de 3mm. Causas, ejecución defectuosa de empalmes o traslapes de lechada asfáltica, contracción de mezcla por pérdida de flexibilidad. Uso de ligantes muy duros. Soluciones, sustitución de la capa de rodadura con el espesor suficiente, candidato a rehabilitación de la plataforma, reparar las grietas en mantenimiento rutinario.</p>
<p><b>EN BLOQUE, EN MALLA O EN RETÍCULA</b></p>	<p>Rotura longitudinal y transversal, con abertura menor que 3mm. y separación mayor que 15 cm. Causas, fisuras interconectadas formando piezas rectangulares, ocurre en áreas no afectadas por el tránsito, contracción de mezcla asfáltica, contracción reflejada de la base estabilizada, indicador de endurecimiento de asfalto. Soluciones, lechada asfáltica en toda área afectada, parchado superficial en mantenimiento rutinario, calafateo de grietas.</p>
<p><b>PIEL DE COCODRILO O MALLA CERRADA</b></p>	<p>Rotura longitudinal y transversal interconectadas, con separación menor a 15 cm, y con aberturas crecientes según avanza el deterioro. Generalmente presenta hundimiento del área afectada. Causas, causas por fatiga, indican, pérdida de capacidad estructural y sometida a una repetición de cargas superior a la permisible, ligante envejecido, pérdida de flexibilidad, drenaje inadecuado. Soluciones, lechada asfáltica en toda el área afectada, recuperación y rehacer la base estabilizada.</p>

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

### 2.3.14. Clasificación de la escala del PCI.



*Figura 5 Clasificación de la escala del PCI*  
Fuente: (ASTM D6433)

Es una representación cualitativa de la condición del pavimento, como una función del valor de PCI el cual varía entre “fallado” hasta “excelente”, como lo detallaremos:

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

*Figura 6 Rangos de clasificación del PCI-ASTM D6433*  
Fuente: (ASTM D6433)



### 2.3.15. Deterioro de pavimentos flexibles.

Diversas fallas se presentan en los pavimentos y cada una tiene su nombre y posibles soluciones de esto se encarga el ingeniero que debe verificar y anotar cada falle que tenga la estructura del pavimento flexible, esto lo realizamos para darle un mantenimiento adecuado.

(Espinoza C y Torres W, 2021)



**Figura 7 Deterioro del pavimento flexible.**

**Fuentes:** (Leon, 2016)

ASTM Internacional D 6433-07 las clasifica de esta manera.



**Figura 8 Piel de cocodrilo o malla cerrada**

**Fuentes:** (Leon, 2016)



**Figura 9 Exudación del ligante o asfalto llorado**

**Fuentes:** (Leon, 2016)



**Figura 10** *En bloque, en malla o en retícula.*  
*Fuentes:* (Leon, 2016)



**Figura 11** *Hundimientos*  
*Fuentes:* (Romero S, 2017)

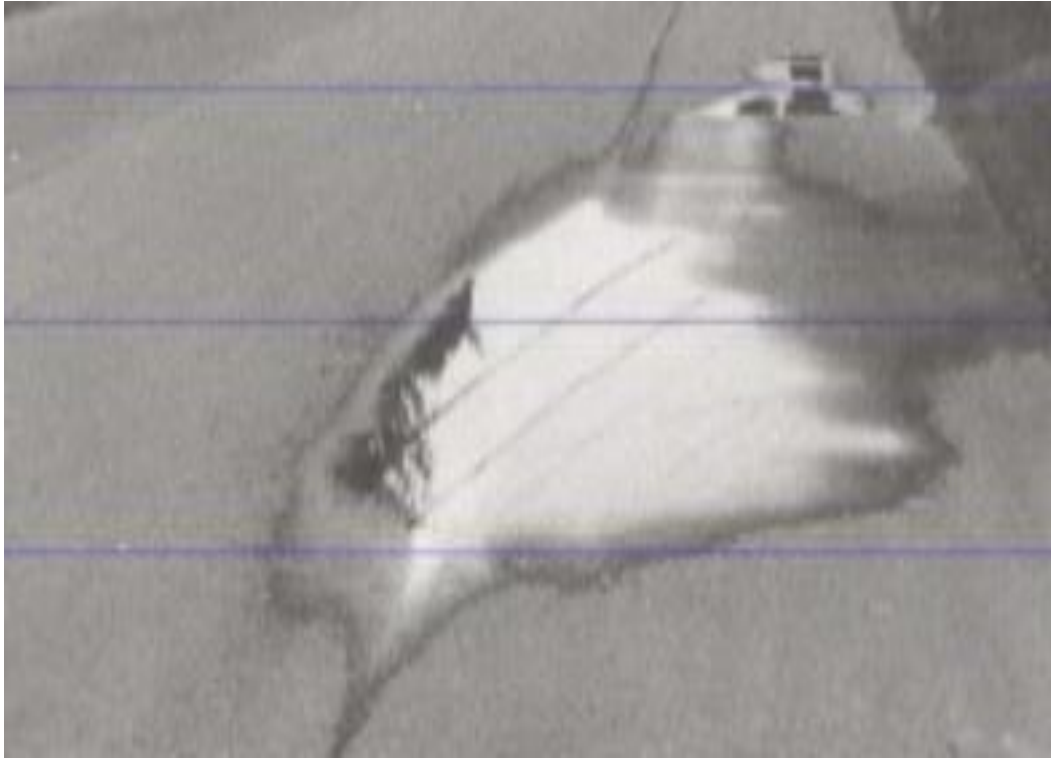




**Figura 12 Abultamiento.**  
**Fuentes:** (Leon, 2016)



**Figura 13 Corrugación.**  
**Fuentes:** (Leon, 2016)



**Figura 14 Depresión.**  
**Fuentes:** (Leon, 2016)



**Figura 15 Desintegración de bordes**  
**Fuentes:** (Leon, 2016)



**Figura 16** Bacheo profundo.  
**Fuentes:** (Leon, 2016)



**Figura 17** Desnivel carril/berma.  
**Fuentes:** (Pachay P, 2017)



**Figura 18 Longitudinal**  
**Fuentes:** (Leon, 2016)



**Figura 19 Transversal**  
**Fuentes:** (Leon, 2016)



**Figura 20 Parqueo**  
**Fuentes:** (Espinoza C y Torres W, 2021)





**Figura 21 Pulimientos de agregados**

**Fuentes:** (Pachay P, 2017)



**Figura 22 Ahuellamiento**

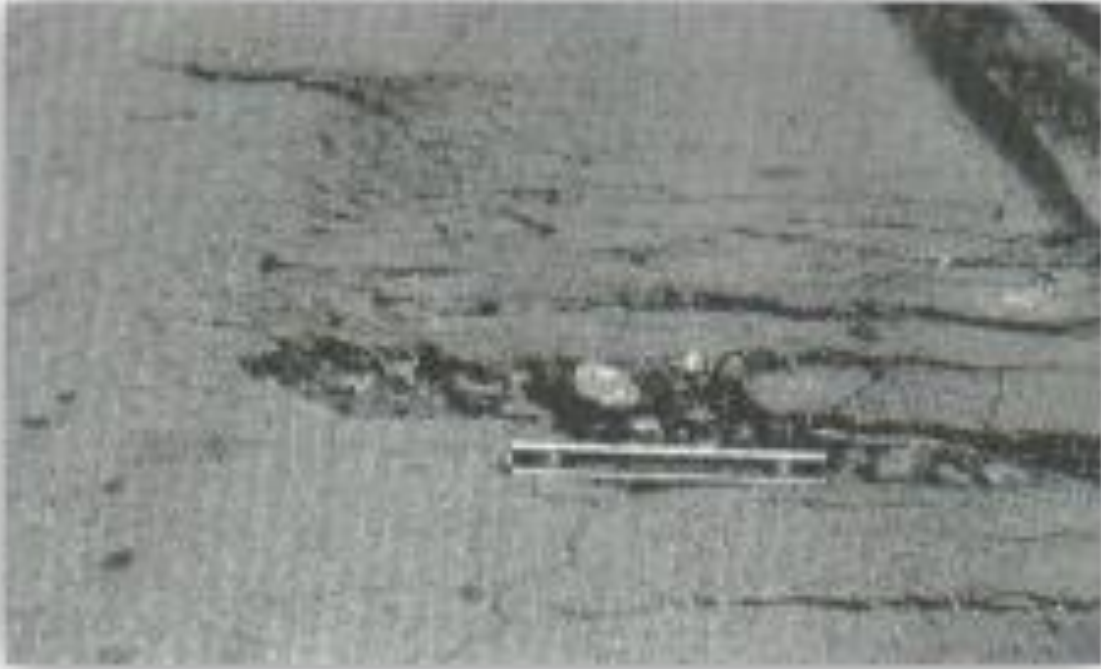
**Fuentes:** (Leon, 2016)



**Figura 23 Desplazamiento**  
**Fuentes:** (Pachay P, 2017)



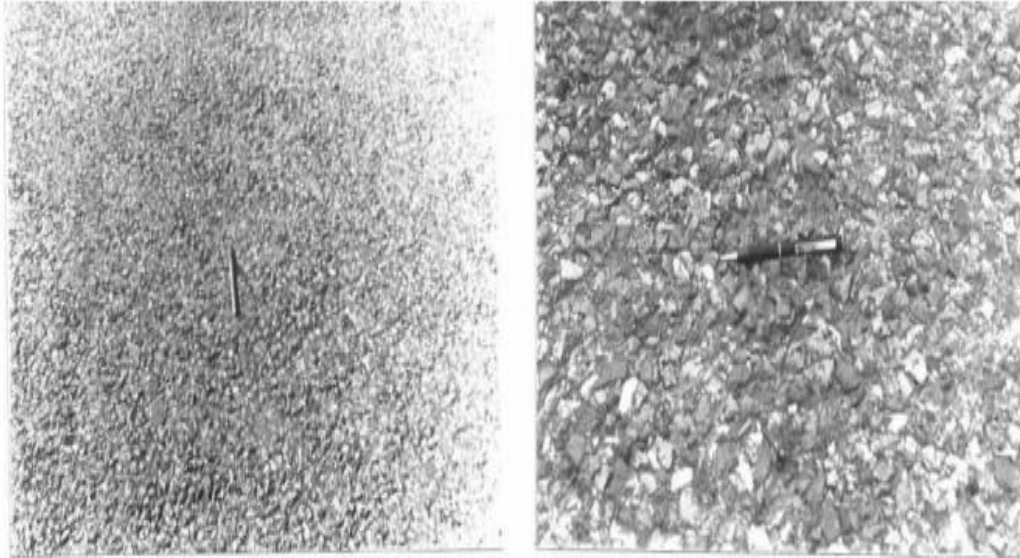
**Figura 24 Grieta parabólica de severidad baja**  
**Fuentes:** (Pachay P, 2017)



**Figura 25 Grieta parabólica de severidad Alta**  
**Fuentes:** (Pachay P, 2017)



**Figura 26 Grieta parabólica**  
**Fuentes:** (Pachay P, 2017)



*Figura 27 Meteorización/desprendimiento de agregados*  
*Fuentes: (MOPC, 2016)*

#### **2.4. Marco legal.**

La pirámide de Kelsen es una representación gráfica de la idea de sistema jurídico escalonado. Esta figura muestra de manera simple la manera en la que se relacionan el conjunto de normas jurídicas de un ordenamiento jurídico, que para Kelsen es el principio de jerarquía normativa. Esto implica que una norma situada en un escalón concreto nunca va a poder contradecir a una norma situada en un escalón superior. (Gonzales, 2020).

#### **Ministerio y Transporte de Obras Públicas en sus capítulos.**

+	SECCION 405 Capas de Rodadura	IV-77
+	SECCION 811 Agregados para Hormigón Asfáltico	VIII-94

#### **Normas Técnicas Ecuatorianas INEN.**

+	INEN NTE 2515: Producto derivado del petróleo - cemento asfáltico
+	INEN NTE 923 Gravedad específica del asfalto
+	INEN NTE 0695 Muestreo del agregado
+	INEN NTE 696 y 697 Ensayos granulométricos.



- ✚ INEN NTE 0860      Ensayos de Abrasión.
- ✚ INEN NTE 0858      Determinación de la masa unitaria en agregado.
- ✚ INEN NTE 0857      Determinación del peso específico en agregado grueso.
- ✚ INEN NTE 0856      Determinación del peso específico en agregado fino.
- ✚ Norma ecuatoriana vial NEVI-12-MTOP.
- ✚ ASTM D6433-07.

# CAPÍTULO III

## MARCO METODOLOGICO

### 3.1. Metodología.

El trabajo del tema de titulación propuesto sería de metodología tipo inductivo y deductivo.

**Método inductivo.** - Es una forma de razonar partiendo de una serie de observaciones particulares que permiten la producción de leyes y conclusiones generales. (Arrieta, 2019).

#### **Características del método inductivo**

- ✚ Se basa en la observación de hechos y fenómenos.
- ✚ Generaliza a partir de sus observaciones.
- ✚ Sus conclusiones son probables.
- ✚ Tiene el objetivo de generar nuevo conocimiento (Arrieta, 2019).

**Método deductivo.** - Es una forma razonar y explicar la realidad partiendo de leyes o teorías generales hacia casos particulares (Arrieta, 2019).

#### **Características del método deductivo**

- ✚ Establece conclusiones a partir de generalizaciones.
- ✚ En lógica, la conclusión de un razonamiento está incluida en las premisas.
- ✚ Es útil cuando no se pueden observar las causas de un fenómeno.
- ✚ Sus conclusiones son rigurosas y válidas.
- ✚ No genera por sí mismo nuevo conocimiento, ya que parte de verificar conocimiento previo (Arrieta, 2019).

### **3.2. Tipo de investigación.**

El proceso investigativo es cuantitativo en el cual se empleará un indicador de tránsito para la cual consiste en identificar el tipo de fallas de acuerdo a la condición del pavimento, lo que nos permitirá aplicar como herramienta estadística el diagrama de Pareto donde nos creara una lista de las causas o incidencias que se reportaron consecutivamente en cada una de las muestras tomadas en las avenidas.

Esta información proporcionada de nuestra investigación realizada en campo en la Av. Gonzalo Aparicio y Av. Nicolás Lapentti,, en nuestra plantilla utilizada como herramienta estadística para el Diagrama de Pareto nos ordenara de mayor a menor las causas en función de la cantidades de veces que fueron reportadas.

Se ilustrará con un gráfico de Pareto la cantidad de causas o incidencias y el porcentaje acumulado. Las barras trazadas en orden descendentes representan la frecuencia relativa de los valores, y la línea representa el porcentaje del total acumulado.

### **3.3. Enfoque.**

Esta investigación se enfoca en identificar cuáles son las causas más relevantes que generan del deterioro de un pavimento flexible en la etapa del mantenimiento de la Av. Gonzalo Aparicio y Av. Nicolás Lapentti verificando la cantidad de veces que se hayan reportado como causas incidentes. Con análisis de campo, con base en cálculos reales y el análisis estadístico estableceremos una plantilla conde se ordenará cada una de las fallas encontradas en la avenida para luego la aplicación de la Ley de Pareto como estrategia.

### **3.4. Población y muestra.**

Para su realización será tomada de dos avenidas muy transitadas del cantón Duran, como lo es la Av. Gonzalo Aparicio con tramo a estudiar: 0+000 0+550 y la Av. Nicolás Lapentti con tramo a estudiar: 0+000 - 1+409.50 en la cual ha existido deterioros en sus avenidas.

### **3.5. Proceso.**

El objetivo de utilizar la ley de Pareto es para identificar cual es el porcentaje de las causas o incidencias que se reportaron en cada muestra tomada de cada una de las avenidas de estudio, según la condición del pavimento flexible a las cuales voy a priorizar ordenadamente de mayor a menor las causas a función de la cantidad de veces que fueron reportadas consecuentemente.

Para ello se realizará cálculos mediante el método del luego analizaremos datos y cálculos obtenidos en campo y basados en el PCI para saber la condición del pavimento, para así aplicar la ley de Pareto en nuestra investigación.

El proceso se detalla de la siguiente manera, se hará el cálculo de la densidad de cada una de las fallas existentes en la vía de estudio. También se procederá evaluando la condición del pavimento flexible, se obtendrá los niveles de severidad de acuerdo al comportamiento del pavimento teniendo en cuenta la calidad de recorrido (transito) se lo determinara según la evaluación dada en las inspecciones que realizamos, estos niveles podrían ser bajos, medios y altos.

- ✚ Se obtendrá con nuestros cálculos un PCI confiable, para así proceder en aplicar la ley de Pareto con datos reales.
- ✚ Se ilustrará un gráfico del Diagrama de Pareto con la cantidad de causas o incidencias y el porcentaje acumulado.

- ✚ Se trazará orden descendente barras que representen la frecuencia relativa de los valores.
- ✚ Se visualizará la línea que representa el porcentaje del total acumulado.

### 3.5.1. Fórmulas para el cálculo de la densidad de la falla.

#### Unidades

1. Área en m<sup>2</sup>:

$$\text{DENSIDAD} = \frac{\text{Área total de la falla (m}^2\text{)}}{\text{área de la unidad de muestra (m}^2\text{)}} * 100$$

2. Longitud (ml):

$$\text{DENSIDAD} = \frac{\text{longitud de la falla (ml)} * 0.60\text{m}}{\text{área de la unidad de muestra (m}^2\text{)}} * 100$$

3. Baches y otros:

$$\text{DENSIDAD} = \frac{\text{Área total del número de baches}}{\text{área de la unidad de muestra (m}^2\text{)}} * 100$$

Índice de condición del pavimento (PCI) = 100-(Max VDC).

### 3.5.2. Proceso de evaluación e identificación de fallas en la vía.

- ✚ Trabajo de campo.
- ✚ Trabajo de escritorio o la fase de cálculos.

### 3.5.3. Cuantificación de la condición de la vía.

Se realiza la inspección, en este caso las dos avenidas a inspeccionar se las deberá seguir estrictamente verificando de acuerdo a cada tramo (muestra).

1. Identificar tramos o áreas en la vía de estudio.
2. Dividir la vía en secciones.
3. Identificar todas muestras y sus unidades.

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

**Tabla 5**  
*Tipos de fallas en pavimentos flexibles*

TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE			
Nº	TIPO DE FALLA	MEDIDAS	CODIGO
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	PC
2	Grietas en bloque	m <sup>2</sup>	BLO
3	Exudación	m <sup>2</sup>	EX
4	Elevación y hundimiento	m <sup>2</sup>	ELH
5	Corrugación	m <sup>2</sup>	COR
6	Depresión	m <sup>2</sup>	DEP
7	Grieta de borde	ml	GB
8	Grieta reflejada	ml	GR
9	Desnivel del carril de berma	ml	DN
10	Grietas de longitudinales y transversales	ml	GLT
11	Parches	m <sup>2</sup>	PA
12	Desprendimiento de agregados	UNIDAD	DAG
13	Bache	m <sup>2</sup>	BAC
14	Cruce de vía férrea		CVF
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	AHU
16	Grieta de deslizamiento	m <sup>2</sup>	GD
17	Grieta Parabólica	m <sup>2</sup>	GP
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>	HN
19	Agregados pulidos	m <sup>2</sup>	APU

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

### 3.5.5. Cálculo de PCI de las unidades de muestreo.

**Tabla 6**  
*Cálculo de PCI de las unidades de muestreo*

MATRIZ PCI							
MUESTRA	ABSCISA	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR DEL PCI	CONDICION

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

#### 3.5.5.1. Tipos de falla encontradas en las carreteras de estudio.

**Tabla 7**  
*Tipos de falla encontradas en las carreteras de estudio*

TIPOS DE FALLAS ENCONTRADAS EN LAS CARRETERAS DE ESTUDIO			
Nº	TIPO DE FALLA	UNIDAD	CANTIDAD

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

#### 3.5.5.2. Fallas incidentes.

**Tabla 8**  
*Fallas incidentes*

FALLAS INCIDENTES				
Nº	TIPO DE FALLAS	SEVERIDAD		
		L	M	H

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

### 3.5.5.3. Escala de clasificación PCI.

**Tabla 9**  
*Escala de clasificación PCI*

ESCALA DE CLASIFICACION PCI	
RANGOS DEL PCI	CLASIFICACION
85-100	Excelente
70-85	Muy bueno
55-70	Bueno
40-55	Regular
25-40	Malo
10-25	Muy malo
0-10	Fallado

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

### 3.5.5.4. Método de ley de Pareto.

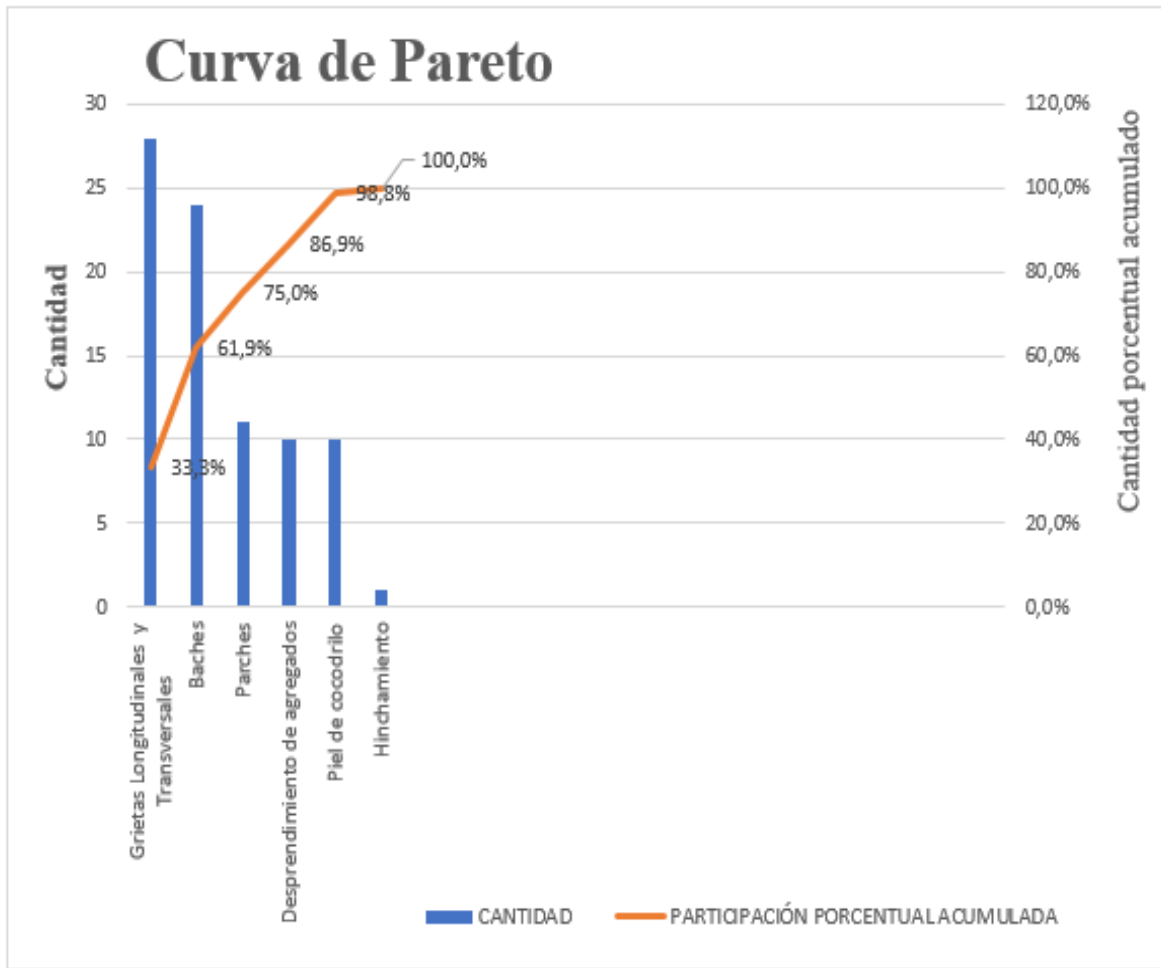
**Tabla 10**  
*Diagrama de Pareto*

#### Diagrama de Pareto

INCIDENCIA/FALLAS	CANTIDAD	RANKING POR CANTIDAD	POSICIÓN REAL	INCIDENCIA/FALLAS2	CANTIDAD	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL ACUMULADA
Piel de cocodrilo	10	5	1	Grietas Longitudinales y Transversales	28	33%	33,3%
Hinchamiento	1	6	2	Baches	24	29%	61,9%
Grietas Longitudinales y Transversales	28	1	3	Parches	11	13%	75,0%
Baches	24	2	4	Desprendimiento de agregados	10	12%	86,9%
Desprendimiento de agregados	10	4	5	Piel de cocodrilo	10	12%	98,8%
Parches	11	3	6	Hinchamiento	1	1%	100,0%

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)





**Figura 28 Curva de Pareto**  
 Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA**

#### **4.1. Desarrollo de la propuesta.**

Este proyecto que hemos realizado como estudiantes, es la aplicación de la ley de Pareto como estrategia para mejorar la operación y mantenimiento de un pavimento flexible, para esto dependerá de la información detallada que se obtenga durante la investigación y hasta qué punto se desea llegar con la misma. La cual hemos elaborado una matriz, donde se detalla las fallas existentes en las vías de estudio Avenida Gonzalo Aparicio y Avenida Nicolás Lapentti.

Se realizó un conteo de tráfico para la evaluación de del pavimento flexible, saber su condición y severidad. Para elaborar el diagrama de Pareto se enlistará las causas o incidencias que por general es el 20% encontradas en la vía, estas se identifican como las causas que generan el 80 % de los efectos, como resultado con la información proporcionada, se ordenará de mayor a menor las causas en función de la cantidad de veces que hayan sido reportadas.

El grafico de Pareto se hará con la cantidad de causas o incidencias y el porcentaje acumulado.

## 4.2. Materiales y equipos para la investigación.

Tabla 11  
Materiales y equipos para la investigación

MATERIALES Y EQUIPOS PARA LA INVESTIGACION	
Materiales de campo	Flexómetro
	Cinta métrica
	Regla de aluminio
Materiales de oficina	Computadora
	Bolígrafo
	Libreta
	Hoja de registro
	GPS
	Cámara fotográfica

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

Tabla 12  
Conteo de tráfico

UBICACIÓN	TRAFICO DIARIO	TRAFICO SEMANAL	TRAFICO MENSUAL	TRAFICO ANUAL
AV. NICOLAS LAPENTTI (DURAN)	91751	642257	2569028	30828336
AV. GONZALO APARICIO (DURAN)	14807	103649	414596	4975152

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

### 4.3. Análisis de informe técnico de la Avenida Gonzalo Aparicio.

#### Cálculos

Muestreo: máximo 315.00 m<sup>2</sup> y mínimo 135.00m<sup>2</sup> su área de muestreo es: 225 ± 90 m<sup>2</sup>

Tramo: 0+000 0+550 con una longitud de vía de 550.00m su ancho de calzada 10.20 m, área de muestra 255.00 m<sup>2</sup> y longitud de muestra 25.00 m.

Donde N=22 es el número total de las muestras tomadas, S=10 es la desviación para pavimento flexible y e=5% de error aceptable.

ASTM D6433, inciso (7.5.2)

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

Se obtiene 22.00 unidades de muestra, n=10.00 deberán ser evaluadas

Selección de muestra y unidades.

ASTMD 6433, inciso (7, 5,3)

**Por lo tanto:**      **i = 2,3**      Intervalo de muestreo

**i = 2**      Intervalo

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

#### 4.4. Hoja de registro de la unidad de muestra M3 de la av. Gonzalo Aparicio.

**Tabla 13**

*Unidad de muestra M3 Av. Gonzalo Aparicio.*

DAÑO	SEVERIDAD	AREA.LONGITUD/UNIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
		L(m)	A(m)	Und		
1	M	1,8	1,2		2,16	2,16
10	M	6			6	6
13	M			1	1	1

**Elaborado por:** (Espinoza C y Torres W, 2021)

**Tabla 14**

*Datos de densidad.*

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PC	M	2,16	2,16	0,847058824	20,26
GLT	M	6	6	2,352941176	5,41
BAC	M	1	1	0,392156863	16,87
<b>TOTAL VD</b>					<b>42,54</b>

**Elaborado por:** (Espinoza C y Torres W, 2021)

#### 4.5. Cálculo del PCI de la unidad de muestra M3.

**Tabla 15**

*Cálculo del PCI de la unidad de muestra M3.*

N°	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	20,26	16,87	5,41	42,54	3	25,77
2	20,26	16,87	2	39,13	2	29,3
3	20,26	2	2	24,26	1	27,26
<b>Maximo VDC</b>						<b>29,3</b>

**Elaborado por:** (Espinoza C y Torres W, 2021)

## Índice de condición del pavimento (PCI)

$$PCI=100-(\text{Max VDC})$$

$$PCI=70,7 \text{ Muy bueno}$$

### 4.6. Tabla de iteración para obtener datos precisos de densidades, valor deducido y valor deducido corregido.

**Tabla 16**  
*Tabla de iteración*

CACULO DE ITERACION		
42	25,4	
42,54	x	25,778
50	31	

**Elaborado por:** (Espinoza C y Torres W, 2021)

En la Av. Gonzalo Aparicio obtenemos 10 muestra: M3, M5, M7, M9, M11, M13, M15, M17, M19, M21. En el informe técnico detallamos el procedimiento de la muestra M3, a su vez las muestras restantes tienen el mismo procedimiento, obteniendo el índice de condición del pavimento (PCI). Datos recolectados en la matriz Resumen de resultados de los datos de PCI tabla 25.

#### 4.7. Valores deducidos para pavimentos flexibles Piel de cocodrilo.

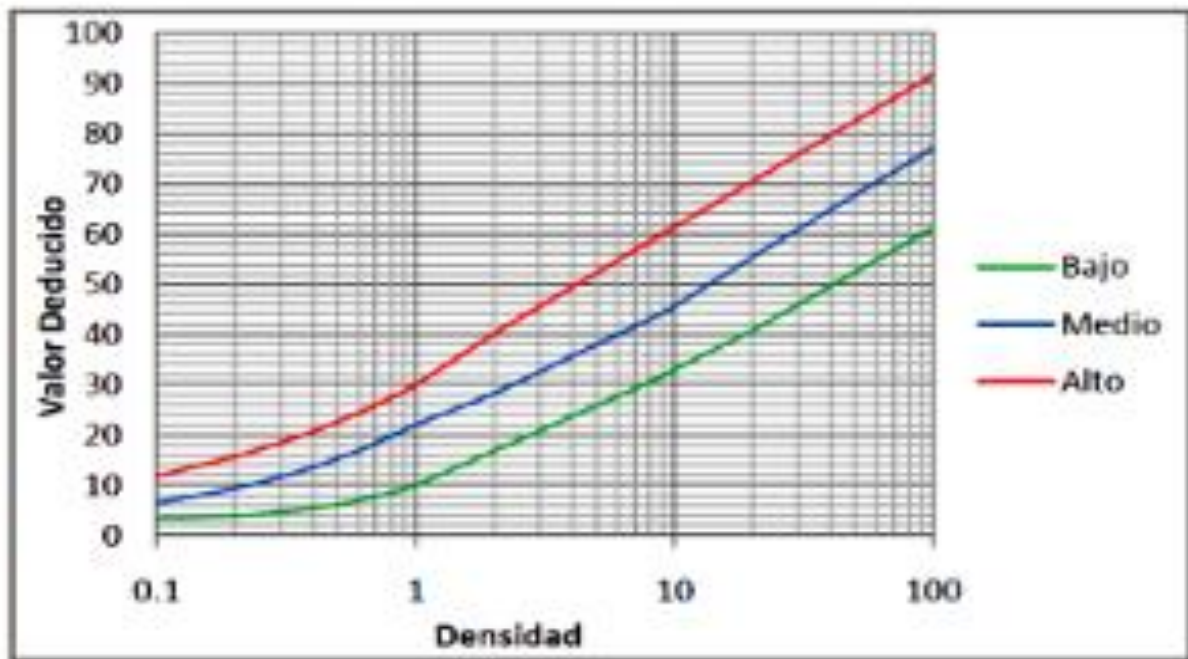


Figura 29 Ábaco para Piel de cocodrilo  
Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

Tabla 17  
Valores deducidos para pavimentos flexibles Piel de cocodrilo

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.40	67.80	82.50
60.00	54.70	70.20	84.90
70.00	56.60	72.30	86.90
80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

#### 4.8. Valores deducidos Grietas Longitudinales y transversales.

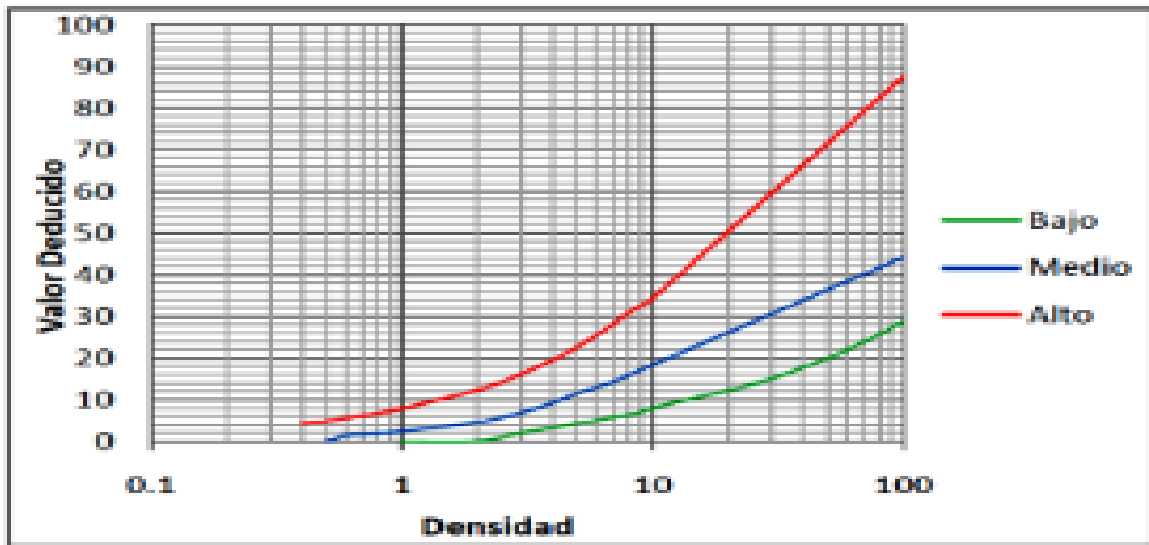


Figura 30 Grietas Longitudinales y transversales.

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

Tabla 18

Valores deducidos Grietas Longitudinales y transversales

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	-	4.30
0.50	-	-	4.90
0.60	-	1.40	5.60
0.70	-	1.70	6.20
0.80	-	1.90	6.70
0.90	-	2.10	7.30
1.00	-	2.40	7.80
2.00	0.10	4.60	12.30
3.00	2.00	6.90	16.10
4.00	3.30	9.20	19.50
5.00	4.30	11.50	22.60
6.00	5.10	13.00	25.50
7.00	5.80	14.30	28.20
8.00	6.40	15.80	30.80
9.00	7.00	17.10	32.50
10.00	8.00	18.30	34.30
20.00	12.20	26.10	50.30
30.00	15.10	30.60	59.70
40.00	17.70	33.90	66.30
50.00	19.90	36.40	71.50
60.00	22.00	38.40	75.70
70.00	23.90	40.10	79.30
80.00	25.60	41.60	82.30
90.00	27.30	43.00	85.10
100.00	28.90	44.20	87.50

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)



#### 4.9. Valores deducidos para Parcheos.

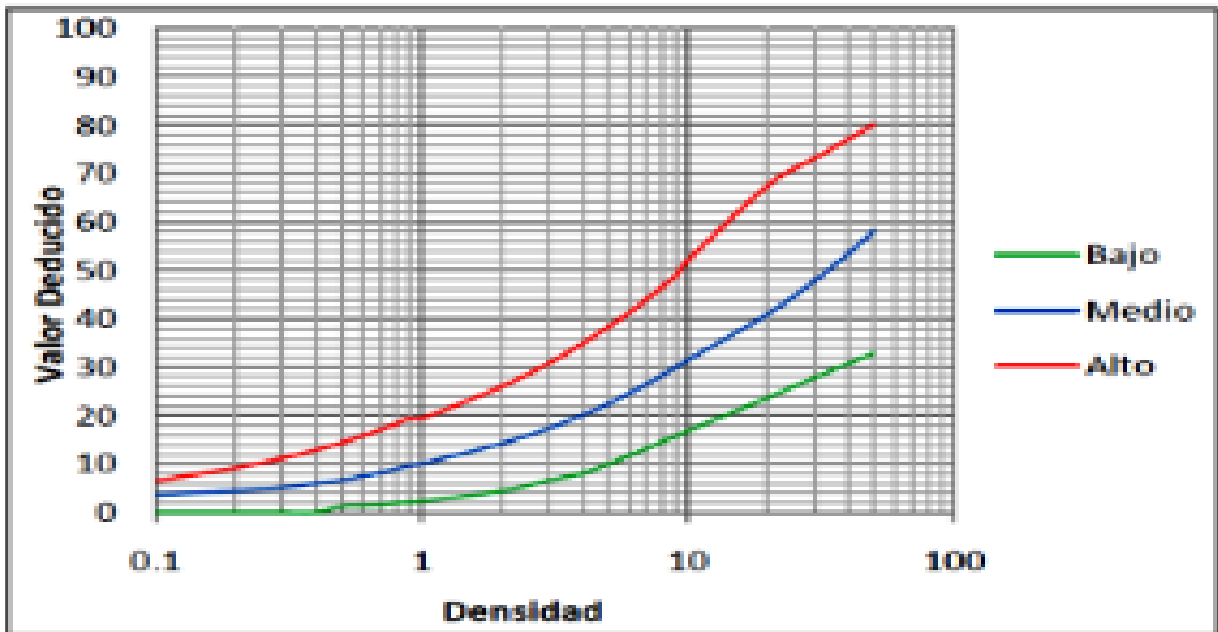


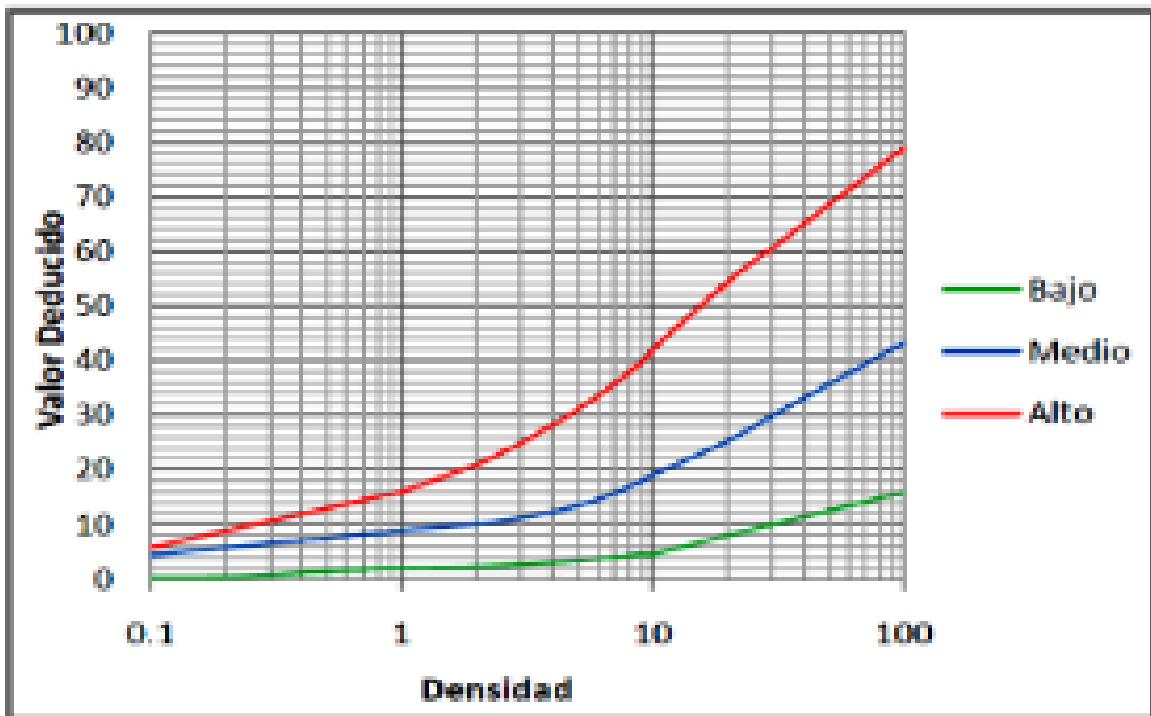
Figura 31 Ábaco para Parcheos  
Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

Tabla 19  
Valores deducidos para Parcheos

Densidad d	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	3.70	6.50
0.20	-	4.50	9.20
0.30	-	5.20	11.20
0.40	-	6.00	12.90
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.60	8.20	17.10
0.80	1.90	9.00	18.30
0.90	2.10	9.70	19.40
1.00	2.30	10.10	19.40
2.00	4.40	14.30	26.00
3.00	6.60	17.40	30.80
4.00	8.00	20.10	34.80
5.00	9.90	22.40	38.20
6.00	11.70	24.60	41.20
7.00	13.20	26.50	44.00
8.00	14.60	28.30	46.50
9.00	15.70	30.00	48.90
10.00	16.80	31.50	52.00
20.00	23.70	41.00	67.50
30.00	27.80	47.90	73.10
40.00	30.70	53.40	77.00
50.00	32.90	58.20	80.10
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

#### 4.10. Valores deducidos para Desprendimiento de agregados.



*Figura 32 Desprendimiento de agregados*

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

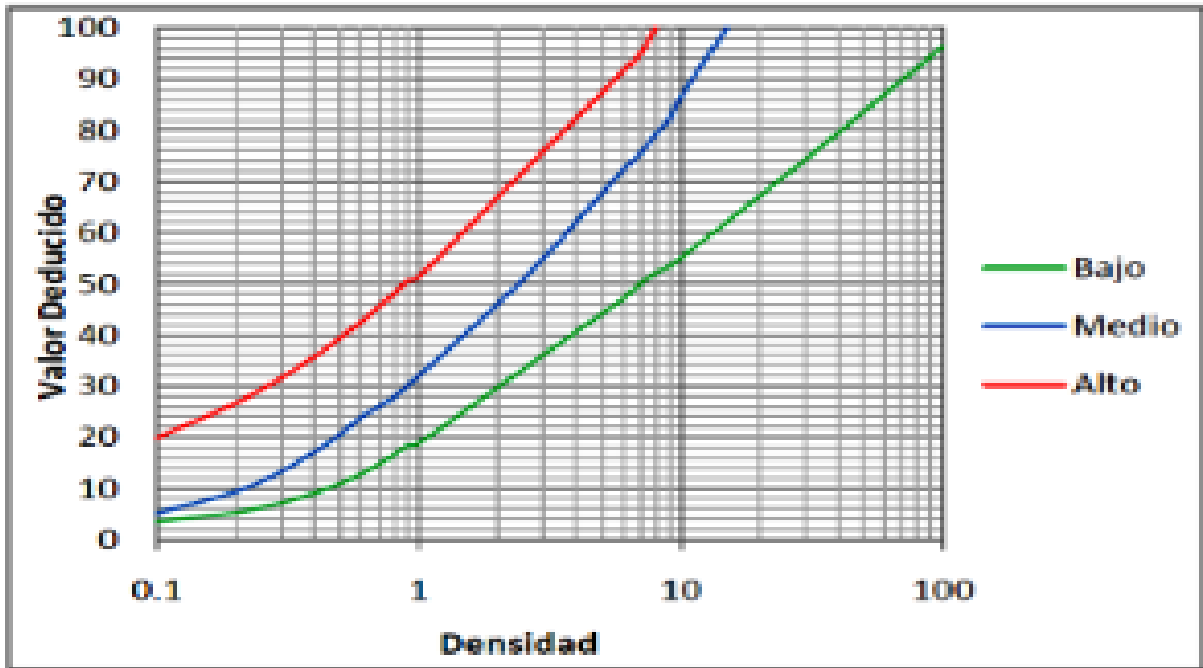
**Tabla 20**

*Valores deducidos para Desprendimiento de agregados*

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	0.30	4.40	5.70
0.20	0.40	5.70	8.80
0.30	0.80	6.50	10.60
0.40	1.20	7.00	11.90
0.50	1.40	7.40	12.90
0.60	1.60	7.80	13.70
0.70	1.70	8.10	14.40
0.80	1.90	8.30	15.00
0.90	2.00	8.50	15.50
1.00	2.00	8.90	16.00
2.00	2.30	10.00	21.00
3.00	2.70	11.20	24.90
4.00	3.00	12.30	28.20
5.00	3.30	13.40	30.90
6.00	3.70	14.50	33.40
7.00	4.00	15.70	35.60
8.00	4.30	16.80	37.70
9.00	4.60	17.90	39.60
10.00	4.60	19.00	42.00
20.00	8.00	25.30	54.50
30.00	10.00	29.90	60.60
40.00	11.40	33.10	65.00
50.00	12.50	35.60	68.40
60.00	13.40	37.60	71.10
70.00	14.10	39.30	73.50
80.00	14.80	40.80	75.50
90.00	15.30	42.10	77.30
100.00	15.80	43.30	78.90

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

#### 4.12. Valores deducidos para Huecos.



**Figura 33** Ábaco para Huecos  
Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

**Tabla 21**  
Valores deducidos para Huecos

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	3.50	5.20	19.90
0.20	5.30	9.40	26.70
0.30	7.20	13.40	31.70
0.40	9.10	17.20	35.80
0.50	10.90	20.50	39.40
0.60	12.80	23.90	42.50
0.70	14.60	25.90	45.40
0.80	16.50	27.80	48.00
0.90	18.30	30.00	50.50
1.00	18.80	32.00	51.40
2.00	29.70	46.00	66.90
3.00	36.10	55.00	76.00
4.00	40.60	62.10	82.40
5.00	44.10	67.60	87.40
6.00	46.90	72.10	91.50
7.00	50.00	75.50	95.00
8.00	52.00	79.10	100.00
9.00	53.30	82.00	-
10.00	55.00	86.50	-
15.00	62.00	100.00	-
30.00	74.30	-	-
40.00	79.50	-	-
50.00	83.60	-	-
60.00	87.00	-	-
70.00	89.80	-	-
80.00	92.20	-	-
90.00	94.40	-	-
100.00	96.30	-	-

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

#### 4.13. Valores deducidos para Hinchamiento.

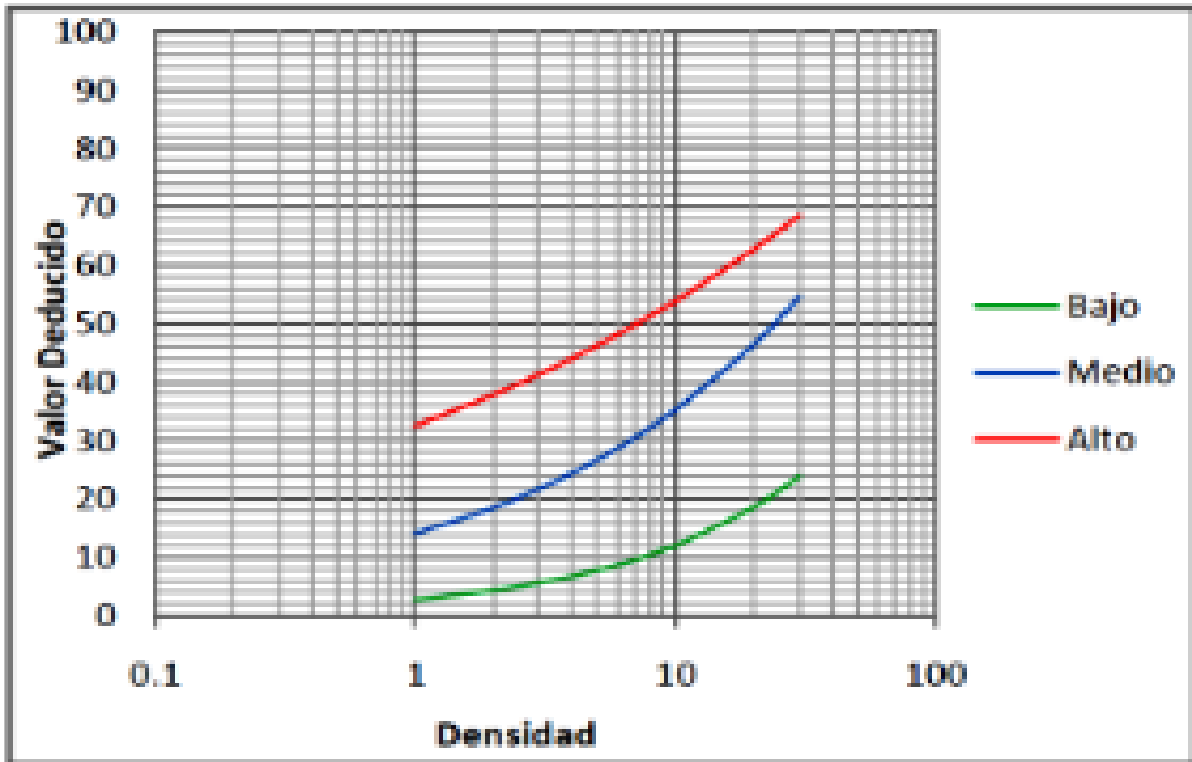


Figura 34 Ábaco para Hinchamiento  
Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

Tabla 22  
Valores deducidos para Hinchamiento

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	-	-
0.50	-	-	-
0.60	-	-	-
0.70	-	-	-
0.80	-	-	-
0.90	-	-	-
1.00	2.80	14.10	32.50
2.00	4.40	18.50	37.80
3.00	5.70	21.80	41.30
4.00	6.80	24.40	44.00
5.00	7.80	26.70	46.20
6.00	8.70	28.70	48.10
7.00	9.60	30.50	49.80
8.00	10.50	32.20	51.30
9.00	11.30	33.80	52.60
10.00	12.00	35.20	53.80
20.00	18.60	46.40	62.70
30.00	23.90	54.60	68.50
40.00	-	-	-
50.00	-	-	-
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

#### 4.14. Valores deducidos Corregido.

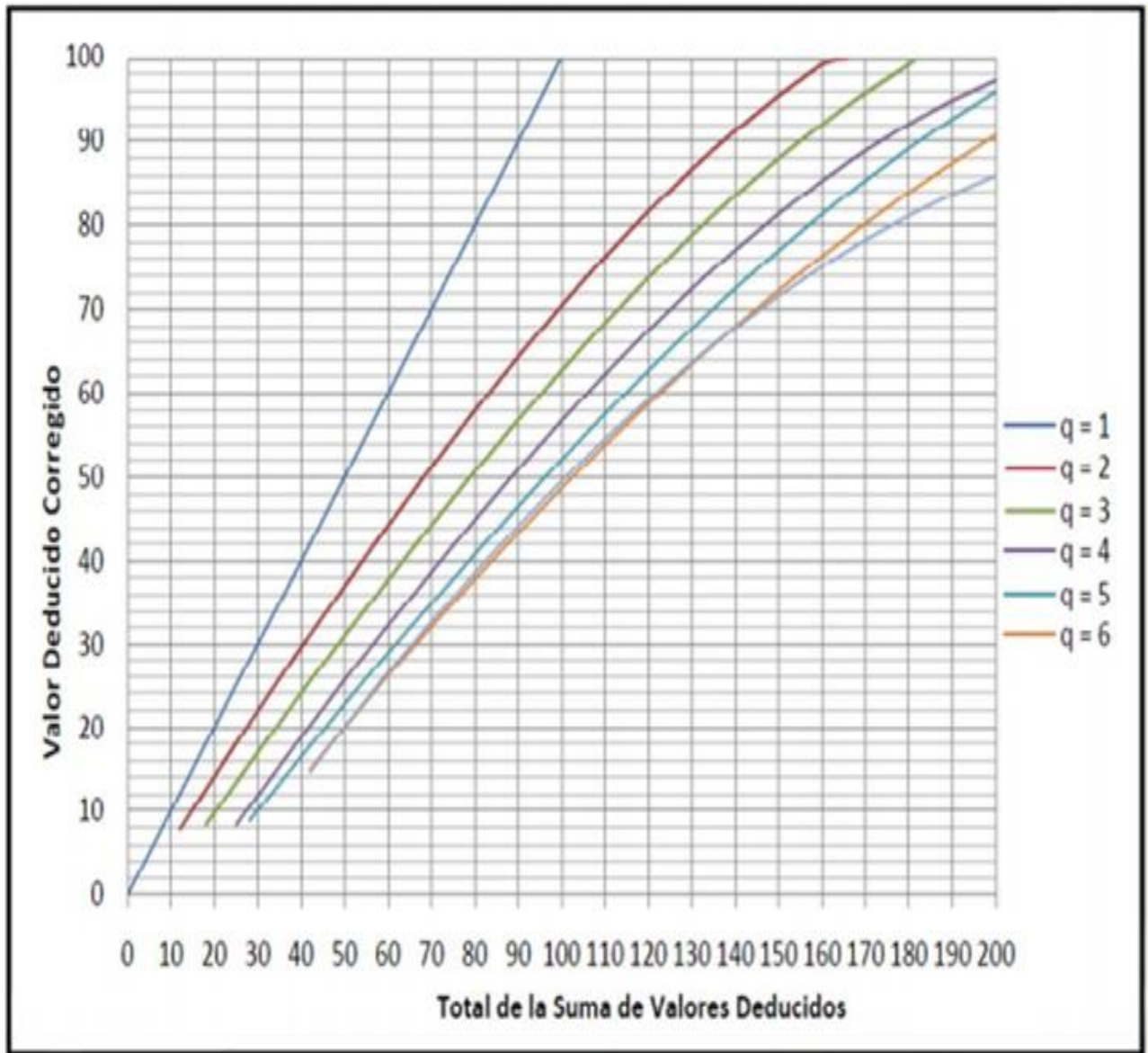


Figura 35 Abaco para valores deducidos corregidos  
Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

**Tabla 23**  
*Valores deducidos corregido*

TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.0	0.0						
10.0	10.0						
12.0	12.0	8.0					
18.0	18.0	12.5	8.0				
20.0	20.0	14.0	10.0				
25.0	25.0	18.0	13.5	8.0			
28.0	28.0	20.4	15.6	10.4	8.0		
30.0	30.0	22.0	17.0	12.0	10.0		
40.0	40.0	30.0	24.0	19.0	17.0		
42.0	42.0	31.4	25.4	20.4	18.2	15.0	15.0
50.0	50.0	37.0	31.0	26.0	23.0	20.0	20.0
60.0	60.0	44.0	38.0	33.0	29.0	26.0	26.0
70.0	70.0	51.0	44.5	39.0	35.0	32.0	32.0
80.0	80.0	58.0	50.5	45.0	41.0	38.0	38.0
90.0	90.0	64.0	57.0	51.0	46.0	44.0	44.0
100.0	100.0	71.0	63.0	57.0	52.0	49.0	49.0
110.0		76.0	68.0	62.0	57.0	54.0	54.0
120.0		81.0	73.0	68.0	62.0	59.0	59.0
130.0		86.0	78.5	73.0	67.0	63.0	63.0
135.0		88.5	81.5	75.5	69.5	65.0	65.0
140.0		91.0	84.0	78.0	72.0	68.0	67.0
150.0		94.0	88.0	82.0	76.0	72.0	70.0
160.0		98.0	93.0	86.0	81.0	76.0	74.0
166.0		100.0	94.8	88.4	83.4	79.0	75.2
170.0			96.0	90.0	85.0	81.0	76.0
180.0			99.0	93.0	88.0	84.0	79.0
182.0			100.0	93.6	88.6	84.8	79.6
190.0				96.0	91.0	88.0	82.0
200.0				98.0	94.0	90.0	84.0

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

## Esquema

**Tabla 24**  
*Muestras y abscisas*

# MUESTREO	ABSCISA	
M3	0+050	0+075
M5	0+100	0+125
M7	0+150	0+175
M9	0+200	0+225
M11	0+250	0+275
M13	0+300	0+325
M15	0+350	0+375
M17	0+400	0+425
M19	0+450	0+475
M21	0+500	0+525

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

#### 4.15. Resumen de resultados de los datos de PCI en la Av. Gonzalo Aparicio.

Tabla 25

Matriz de la Av. Gonzalo Aparicio

MATRIZ AV. GONZALO APARICIO							
TRAMO	ABSCISA	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR DEL PCI	CONDICION
T1	0+000	Hinchamiento	H	5,44	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	M	6	ML		
		Piel de cocodrilo	M	4,2	M2		
		Baches	M	1	UND		
		Piel de cocodrilo	M	2,76	M2		
T2	0+025	Baches	H	2	UND		
		Grietas longitudinales y transversales	M	5,6	ML		
		Parches	L	2,86	M2		
		Baches	M	1	UND		
		Baches	M	2	UND		
T3	0+050	Grietas longitudinales y transversales	M	6	ML	70,7	MUY BUENO
		Baches	M	1	UND		
		Piel de cocodrilo	M	2,16	M2		
M4	0+075	Grietas longitudinales y transversales	M	5,4	ML		
		Grietas longitudinales y transversales	M	3,2	ML		
		Baches	M	1	UND		
T5	0+100	Desprendimiento de agregados	L	12	M2	79,1	MUY BUENO
		Grietas longitudinales y transversales	M	6	ML		
		Baches	M	1	UND		
T6	0+125	Desprendimiento de agregados	L	18	M2		
		Baches	M	1	UND		
T7	0+150	Piel de cocodrilo	M	1,14	M2	75,41	MUY BUENO
		Grietas longitudinales y transversales	M	4,4	ML		
		Baches	M	2	UND		
T8	0+175	Desprendimiento de agregados	M	8,1	M2		
		Parches	M	4,6	M2		
T9	0+200	Grietas longitudinales y transversales	M	5	ML	79,1	MUY BUENO
		Baches	M	1	UND		
		Desprendimiento de agregados	L	8	M2		
T10	0+225	Grietas longitudinales y transversales	M	5	ML		
		Desprendimiento de agregados	M	7,5	M2		

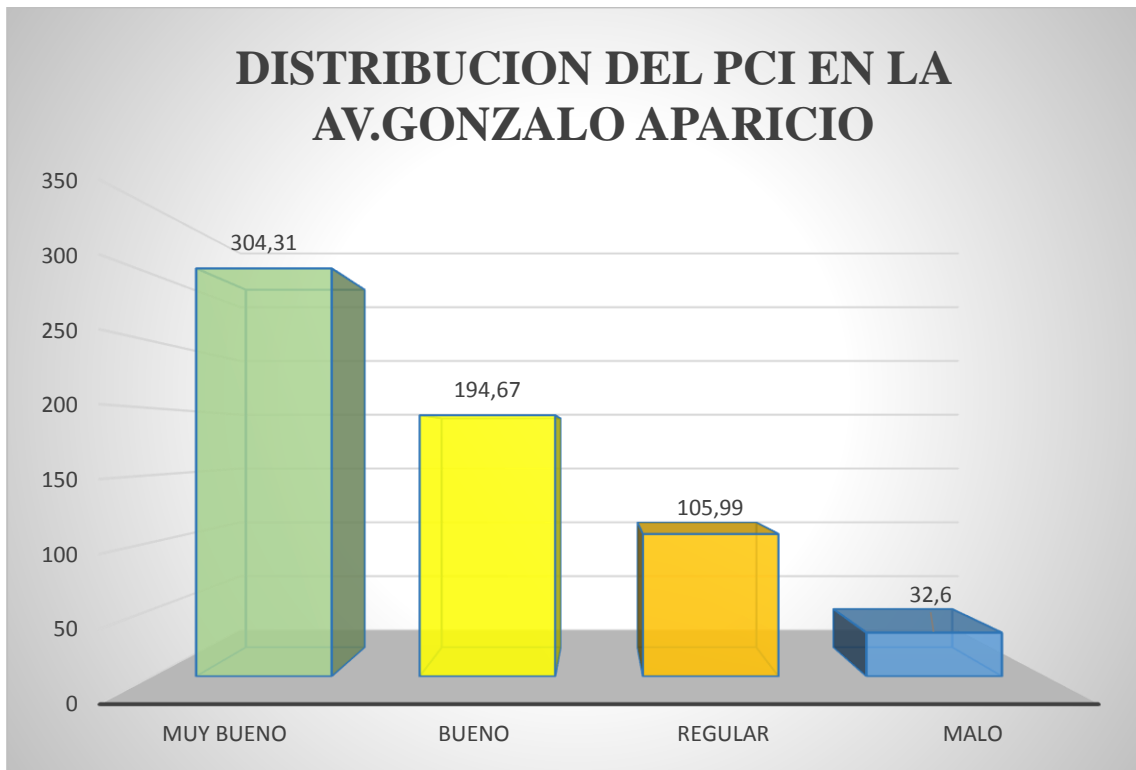
T11	0+250	Parches	M	0,98	M2	51,11	REGULAR
		Baches	H	1	UND		
		Baches	M	12	UND		
		Grietas longitudinales y transversales	M	10	ML		
T12	0+275	Parches	M	1,69	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	M	20	ML		
T13	0+300	Parches	M	4	M2	68,53	BUENO
		Baches	L	4	UND		
		Desprendimiento de agregados	M	7,5	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	M	10	ML		
T14	0+325	Baches	L	2	UND		
		Grietas longitudinales y transversales	M	20	ML		
		Grietas longitudinales y transversales	M	10	ML		
T15	0+350	Baches	M	2	UND	32,6	MALO
		Desprendimiento de agregados	M	7	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	M	5,35	ML		
		Desprendimiento de agregados	H	6	M2		
T16	0+375	Baches	H	1	UND		
		Grietas longitudinales y transversales	H	10	ML		
		Desprendimiento de agregados	M	3,9	M2		
T17	0+400	Grietas longitudinales y transversales	H	30	ML	54,88	REGULAR
		Parches	L	3,7	M2		
		Desprendimiento de agregados	M	6	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	L	20	ML		
		Parches	L	2,325	M2		
T18	0+425	Grietas longitudinales y transversales	M	10	ML		
		Baches	H	1	UND		
		Parches	M	4,3	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	H	10	ML		
T19	0+450	Baches	M	1	UND	58,95	BUENO
		Grietas longitudinales y transversales	H	6	ML		
		Grietas longitudinales y transversales	M	4,4	ML		
		Piel de cocodrilo	M	7,44	M2		



T20	0+475	Parches	L	9,6	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	H	5,45	ML		
		Piel de cocodrilo	M	8,25	M2		
T21	0+500	Baches	M	1	UND	67,19	BUENO
		Grietas longitudinales y transversales	M	5	ML		
		Baches	H	1	UND		
		Parches	L	11,25	M2		
		Piel de cocodrilo	L	4,44	M2		
		Baches	L	1	UND		
T22	0+525	Grietas longitudinales y transversales	M	5,35	ML		
		Baches	M	1	UND		
		Grietas longitudinales y transversales	M	4,65	ML		
		Piel de cocodrilo	M	8,89	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	M	5,65	ML		
T23	0+5550	Piel de cocodrilo	M	15,66	M2		
		Baches	M	2	UND		
		Parches	L	12,255	M2		
		Piel de cocodrilo	M	3	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	M	5,7	ML		
		Baches	L	25,2	M2		

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

#### 4.16. Distribución del PCI en la avenida Gonzalo Aparicio

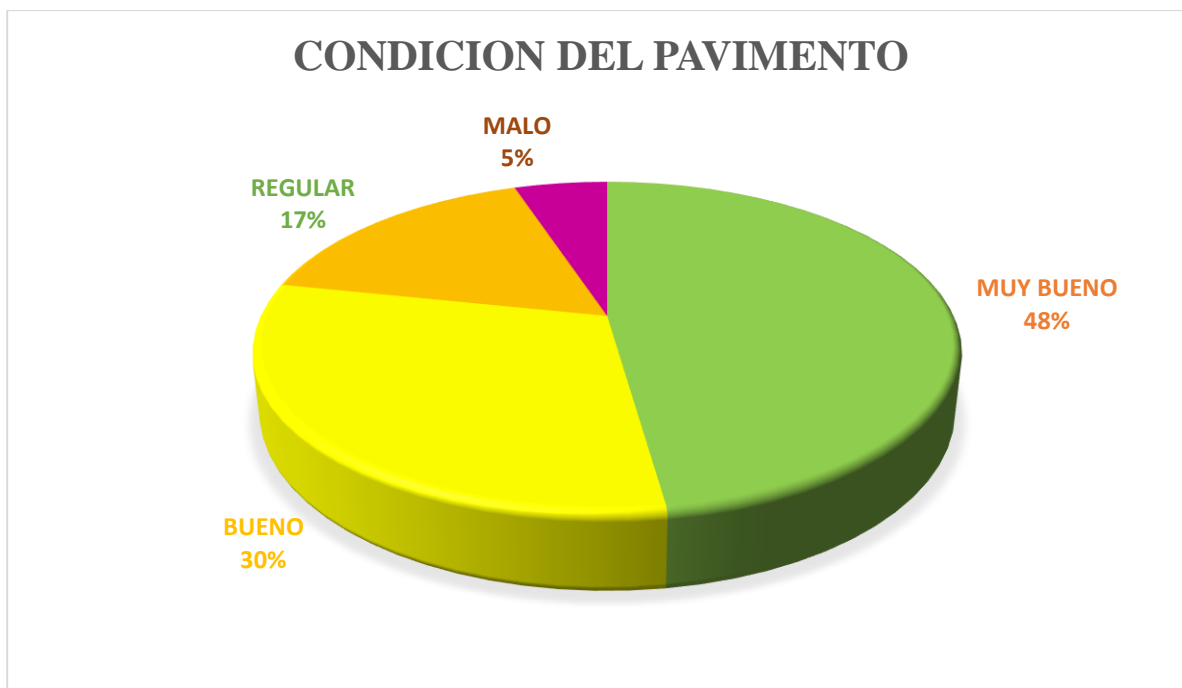


*Figura 36 Distribución del PCI Av. Gonzalo Aparicio.*  
Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

**Tabla 26**  
*Condición de pavimento de la Av. Gonzalo Aparicio*

CONDICION DE PAVIMENTO	
CONDICION	VALOR DEL PCI
MUY BUENO	304,31
BUENO	194,67
REGULAR	105,99
MALO	32,6

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)



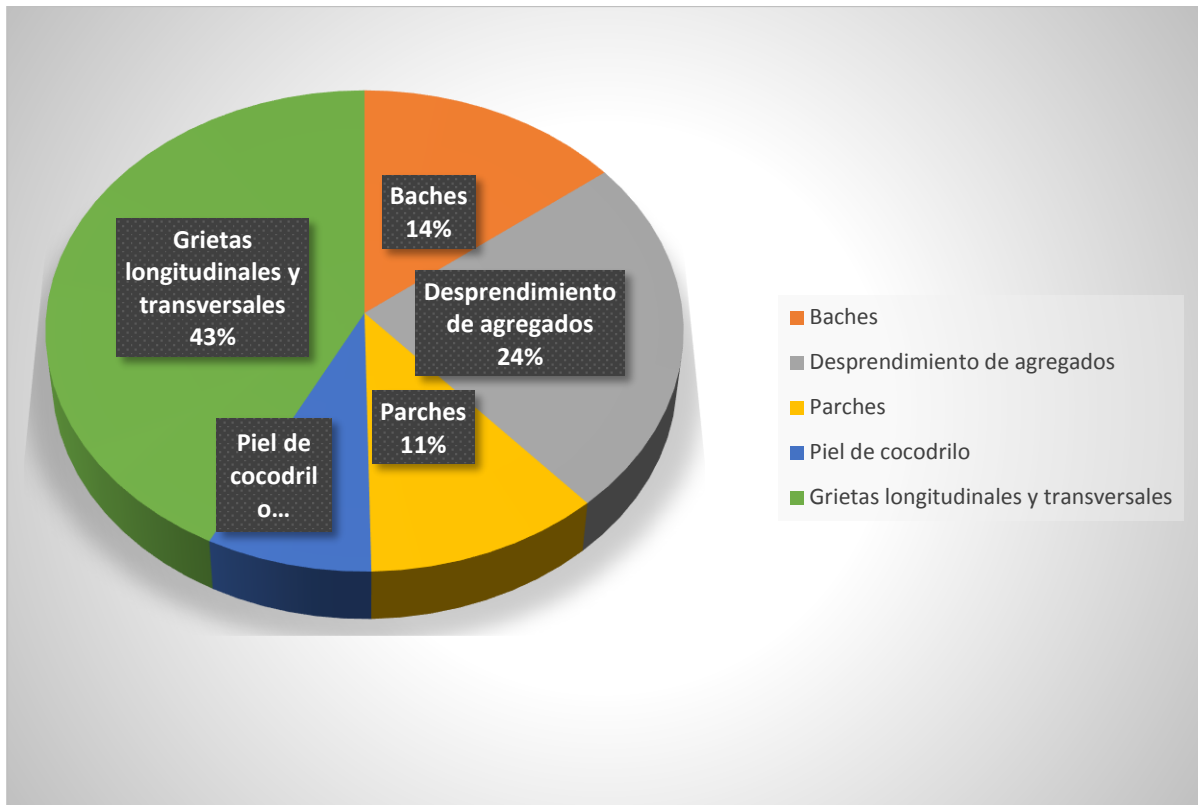
**Figura 37** Condición del Pavimento.  
Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

**Tabla 27**  
*Tipos de fallas encontradas en la Av. Gonzalo Aparicio*

N°	TIPO DE FALLA	UNIDAD	CANTIDAD	PORCENTAJE %
1	Baches	UND	28	14%
2	Desprendimiento de agregados	M2	46,5	24%
3	Parches	M2	21,64	11%
4	Piel de cocodrilo	M2	15,18	8%
5	Grietas longitudinales y transversales	ML	82,19	43%
<b>TOTAL</b>			193,51	100%

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

Fallas incidentes apreciadas en función al porcentaje que representa cada una encontrada en el pavimento de estudio Av. González Aparicio del cantón Duran de la provincia del Guayas.



**Figura 38** Distribución de porcentaje.  
 Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

**Tabla 28**  
 Severidad de Fallas incidentes en T3, T5, T7, T9, T11, 13, 15, 17, 19, 21.

FALLAS INCIDENTES T3-T21				
N°	TIPO DE FALLAS	SEVERIDAD		
		L	M	H
1	Piel de cocodrilo	1	3	
2	Grietas de longitudinales y transversales	1	9	3
3	Parches	3	3	
4	Baches	2	8	2
5	Desprendimiento de agregados	2	3	1

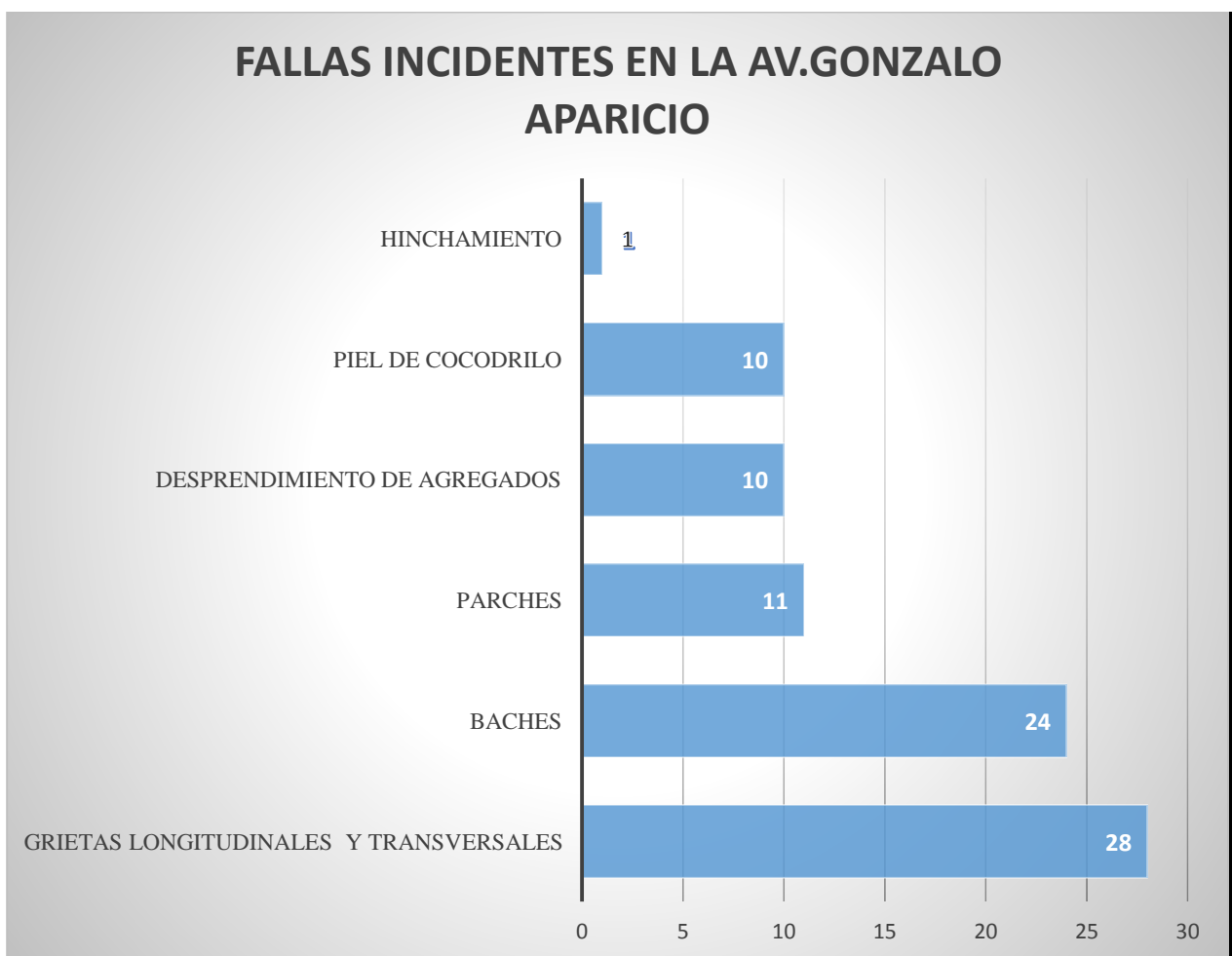
Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

**Tabla 29**

**Total De Fallas incidentes en La Av. Gonzalo Aparicio**

<b>TOTAL DE FALLAS INCIDENTES EN LA AV.GONZALO APARICIO</b>	
Grietas Longitudinales y Transversales	28
Baches	24
Parches	11
Desprendimiento de agregados	10
Piel de cocodrilo	10
Hinchamiento	1

**Elaborado por:** (Espinoza C y Torres W, 2021)



**Figura 39** Fallas incidentes en la Av. Gonzalo Aparicio.

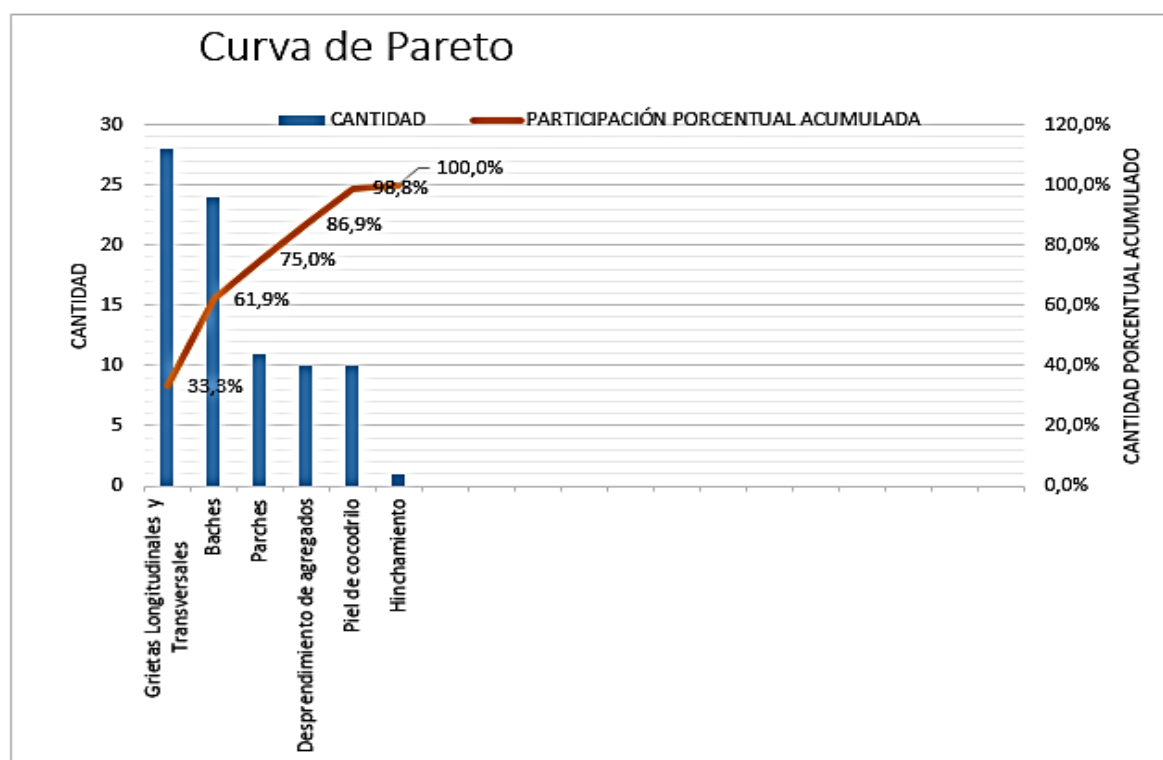
**Elaborado por:** (Espinoza C y Torres W, 2021)

# Diagrama de Pareto

**Tabla 30**  
**Diagrama de Pareto de la Av. Gonzalo Aparicio.**

INCIDENCIA/FALLAS	CANTIDAD	RANKING POR CANTIDAD	POSICIÓN REAL	INCIDENCIA/FALLAS2	CANTIDAD	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL ACUMULADA
Piel de cocodrilo	10	5	1	Grietas Longitudinales y Transversales	28	33%	33,3%
Hinchamiento	1	6	2	Baches	24	29%	61,9%
Grietas Longitudinales y Transversales	28	1	3	Parches	11	13%	75,0%
Baches	24	2	4	Desprendimiento de agregados	10	12%	86,9%
Desprendimiento de agregados	10	4	5	Piel de cocodrilo	10	12%	98,8%
Parches	11	3	6	Hinchamiento	1	1%	100,0%

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)



**Figura 40** Curva de Pareto de la Av. Gonzalo Aparicio.  
Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

#### 4.17. Análisis de informe técnico de la Avenida Nicolás Lapentti.

##### Cálculos

Muestreo: máximo 315.00 m<sup>2</sup> y mínimo 135.00m<sup>2</sup> su área de muestreo es: 225 ± 90 m<sup>2</sup>

Tramo: 0+000 - 1+409.50 con una longitud de vía de 1409.50 m su ancho de calzada 7,50m, área de muestra 300 m<sup>2</sup> y longitud de muestra 40.00 m.

Donde N=35 es el número total de las muestras tomadas, S=10 es la desviación estándar para pavimento flexible y e=5% de error aceptable.

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

Se obtiene 35.00 unidades de muestra, n=11.00 deberán ser evaluadas

Selección de muestra y unidades.

ASTMD 6433, inciso (7, 5,3)

**Por lo tanto:**            **i = 3,125**            Intervalo de **i = 3**

Intervalo

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

#### 4.18. Hoja de registro de la unidad de muestra M4, de la Av. Nicolás Lapentti.

Tabla 31

Unidad de muestra M4, de la Av. Nicolás Lapentti

DAÑO	SEVERIDAD	AREA/LONGITUD/UNIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
		L(m)	A(m)	Und		
1	M	6	3,5		21	21
10	M	3,2			3,2	3,2
12	M	5,4	1,1		5,94	5,94
13	L			1	1	1

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

Tabla 32

Datos de densidad

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PC	M	21	21	7	41,6
GLT	M	3,2	3,2	1,066666667	2,54
DAG	M	5,94	5,94	1,98	9,98
BAC	L	1	1	0,333333333	7,77
TOTAL VD					61,89

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

#### 4.19. Cálculo del PCI de la unidad de muestra M4.

Tabla 33

Cálculo del PCI de la unidad de muestra M4.

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	41,6	9,98	7,77	2,54	61,89	4	34,13
2	41,6	9,98	7,77	2	61,35	3	38,88
3	41,6	9,98	2	2	55,58	2	40,91
4	41,6	2	2	2	47,6	1	47,6
Maximo VDC							47,6

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)



Índice de condición del pavimento (PCI)  $PCI = 100 - (\text{Max VDC})$   
 $PCI = 52,4$  Regular

**4.20. Tabla de iteración para obtener datos precisos de densidades, valor deducido y valor deducido corregido.**

**Tabla 34**  
*Tabla de iteración*

<b>CACULO DE ITERACIÓN</b>		
42	42	
47,6	x	47,6
50	50	

**Elaborado por:** (Espinoza C y Torres W, 2021)

En la Av. Nicolás Lapentti obtenemos 11 muestra: M4, M7, M10, M13, M16, M19, M122, M25, M28, M31, M34. En el informe técnico detallamos el procedimiento de la muestra M3, a su vez las muestras restantes tienen el mismo procedimiento, obteniendo el índice de condición del pavimento (PCI). Datos recolectados en la matriz Resumen de resultados de los datos de PCI tabla 36.

## Esquema

**Tabla 35**  
*Muestras y abscisas Av. Nicolás Lapentti*

# MUESTREO	ABSCISA	
M4	0+120	0+160
M7	0+240	0+280
M10	0+360	0+400
M13	0+480	0+520
M16	0+600	0+640
M19	0+720	0+760
M22	0+840	0+880
M25	0+960	1+000
M28	1+120	1+160
M31	1+240	1+280
M34	1+360	1+400

**Elaborado por:** (Espinoza C y Torres W, 2021)

Tabla 36  
Matriz de la Av. Nicolás Lapentti.

MATRIZ DE LA AV. NICOLAS LAPENTTI							
MUESTRA	ABSCISA	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR DEL PCI	CONDICION
T1	0+000 / 0+040	Parches	L	9,37	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	M	5	ML		
		Piel de cocodrilo	M	11,2	M2		
		Bachas	M	1	UND		
		Piel de cocodrilo	M	2,76	M2		
		Desprendimiento de agregados	M	13,485	M2		
T2	0+040 / 0+080	Bachas	H	2	UND		
		Grietas longitudinales y transversales	M	5,6	ML		
		Parches	L	2,86	M2		
		Bachas	M	1	UND		
		Bachas	H	2	UND		
		Desprendimiento de agregados	M	6,36	M2		
T3	0+080 / 0+120	Grietas longitudinales y transversales	M	6	ML		
		Bachas	M	1	UND		
		Piel de cocodrilo	M	2,16	M2		
T4	0+120 / 0+160	Desprendimiento de agregados	M	5,94	ML	52,4	Bueno
		Grietas longitudinales y transversales	M	3,2	ML		
		Bachas	L	1	UND		
		Piel de cocodrilo	M	21	M2		
T5	0+160 / 0+200	Desprendimiento de agregados	L	12	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	M	6	ML		
		Bachas	M	1	UND		
T6	0+200 / 0+240	Desprendimiento de agregados	L	18	M2		
		Bachas	M	1	UND		
T7	0+240 / 0+280	Piel de cocodrilo	M	1,14	M2	66,7	Bueno
		Grietas longitudinales y transversales	M	4,4	ML		
		Bachas	M	2	UND		
		Parches	L	14,74	M2		
		Grieta de Borde	M	5,3	ML		

T8	0+280 / 0+320	Desprendimiento de agregados	M	8,1	M2		
		Parches	M	4,6	M2		
		Piel de cocodrilo	M	15	M2		
T9	0+320 / 0+360	Grietas longitudinales y transversales	M	5	ML		
		Baches	M	1	UND		
		Desprendimiento de agregados	L	8	M2		
T10	0+360 / 0+400	Grietas longitudinales y transversales	M	8,3	ML	59,56	Bueno
		Desprendimiento de agregados	M	7,5	M2		
		Parches	M	9,5	M2		
		Baches	H	1	UND		
T11	0+400 / 0+440	Baches	M	2	UND		
		Grietas longitudinales y transversales	M	10	ML		
T12	0+440 / 0+480	Parches	M	1,69	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	M	20	ML		
T13	0+480 / 0+520	Parches	M	5,6	M2	68,3	Bueno
		Baches	L	4	UND		
		Desprendimiento de agregados	M	13,5	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	M	10	ML		
T14	0+520 / 0+560	Baches	L	5	UND		
		Grietas longitudinales y transversales	L	15	ML		
		Grietas longitudinales y transversales	M	8	ML		
T15	0+560 / 0+600	Baches	M	2	UND		
		Desprendimiento de agregados	M	8	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	M	6,1	ML		
		Desprendimiento de agregados	H	7	M2		
T16	0+600 / 0+640	Baches	H	1	UND	37,94	MALO
		Grietas longitudinales y transversales	H	10	ML		
		Desprendimiento de agregados	M	3,9	M2		
		Piel de cocodrilo	M	15,75	M2		

T17	0+640 / 0+680	Grietas longitudinales y transversales	H	20	ML		
		Parches	L	21,2	M2		
		Desprendimiento de agregados	M	5	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	L	15	ML		
		Parches	L	2,85	M2		
T18	0+680 / 0+720	Grietas longitudinales y transversales	M	12	ML		
		Baches	H	1	UND		
		Parches	M	5,1	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	H	13	ML		
M19	0+720 / 0+760	Baches	M	2	UND	53,36	REGUAR.
		Grietas longitudinales y transversales	H	6	ML		
		Grietas longitudinales y transversales	M	7	ML		
		Piel de cocodrilo	M	10,5	M2		
M20	0+760 / 0+800	Parches	L	12,16	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	H	5,45	ML		
		Piel de cocodrilo	M	17,25	M2		
M21	0+800 / 0+840	Baches	M	1	UND		
		Grietas longitudinales y transversales	M	7,5	ML		
		Baches	H	1	UND		
		Parches	L	11,25	M2		
		Piel de cocodrilo	L	22	M2		
		Baches	L	1	UND		

M22	0+840 / 0+880	Grietas longitudinales y transversales	M	5,35	ML	50,71	REGUAR
		Baches	H	1	UND		
		Grietas longitudinales y transversales	M	6,5	ML		
		Piel de cocodrilo	M	6,3	M2		
		Desprendimiento de agregados	M	10,17	ML		
M23	0+880 / 0+920	Piel de cocodrilo	M	10,8	M2		
		Baches	M	1	UND		
		Parches	L	8,6	M2		
		Piel de cocodrilo	M	3	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	L	7,3	ML		
		Baches	L	18	M2		
M24	0+960 / 0+960	Baches	H	1	UND		
		Parches	M	1	M2		
		Desprendimiento de agregados	M	25	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	M	4	ML		
		Parches	M	6	M2		
M25	0+960 / 1+000	Piel de cocodrilo	M	5,6	M2	45,21	REGUAR
		Baches	H	1	UND		
		Grietas longitudinales y transversales	M	7,8	ML		
		Corrucción	M	7	M2		
		Parches	M	6	M2		
M26	1+000 / 1+040	Grietas longitudinales y transversales	M	5,5	ML		
		Piel de cocodrilo	M	12,5	M2		
		Baches	M	2	UND		
		Parches	L	12	M2		
M27	1+040 / 1+080	Piel de cocodrilo	M	13,5	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	L	6,5	ML		
		Baches	M	1	UND		
M28	1+080 / 1+120	Grietas longitudinales y transversales	M	7,5	ML	52,25	REGUAR
		Desprendimiento de agregados	L	14	M2		
		Piel de cocodrilo	M	10,5	M2		
		Baches	M	2	UND		
		Parches	L	4	M2		
M29	1+120 / 1+160	Piel de cocodrilo	M	7	M2		
		Grietas longitudinales y transversales	L	6,5	ML		
		Baches	M	1	UND		
M30	1+160 / 1+200	Grietas longitudinales y transversales	M	5,7	ML		
		Parches	L	7	M2		
		Desprendimiento de agregados	M	15	M2		

M31	1+200 / 1+240	Piel de cocodrilo	M	4,5	M2	60,10	BUENO
		Grietas longitudinales y transversales	M	8,5	ML		
		Baches	M	1	UND		
		Parches	L	9,8	M2		
M32	1+240 / 1+280	Piel de cocodrilo	M	15	M2		
		Desprendimiento de agregados	M	3,45	M2		
		Parches	M	2,6	M2		
M33	1+280 / 1+320	Desprendimiento de agregados	M	8,06	M2		
		Piel de cocodrilo	M	16	M2		
		Parches	M	6	M2		
M34	1+320 / 1+360	Grietas longitudinales y transversales	M	10,5	ML	36,34	MALO
		Piel de cocodrilo	M	4,55	M2		
		Desprendimiento de agregados	H	14,5	M2		
		Parches	M	11,34	M2		
		Baches	H	3	UND		
M35	1+360 / 1+400	Desprendimiento de agregados	M	4,8	M2		
		Parches	M	10,2	M2		
		Baches	M	1	UND		

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

**Tabla 37**  
*Tipos de fallas encontradas en la Av. Nicolás Lapentti*

N°	TIPOS DE FALLA, AV. NICOLAS LAPENTTI	CODIGO	TOTAL
1	Piel de Cocodrilo	PC	22
5	Corrugación	COR	1
7	Fisura de Borde	FB	1
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	35
11	Parches	PAR	23
12	Desprendimiento de Agregados	DAG	21
13	Baches	BAC	33

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

**Tabla 38**

*Severidad de Fallas incidentes T4 al T34 de la Av. Nicolás Lapentti.*

FALLAS INCIDENTES T4-T34				
N°	TIPO DE FALLAS	SEVERIDAD		
		L	M	H
1	Piel de cocodrilo	1	3	
2	Grietas de longitudinales y transversales	1	9	2
3	Parches	3	3	
4	Baches	2	8	2
5	Desprendimiento de agregados	2	3	1
6	Corrugación	1		
7	Fisura de borde	1		

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

**Tabla 39**

*Distribución del PCI En La Av. Nicolás Lapentti.*

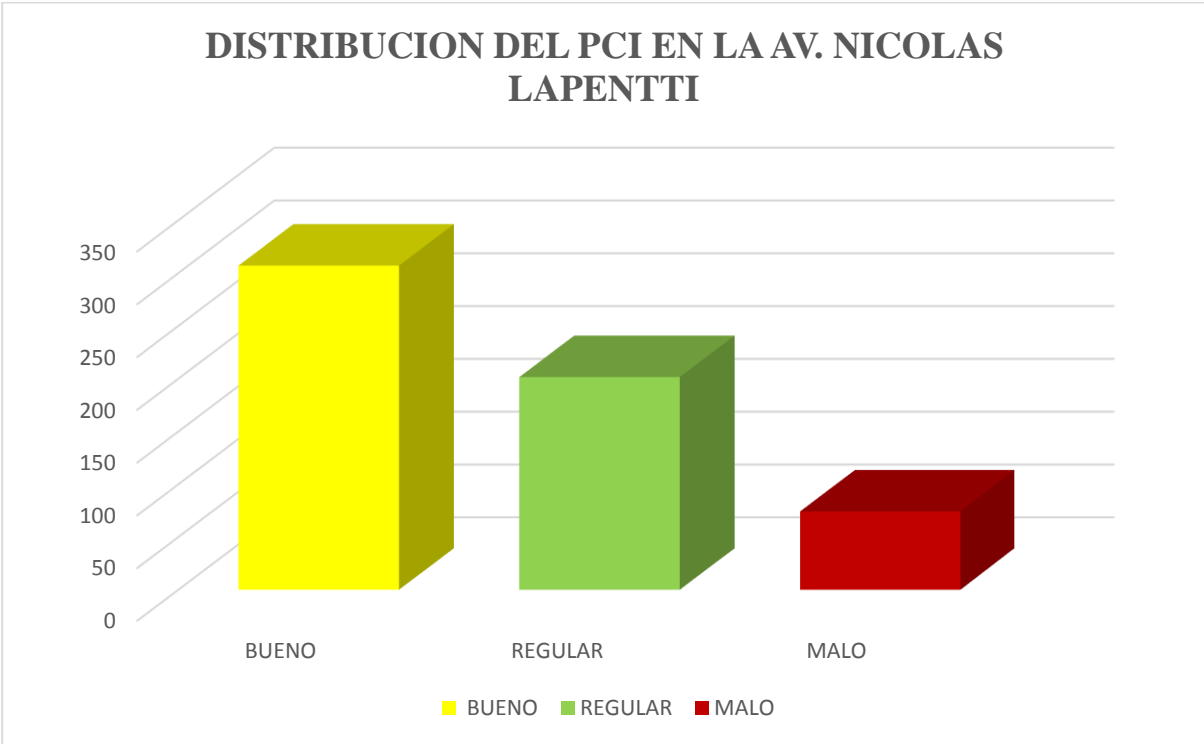
DISTRIBUCION DEL PCI EN LA AV. NICOLAS LAPENTTI	
CONDICION	VALOR DEL PCI
BUENO	307,06
REGULAR	201,53
MALO	74,28

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)





**Figura 41** Condición del pavimento en la Av. Nicolás Lapentti  
 Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

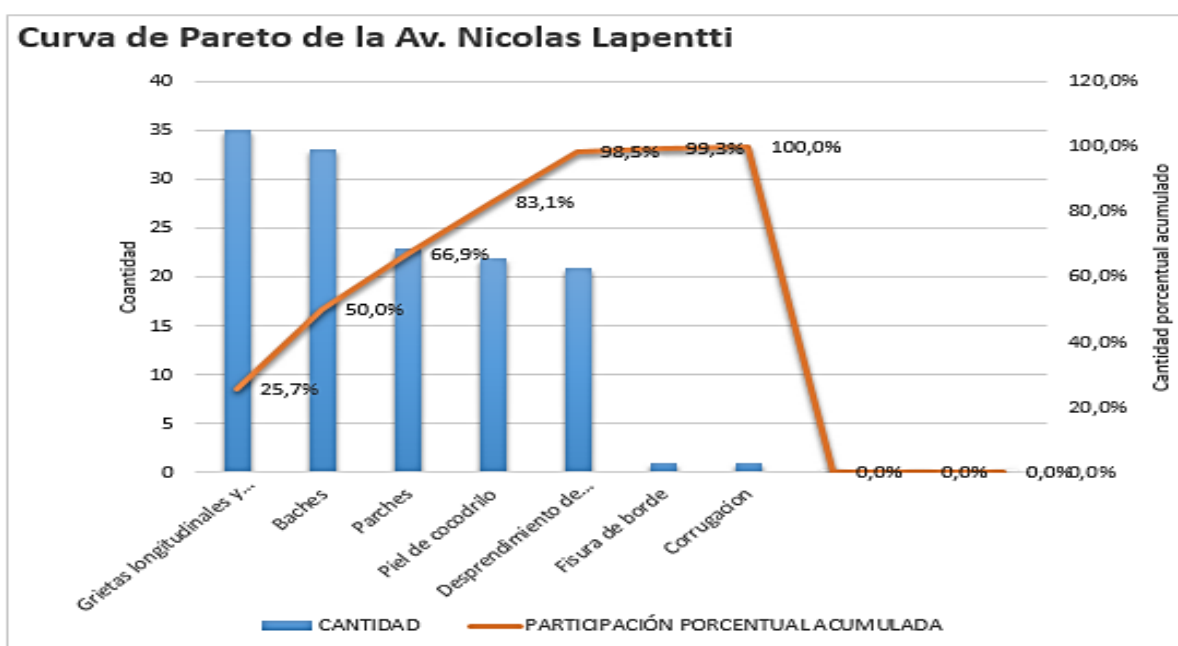


**Figura 42** Distribución del PCI en la Av. Nicolás Lapentti.  
 Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

**Tabla 40**  
**Diagrama de Pareto de la Av. Nicolás Lapentti.**

Ingreso en la tabla la incidencia y la cantidad reportada				Cálculos automáticos			
INCIDENCIA/CAUSA	CANTIDAD	RANKING POR CANTIDAD	POSICIÓN REAL	INCIDENCIA/CAUSA	CANTIDAD	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL ACUMULADA
Piel de cocodrilo	22	4	1	Grietas longitudinales y Transversales	35	26%	25,7%
Corrugacion	1	7	2	Baches	33	24%	50,0%
Fisura de borde	1	6	3	Parches	23	17%	66,9%
Grietas longitudinales y Transversales	35	1	4	Piel de cocodrilo	22	16%	83,1%
Parches	23	3	5	Desprendimiento de agregados	21	15%	98,5%
Desprendimiento de agregados	21	5	6	Fisura de borde	1	1%	99,3%
Baches	33	2	7	Corrugacion	1	1%	100,0%

Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)



**Figura 43** Curva de Pareto de la Av. Nicolás Lapentti.  
Elaborado por: (Espinoza C y Torres W, 2021)

## CONCLUSIÓN

En el presente proyecto de investigación se concluye que de acuerdo a los resultados obtenidos se aplica este método como herramienta de datos estadístico porcentuales para todo tipo de fallas que se identificaron en el pavimento, esto debido al estado de vulnerabilidad que se encuentra expuestas las vías, para tomar medidas de mejora en la etapa de operación del pavimento de la Av. Nicolás Lapentti, y en la Av. Gonzalo Aparicio del cantón Duran de la Provincia del Guayas.

Este tipo de proyecto tiene justificación ambiental ya que en la búsqueda de daños en el pavimento flexible, ya que producen efectos físicos, químicos, ambientales en su parte operativa, y desde el punto de busca metodológico se basa en parte exploratoria, para así obtener datos deseados, el método del PCI como parte de nuestros cálculos para obtener la condición de pavimentos.

Una vez obtenidos los datos requeridos podemos determinar que en la aplicación del 20 – 80, debemos tratar a tiempo las fallas para que estas no sigan deteriorándose y la vez creen más fallas en el mismo, ya que nos da entender que si tratamos desde un inicio su deterioro nos permitirá erradicar las problemáticas a presentarse después.

La aplicación del diagrama de Pareto mismo servirá como guía para las instituciones que trabajan en la parte operativa y mantenimiento vial, con el fin de buscar mejoras en las etapas utilizando la ley de Pareto.

## **RECOMENDACIONES**

En cuanto a este procedimiento realizado se recomienda trabajar de manera exploratoria, ya que con la visita en sitio, se podrá encontrar todos los tipos de fallas causadas por deterioro del pavimento, ya sean estos provocados por diferentes índoles, ya sean por el tráfico, materiales utilizados, o el ambiente. Además de reconocer las fallas y darle prioridad de darle solución en la etapa de operación y mantenimiento del pavimento.

Al aplicar la ley de Pareto se podrá determinar un problema pequeño (20%) arreglarlo para a su no llegue al (80%) y crear un daño grande, al intervenirlo evitaremos llegar a deterioro masivo. En la parte de mantenimiento debemos estar alerta a tomar en cuenta el arreglo inmediato de la vía para que a su vez está siempre se encuentre en óptimas condiciones.

Se recomienda tomar en cuenta los aspectos principales de la vía para su estudio, en este caso lo realizamos con el conteo de carros en sitio para obtener el Tpda y a su vez el PCI que evaluara la condición de la vía, si están en óptimas condiciones o necesitan su arreglo oportuno. Se necesita que los organismos encargados del buen funcionamiento de la vía, estén siempre atentos al mantenimiento del mismo, para lograr su objetivo principal es que la vía siempre se encuentre de manera operativa.

## BIBLIOGRAFIA

AASHTO, g. f. (1993). *AASHTO AMERICAN OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS*.

Arrieta, E. (21 de enero de 2019). *diferenciador*. Recuperado el 2020, de diferenciador web site: <https://www.diferenciador.com/diferencia-entre-metodo-inductivo-y-deductivo/>

ASTM D6433, N. (s.f.). Norma ASTM D6433.

Chacon S, V. (2016). “EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LA PROLONGACION DE LA AV.LA CULTURA TRAMO (4TOPARADERO SAN SEBASTIAN - GRIFO MOBIL DE SAN JERONIMO). CUSCO, PERU.

Chang. (2005). estructura sometida a cargas extremas que generan esfuerzos y deformaciones internas.

Del Rosario Brito, A. (2015). “Diseño de un plan de mantenimiento para infraestructuras viales n la Republica Dominicana”. Valencia , España.

Diaz Jordan, J. (2019). “Estudio para la implementación de Reconectores mediante Aplicación de la Ley de Pareto para determinar el 20 % de las causas que generan el 80% de las fallas en el servicio eléctrico desde el km 5 hasta el km 24 en vía a la costa en Guayaquil. Ecuador.

Diseño estructural de pavimentos, G. (s.f.).

EPA agencia de proteccion ambiental. (2016). *espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles#*. Recuperado el 2020, de [https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles#:~:text=PM%20significa%20material%20particulado%20\(tambi%C3%A9n,se%20encuentran%20en%20el%20aire.](https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles#:~:text=PM%20significa%20material%20particulado%20(tambi%C3%A9n,se%20encuentran%20en%20el%20aire.)

Escobar Luis, H. J. (2017). Diseño de pavimento flexible,bajo influencia de parametros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa-Sachapite,huancavelica-2017. Peru.

Espinoza, C., & Torres, W. (5 de Enero de 2021). Aplicación de la ley de Pareto como estrategia de mejora en la etapa de operación y mantenimiento de un Pavimento Flexible. guayaquil, guayas, ecuador. Recuperado el 2021

Fiallos I, J. A. (2017). “Investigación de un Plan de Manejo del Deterioro del pavimento de la via cumbe-La Jarata. *Plan de Manejo del Deterioro del pavimento*. Cuenca, Ecuador.

FIIC. (2019). LINEA DE INVESTIGACION. *ULVR*.

- Giordani, C., & Leone, D. (2016). *frro.utn.edu.a*. Recuperado el 2020, de [https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1\\_ano/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_ano/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf)
- Gonzales, D. (8 de enero de 2020). <http://lefis.unizar.es/>. Recuperado el junio de 2020, de [http://lefis.unizar.es/lefispedia/doku.php?id=es:piramide\\_de\\_kelsen](http://lefis.unizar.es/lefispedia/doku.php?id=es:piramide_de_kelsen)
- Guaman Y, G. I. (2018). Evaluacion del pavimento flexible existente en la avenida Samuel Cisneros en el canton Duran. guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35919/1/BMAT-V081-2018-Ing.%20CIVIL-%20GUAMAN%20YUQUILEMA%20GUSTAVO%20ISRAEL.pdf>
- Humpiri P, K. (2015). Analisis de pavimentos flexibles para mantenimiento de vias . *tesis ing civil*. Juilaca, Peru.
- Leon, K. (13 de mayo de 2016). *academia.edu*. Recuperado el 2020, de [https://www.academia.edu/13808426/Deterioro\\_de\\_Pavimentos](https://www.academia.edu/13808426/Deterioro_de_Pavimentos)
- Ministerio de transporte y, c. (2014). La subrasante llamada como tambien terreno de fundacion.
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (s.f.). *Categorias de la capa de sub rasante*.
- MOPC. (2016). *Identificacion de fallas en pavimentos y tecnicas de reparacion CATALOGO DE FALLAS*. Obtenido de <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identifici%C3%B3n-fallas.pdf>
- Mora. (2007). El pavimento es una estructura simple o compuesta que tiene superficie regularmente alisada destinada a la circulación de personas, animales y/o vehículos.
- NEVI-12, V. 6. (2013). Obtenido de [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013\\_Manual\\_NEVI-12\\_VOLUMEN\\_6.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_6.pdf)
- NEVI-12, V. N.-L.-A. (2013). *Ministerio de transporte y obras publicas del Ecuador*. Obtenido de [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013\\_Manual\\_NEVI-12\\_VOLUMEN\\_2A.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf)
- Ortega C, K. G., & Villafuerte B, L. E. (2015). “EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE. Quito, Ecuador.
- Pachay Parrales, I. (2017). Evaluacion de la condicion del pavimento lexible via de acceso a la parroquia la union aplicando PCI. Manabi, Ecuador.
- Provias. (2008). Pavimentos como estructura construid sobre una sub rasante, para resistir y distribuir esfuerzos.
- Quiñones P, Kori. (2017). “*DIAGNÓSTICO Y DISEÑO VIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE: AVENIDA ALFONSO UGARTE (TRAMO: CARRETERA) CENTRAL – AVENIDA FERROCARRIL), EN EL DISTRITO DE HUALHUAS PROVINCIA DE HUANCAYO 2016*. Obtenido de

<https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/265/KORI%20QUIN%20cc%83ONES%20PAUCAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Romero S, D. L. (2017). Tesis presentada para cumplir con los requisitos finales para la obtención. BOGOTA, COLOMBIA.

Rondon , H., & Reyes , F. (2015). Construcción y diseño de pavimentos.

TDM grupo. (2016). *tdm.com.pe/soluciones-pavimentacion-imprimacion-asfaltica.php#*. Recuperado el 2020, de <http://www.tdm.com.pe/soluciones-pavimentacion-imprimacion-asfaltica.php#:~:text=La%20imprimaci%C3%B3n%20asf%C3%A1ltica%20permite%20obtener,capa%20de%20rodadura%20a%20colocar>.

Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua. (2016). *blog.vise.com.mx/funciones-de-las-capas-de-un-pavimento#*. Recuperado el 2020, de <https://blog.vise.com.mx/funciones-de-las-capas-de-un-pavimento#:~:text=Capa%20subrasante&text=Su%20finalidad%20es%20resistir%20las,economizar%20los%20espesores%20de%20pavimento>.

Universo Formulas. (2019). *Universo formulas*. Obtenido de Diagrama de Pareto: <https://www.universoformulas.com/estadistica/descriptiva/diagrama-pareto/#:~:text=El%20principio%20de%20Pareto%20afirma,el%2080%25%20de%20las%20observaciones>.

Vise. (2017). Obtenido de <https://blog.vise.com.mx/funciones-de-las-capas-de-un-pavimento>

Vise. (2018). Obtenido de <https://blog.vise.com.mx/m%C3%A9todos-de-dise%C3%B1o-en-pavimentos-flexibles>

## ANEXOS

### Anexo 1 Fotografías de fallas encontradas en la avenida Gonzalo Aparicio













**Anexo 2 Fotografías de fallas encontradas en la avenida Nicolás Lapentti.**







