

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**“ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LA COIPA – TAMBORAPA, DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.”**

**TESIS PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Autores : Bach. Garcia Chasquero, Alexis.  
Bach. Jara La Torre, Miller Diego.**

**Asesora : Dra. Ing. Garrido Campaña Zadith Nancy**

**Línea de Investigación: LI\_IC\_02 Ingeniería Vial**

**JAÉN – PERÚ, FEBRERO, 2024**

## NOMBRE DEL TRABAJO

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LA COIPA – TAMBORABA, DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

## AUTOR

Garcia Chasquero, Alexis; Jara La Torre, Miller Diego.

## RECUENTO DE PALABRAS

30779 Words

## RECUENTO DE CARACTERES

167800 Characters

## RECUENTO DE PÁGINAS

204 Pages

## TAMAÑO DEL ARCHIVO

16.7MB

## FECHA DE ENTREGA

Feb 5, 2024 10:59 AM GMT-5

## FECHA DEL INFORME

Feb 5, 2024 11:02 AM GMT-5

● 17% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN  
  
Dr. Christian Eduardo Anaza Panca  
RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA



**"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"**

**FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN**

En la ciudad de Jaén, el día 15 de febrero del año 2024, siendo las 17:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

- Presidente : Dr. Manuel Emilio Milla Pino
- Secretario : Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón
- Vocal : Mg. Juan Alberto Contreras Moreto

Para evaluar la Sustentación del Informe Final de:

- ( ) Trabajo de Investigación
- ( X ) Tesis
- ( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

**Titulado: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LA COIPA – TAMBORAPA, DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"**, presentado por los bachilleres **GARCIA CHASQUERO ALEXIS** y **JARA LA TORRE MILLER DIEGO**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- ( X ) Aprobar
- ( ) Desaprobar
- ( X ) Unanimidad
- ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |       |
|----------------|------------|-------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )   |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )   |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( X ) |
| d) Regular     | 13         | ( )   |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | ( )   |

Siendo las 18:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
 \_\_\_\_\_  
 Dr. Manuel Emilio Milla Pino  
 Presidente

  
 \_\_\_\_\_  
 Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón  
 Secretario

  
 \_\_\_\_\_  
 Mg. Juan Alberto Contreras Moreto  
 Vocal

## ÍNDICE

RESUMEN .....	10
ABSTRACT .....	11
I. INTRODUCCIÓN .....	12
II. MATERIALES Y MÉTODOS .....	23
III. RESULTADOS.....	142
IV. DISCUSION.....	159
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	162
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	164
AGRADECIMIENTO .....	169
DEDICATORIA.....	170
ANEXOS .....	172

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización De Variables.....	25
Tabla 2. Medidas de la falla. ....	33
Tabla 3. Posibles causas de la falla.....	34
Tabla 4. Parámetros para niveles de severidad en baches.....	34
Tabla 5. Niveles de severidad en baches.....	35
Tabla 6. Posibles soluciones en baches.....	36
Tabla 7. Medidas de la falla piel de cocodrilo. ....	38
Tabla 8. Posibles causas de la falla piel de cocodrilo. ....	38
Tabla 9. Niveles de severidad en fisuras piel de cocodrilo. ....	39
Tabla 10. Resultados de los niveles de severidad. ....	39
Tabla 11. Soluciones recomendadas para falla piel de cocodrilo.....	40
Tabla 12. Descripción de las fallas.....	42
Tabla 13. Posibles causas que ocasionan la falla. ....	42
Tabla 14. Parámetros para el Nivel de severidad de la falla .....	43
Tabla 15. Nivel de severidad de la falla. ....	44
Tabla 16. Medidas De La Falla Por Bache.....	45
Tabla 17. Parámetros Para Categorizar El Nivel De Daño .....	46
Tabla 18. Nivel de severidad.....	46
Tabla 19. Posibles Soluciones Para Fallas De Baches En Severidad Alta.....	47
Tabla 20. Medidas de falla piel de cocodrilo. ....	48
Tabla 21. Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Fisuras De .....	49
Tabla 22. Nivel de severidad en la falla. ....	50
Tabla 23. Posibles Soluciones Para Fallas De Baches En Severidad Media.....	51
Tabla 24. Parámetros Para Categorizar El Nivel De Daño De La Calzada Por Fisuras Longitudinales. ....	53
Tabla 25. Posibles Soluciones Para Fallas De Fisuras Longitudinales .....	54
Tabla 26. Parámetros Para Categorizar El Nivel De Daño De La Calzada .....	56
Tabla 27. Posibles Soluciones Para Fallas De Ahuellamiento. ....	57
Tabla 28. Parámetros Para Categorizar El Nivel De Daño De La Calzada .....	59
Tabla 29. Posibles Soluciones Para Fallas De Hundimientos En Severidad Alta.....	60
Tabla 30. Medidas De Fallas Por Baches Y Exudación De Agua.....	67
Tabla 31. Posibles Causas .....	68

Tabla 32.	Parámetros Para Categorizar El Nivel De Daño De La.....	69
Tabla 33.	Niveles De Severidad En Baches Encontrados. ....	69
Tabla 34.	Unidad De Medida De Baches Y Exudación De Agua.....	70
Tabla 35.	Posibles Soluciones Para Fallas De Baches Y Exudación.....	71
Tabla 36.	Parámetros Para Fallas Por Parchado Y Reparaciones.....	73
Tabla 37.	Parámetros Para Fallas Por Parchados Y Reparaciones.....	76
Tabla 38.	Parámetros Para Fallas Por Agrietamiento De Bordes.....	79
Tabla 39.	Parámetros De Severidad En Peladuras .....	82
Tabla 40.	Medidas - falla peladura.....	90
Tabla 41.	Posibles causas – fallas por peladuras.....	90
Tabla 42.	Parámetros para niveles de severidad – falla peladuras .....	91
Tabla 43.	Nivel de severidad – desintegración por peladuras.....	91
Tabla 44.	Posibles soluciones de reparación – falla peladuras.....	92
Tabla 45.	Medidas de las fallas encontradas.....	94
Tabla 46.	Posibles causas – falla por bache.....	94
Tabla 47.	Parámetros para niveles de severidad – falla baches.....	95
Tabla 48.	Niveles de severidad en baches.....	95
Tabla 49.	Posibles soluciones – falla baches.....	96
Tabla 50.	Medidas de las fallas encontradas.....	98
Tabla 51.	Posibles causas que producen el agrietamiento de borde.....	98
Tabla 52.	Parámetros para niveles de severidad – agrietamiento de borde.....	99
Tabla 53.	Nivel de severidad en agrietamiento de borde.....	100
Tabla 54.	Medidas de las fallas encontradas.....	102
Tabla 55.	Medidas de las fallas encontradas.....	105
Tabla 56.	Posibles causas que ocasionan las fallas por fisuras.....	105
Tabla 57.	Parámetros para determinar niveles de severidad en fisuras.....	106
Tabla 58.	Niveles de severidad de las fisuras.....	107
Tabla 59.	Posibles soluciones para fisuras longitudinales.....	107
Tabla 60.	Medidas de las fallas encontradas.....	110
Tabla 61.	Parámetros para niveles de severidad de parches / reparaciones.....	111
Tabla 62.	Niveles de severidad de las fallas encontradas.....	111
Tabla 63.	Medidas de las fallas encontradas.....	114
Tabla 64.	Parámetros para niveles de severidad – ahuellamientos.....	115
Tabla 65.	Posibles soluciones para ahuellamientos.....	116

Tabla 66.	Conteo Vehicular.....	121
Tabla 67.	Cálculo Del IMDs .....	123
Tabla 68.	Factor de Corrección Estacional .....	124
Tabla 69.	Cálculo del IMDa.....	125
Tabla 70.	Ficha Técnica Estándar De La Tasa De Crecimiento De Vehículos.....	126
Tabla 71.	Valores Para La Determinación De La Población Futura De Vehículos. ...	127
Tabla 72.	Población Futura De Vehículos.....	128
Tabla 73.	"f"P. Flexible .....	129
Tabla 74.	Cálculo Del ESAL.....	130
Tabla 75.	Numero De Repeticiones Acumuladas De Ejes Equivalentes De 8.2tn ...	131
Tabla 76.	Valores Recomendados De Nivel De Confiabilidad .....	132
Tabla 77.	Coeficiente Estadístico De La Desviación Estándar Normal (Zr) .....	133
Tabla 78.	Índice De Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango De Tráfico. ....	134
Tabla 79.	Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (PT).....	135
Tabla 80.	Resumen De Los Resultados Calculados Para Encontrar El SRN.....	136
Tabla 81.	Resultado Del Número Estructural Requerido (SNR). ....	136
Tabla 82.	Coeficiente Estructural De Capas Del Pavimento “ ai ” .....	137
Tabla 83.	Coeficiente Estructural De Capas Del Pavimento a2.....	138
Tabla 84.	Coeficiente Estructural De Capas Del Pavimento a3.....	139
Tabla 85.	Coeficientes Estructurales .....	139
Tabla 86.	Resultados: Espesores Del Paquete Estructural .....	140
Tabla 87.	Resultado Del Número Estructural (SNR).....	141
Tabla 88.	Fallas Encontradas en el análisis.....	143
Tabla 89.	Fallas En El Tramo Más Crítico De La Vía. ....	152
Tabla 90.	Cargas De Tránsito.....	155
Tabla 91.	Cálculo Del ESAL.....	156
Tabla 92.	Resumen del diseño de pavimento flexible del tramo.....	157

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano De Ubicación.....	29
Figura 2. Plano de microlocalizacion. ....	30
Figura 3. Desintegración por Baches.....	32
Figura 4. Fisura piel de cocodrilo. ....	37
Figura 5. desprendimiento/descubrimiento de agregados. ....	41
Figura 6. Desintegración Por Baches.....	45
Figura 7. Fisura Piel De Cocodrilo .....	48
Figura 8. Fisura Longitudinal .....	52
Figura 9. Ahuellamiento .....	55
Figura 10. Hundimiento.....	58
Figura 11. Exudación Del Asfalto. ....	61
Figura 12. Exudación Del Asfalto. ....	63
Figura 13. Exudación De Agua/Bombeo.....	65
Figura 14. Exudación De Agua/Bombeo – Baches. ....	65
Figura 15. Exudación De Agua/Bombeo.....	66
Figura 16. Exudación De Agua/Bombeo – Baches. ....	66
Figura 17. Parchado Y Reparaciones.....	72
Figura 18. Parchado Y Reparaciones.....	75
Figura 19. Agrietamiento De Borde.....	78
Figura 20. Desintegración Por Peladuras.....	81
Figura 21. Pulimiento De La Superficie. ....	84
Figura 22. Desprendimiento / Descubrimiento De Agregados.....	86
Figura 23. Desintegración por peladuras. ....	89
Figura 24. desintegración por baches. ....	93
Figura 25. agrietamiento de borde. ....	97

Figura 26. Exudación de agua / Bombeo.....	101
Figura 27. Fisura longitudinal.....	104
Figura 28. Parchado / reparaciones.....	109
Figura 29. deformaciones por Ahuellamiento. ....	113
Figura 30. Ubicación Del Distrito De La Coipa En El Mapa Provincial.....	118
Figura 31. Microlocalizacion del tramo más crítico. ....	119
Figura 32. Esquematización De Espesores Del Paquete Estructural. ....	140
Figura 33. Paquete Estructural.....	158
Figura 34. Falla: Desintegración Por Baches.....	174
Figura 35. Falla: Desintegración Por Baches. ....	174
Figura 36. Falla: Por Erosión.....	175
Figura 37. Falla: Por Fisura Longitudinal.....	175
Figura 38. Falla: Desprendimiento De Agregados. ....	176
Figura 39. Falla: Desintegración Por Baches. ....	176
Figura 40. Falla: Corrimiento. ....	177
Figura 41. Falla: Baches Y Desprendimiento De Agregados.....	177
Figura 42. Falla: Desintegración De Borde, Corrimiento Y Baches. ....	178
Figura 43. Falla: Piel De Cocodrilo.....	178
Figura 44. Falla: Corrimiento. ....	179
Figura 45. Falla: Desintegración De Borde. ....	179
Figura 46. Falla: ahuellamiento ....	180
Figura 47. Falla: Hundimiento.....	180
Figura 48. Falla: Piel De Cocodrilo.....	181
Figura 49. Falla: Parche.....	181
Figura 50. Falla: Corrimiento Y Desprendimiento De Agregado. ....	182
Figura 51. Falla: Desintegración Por Baches. ....	182
Figura 52. Falla: Desintegración Por Baches. ....	183

Figura 53. Falla: Desintegración Por Baches. ....	183
Figura 54. Falla: Erosión. ....	184
Figura 55. Falla: Desintegración De Borde, Erosión Y Perdida De Agregados.....	184
Figura 56. Falla: Exudación De Agua Por Bombeo, Perdida De Agregados Y Erosión. 185	185
Figura 57. Falla: Desintegración Por Baches. ....	185
Figura 58. Falla: Peladuras Y Desprendimiento De Agregados.....	186
Figura 59. Falla: Desintegración Por Baches Y Desprendimiento De Agregados. ....	186
Figura 60. Falla: Baches, Desintegración De Borde Y Corrimiento. ....	187
Figura 61. Falla: Desintegración Por Baches Y Piel De Cocodrilo.....	187
Figura 62. Falla: Baches Y Corrimiento.....	188
Figura 63. Falla: Corrimiento. ....	188
Figura 64. Falla: Piel De Cocodrilo.....	189
Figura 65. Falla: Piel De Cocodrilo.....	189
Figura 66. Falla: Huecos Y Desprendimiento De Agregados. ....	190
Figura 67. Falla: Huecos Y Piel De Cocodrilo.....	190
Figura 68. Falla: Huecos Y Corrimiento. ....	191
Figura 69. Falla: Peladura Grave.....	191
Figura 70. Falla: Exudación De Agua. ....	192
Figura 71. Falla: Peladura.....	192
Figura 72. Falla: Huecos Y Desintegración De Borde. ....	193
Figura 73. Falla: Erosión. ....	193
Figura 74. Falla: Desintegración De Borde. ....	194
Figura 75. Falla: Piel De Cocodrilo.....	194
Figura 76. Falla: Parchado.....	195
Figura 77. Falla: Corrimiento. ....	195
Figura 78. Falla: Baches. ....	196
Figura 79. Falla: Huecos Y Piel De Cocodrilo.....	196

Figura 80. Falla: Erosión Y Desprendimiento De Agregados.....	197
Figura 81. Falla: Huecos Y Exudación De Agua. ....	197
Figura 82. Falla: Huecos Y Exudación De Agua. ....	198
Figura 83. Falla: Huecos Y Piel De Cocodrilo.....	198
Figura 84. Primer Día De Conteo Vehicular .....	200
Figura 85. Segundo Día De Conteo Vehicular .....	200
Figura 86. Tercer Día De Conteo Vehicular.....	201
Figura 87. Cuarto Día De Conteo Vehicular .....	201
Figura 88. Quinto Día De Conteo Vehicular .....	202
Figura 89. Sexto Día De Conteo Vehicular .....	202
Figura 90. Séptimo Día De Conteo Vehicular.....	203

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar el estado superficial del pavimento flexible y plantear el nuevo diseño estructural con la finalidad de mejorar la transitabilidad en el tramo de la carretera La Coipa – Tamborapa, del departamento de Cajamarca. la metodología de investigación es de tipo básica no experimental y de alcance descriptivo, se analizó una población conformada por el pavimento flexible de la carretera La Coipa - Tamborapa y una muestra de 3 kilómetros desde el progresivo km 8+000 – km 11+000 debido a que necesita el cambio de toda la estructura existente del pavimento. Como resultado se obtuvo que en el pavimento flexible se encontraron fallas como hundimientos, fisuras, erosión, baches, exudaciones, piel de cocodrilo, fisura longitudinal, exudación asfáltica, exudación de agua, reparaciones, por lo tanto, se ha diseñado espesores con una carpeta asfáltica de espesor de 5cm, una base granular de 20 centímetros y una subbase de 30cm. Se concluyó que la condición de la vía presenta fallas con severidad alta, además, si representa la realidad observada de acuerdo a las actividades de campo así mismo los espesores de las capas granulares calculadas cumplen para el nuevo diseño estructural; por lo tanto, los resultados obtenidos son similares con las investigaciones comparadas.

**Palabras Claves:** Diseño, Análisis, AASHTO 93, Espesores.

## **ABSTRACT**

The objective of this research is to analyze the surface state of the flexible pavement and propose the new structural design with the purpose of improving passability in the section of the La Coipa – Tamborapa highway, in the department of Cajamarca. The research methodology is of a basic non-experimental type and of descriptive scope, a population made up of the flexible pavement of the La Coipa -Tamborapa highway and a sample of 3 kilometers from the progressive km 8+000 - km 11+000 was analyzed due because it requires the change of the entire existing pavement structure. As a result, it was found that faults such as subsidence, cracks, erosion, potholes, exudations, crocodile skin, longitudinal cracks, asphalt exudation, water exudation, repairs were found in the flexible pavement. Therefore, thicknesses have been designed with a folder. 5cm thick asphalt, a 20 centimeter granular base and a 30cm subbase. It was concluded that the condition of the road presents faults with high severity, furthermore, if it represents the reality observed according to field activities, likewise the thicknesses of the calculated granular layers comply with the new structural design; Therefore, the results obtained are similar to the comparative investigations.

**Keywords:** Design, Analysis, AASHTO 93, Thicknesses.

## I.- INTRODUCCIÓN

### 1.1.- Situación Problemática

A nivel internacional, en Colombia, el gran déficit de las vías secundarias presentan deterioros prematuros, encontrando diferentes tipos de grietas con severidad muy alta, debido a que conectan a provincias de alto nivel poblacional y comercial, dando lugar a la aparición de fallas de severidad baja que con el transcurrir del tiempo pasan a aumentar su nivel de severidad hasta llegar al punto límite, ocasionando el atraso en el desarrollo vial como también en la mejora de la vida de las personas (Bolívar & Quintero, 2019). En el país de México propusieron 4 métodos de diseño, llegando descubrir que no existe en la actualidad un método de análisis y diseño de pavimentos flexibles que este basado en teorías propias y coherentes (Rico et al, 2022). En República Dominicana a consecuencia de la falta de un mantenimiento vial preventivo dio origen a un mantenimiento correctivo que viene hacer una reconstrucción del pavimento flexible y a toda la estructura expuesta a la intemperie, eso debido a que no se solucionan a tiempo estos problemas de infraestructura vial de uso, provocando que la vía pierda su característica de diseño (Del Rosario, 2018).

A nivel nacional, el deterioro de las vías en el Perú suele ser un gran problema a consecuencia del aumento de tránsito, cambios climáticos y otros, generando así alteración del pavimento, provocando fisuras y desgaste en la superficie vial, esto ocurre en la avenida industrial de Tacna que presenta una serie de fallas, lo que ocasiona en un gran problema para peatones como conductores (Toledo & Llaiqui, 2020). En las vías de la provincia de Cajabamba - Cajamarca, carece de infraestructura vial utilizando trochas carrozables en mal estado con distintos tipos de fallas presentes, sin mantenimiento alguno lo cual ocasiona accidentes y muertes de las personas por el pésimo estado de estas (Caballero, 2018).

A nivel local, en la provincia de Jaén existen muchas vías donde el paquete estructural no se encuentra bien diseñado para resistir las grandes cargas del tránsito presentando fallas que afectan a la carpeta asfáltica. esto viene hacer el caso de la ruta Jaén - Aeropuerto de Shumba a consecuencia del incremento del tránsito vehicular (Bustamante & Julon, 2021).

La situación actual del pavimento flexible de la carretera La Coipa -Tamborapa, no es el más óptimo debido a la presencia de daños o fallas ocasionados por la inestabilidad de los suelos, generando el malestar a la población, además ocasionando daño en los vehículos o incluso hasta accidentes. Esta investigación tiene como propósito en diseñar la estructura del pavimento flexible en el tramo más afectado ya que nunca se realizó el pavimento correspondiente o adecuado

¿Realizar el análisis y diseño estructural del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en el tramo de la carretera la Coipa – Tamborapa, del Departamento de Cajamarca?

## **1.2. Justificación**

### **1.2.1. Teórica**

Teóricamente esta investigación es importante porque se desarrolla con la finalidad de identificar en que condición actual se encuentra el pavimento flexible del tramo de La Carretera La Coipa -Tambora, para posteriormente realizar un nuevo diseño estructural para el tramo del pavimento más afectado y mejorar la transitabilidad de la población que transita a diario por esta vía de comunicación.

### **1.2.2. Practica**

La presente investigación se desarrolló con el propósito de aportar nuevos conocimientos sobre la problemática que existe actualmente en las vías de comunicación de nuestro país, especialmente del pavimento flexible La Coipa-Tamborapa, dado que, se incumplió con los parámetros establecidos en el diseño estructural al momento de ejecutar el proyecto.

### **1.2.3. Metodológica**

Científicamente esta investigación genera información real sobre la condición en la que se encuentra la vía de estudio la coipa -Tamborapa, esta información se ha obtenido por métodos y normas técnicas de acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, utilizando la metodología del AASHTO 93 para el diseño del

pavimento flexible de acorde a las condiciones que presente la vía y el cual servirá de utilidad para el desarrollo de futuras investigaciones ligadas al mejoramiento de infraestructuras viales.

#### **1.2.4. Social**

Socialmente porque proporciona una alternativa de solución ante el inadecuado servicio de la vía y el mal estado de la superficie y académicamente, siendo favorecidos a las autoridades encargadas de la administración de esta vía, para que ellos culminen con los demás estudios complementarios y puedan realizar el mejoramiento a esta vía y poder dar solución a la problemática existente y mejorar su calidad de vida.

### **1.3.- Objetivos**

#### **1.3.1. General.**

Analizar el pavimento flexible y plantear el nuevo diseño estructural con la finalidad de mejorar la transitabilidad en el tramo de la carretera la Coipa – Tamborapa, del Departamento de Cajamarca.

#### **1.3.2. Específicos.**

- Identificar los daños o fallas existentes en el pavimento flexible de la carretera La coipa – Tamborapa, utilizando el manual de carreteras (MTC-2018).
- Identificar el tramo de estudio más crítico mediante la inspección visual de acuerdo a la normatividad que rige el MTC, del pavimento flexible de la carretera la Coipa –Tamborapa.
- Determinar los ejes equivalentes de Cargas (ESAL) que circulan en la estructura del pavimento flexible de la carretera la Coipa –Tamborapa.
- Diseñar la estructura del pavimento flexible para mejor transitabilidad en la carretera la Coipa –Tamborapa.

## **1.4. Antecedentes De La Investigación**

### **1.4.1. Internacionales.**

Tene (2022) con su tesis titulada “Método para evaluar las vías rurales, considerando la regularidad superficial de pavimentos flexibles: estudio caso vía Santa Rosa –Bellavista – la avanzada del Cantón Santa Rosa, Provincia de el Oro” , tiene como objetivo proponer un método de evaluación para vías rurales , la metodología empleada para este estudio de los índices vienen hacer el PCI,IRI, Y PSI y respectivamente obtuvo como resultado que el PCI= 58 , que idéntica a la vía como buena ,así mismo para el IRI a través de una aplicación Smartphone dio como resultado 3.68 m/km y se clásico su regularidad como buena y con el valor promedio del IRI se calculó el PSI , obteniendo un valor de 3.16 y teniendo como serviciabilidad buena. Concluyendo que la vía está en un estado bueno y a través de los métodos empleado se propone realizar un Mantenimiento tipo Rutinario (MR), que viene hacer el parchado superficial, sellamiento de grietas y también corte de vegetación, limpieza de obras drenaje.

Baque (2020) en su revista titulada “Investigar el estado del pavimento flexible de la carretera Puerto-Aeropuerto (Tramo II) de la ciudad de Manta, provincia de Manabí”, tiene como objetivo diagnosticar la situación actual del tramo vial en estudio , el proceso de recolección de datos se basa en la observación para la identificación y selección del tramo en estudio y como instrumento para aplicar el método PCI , además los resultados nos marcan que la condición del tramo evaluado dio una calificación de 49 la cual lo ubica en la clasificación Regular, según el índice PCI, por consiguiente este método se establecieron que existen 12 tipos de fallas en las 26 unidades de muestra analizadas. La cual finalizo como resultado que se requiere de un mantenimiento del tipo menor y del tipo mayor así mismo determino que una falla tiene un porcentaje elevado que viene hacer el desprendimiento de agregados. Por lo tanto, las fallas encontradas en las 26 unidades de muestra son a causa de las cargas de tránsito vehicular además los cambios de temperaturas en el asfalto. Nos detalla el método empleado para evaluar las fallas en el pavimento, también a través de esto se determina que mantenimiento se debe hacer para el cuidado de las vías de comunicación, esta investigación es de gran ayuda para nuestro proyecto porque nos enfoca en cómo identificar las fallas y así poder adecuarlo a nuestro objetivo.

Moreno et al. (2021) en su tesis titulada “Análisis, diagnóstico de metodologías de tratamientos superficiales en pavimentos flexibles en la carrera 8 (octava) del Municipio de Agua de Dios (Cundinamarca)” propusieron como objetivo encontrar una solución adecuada para el tratamiento superficial y maximice el perdido de diseño , teniendo como metodología descriptiva debido a que se utilizaran recolección de información para tratamientos superficiales así mismo a través de la inspección visual se llegara a visualizar si se quiere intervención inmediata por parte de la entidad , obtuvieron como resultado que existen patologías como son los baches lo cual genera un aglomeraciones vehiculares con alto índice de accidentalidad y los habitantes en dicha vía se están inconformes con el estado de la vía. Concluyendo que el pavimento flexible está en mal estado debido a los diferentes vehículos que pasan por la vía por lo tanto se debe realizar una intervención inmediata utilizando nuevos métodos y haciendo el uso de malla vial para su durabilidad.

Uricoehea & Barragan (2020) en su tesis titulada “evaluación de deterioros de la capa superficial del pavimento flexible de un (1) km de vía comprendida desde la calle 16 con carrera 12 con calle 15 y calle 14 hasta calle 11 con calle 12 del municipio de Girardot Cundinamarca” tienen como objetivo determinar el estado existente del pavimento flexible , teniendo como metodología al PCI tiene como estudio a cinco cuadras para su evaluación técnica superficial encontrando en ellas fallas que resaltan más como la piel de cocodrilo con un 24% y las grietas longitudinales y transversales las cuales ocupa un 43% . obtuvo como resultado con el PCI dándole una calificación y un estado muy malo debido al aumento de vehículos pesados. concluyen que se debe hacer un mantenimiento de la capa de rodadura porque en todas las cuadras que se hizo el estudio de acuerdo al PCI el pavimento sale Fallido así mismo menciona que se debe prevenir a tiempo para que las desintegraciones y fisuras no aumenten su dimensión.

Masias (2019) en su investigación titulada “Estudio de fallas que presenta la carpeta asfáltica con alternativas solución diagnostico PCI en la vía Sasay Cantón Santa Ana” , tiene como objetivo determinar las fallas en el pavimento ver el tipo de causa y dar la solución ; teniendo como metodología principal el PCI , se verifico los 6km de longitud que tiene la vía ,posteriormente el resultado obtenido en la hoja de campo detallo que no se encuentra en buen estado la vía Sasay y encontrando fallas como huecos ,piel de cocodrilo ,exudación desprendimiento ,ahuellamiento , parcheo , la cual afecta

la buena calidad del tránsito vehicular , por lo tanto se concluyó que la vía está en mal estado y se tiene que reconstruir nuevamente la vía Sasay con nuevos parámetros de diseño debido al incremento de vehículos que transita por el tramo en estudio.

Sánchez (2018) en su investigación titulada “diseño de pavimento flexible utilizando el método AASTHO 93 en la vía valle de la virgen- cascajal Cantón Pedro Carbo, provincia del GUAYAS”, tiene como objetivo asegurar una viabilidad eficiente esto se hará con el método AASTHO 93, este trabajo ayudará a describir los parámetros para el diseño de la carretera, por lo que presenta una investigación cuantitativa y de tipo descriptivo. El proyecto tendrá un diseño de 10 años, por lo tanto, tiene como resultado total de vehículos 438 veh/día y un ESAL de 3.493.854 las capas granulares serán de 49, 50 cm que consiste en (carpeta asfáltica de 7.5 cm; Base 12 cm; Sub – base 30 cm), utilizando un CBR de 14 %. Concluyendo este proyecto es de gran importancia para la población debido a que ayudara a mejorar la transitabilidad para los productores de productos para puedan trasladar al centro comercial de la ciudad la cual quedan los resultados a disposición de las autoridades correspondientes para que hagan realidad dicho proyecto

#### **1.4.2. Nacionales.**

Arteaga & Zagaceta (2022) en su tesis titulada “Diseño de mejoramiento del servicio vehicular y peatonal de las calles Miguel Grau y Callao, Víctor Larco Herrera, Trujillo, 2022” , su objetivo es evaluar el pavimento flexible para el diseño estructural y brindar mejoramiento de la vía , su metodología es aplicada no experimental , descriptiva , teniendo como resultado un promedio de 29% según el PCI que lo califica como malo por lo tanto se desarrolló el diseño mediante el AASTHO 93 obteniendo un paquete estructural de 25 cm. Concluyendo que la vía quiere una intervención inmediata por parte de la entidad responsable para dar la solución respectiva siendo esta tesis de gran ayuda para los responsables.

Castro & Medrano (2021) en su tesis titulada “Diseño estructural de pavimento flexible según la metodología AASHTO 93 y la transitabilidad de la calle San Pedro, en el distrito de Jequetepeque, Pacasmayo, la libertad”; tienen como objetivo encontrar las características apropiadas para el diseño del pavimento flexible , teniendo una metodología de enfoque cuantitativo de diseño no experimental por lo cual se tuvo como

estudio una vía de Jequetepeque , encontrando un IMD anual de 114 veh/día y un valor de ESAL de 641565.699 obtuvieron como resultados el espesor del pavimento para la carpeta asfáltica es de 7cm , de la base es de 20 cm y de la subbase 16 cm. Concluyendo que los espesores granulares son los que cumple con el periodo de diseño vehicular así mismo con el índice de transitabilidad .

Bacilio & Chavez (2021) en su investigación titulada “Análisis del estado de conservación del pavimento flexible mediante la norma del índice de condición de pavimento (PCI) y propuesta de un nuevo diseño del pavimento flexible AASTHO 93, en la calle puerto argentino y la calle los aguanos de la urbanización la rinconada, Trujillo 2021”, tienen como objetivo analizar la capa superficial y diseñar un pavimento flexible, con el método de la observación con un diseño no experimental ,obteniendo un resultado de estado de conservación de la vía con un PCI de 41 la cual señala que la vía en general está en mal estado es por ello que diseño un nuevo pavimento estructural con el total de espesor de 35 cm de acuerdo a que cumple con el (SN). Concluyendo que la vía quiere un nuevo tratamiento superficial para la mejora de la transitabilidad de los vehículos.

Gonzales & Manay (2020) en su tesis titulada “Diseño de pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad en el centro poblado ramiro Prialé, distrito de José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo - departamento de Lambayeque.” Tienen como objetivo diseñar un pavimento flexible conforme a las necesidades de la población, utilizando la metodología AASTHO 93 así mismo se realizaron las respectivas investigaciones para que pueda hacer el diseño. La finalidad de este proyecto es obtener el estudio de tráfico, el tipo de suelo y el cálculo de los espesores para el pavimento flexible. la investigación llevo a los siguientes resultados, la cual tuvo como resultado un ESAL de 16 624 751 KN, y el tipo de suelo es (CL) arcilloso de baja plasticidad con arena, Capa superficial de 6cm, la base granular de 36cm y la sub - base granular de 60cm, se obtuvo un total de 102 cm de capas granulares. Concluyendo este trabajo de investigación es que los espesores calculados son los adecuados debido al alto volumen de tráfico así mismo es la manera más accesible y económica para la realización del proyecto.

Chipana & Pari (2019) en su investigación titulada " Diseño de pavimento flexible por método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad vial en el camino vecinal, tramo río seco – límite Calana, distrito de Pocollay, Tacna – 2019" , tienen como objetivo principal realizar un pavimento flexible aplicando la metodología "AASHTO 93" ; para este proyecto los resultados obtenidos son los más apropiados teniendo una capa asfáltica con espesor de 5 centímetros, una base granular de 20 centímetros y una subbase de 30cm . Concluyendo que estos parámetros serán los más factibles para un diseño de un pavimento flexible en el camino vecinal en el tramo del río seco ubicado en el Distrito de Pocollay de la ciudad de Tacna así mismo investigación es de gran ayuda para nuestro proyecto debido a que propone un diseño a través del método AASHTO ya que es el más adecuado para llegar a definir sus capas granulares, la cual se ha tomado como guía esta investigación.

Falcon (2019), en su tesis titulada "Evaluación del impacto de la carga vehicular sobre la estructura del pavimento flexible en la Av. Javier Prado Este, La Molina – Lima, 2019" , tienen como objetivo determinar el soporte de carga vehicular en la estructura del pavimento, la metodología empleada es de enfoque cuantitativo y aplicada ya que el conteo es manual por consiguiente el resultado de los vehículos que más transitan en lugar son vehículos livianos y los que menos circulan son camiones de dos ejes , además se tiene tres ESAL para determinar el periodo de la vía en 5 ,15y 20 , el periodo de 15 años es el más adecuado con un ESAL de 385 902.48 porque cumple con el espesor y con la estructuraciones de las cargas vehiculares y mejora la vida útil del pavimento flexible. Concluyendo que el conteo manual es el adecuado para el diseño de periodo de la vía y economiza el costo del proyecto.

### **1.4.3. Regionales**

Inocente (2021) en su investigación titulada "Diseño de pavimento flexible empleando Método AASHTO 93 para mejoramiento de infraestructura vial en la carretera Cajamarca –Celendín 2021", el citado trabajo tiene como objetivo el estudio a la carretera, empleando la metodología AASHTO 93 de enfoque cuantitativo, teniendo como muestra las progresiva Km 26+000 a 27+000 para la recopilación de información para el estudio, teniendo como resultado un CBR al 12% en calidad de bueno así mismo una carpeta asfáltica de espesor de 8cm, una subbase granular con un espesor de 15 cm

y una base granular con un espesor de 20 cm. se concluye que estos parámetros de diseños son los ideales para mejorar la transitabilidad ya que cumple con el periodo de diseño y la clase de vía.

Saurez & Cerquin (2018) en su investigación titulada “Análisis del estado del pavimento flexible, tipo de fallas y su severidad de la av. Mártires de Uchuraccay, entre el jr. Emancipación y el pasaje. libertad utilizando el método del índice de condición de pavimento, en la ciudad de Cajamarca - 2018”. En el citado trabajo de investigación tienen como objetivo analizar las fallas por el método PCI, así mismo determinar la condición del pavimento flexible, para proponer alternativas de solución para el pavimento flexible. La metodología empleada es el método de PCI, para calcular su índice de severidad de las fallas, tuvieron 14 unidades de muestras además en cada unidad se encontraron diferentes tipos de fallas, de las cual se identificó que los “HUECOS” son las fallas más encontradas. De acuerdo a los datos obtenidos fueron procesados en el programa unalPCI, diseñado para el método de índice de condición del pavimento (PCI) en pavimentos flexibles, el cual se obtuvieron como resultado que la capas granulares tienen un 19% de estado malo, un 39 % de esta bueno, y un 42% de estado regular, en la cual el estado del pavimento se encuentra en estado regular. Esta investigación se concluye que utilizando el método PCI, se encuentra la condición real del pavimento flexible, de un manera más económica y sencilla de realizar, por lo tanto, nos permite proponer alternativas de solución para las conservaciones de las vías, en conclusión, debido al que tramo estudiado su estado es regular, la circulación de vehículos viene hacer normal.

Ortiz (2018) en su investigación titulada “Evaluación y comparación del estado de conservación de la carretera baños del inca-Llacanora utilizando los métodos de índice de conservación del pavimento y vizir”, tiene como objetivo determinar el estado de conservación de la vía, empleando la metodología descriptiva no probabilística y utilizando los métodos PCI Y VIZIR que tuvieron 135 muestras ambos métodos de la carretera que tiene longitud de 5.094 k , obtuvo como resultado por el en todo PCI se encuentra en 64,44% en estado excelente teniendo las peladuras y el desprendimiento de agregado como principales fallas y por el método VIZIR se obtuvo el 71,85% en un estado bueno teniendo alas peladuras con una severidad alta . concluyendo que el mantenimiento de la vía es Rutinario así mismo dio a conocer que el método VIZIR es

el más aceptable de acuerdo a su precisión en medir las fallas.

Núñez (2018) en su tesis titulada “Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la avenida todos los santos de la ciudad de chota” tiene como objetivo una propuesta de rehabilitación de la vía empleando sobrecapas , teniendo como metodología el VIZIR y PCI además se dividió en dos etapas la primera comprende en el análisis y evaluación visual de la situación actual del pavimento y la segunda etapa es el diseño que consiste en determinar el espesor así mismo determinar el espesor para las sobrecapas , obtuvo como resultado por el PCI que se encuentra en mal estado y por el VIZIR también en mal estado, de acuerdo al resultado se llegó a la conclusión que hay tramos donde está más deteriorado la vía como es en las (progresivas 0+160 – 0 +720) donde necesita la reconstrucción de la misma y los tramos donde es leve su daño es las (progresivas 0+000 - 0+160 y 0+720 –0+960) solo se colocara sobrecapas asfálticas para su rehabilitación dando a entender que la vía necesita una rehabilitación inmediata según lo investigado por el autor.

#### **1.4.4. Locales**

Castillo & Santos (2022) en su tesis titulada “Evaluación superficial mediante los métodos PCI y VIZIR del pavimento flexible de la carretera Cochalán - la Catagua, San José del alto, Jaén – 2021”, plantearon como objetivo evaluar superficialmente la vía, debido a que no garantiza una transitabilidad adecuada es por ello que aplicaron la metodología del PCI y el VIZIR y es de tipo básico y diseño no experimental teniendo una muestra de 58 unidades de muestreo para el PCI y 27 para el método VIZIR. Como resultado obtuvieron de acuerdo al PCI 19 calificando la carretera en un estado muy pobre y el VIZR calificándolo la vía en una condición mala. Concluyendo que los dos métodos utilizados coinciden en calificar el mal estado de la vía, esto debido a que no tiene un buen drenaje vial la cual requiere urgentemente un nuevo diseño estructural.

Delgado & Infante (2021) en su investigación titulada “Evaluación de la estructura del pavimento flexible aplicando el método índice de daño en la Avenida Pakamuros, Jaén, Cajamarca”, propusieron como objetivo; evaluar la estructura de la vía utilizando la metodología de índice de daño en función al PCI de acuerdo a los 2.5 kilómetros de la venida se tomaron 12 unidades de cada una 297 m<sup>2</sup> de acuerdo al PCI. Se determino como resultado que el pavimento se encuentra en estado Regular además

se obtuvo 8 tipos de fallas de las cuales los baches y parches son las fallas con más presencia en el pavimento. Concluyeron que el pavimento es muy malo y que se debe realizar una rehabilitación de todo el pavimento flexible.

Medina & Vargas (2021) en su investigación titulada “Evaluación del estado y propuesta de mantenimiento de la regularidad superficial el índice de rugosidad internacional carretera Shanango – Bellavista - Jaén-2020”, tienen como objetivo realizar la evaluación y propuesta de mantenimiento, es de metodología deductiva porque la investigación es de tipo básica o pura, tiene como muestra la vía de Shanango y Bellavista la cual abarca una longitud de 7,440 km y a través de método del Ministerio de Transportes y Comunicaciones con ayuda del equipo de Merlín se hizo el estudio en tramos. Como resultado obtuvieron que la superficie está en estado bueno. En base a los datos obtenidos se concluye que la propuesta para el mantenimiento debe ser rutinario de acuerdo a la normativa MTC.

Calderón & Nuñez (2019) en su tesis titulada “Determinación del estado del pavimento en la avenida Pakamuros desde la cuadra 10 hasta la cuadra 20”, plantearon como objetivo determinar el estado actual de la avenida, para ello aplicaron la metodología del PCI para identificar las diferentes desintegraciones y fisuras existentes. Como resultado de acuerdo al PCI dio un promedio 69,4, teniendo como principales daños los parches grietas longitudinales, desprendimiento de agregado, concluyendo que el pavimento flexible está en un estado bueno, y las fallas encontradas se deben a la presencia de agua en el drenaje vial al incremento del tránsito vehicular entre otros factores que complican un buen estado de la vía.

Rojas (2019) En su tesis titulada “Propuesta de diseño de los pavimentos de la calle Fernando Belaúnde Terry (km 0+000 a 1+000) provincia de Jaén, región Cajamarca, 2019”, propuso como objetivo plantear un diseño estructural con nuevos espesores acorde al nivel de tráfico, teniendo como metodología al AASTHO 93 y es descriptiva teniendo como muestra un solo kilómetro así mismo tiene un CBR de 17% calificando a la subrasante en buena. Obtuvo como resultado una carpeta asfáltica de 3.5 pulgadas, base de 15 cm, subbase de 25 cm, concluyendo que los espesores calculados son los adecuados y factible económicamente.

## **II.- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1.- Población, Muestra Y Muestreo**

#### **2.1.1.- Población**

La población, de acuerdo Hernández et al. (2014) viene hacer el “Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p.174). Se tomó como población la carretera La Coipa - Tamborapa de la provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, en la que se busca analizar y realizar un nuevo diseño estructural del pavimento de acuerdo al estudio.

#### **2.1.2.- Muestra**

La muestra, según Arias y Covinos, (2021) se define como “aquel objeto de estudio de quien se producen los datos o la información para el análisis” (p. 118). La muestra de la carretera que se tomó para ver el estado superficial y el diseño de la siguiente investigación se ha considerado solo 3 kilómetros desde los progresivos km 8+000 hasta km 11+0000, correspondió a la carretera La Coipa – Tamborapa, porque es la zona con más severidad alta de fallas es por ello que hace que tomemos dicho tramo.

#### **2.1.3.- Muestreo**

El método de muestreo para la siguiente investigación será de tipo (no probabilístico) según Hernández & Mendoza (2018) este método es un procedimiento de selección orientado por las características o también conocido como muestreo de conveniencia ya que nosotros determinaremos los elementos que integran la muestra. La muestra para la siguiente investigación corresponde al pavimento flexible de la carretera La Coipa - Tamborapa, ubicado en la provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, bajo los criterios que nos sugieren las normas y distintos manuales del MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC) logrando analizar y categorizar la totalidad de fallas encontradas en el trayecto de la vía.

## **2.2.- Tipo Y Diseño De La Investigación**

### **2.2.1. Tipo De Investigación**

Esta investigación es de tipo básica, ya que se basó en los conocimientos de ingeniería civil y en los trabajos de campo, para más adelante aplicarlos en el análisis y diseño de la carretera La Coipa - Tamborapa, porque los resultados que se han obtenido son datos que muestran la situación actual del pavimento de acuerdo a cada método aplicado.

### **2.2.2. Diseño De La Investigación**

La investigación es de tipo no experimental, debido a que se analizó de acuerdo al pavimento flexible actual en la que no se manipulo ninguna variable de estudio porque ya han sucedido, así mismo no se altera de ninguna forma para obtener los resultados.

## **2.3. Hipótesis.**

El estado actual del pavimento flexible se encuentra en un estado malo producto de ello se planteará un nuevo diseño estructural para mejorar la transitabilidad vial en el tramo de la carretera La Coipa-Tamborapa, Del Departamento De Cajamarca.

## **2.4. Variables**

### **2.2.1.- Variable dependiente**

- Análisis del Estado del pavimento asfáltico

### **2.2.1.- Variable Independiente**

- Fallas en el pavimento asfáltico

**Tabla 1.** Operacionalización De Variables.

Tipo de Variable	Descripción	Dimensiones	Indicadores
<b>Independiente</b>	Análisis en el Pavimento		<ul style="list-style-type: none"> <li>• baches</li> <li>• Fisura transversal</li> <li>• Fisura longitudinal</li> <li>• Piel de cocodrilo.</li> <li>• Exudación</li> <li>• Abultamientos y hundimientos.</li> <li>• Corrugación.</li> <li>• Depresión.</li> <li>• Desnivel carril-berma</li> <li>• Fisuras de borde.</li> <li>• Parches</li> <li>• Agregado pulido.</li> <li>• Ahuellamiento.</li> <li>• Desplazamientos.</li> <li>• Fisura parabólica o por deslizamiento.</li> <li>• Hinchamiento.</li> <li>• Peladuras por intemperismo y desprendimiento de agregados.</li> </ul>
<b>Dependiente</b>	Diseño del Pavimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño mediante el método del AASHTO 93.</li> <li>- Mejorar la transitabilidad vial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Volumen De Tránsito Vehicular.</li> <li>- Nuevos parámetros de diseño estructural.</li> <li>- Transitabilidad</li> <li>- Serviciabilidad</li> </ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

## 2.5. Método.

En la investigación se utilizará el método científico como método general, la metodología empleada en el procedimiento es el inductivo – analítico, en el nivel descriptivo, ya que en este trabajo se manipulará la variable independiente, para poder determinar nuestra variable dependiente.

Inductivo: Al aplicar las técnicas de observación e inspección de fallas en la carretera La Coipa – Tamborapa, Mediante los respectivos criterios, obtendremos los indicadores resultantes del estado de la superficie.

Analítico: El análisis de cada uno de los indicadores es el contenido principal de esta investigación. Cada técnica de revisión de fallas fue caracterizada y posteriormente aplicada a la carretera antes mencionada.

Además, se utilizará el método cuantitativo que se basa en recopilar información procesable ya que esto nos ayudará a comparar la información ya existente con nuestro nuevo diseño planteado mediante la metodología AASHTO.

## 2.6. Técnicas

Las técnicas son las siguientes:

- **Análisis de información:** consistirá en analizar el estado actual de la capa asfáltica, para posteriormente realizar un nuevo diseño de la vía, mediante el método AASHTO 93 y respetando los parámetros que rige la MTC.
- La Investigación se realizará mediante la recolección de datos atreves del expediente técnico de la carretera ya ejecutada, para que nos facilite el desarrollo correcto de este trabajo de investigación.
- **Observación:** En la presente investigación se realizará la observación directa, este tipo de información permite que la observación esté en contacto directo con el elemento de investigación.

## 2.7. Procedimiento

El procedimiento comprenderá:

- **Visitar el área de estudio:**  
Realizar el viaje para conocer el lugar de estudio.
- **Realizar un diagnóstico de la situación actual:**  
Mediante la observación del área de estudio se determinará el estado situacional del pavimento.
- **Identificar los tipos de fallas:**  
Se procederá identificar qué tipos de fallas se encontró en el área de estudio.
- **Procesamiento de datos:**  
Se hará un registro y verificación de datos que se irán obteniendo en el área de estudio.
- **Analizar los resultados obtenidos:**  
Se analizará de todo el resultado que se obtendrán en el área de estudio.
- **Realizar un nuevo diseño estructural:**  
Mediante un estudio riguroso se determinarán nuevos parámetros de diseño.
- **Comparar con el diseño estructural ya existente:**  
Se analizarán ambos casos y se llegarán a nuevas conclusiones

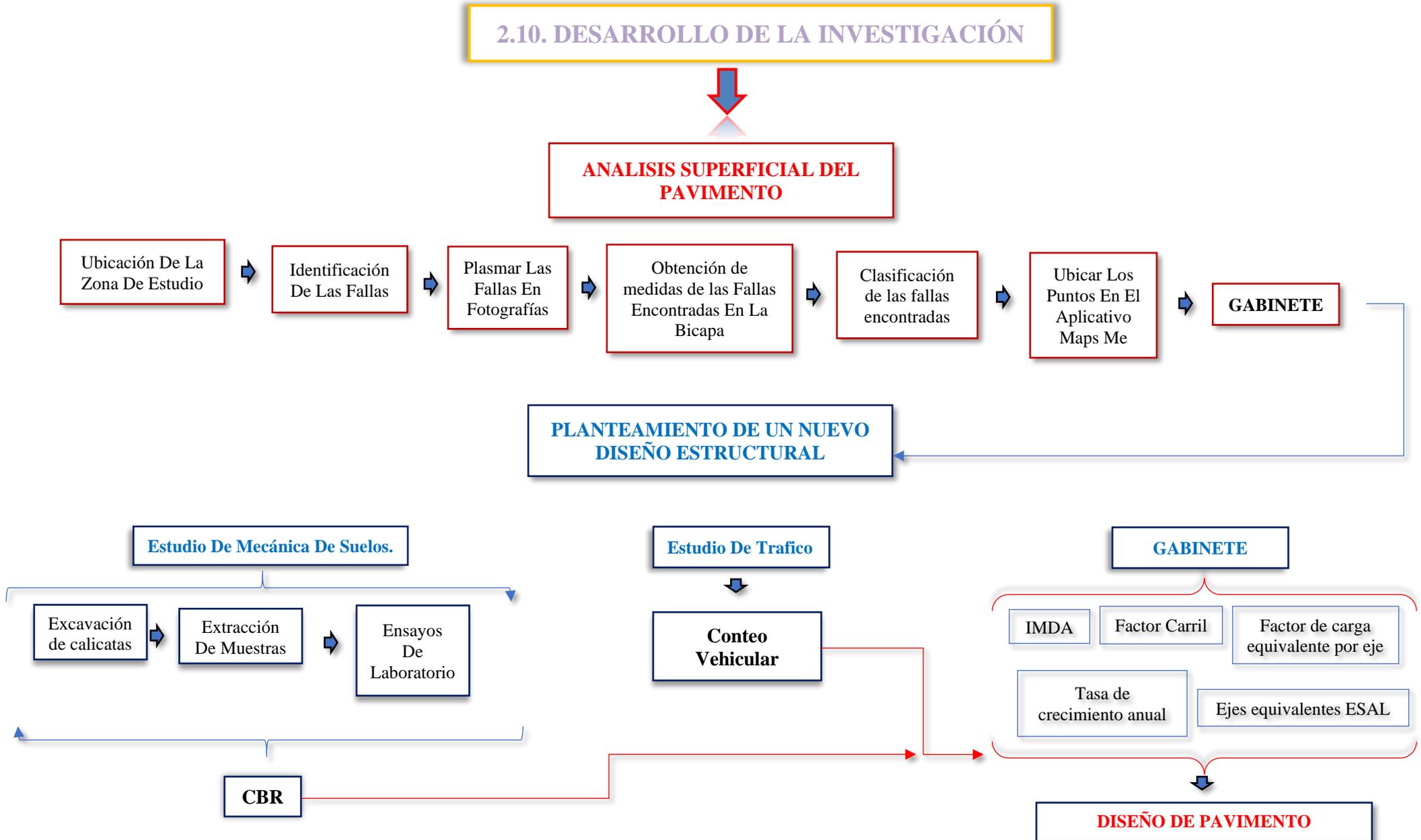
## **2.8. Instrumentos**

En la presente investigación se utilizará: Hoja de datos de campo, programa Excel, manual de carreteras sección pavimentos, AASHTO, Laptop, regla, wincha métrica, cámara fotográfica.

## **2.9. Análisis de datos**

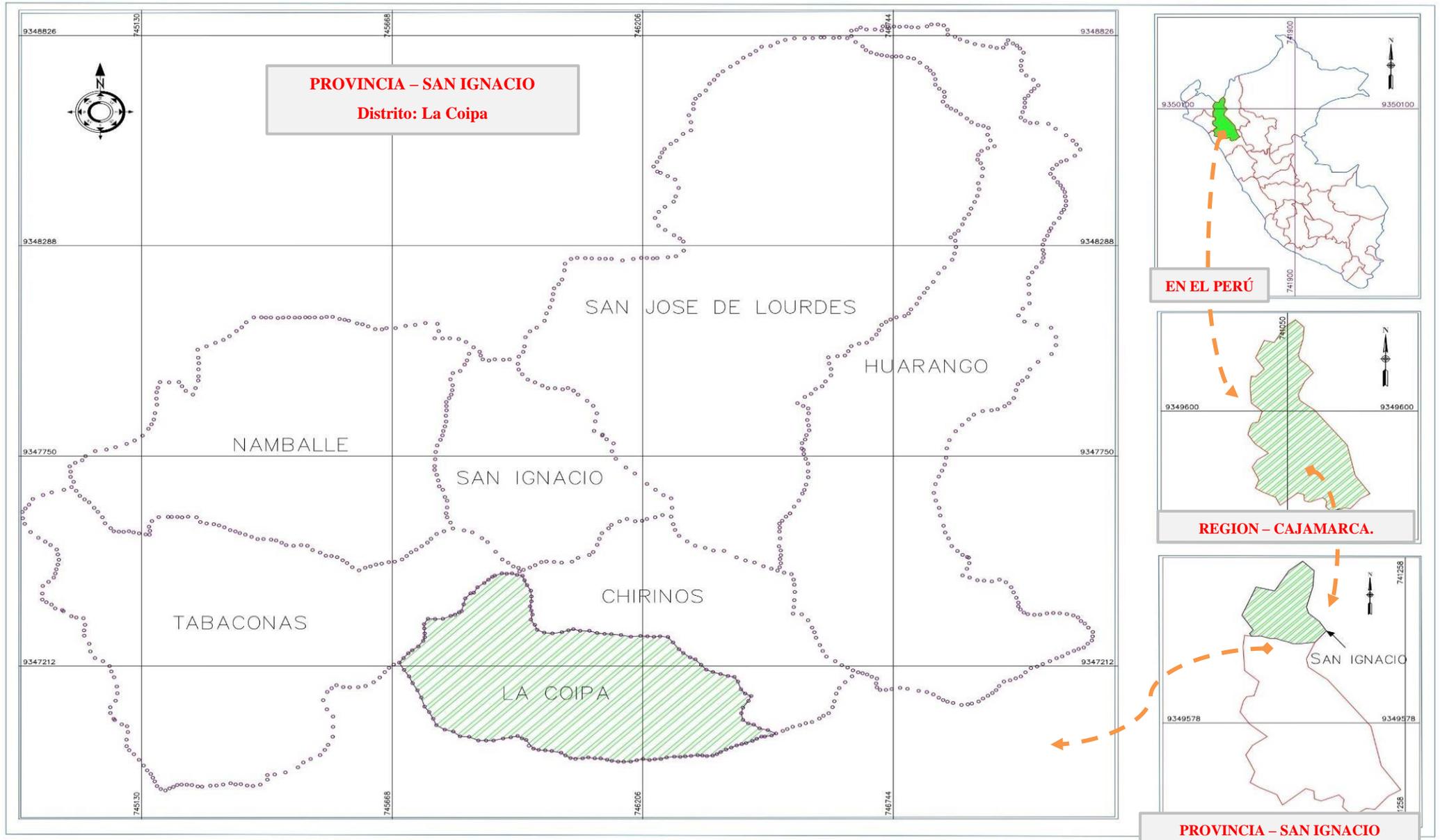
Para la presentación de datos, con el apoyo de Microsoft Excel se realizará tablas en donde se presentará los resultados finales que se aplicarán con el método AASHTO 93, para realizar un nuevo diseño estructural para poder identificar las fallas de la carretera ya ejecutada.

## 2.10. Desarrollo De La Investigación.



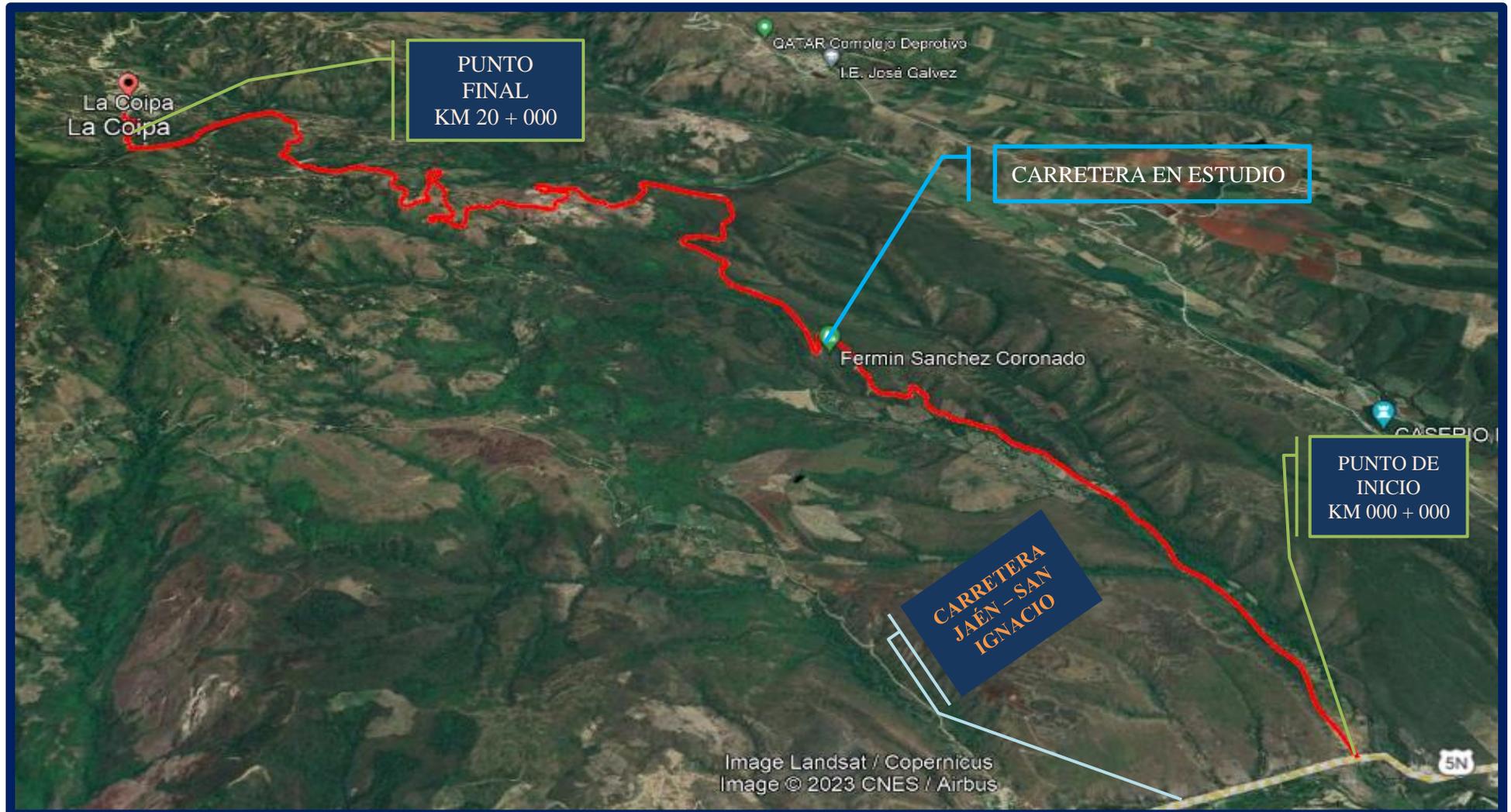
## 2.10.1.- UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Figura 1. Plano De Ubicación.



## 2.10.2. MICROLOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

**Figura 2.** Plano de microlocalización.



*Fuente: GOOGLE EARTH.*

### **2.11. Ubicación De Las Fallas En La Bicapa.**

Para el análisis del proyecto utilizamos el aplicativo MAPS ME, la cual ayudo a determinar la distancia y coordenadas de las fallas encontrados así mismo fueron plasmadas en el mismo aplicativo con la finalidad de tener la ubicación de cada falla durante todo el trayecto de la vía Tamborapa - la coipa.

Además, logramos obtener toda la distancia recorrida en el trayecto de la vía la cual fueron 20 + 000 km, por lo tanto, logramos encontrar un total 108 fallas de severidad leve, moderada y grave.

### **2.12. Análisis Superficial Del Pavimento.**

Existen varios métodos para el análisis superficial de los pavimentos, en los cuales los procesos son fáciles de aplicar y no requieren equipos experimentados para llegar a una conclusión acertada en cuanto a la falla de dicho pavimento.

La inspección en nuestro proyecto de investigación se realizará de manera visual y detallada que consiste en evaluar la vía caminando sobre ella y así mismo anotar las fallas encontradas en la superficie del asfaltado.

### **2.13. Fallas Encontradas En La Bicapa.**

Durante nuestro recorrido de la carretera Tamborapa la Coipa pudimos encontrar diferentes tipos de fallas.

#### **2.13.1. Progresiva: KM 000 + 000 al KM 8 + 000.**

En todo este tramo que comprenden 8 km + 000 metros de vía recorrida y analizada al detalle, se encontraron tres tipos de fallas las cuales las clasificaremos según los parámetros que nos estipula el MTC.

### 2.13.1.1. Denominación: DESINTEGRACION POR BACHES

**Figura 3.** *Desintegración por Baches.*



#### **Descripción:**

cómo podemos observar en la **FIGURA 4**, Las fallas encontradas en la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una desintegración por baches, presentando descomposición general de la superficie del pavimento y su desprendimiento de la superficie de rodadura en un cierto tamaño quedando expuesto el material granular, formando una cavidad redondeada de bordes netos y lados verticales en su parte superior debido a la acción del tránsito. Para ello se procedió a medir tanto el diámetro y su profundidad del bache, anotando y fotografiando la situación en la que se encuentra la falla.

## Medidas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 2.** *Medidas de la falla.*

<b>Medidas De La Falla Por Bache</b>			
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Diámetro (Cm)</b>	<b>Profundidad (Cm)</b>
<b>01</b>	000 + 020	62	10
<b>02</b>	000 + 080	71	12
<b>03</b>	000 + 200	72	4
<b>04</b>	000 + 290	62	2
<b>05</b>	000 + 350	50	4.8
<b>06</b>	000 + 400	40	15
<b>07</b>	000 + 490	38	9
<b>08</b>	000 + 890	48	4
<b>09</b>	1 + 560	18.60	13
<b>10</b>	1 + 670	50	4
<b>11</b>	1 + 758	68	2
<b>12</b>	1 + 900	55	16.2
<b>13</b>	2 + 600	63	18.4
<b>14</b>	2 + 690	58	20.3
<b>15</b>	4 + 000	49	2
<b>16</b>	4 + 200	72	15
<b>17</b>	4 + 307	18	18.20
<b>18</b>	5 + 300	51	17
<b>19</b>	5 + 800	63	14.6
<b>20</b>	6 + 360	19	10
<b>21</b>	6 + 600	50	5
<b>22</b>	7 + 050	58	15.5
<b>23</b>	7 + 200	75	13

*Fuente: Elaboración Propia*

### Posibles Causas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 3.** *Posibles causas de la falla*

---

<b>CAUSAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas.</li><li>- Uso de materiales y mezcla de calidad pobre.</li><li>- Espesores insuficientes.</li><li>- Método de construcción inadecuado en la ejecución de los revestimientos asfálticos, riegos de imprimación y/o liga, compactación de las bases granulares, etc.</li><li>- Evolución de otros daños tales como fisuras piel de cocodrilo, hundimientos, peladuras, etc., por falta de mantenimiento de la vía.</li></ul>

---

*Fuente: Elaboración Propia*

### Niveles De Severidad:

Cómo podemos observar en la **Tabla 13** tenemos diferentes diámetros y profundidades en los baches, para clasificar su nivel de severidad utilizaremos la **Tabla 15**.

**Tabla 4.** *Parámetros para niveles de severidad en baches.*

---

<b>Profundidad Máxima Del Bache</b>	<b>Diámetro Promedio Del Bache</b>		
	<b><math>D &lt; 20 \text{ Cm}</math></b>	<b><math>20\text{Cm} \leq D \leq 50\text{Cm}</math></b>	<b><math>D &gt; 50 \text{ Cm}</math></b>
<b><math>P &lt; 2.5 \text{ cm}</math></b>	Bajo	Bajo	Medio
<b><math>2.5 \text{ cm} \leq P \leq 5 \text{ cm}</math></b>	Bajo	Medio	Alta
<b><math>P &gt; 5 \text{ cm}</math></b>	Medio	Medio	Alta

---

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

Teniendo en cuenta el diámetro y profundidad de cada bache obtendremos los siguientes resultados:

**Tabla 5.** *Niveles de severidad en baches.*

<b>Nivele De Severidad De Las Fallas Por Bache</b>				
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Diámetro (Cm)</b>	<b>Profundidad (Cm)</b>	<b>Nivel De Severidad</b>
<b>01</b>	000 + 020	62	10	Alta
<b>02</b>	000 + 080	71	12	Alta
<b>03</b>	000 + 200	72	4	Alta
<b>04</b>	000 + 290	62	2	Media
<b>05</b>	000 + 350	50	4.8	Media
<b>06</b>	000 + 400	40	15	Alta
<b>07</b>	000 + 490	38	9	Media
<b>08</b>	000 + 890	48	4	Media
<b>09</b>	1 + 560	18.60	13	Media
<b>10</b>	1 + 670	50	4	Media
<b>11</b>	1 + 758	68	2	Media
<b>12</b>	1 + 900	55	16.2	Alta
<b>13</b>	2 + 600	63	18.4	Alta
<b>14</b>	2 + 690	58	20.3	Alta
<b>15</b>	4 + 000	49	2	Media
<b>16</b>	4 + 200	72	15	Alta
<b>17</b>	4 + 307	18	18.20	Media
<b>18</b>	5 + 300	51	17	Alta
<b>19</b>	5 + 800	63	14.6	Alta
<b>20</b>	6 + 360	19	10	Media
<b>21</b>	6 + 600	50	5	Media
<b>22</b>	7 + 050	58	15.5	Alta
<b>23</b>	7 + 200	75	13	Alta

*Fuente: Elaboración Propia*

**Medición:**

Generalmente se cuenta el número de baches clasificándolos según su nivel de severidad bajo, medio y alto, que suceden en la sección del pavimento inspeccionada.

## Alternativas de Soluciones Recomendadas:

**Tabla 6.** *Posibles soluciones en baches.*

<b>Posibles Soluciones Para Las Fallas Causadas Por Baches De Severidad Media – Alta.</b>	
<b>Solución Temporal</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bacheo en blanco.</li><li>- Escarificación del revestimiento asfáltico con o sin recubrimiento de grava.</li></ul>
<b>Rehabilitación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se realizarán trabajos de Bacheo profundo acompañado de tratamiento superficial asfáltico (carreteras TMDA 2000.</li><li>- Se realizará trabajos de Bacheo profundo y recapado mezcla asfáltica en caliente.</li><li>- Escarificación del pavimento existente y reconstrucción parcial con base granular y carpeta o tratamiento asfáltico.</li></ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

## Objetivo De La Reparación Recomendada:

Su objetivo principal es restablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado por los baches y la carretera cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### 2.13.1.2. Denominación: FISURA PIEL DE COCODRILO.

**Figura 4.** *Fisura piel de cocodrilo.*



#### **Descripción:**

cómo podemos observar en la **FIGURA 5**, La falla encontrada la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a Fisuras de tipo de piel de cocodrilo presentando grietas vinculadas entre sí, conformando en la superficie del pavimento pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos, que posteriormente serán medidos y a los cuales llamaremos mayas.

## Medidas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 7.** *Medidas de la falla piel de cocodrilo.*

---

<b>Medidas De La Falla Piel De Cocodrilo</b>				
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Largo(m)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Maya (m)</b>
<b>01</b>	1 + 100	4	2	0.55
<b>02</b>	1 + 290	3	1.60	0.62
<b>03</b>	1 + 450	1.25	0.8	0.40
<b>04</b>	5 + 050	1.50	1.10	0.38
<b>05</b>	6 + 440	0.9	0.50	0.73
<b>06</b>	7 + 000	2.3	1.20	10
<b>07</b>	7 + 350	0.80	0.50	0.58

---

*Fuente: Elaboración Propia*

## Posibles Causas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 8.** *Posibles causas de la falla piel de cocodrilo.*

---

<b>FALLA POR PIEL DE COCODRILO</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Deficiencia de los espesores y resistencia del pavimento frente a las repeticiones de carga (infradiseño estructural).</li><li>- Pavimentos deformables o resilientes (deflexiones recuperables importantes bajos radios de curvatura)</li><li>- Significativamente reducción de la resistencia a fatiga de las mezclas asfálticas, como causa por deficiente calidad de los materiales.</li></ul>

---

*Fuente: Elaboración Propia*

**Niveles De Severidad:**

- Para categorizar el nivel de severidad de la falla piel de cocodrilo utilizaremos la siguiente tabla:

**Tabla 9.** *Niveles de severidad en fisuras piel de cocodrilo.*

<b>Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Fisuras De Piel De Cocodrilo</b>		
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Medidas De Mayas</b>	<b>Observaciones</b>
Bajo	<b><i>Maya Grande</i> &gt; 0.5 m</b>	Sin Material Suelto
Medio	<b><math>0.3 &lt; \textit{Maya Mediana} &lt; 0.5</math></b>	Sin O Con Material Suelto.
Alto	<b><i>Maya chica</i> &lt; 0.3 m</b>	Con Material Suelto.

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- Se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 10.** *Resultados de los niveles de severidad.*

<b>Nivel De Severidad Falla Piel De Cocodrilo</b>					
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Maya (m)</b>	<b>Nivel De Severidad</b>
<b>01</b>	1 + 100	4	2	0.55	Baja
<b>02</b>	1 + 290	3	1.60	0.62	Baja
<b>03</b>	1 + 450	1.25	0.8	0.40	Media
<b>04</b>	5 + 050	1.50	1.10	0.38	Media
<b>05</b>	6 + 440	0.9	0.50	0.73	Baja
<b>06</b>	7 + 000	2.3	1.20	10	Alta
<b>07</b>	7 + 350	0.80	0.50	0.58	Baja

*Fuente: Elaboración Propia*

**Medición:**

Las fisuras piel de cocodrilo se miden en metros cuadrados de superficie afectada, clasificándolas según su nivel de daño (severidad).

**Alternativas de Soluciones Recomendadas:**

**Tabla 11.** *Soluciones recomendadas para falla piel de cocodrilo.*

<b>Posibles Soluciones Para Niveles De Severidad Baja y Media En Fisuras De Piel DeCocodrilo</b>	
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Media - Alta</b>
<b>Mejoramiento</b>	Trabajos De Bacheo
<b>Rehabilitación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizarán trabajos de bacheo acompañados con sellados de la superficie con material bituminoso y recubrimiento de agregado pétreo.</li> <li>- Trabajos de Bacheo y sellado de la superficie con lechada asfáltica.</li> <li>- Trabajos de bacheo acompañado con un sellado de la superficie con mezcla asfáltica en caliente.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Objetivo De La Reparación Recomendada:**

Su objetivo principal es restablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

**2.13.1.3. Denominación: DESPRENDIMIENTO / DESCUBRIMIENTO DE AGREGADOS.**

**Figura 5.** *desprendimiento/descubrimiento de agregados.*



**Descripción:**

cómo podemos observar en la **FIGURA 6**, La falla encontrada en la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una desintegración por desprendimiento/descubrimiento de agregados que es producido por un desgaste de la superficie de rodadura como consecuencia se produce la pérdida de material fino, el área dañada presenta una textura muy rugosa y por último se da el desprendimiento de todo el material granular sobre la superficie.

## Medidas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 12.** *Descripción de las fallas*

<b>Descripción De La Falla Desprendimiento / Descubrimiento De Agregados</b>		
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Descripción</b>
<b>01</b>	2 + 980	Textura rugosa.
<b>02</b>	3 + 200	Desprendimiento de material fino significativo
<b>03</b>	3 + 300	la superficie aún se mantiene firme
<b>04</b>	3 + 600	Desprendimiento de agregado extensivo

*Fuente: Elaboración Propia*

## Posibles Causas:

**Tabla 13.** *Posibles causas que ocasionan la falla.*

<b>FALLA POR DESPRENDIMIENTO DE AGREADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Endurecimiento excesivo de la mezcla asfáltica por sobrecalentamiento</li><li>- Muy poca aplicación de material bituminoso.</li><li>- Inadecuada gradación de los materiales pétreos.</li><li>- Utilización de agregados sucios, agregados que en presencia del agua tienen una mayor afinidad para la absorción y que produce que no se da una buena adherencia entre el agregado y el bitumen.</li><li>- Existencia de burbujas de aire en el revestimiento asfáltico y que es producida por deficiencias en su proceso constructivo.</li><li>- Alto contenido de vacíos en el revestimiento y que son expuestos a condiciones climáticas desfavorables como la radiación solar y las precipitaciones intensas produciendo la oxidación del bitumen.</li></ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

### Niveles De Severidad:

- Para categorizar el nivel de severidad de la falla desprendimiento / descubrimiento de agregados utilizaremos la siguiente Tabla:

**Tabla 14.** *Parámetros para el Nivel de severidad de la falla*

<b>Parámetros Para Categorizar Los Niveles De Severidad En Desprendimiento Descubrimiento De Agregados</b>	
<b>Bajo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Presenta signos de desprendimiento del agregado pétreo.</li><li>- La carpeta aún se mantiene firme y bien ligada.</li><li>- No se presenta excesivo agregado desprendido sobre la superficie.</li></ul>
<b>Medio</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- El desprendimiento de material fino es significativo, dejando expuesto al agregado.</li><li>- La superficie del pavimento presenta una textura abierta y rugosa.</li><li>- presenta excesivo agregado desprendido sobre la superficie.</li></ul>
<b>Alto</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- El desprendimiento del agregado es extensivo e incluye la remoción del material grueso.</li><li>- La superficie del pavimento resulta muy irregular por la gran exposición del agregado grueso.</li></ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

- Se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 15.** Nivel de severidad de la falla.

---

**Medidas De La Falla Desprendimiento / Descubrimiento De Agregados**

<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nivel De Severidad</b>
<b>01</b>	2 + 980	Textura rugosa.	Medio
<b>02</b>	3 + 200	Desprendimiento de material fino significativo	Medio
<b>03</b>	3 + 300	la superficie aún se mantiene firme	Bajo
<b>04</b>	3 + 600	Desprendimiento de agregado extensivo	Alto

---

*Fuente: Elaboración Propia*

**Alternativas De Solución Recomendadas:**

- Sellar toda el área dañada con lechada asfáltica, una o más aplicaciones.
- Sellar toda la superficie dañada con material bituminoso.
- Para carreteras con un TMDA > 2000, recapado delgado con mezcla asfáltica encaliente.

**Objetivo De La Reparación:**

Su objetivo principal es restablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

## 2.13.2. Progresiva: KM 8 + 000 al KM 11 + 000.

### 2.13.2.1. Denominación: DESINTEGRACION POR BACHES

Progresiva: KM 8 + 000 m.

**Figura 6.** Desintegración Por Baches.



#### **Descripción:**

cómo podemos observar en la **FIGURA 7**, La falla encontrada en el km 8 + 000 de La Carretera Tamborapa – La Coipa corresponde a una desintegración por baches de severidad alta, presentando descomposición general de la superficie del pavimento y su desprendimiento en un cierto tamaño, formando una cavidad redondeada, de bordes netos y lados verticales en su parte superior, debido a la acción del tránsito. Establecen daños estructurales que impiden la continuidad del pavimento.

#### **Medidas De Las Fallas:**

**Tabla 16.** Medidas De La Falla Por Bache

<b>Medidas De La Falla Por Bache</b>				
<b>N°</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Largo(m)</b>	<b>Ancho(m)</b>	<b>Profundidad</b>
<b>01</b>	62	1	0.40	4 Cm
<b>02</b>	78	1.30	0.32	15 Cm

### Posibles Causas:

- ❖ Retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas.
- ❖ Uso de materiales y mezcla de calidad pobre.
- ❖ Espesores insuficientes
- ❖ Método de construcción inadecuado en la ejecución de los revestimientos asfálticos, riegos de imprimación y/o liga, compactación de las bases granulares, etc.
- ❖ Evolución de otros daños tales como fisuras piel de cocodrilo, hundimientos, peladuras, etc., por falta de mantenimiento de la vía.

### Niveles De Severidad:

- Cómo podemos observar en las dos imágenes tenemos diferentes diámetros en los baches, para clasificar su nivel de severidad utilizaremos la siguiente Tabla.

**Tabla 17.** *Parámetros Para Categorizar El Nivel De Daño De La Calzada Por Baches.*

Profundidad Máxima Del Bache	Diámetro Promedio Del Bache		
	$D < 0.20\ m$	$0.2 \leq D \leq 0.5$	$D > 0.5\ m$
$P < 2.5\ cm$	Bajo	Bajo	Medio
$2.5\ cm \leq P \leq 5\ cm$	Bajo	Medio	Alto
$P > 5\ cm$	Medio	Medio	Alto

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- Se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 18.** *Nivel de severidad.*

FALLA	N°	Diámetro	Profundidad	Severidad
Desintegración Por Baches	01	62 cm	4 Cm	<b>ALTO</b>
	02	78 cm	15 Cm	<b>ALTO</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Medición:**

Generalmente se cuenta el número de baches clasificándolos según su nivel de severidad bajo, medio y alto, que suceden en la sección del pavimento inspeccionada.

**Objetivo De La Reparación Recomendada:**

Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

**Alternativas de Soluciones Recomendadas:**

**Tabla 19.** *Posibles Soluciones Para Fallas De Baches En Severidad Alta.*

<b>Desintegración Por Baches, Posibles Soluciones Para Niveles De SeveridadAlta</b>	
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>ALTA</b>
<b>Solución Temporal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bacheo en blanco.</li> <li>- Escarificación del revestimiento asfáltico con o sin recubrimiento de grava.</li> </ul>
<b>Rehabilitación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizarán trabajos de Bacheo profundo acompañado de tratamiento superficial asfáltico (carreteras TMDA 2000.</li> <li>- Se realizará trabajos de Bacheo profundo y recapado mezcla asfáltica en caliente.</li> <li>- Escarificación del pavimento existente y reconstrucción parcial con base granular y carpeta o tratamiento asfáltico.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

### 2.13.2.2. Denominación: FISURA PIEL DE COCODRILO

Progresiva: KM 9 + 076 m.

**Figura 7.** *Fisura Piel De Cocodrilo*



#### Descripción:

cómo podemos observar en la **FIGURA 8**, La falla encontrada en el km 9 + 076 de la carretera Tamborapa – la coipa corresponde Fisuras de tipo de piel de cocodrilo presentando grietas vinculadas entre sí, conformando en la superficie del pavimento pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos, también se presentan hundimientos que van definiendo el nivel de severidad en el cual se encuentra en la actualidad.

#### Medidas De Las Fallas:

**Tabla 20.** *Medidas de falla piel de cocodrilo.*

N°	Largo(m)	Ancho(m)	Maya (m)
01	4	2	0.42
02	3	1.60	0.38

*Fuente: Elaboración Propia*

### Posibles Causas:

- ❖ Deficiencia de los espesores y resistencia del pavimento frente a las repeticiones de carga (infradiseño estructural).
- ❖ Pavimentos deformables o resilientes (deflexiones recuperables importantes bajos radios de curvatura)
- ❖ Significativamente reducción de la resistencia a fatiga de las mezclas asfálticas, como causa por deficiente calidad de los materiales.

### Niveles De Severidad:

- Cómo podemos observar en las dos imágenes tenemos diferentes medidas en las mayas de las fisuras por piel de cocodrilo, para clasificar su nivel de severidad utilizaremos la siguiente Tabla:

**Tabla 21.** *Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Fisuras De Piel DeCocodrilo.*

<b>Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Fisuras De Piel De Cocodrilo</b>		
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Medidas De Mayas</b>	<b>Observaciones</b>
Bajo	<b><i>Maya Grande</i> &gt; 0.5 m</b>	Sin Material Suelto
Medio	<b><math>0.3 &lt; \textit{Maya Mediana} &lt; 0.5</math></b>	Sin O Con Material Suelto.
Alto	<b><i>Maya chica</i> &lt; 0.3 m</b>	Con Material Suelto.

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- Teniendo un ancho de fisura entre 0.5 – 0.3, obtenemos los siguientes niveles de severidad por cada falla encontrada y se detallaran en la siguiente Tabla:

**Tabla 22.** Nivel de severidad en la falla.

<b>FALLA</b>	<b>N°</b>	<b>Tamaño de Maya</b>	<b>Severidad</b>
<b>Fisura por piel de cocodrilo</b>	01	0.42 m	<b>MEDIO</b>
	02	0.38 m	<b>MEDIO</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Medición:**

Las fisuras piel de cocodrilo se miden en metros cuadrados de superficie afectada, clasificándolas según su nivel de daño (severidad).

## Alternativas de Soluciones Recomendadas:

**Tabla 23.** *Posibles Soluciones Para Fallas De Baches En Severidad Media.*

<b>Posibles Soluciones Para Niveles De Severidad Medio En Fisuras De Piel DeCocodrilo</b>	
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Medio</b>
<b>Mejoramiento</b>	Trabajos De Bacheo
<b>Rehabilitación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se realizarán trabajos de bacheo acompañados con sellados de la superficie con material bituminoso y recubrimiento de agregado pétreo.</li><li>- Trabajos de Bacheo y sellado de la superficie con lechada asfáltica.</li><li>- Trabajos de bacheo acompañado con un sellado de la superficie con mezcla asfáltica en caliente.</li></ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

## **Objetivo De La Reparación Recomendada:**

Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### 2.13.2.3. Denominación: FISURA LONGITUDINAL

Progresiva: KM 9 + 110 m.

**Figura 8.** *Fisura Longitudinal*



#### **Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURA 9**, La falla encontrada en el km 9 + 110 de La Carretera Tamborapa – La Coipa corresponde a fallas de Fisuras longitudinales presentando Fragmentación que se extiende por la superficie del pavimento paralelamente al eje de la calzada. Al principio se presenta como una fisura simple, pero a medida que avanza el deterioro del pavimento, evoluciona ramificaciones laterales y fisura paralelas, aspecto al que suele referirse como “multiplicidad”.

#### **Medidas De Las Fallas:**

<b>Largo(m)</b>	<b>Ancho(mm)</b>
3	2 mm

*Fuente: Elaboración Propia*

#### **Posibles Causas:**

- ❖ Es causa del fenómeno de fatiga de las capas asfálticas sometidas a una repetición de cargas superior, ocurren en las huellas de canalización del tránsito.

- ❖ Consecuencia del tránsito sobre el área del pavimento próxima al borde, donde se encuentra debilitado por causa de deficiente confinamiento lateral.
- ❖ Deficiente desarrollo constructivo de las juntas longitudinales durante el periodo de colocación de la mezcla asfáltica: suceden mayormente en el eje de la vía y/o en coincidencia con los carriles de distribución.

### Niveles De Severidad:

**Tabla 24.** *Parámetros Para Categorizar El Nivel De Daño De La Calzada Por Fisuras Longitudinales.*

<b>Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Fisuras Longitudinales</b>		
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Medidas de fisuras</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Bajo</b>	$Ancho \leq 1mm$	Fisuras finas en las huellas del tránsito.
<b>Medio</b>	$1mm < Ancho \leq 3mm$	Fisuras medias corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas.
<b>Alto</b>	$Ancho > 5mm$	Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas También se denominan grietas.

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- Observamos en la imagen una fisura simple baja, sin sellar, no hay signos de descascaramiento ni desnivel alrededor de sus bordes, son finas en las huellas del tránsito (ancho  $\leq 2$  mm).

### Medición

Las fisuras longitudinales se miden en metros lineales. Se distingue la longitud y severidad de cada fisura.

## Alternativas de Soluciones Recomendadas:

**Tabla 25.** Posibles Soluciones Para Fallas De Fisuras Longitudinales En Severidad Baja.

Posibles Soluciones Para Niveles De Severidad Medio En Fisuras Longitudinales		
Nivel De Severidad	Periodo	Rehabilitación
Bajo	2 años	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se realizarán trabajos de sellado con asfalto liquido oemulsión bituminosa acompañado de arena.</li></ul>
Medio	1 – 2 años	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se realizarán trabajos de sellado con mortero asfáltico, asfalto líquido o emulsión bituminosa todos ellos acompañados de arena que conforman una pasta cementante.</li></ul>
Alto	8 – 10 años	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se realizarán trabajos de recapado con mezcla asfáltica en caliente.</li></ul>
	1 año	<ul style="list-style-type: none"><li>- Otra opción sería el Bacheo parcial, capa asfáltica; mezclas asfálticas en frío o caliente.</li></ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

## Objetivo De La Reparación Recomendada:

Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

#### 2.13.2.4. Denominación: AHUELLAMIENTO

Progresiva: KM 9 + 340 m.

Figura 9. Ahuellamiento



#### Descripción:

Cómo podemos observar en la **FIGURA 10**, La falla encontrada en el km 9 + 340 de la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una falla de ahuellamiento presentando una degradación longitudinal continúa a lo largo de las huellas de canalización del tránsito. Se identifica un ahuellamiento de longitud de 7.40 m y un ancho de 1.20 m, esto debido a las cargas que conducen a deformaciones permanentes en los bordes de la calzada, la cual el radio de influencia de la zona ahuellada es pequeña, es por ello que sus deformaciones ocurren en las capas superiores y son acompañadas de un deslizamiento y levantamiento lateral de la superficie del pavimento.

#### Medida De La Falla:

Largo	Ancho	Profundidad
7.40 m	1.20 m	9 mm

*Fuente: Elaboración Propia*

**Posibles causas:**

- ❖ Deficiente estabilidad de las mezclas asfálticas por inadecuada compactación o deficiente dosificación.
- ❖ Inadecuada estabilidad de las capas del pavimento o de la subrasante, falla por deslizamiento lateral ya sea por ingreso de agua o deficiente calidad
- ❖ Exagerado incremento en las cargas del tránsito.

**Niveles De Severidad:**

**Tabla 26.** *Parámetros Para Categorizar El Nivel De Daño De La Calzada Por Ahuellamiento.*

<b>Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Deformaciones Por Ahuellamiento</b>	
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Profundidad promedio (P)</b>
<b>Bajo</b>	<i>Profundidad sensible al usuario pero <math>\leq 6\text{mm}</math>.</i>
<b>Medio</b>	<i><math>6\text{ mm} &lt; \text{Profundidad} \leq 12\text{ mm}</math></i>
<b>Alto</b>	<i>Profundidad <math>&gt; 12\text{ mm}</math></i>

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- El nivel de severidad considerado en este ahuellamiento es **medio**; la profundidad promedio esde 9 mm.

**Medición:**

El ahuellamiento se mide en metros cuadrados multiplicando su longitud por el ancho afectado por la huella, se deberán clasificar según su nivel de daño.

## Alternativas de Soluciones Recomendadas:

**Tabla 27.** Posibles Soluciones Para Fallas De Ahuellamiento.

Posibles Soluciones Para Niveles De Severidad Medio En Deformaciones Por Ahuellamiento		
Nivel De Severidad	Periodo	Rehabilitación
Bajo	-	- Se deberá observar algunaposible evolución
Medio	0.5 – 1 años	- Se realizarán trabajos de bacheo superficial nivelantecon mezcla asfáltica en frio/en caliente.
	0.5 – 2 años	- Bacheo parcial capaasfáltica.
Alto	8 – 10 años	- Se realizarán trabajos derecapado con mezcla asfáltica en caliente.
	8 – 10 años	- Otra opción sería la escarificación parcial conpavimento existente y reconstrucción con base granular.

*Fuente: Elaboración Propia*

## Objetivo De La Reparación Recomendada:

Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### 2.13.2.5. Denominación: HUNDIMIENTO.

Progresiva: KM 9 + 500 m.

**Figura 10.** *Hundimiento*



#### **Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURA 11**, La falla encontrada en el km 9 + 500 de la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una falla por hundimiento, Se observa un descenso de la superficie original del pavimento internamente en la calzada, debido a vestigios de humedad que son provocados por las lluvias y dando cavidad a las fallas por hundimientos.

#### **Medidas De La Falla:**

<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Hundimiento</b>
9.56 m	2.20 m	8 cm

*Fuente: Elaboración Propia*

### Posibles causas:

- ❖ Asentamiento de estratos comprensibles de la fundación (de gran longitud de onda).
- ❖ Inusuales trabajos de construcción como deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases.
- ❖ Pérdida de estabilidad por aumento de humedad en capas de pavimento o fundación;
- ❖ Poco confinamiento lateral de los paseos (hundimiento de borde).

### Niveles de severidad:

**Tabla 28.** *Parámetros Para Categorizar El Nivel De Daño De La Calzada Por Hundimientos.*

Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Deformaciones Por Hundimientos		
Nivel De Severidad	Profundidad máxima (PM)	Observaciones
Bajo	$PM \leq 2 \text{ cm}$	Provoca un leve balanceo en el vehículo.
Medio	$2 \text{ cm} \leq PM \leq 4 \text{ cm}$	Provoca un molesto balanceo en el vehículo.
Alta	$4 \text{ cm} < PM$	Se pierde totalmente La comodidad al momento de transitar.

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- Se considera severidad **alta**, así mismo el manejo es afectado directamente por el hundimiento, que ocasioné movimientos peligrosos, en el vehículo. La profundidad máxima del área deprimida es mayor de 50 mm.

### Medición:

El hundimiento se mide en metros cuadrados, según su severidad, las áreas totales afectada en la muestra o sección del pavimento.

**Alternativas de Soluciones Recomendadas:**

**Tabla 29.** *Posibles Soluciones Para Fallas De Hundimientos En Severidad Alta.*

<b>Posibles Soluciones Para Niveles De Severidad Alta En Deformaciones Por Hundimientos</b>		
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Periodo</b>	<b>Mantenimiento</b>
<b>Bajo</b>	-	- Se deberá observar alguna posible evolución
<b>Medio</b>	0.5 – 1.5 años	- Se realizarán trabajos de bacheo superficial nivelante con mezcla asfáltica en frio/ en caliente.
	4 – 6 años	- Bacheo profundo, incluida la reposición de base granular.
<b>Alto</b>	8 – 10 años	- Se realizarán trabajos de recapado con mezcla asfáltica en caliente. - Otra opción sería la escarificación parcial con pavimento existente y reconstrucción con base granular y carpeta asfáltica en caliente.
	8 – 10 años	- Reconstrucción con base granular y carpeta asfáltica en caliente.
	4 años	- Mejoramiento del drenaje superficial profundo según el caso que lo amerite.

*Fuente: Elaboración Propia*

**Objetivo De La Reparación Recomendada:**

Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### 2.13.2.6. Denominación: EXUDACION DEL ASFALTO

Progresiva: KM 9 + 900 m.

**Figura 11.** Exudación Del Asfalto.



#### Descripción:

Cómo podemos observar en la **FIGURA 12**, La falla encontrada en el km 9 + 500 de La Carretera Tamborapa – La Coipa corresponde a una falla por exudación asfáltica de severidad media, claramente se puede observar un exceso de asfalto lo que ocasiona que se forme una película continua en huellas de canalización del tránsito.

#### Medidas De La Falla:

---

Medidas De La Falla Por Exudación Asfáltica	
Largo(m)	Ancho(m)
10	1.1

---

*Fuente: Elaboración Propia*

**Posibles Causas:**

- Exceso de asfalto en la mezcla o tratamiento.
- Insuficiente contenido de vacíos (el asfalto colma esa cantidad de vacíos).
- Exceso de dotación de asfalto en el riego de liga.
- Uso de bitumen muy blando para condiciones de servicio desfavorables talles como tránsito pesado intenso, altas temperaturas en el pavimento.
- Sobre compactación de la mezcla o tratamientos asfáltico o dosificación para condiciones de tránsito menores que las reales.

**Nivel De Severidad:**

- Podemos observar una exudación de severidad media, claramente se puede observar la mancha brillante en la superficie asfáltica y en días calurosos se presenta un poco adhesiva con los zapatos.

**Unidad De Medida:**

- la unidad de medida para las fallas por exudación del asfalto es por metros cuadrados del área afectada, clasificando cada tramo según su nivel de severidad.

**Alternativas De Solución Recomendadas:**

- Para este nivel de severidad recomendamos aplicar calor y rodillar arena / agregado sobre la superficie, este mantenimiento será rutinario y tendrá una vida útil de 1 – 2 años.

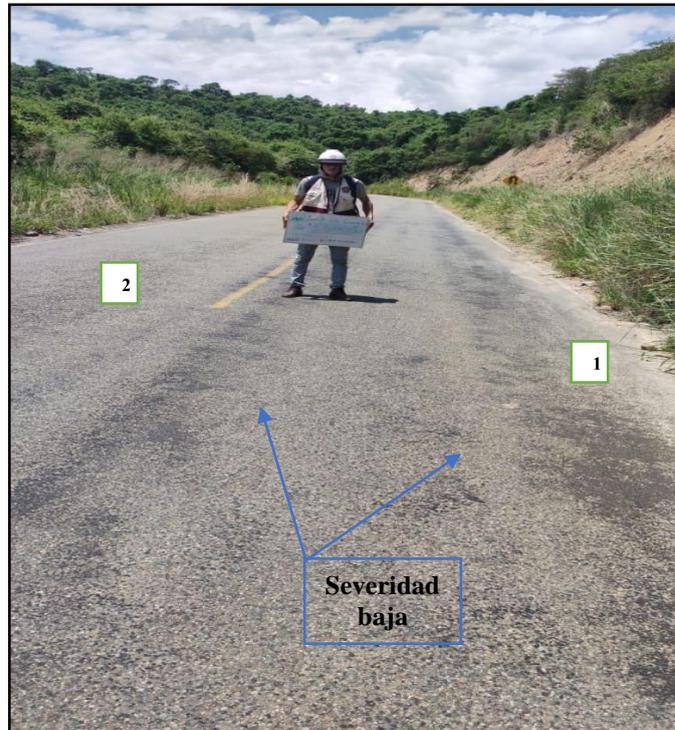
**Objetivo De La Reparación Recomendada:**

- Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### 2.13.2.7. Denominación: EXUDACION DEL ASFALTO

Progresiva: KM 9 + 950 m.

**Figura 12.** Exudación Del Asfalto.



#### Descripción:

Cómo podemos observar en la **FIGURA 13**, La falla encontrada en el km 9 + 950 de la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una falla por exudación asfáltica de severidad baja, claramente se puede observar un exceso de asfalto lo que ocasiona que se forme una película continua en huellas de canalización del tránsito.

#### Denominación:

---

#### Medidas De La Falla Por Exudación Asfáltica

N°	Largo(m)	Ancho(m)
01	12	1
02	10	1

*Fuente: Elaboración Propia*

**Posibles Causas:**

- Exceso de asfalto en la mezcla o tratamiento.
- Insuficiente contenido de vacíos (el asfalto colma esa cantidad de vacíos).
- Exceso dotación de asfalto en el riego de liga.
- Uso de bitumen muy blando para condiciones de servicio desfavorables talles como tránsito pesado intenso, altas temperaturas en el pavimento.
- Sobre compactación de la mezcla o tratamientos asfáltico o dosificación para condiciones de tránsito menores que las reales.

**Nivel De Severidad:**

- Podemos observar una exudación de severidad baja, se hace visible la coloración sobre la superficie debido a pequeña migración de asfalto aun aislado, no se presenta adhesividad.

**Unidad De Medida:**

- la unidad de medida para las fallas por exudación del asfalto es por metros cuadrados del área afectada, clasificando cada tramo según su nivel de severidad.

**Alternativas De Solución Recomendadas:**

- Para este nivel de severidad no se aplica ninguna acción de mantenimiento, pero se notifica de la existencia del problema a la empresa que realiza mantenimiento de dicho trayecto.

**Objetivo De La Reparación Recomendada:**

- Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

**2.13.2.8. Denominación: EXUDACION DE AGUA / BOMBEO - BACHES**

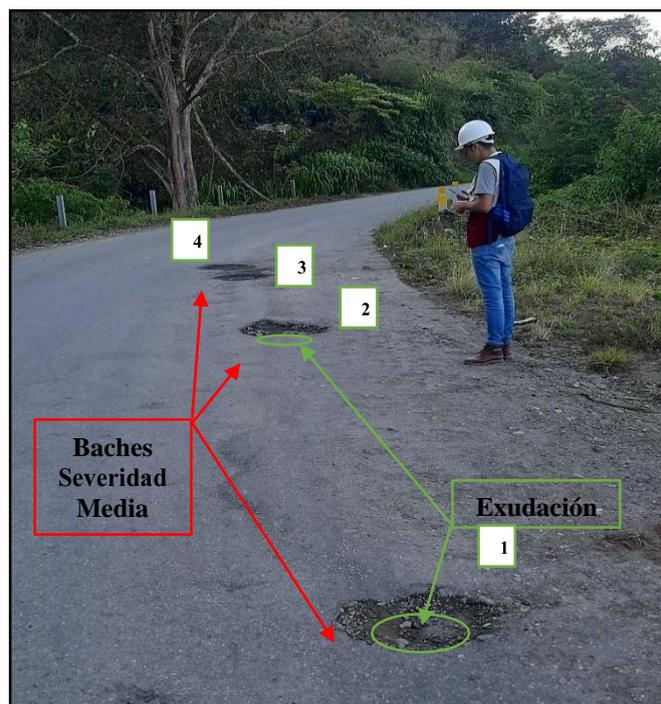
**Progresiva: KM 10 + 000 m.**

**Figura 13.** *Exudación De Agua/Bombeo*



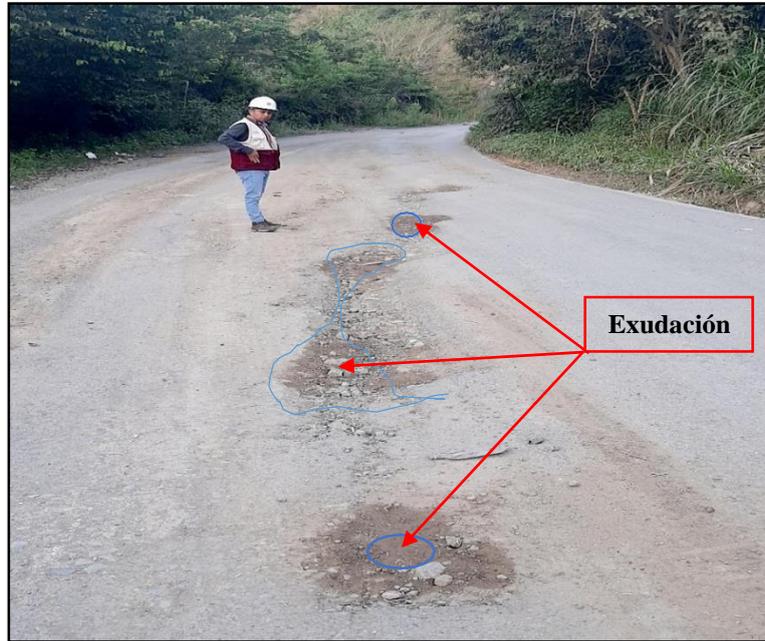
**Progresiva: KM 10 + 080 m.**

**Figura 14.** *Exudación De Agua/Bombeo – Baches.*



Progresiva: KM 10 + 240 m.

Figura 15. Exudación De Agua/Bombeo



Progresiva: KM 10 + 350 m.

Figura 16. Exudación De Agua/Bombeo – Baches.



**Descripción:**

cómo podemos observar en las **FIGURAS N° 14 – 15 – 16 Y 17**, Las fallas encontradas corresponden a desintegraciones por baches, exudación de agua/bombeo y/o ambos casos presentes, Cada falla ha sido analizada en campo y obteniendo sus respectivas medidas para posteriormente clasificarlas de acuerdo a su nivel de daño o severidad.

**Medidas De Las Fallas Encontradas:****Tabla 30.** *Medidas De Fallas Por Baches Y Exudación De Agua.*

Progresiva	Falla	Medidas			
		Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (cm)	
km 10 + 000 m	Exudación De Agua / Bombeo	7.56 m	4.2 m	-	
	Exudación De Agua / Bombeo.	5.20 m	1.00 m	-	
km 10 + 180 m	Desintegración por Baches N°	1	0.35 m	0.20 m	3 cm
		2	0.40 m	0.35 m	3.5 cm
		3	0.38 m	0.32 m	3.5 cm
		4	0.42 m	0.35 m	3 cm
km 10 + 240 m	Exudación De Agua / Bombeo.	3.00 m	1.00 m	-	
	Exudación De Agua / Bombeo.	3.70	1.00	-	
km 10 + 350 m	Desintegración por baches N°	1	0.40	0.25	3.00
		2	1.00	0.50	1.00
		3	1.00	0.50	1.00
		4	1.10	0.50	1.00

*Fuente: Elaboración Propia*

## Posibles Causas:

**Tabla 31.** *Posibles Causas*

<b>Desintegración Por Baches</b>	<b>Exudación De Agua/Bombeo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Evolución de las fallas tales como agrietamientos piel de cocodrilo, hundimientos, peladuras, etc., por falta de mantenimiento oportuno.</li><li>- Paquete estructural, base de pavimentos débiles e inestables.</li><li>- Espesor del pavimento insuficiente debido a un mal estudio de tráfico.</li><li>- Retención e infiltración de agua en los hundimientos o grietas.</li><li>- Uso de material y mezcla de calidad pobre.</li><li>- Técnicas de construcción inapropiadas en la ejecución de los revestimientos asfálticos, riegos de imprimación y/o liga, compactación de las bases granulares, etc.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Una de las causas se debe a la acumulación de agua en una capa relativamente porosa entre dos capas impermeables.</li><li>- Desplazamiento del agua que ya se encuentra atrapada en el interior del pavimento debido a las presiones y a las variaciones térmicas.</li><li>- Desplazamiento del agua a través de áreas de débil compacidad, tales como juntas bordes de calzada, áreas agrietadas, superficies de contacto entre capas sucesivas, etc.</li></ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Nivel De Severidad:**

- Para clasificar la severidad de la exudación de agua es suficiente con especificar que existe exudación de agua en la superficie.
- para la desintegración por baches se utilizará la siguiente Tabla (parámetros).

**Tabla 32.** *Parámetros Para Categorizar El Nivel De Daño De La Calzada Por Baches.*

Profundidad Máxima Del Bache	Diámetro Promedio Del Bache		
	$D < 0.20 m$	$0.2 \leq D \leq 0.5$	$D > 0.5 m$
$P < 25\text{cm}$	Bajo	Bajo	Medio
$25\text{ cm} \leq P \leq 5\text{ cm}$	Bajo	Medio	Alto
$P > 5\text{ cm}$	Medio	Medio	Alto

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- Se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 33.** *Niveles De Severidad En Baches Encontrados.*

Progresiva	Falla	Medidas			
		Diámetro	profundidad	severidad	
<b>km 10 + 000 m</b>	Exudación De Agua / Bombeo	-	-	no se define nivel de severidad.	
	Exudación De Agua / Bombeo.	-	-	no se define nivel de severidad.	
<b>km 10 + 180 m</b>	Desintegración por Baches	<b>1</b>	20 cm	3 cm	Bajo
		<b>2</b>	35 cm	3.5 cm	Medio
		<b>3</b>	32 cm	3.5 cm	Medio
		<b>4</b>	35 cm	3 cm	Medio

<b>km 10 + 240 m</b>	Exudación De Agua / Bombeo.	-	-	-	no se define nivel de severidad.
	Exudación De Agua / Bombeo.	-	-	-	no se define nivel de severidad.
<b>km 10 + 350 m</b>					
		<b>1</b>	25 cm	3 cm	Bajo
		<b>2</b>	50 cm	1 cm	Medio
	Desintegración por Baches	<b>3</b>	50 cm	1 cm	Medio
		<b>4</b>	50 cm	1 cm	Medio

*Fuente: Elaboración Propia*

### Unidad De Medida:

**Tabla 34.** *Unidad De Medida De Baches Y Exudación De Agua.*

<b>Desintegración Por Baches</b>	<b>Exudación De Agua/Bombeo</b>
- Se contabilizan la cantidad de baches que ocurren en la sección de pavimento inspeccionada, clasificándolos según su nivel de severidad.	- Se mide en metros cuadrados la superficie de pavimento afectada.

*Fuente: Elaboración Propia*

## Alternativas De Solución Recomendadas:

**Tabla 35.** *Posibles Soluciones Para Fallas De Baches Y Exudación De agua/bombeo Para Múltiples Niveles De Severidad.*

<b>Desintegración Por Baches</b>	<b>Exudación De Agua/Bombeo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Si el nivel de daño es bajo, se realizará un bacheo superficial; mezcla asfáltica en frío/caliente, sellado superficial.</li><li>- Si el nivel de daño es medio se realizará un bacheo parcial (capa asfáltica); mezcla en frío / caliente, bacheo parcial acompañado de un sellado parcial o un bacheo parcial acompañado de un tratamiento o recapado con mezcla asfáltico.</li><li>- Si el nivel de severidad es alto, pues se realizará un bacheo profundo incluyendo la reposición de la base granular, bacheo profundo acompañado de un recapado mezcla asfáltica en caliente, Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica y escarificación del pavimento existente y reconstrucción parcial con base granular y carpeta o tratamiento asfáltico.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Si el nivel de daño es bajo, se deberá realizar una previa mejora del drenaje.</li><li>- Nivel de severidad medio, se realizará un sellado de la superficie con material bituminoso y arena previamente haberse realizado la mejora del drenaje.</li><li>- Si el nivel de daño alcanza una severidad alta pues se realizará la Escarificación del revestimiento asfáltico y capas superiores (si es necesario) y reconstrucción parcial del pavimento con base granular (si es necesario) y carpeta o tratamiento superficial asfáltico.</li></ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

### Objetivo De La Reparación:

Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### 2.13.2.9. Denominación: PARCHADO Y REPARACIONES.

Progresiva: KM 10 + 450 m.

**Figura 17.** *Parchado Y Reparaciones.*



### Descripción:

Cómo podemos observar en la **FIGURA 18**, La falla encontrada en el km 10 + 450 de la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una falla por reparaciones, el área reparada se encuentra algo deteriorada y presenta hundimiento, lo cual será una falla de severidad media.

### Medida De La Falla:

Medidas De La Falla Por Parchado	
Largo(m)	Ancho(m)
0.50	0.35

*Fuente: Elaboración Propia*

**Posibles Causas:**

- Reparación de fallas que han alcanzado unos niveles de severidad inaceptables y que necesitaban otro tipo de reparación.
- Colocación y reparación de servicios públicos colocados debajo del pavimento ya construido.
- Corrección de fallas ya reparadas con anterioridad.

**Nivel De Severidad:****Tabla 36.** *Parámetros Para Fallas Por Parchado Y Reparaciones.*

<b>Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Parchados y Reparaciones</b>	
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Bajo</b>	Reparación o parchado para deterioros superficiales.
<b>Medio</b>	Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado.
<b>Alto</b>	Reparación de piel de cocodrilo, fisuras longitudinales ohuecos, en mal estado.

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- El área reparada se encuentra algo deteriorada; los daños observados en su superficie son de nivel de severidad baja a media.

**Unidad De Medida:**

- Se medirá en metros cuadrados de área afectada, clasificándolos según su nivel de severidad.

**Alternativas De Solución Recomendadas:**

- Nivel de severidad bajo, no se realizará ninguna acción.
- Nivel de severidad medio, se realizará el sellado de fisuras con material bituminoso, sellado de la superficie con lechada asfáltica u arena.
- Nivel de severidad alto, se realizará la sustitución de las reparaciones mediante bacheo parcial o bacheo profundo según el caso que lo amerite.

**Objetivo De La Reparación:**

- Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

**2.13.2.10. Denominación: PARCHADO Y REPARACIONES.**

**Progresiva: KM 10 + 550 m**

**Figura 18.** *Parchado Y Reparaciones.*



**Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURA 19**, La falla encontrada en el km 10 + 550 de la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una falla por reparaciones, el área reparada se encuentra severamente dañada, lo cual será una falla de severidad alta.

### Medida De La Falla:

---

<b>Medidas De La Falla Por Parchado</b>		
<b>N°</b>	<b>Largo(m)</b>	<b>Ancho(m)</b>
<b>1</b>	0.65	0.45
<b>2</b>	0.75	0.35
<b>3</b>	0.60	0.35

---

*Fuente: Elaboración Propia*

### Nivel De Severidad:

- Para saber el nivel de severidad en el que se encuentra la falla, utilizaremos la siguiente Tabla:

**Tabla 37.** *Parámetros Para Fallas Por Parchados Y Reparaciones.*

---

<b>Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Parchados Y Reparaciones</b>	
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Bajo</b>	El área reparada se comporta satisfactoriamente con muy poco o ningún deterioro.
<b>Medio</b>	El área que ya fue reparada se encuentra algo deteriorada
<b>Alto</b>	El área que ya fue reparada se encuentra severamente dañada y requiere una pronta intervención

---

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- La falla encontrada presenta su área reparada completamente dañada en su superficie; por lo que son de nivel de severidad alta.

**Posibles Causas:**

- Tratamiento de las fallas que presentan unos niveles de daño inaceptables y que necesitan otros tipos de mantenimientos más rigurosos.
- Colocación y reparación de servicios públicos colocados debajo del pavimento ya construido.
- Reparación de fallas que ya han tenido varias reparaciones anteriores.

**Unidad De Medida:**

- Se medirá en metros cuadrados de área afectada, clasificándolos según su nivel de severidad.

**Alternativas De Solución Recomendadas:**

- Nivel de severidad alto, se realizará la sustitución de las reparaciones mediante bacheo parcial o bacheo profundo según el caso que lo amerite.

**Objetivo De La Reparación:**

- Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### 2.13.2.11. Denominación: AGRIETAMIENTO DE BORDE.

Progresiva: KM 10 + 600 m

**Figura 19.** *Agrietamiento De Borde.*



#### **Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURA 20**, La falla encontrada en el km 10 + 600 de la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una falla por agrietamiento de borde, el área dañada presenta una extensión de 18 metros por una anchura de 1 m, presenta destrucción total de los bordes de la calzada por desintegración o pérdida total del aglomerado asfáltico la cual lo categorizaremos como una falla de severidad alta.

#### **Medidas De Las Fallas Encontradas:**

---

#### **Medidas De La Falla Por Agrietamiento De Borde**

Largo(m)	Ancho(m)
18	1

*Fuente: Elaboración Propia*

### Posibles Causas:

- Ancho de la calzada demasiado reducido.
- Falta de sobre ancho de las capas del paquete estructural y una deficiente compactación.
- Deficiente drenaje lo que ocasiona que se produzca una retención de agua en los bordes de la calzada.
- Un constante tráfico de vehículos desde el paseo no pavimentado.
- presencia de arenas angulares pertenecientes a áreas contiguas del pavimento que provocan el aumento de la abrasión en los neumáticos de los vehículos que transitan por la calzada.

### Nivel De Severidad:

**Tabla 38.** *Parámetros Para Fallas Por Agrietamiento De Bordes.*

<b>Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Agrietamiento De Bordes.</b>	
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Bajo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se muestran fisuras longitudinales que son paralelas al borde y que están interconectadas entre sí</li><li>• presencia de desprendimientos severos.</li><li>• El borde aún conserva su integridad.</li></ul>
<b>Medio</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentan fisuras de piel de cocodrilo con una severidad de baja a alta.</li><li>• Presencia de pequeñas irregularidades en los bordes.</li></ul>
<b>Alto</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presenta una considerable desintegración en los bordes de la calzada.</li><li>• Producto del tráfico se remueven grandes trozos de aglomerado.</li><li>• el borde de la calzada resulta serpenteante y el ancho reducido.</li></ul>

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- Como se puede apreciar en la **TABLA 49**, la falla encontrada presenta un nivel de severidad alta, con una considerable desintegración de los bordes y pérdida de trozos de aglomerado asfáltico.

#### **Unidad De Medida:**

- Las fallas por roturas de borde se miden en metros lineales, las cuales serán clasificadas según su nivel de severidad de las distancias afectadas en la muestra o sección de pavimento que será analizada.

#### **Alternativas De Solución Recomendadas:**

- Se deberá realizar el Bacheo profundo; incluyendo reposición base granular.
- reconstrucción de la base granular y la carpeta o realizar un tratamiento superficial asfáltico.
- Escarificación del pavimento ya existente (en bordes) y realizar la reconstrucción incluyendo la pavimentación de los paseos.

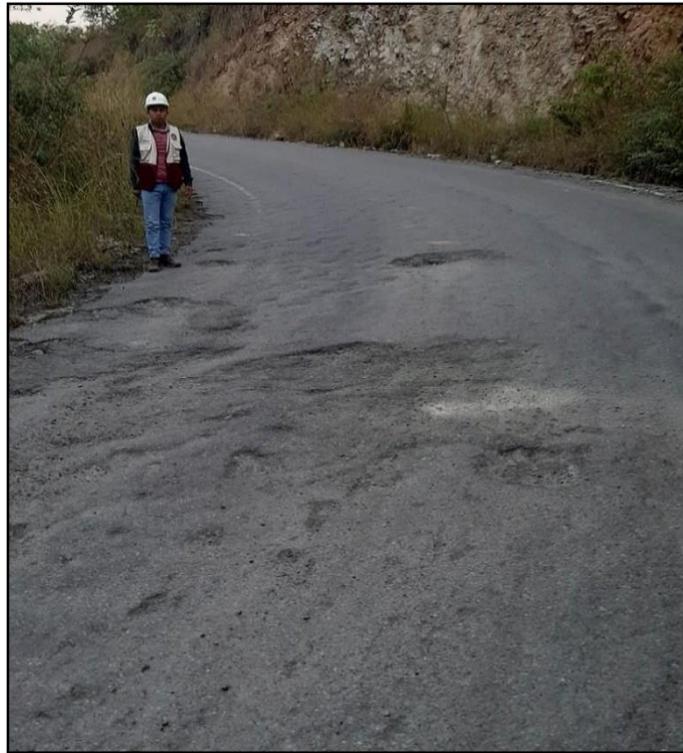
#### **Objetivo De La Reparación:**

Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### 2.13.2.12. Denominación: DESINTEGRACION POR PELADURAS

Progresiva: KM 10 + 700 m

**Figura 20.** *Desintegración Por Peladuras.*



#### **Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURA 21**, La falla encontrada en el km 00+00 de la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una desintegración por peladuras, el área dañada presenta una extensión de 4.5 metros por una anchura de 3m, presenta pequeños desprendimientos de pequeñas placas o porciones de material que conforma la superficie de rodamiento originándose pequeñas cavidades en el pavimento.

#### **Medida De La Falla:**

---

<b>Medidas De La Falla Desintegración Por Peladuras</b>	
<b>Largo(m)</b>	<b>Ancho(m)</b>
5.5	3

---

*Fuente: Elaboración Propia*

### Posibles Causas:

- Espesor de la capa de rodadura muy reducido menor al mínimo requerido.
- Deficiente proporción del ligante o deficiencias en el proceso constructivo (elaboración de mezclas y/o puesta en obra) que produce la segregación del agregado pétreo.
- Falta de riego de liga o deficiente imprimación que produce una mala adherencia del revestimiento.
- Agregados contaminados durante la concepción de mezclas asfálticas.
- Derrame de agentes mecánicos tales como el petróleo, aceites que ocasionan una debilidad en la capa asfáltica y por consiguiente terminan en peladuras por acción del tránsito.
- El revestimiento durante su tiempo de servicio está expuesto a grandes temperaturas, tránsito pesado e intenso lo que ocasiona que se sean las peladuras por acción del tránsito.

### Nivel De Severidad:

**Tabla 39.** *Parámetros De Severidad En Peladuras*

<b>Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Peladuras</b>	
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Bajo</b>	se trata de una peladura superficial puntual sin exposición de la base granular.
<b>Medio</b>	Presenta peladuras Continuas sin exposición de la base granular o viceversa.
<b>Alto</b>	Se presenta de forma Continua con una excesiva exposición de la base granular.

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- Según los parámetros establecidos por el MTC, se puede asumir que estamos frente a una falla por peladuras de severidad **Media**.

**Unidad De Medida:**

- Las peladuras se miden en metros cuadrados de superficie asfáltica afectada.

**Alternativas De Solución Recomendadas:**

- Sellado de la superficie con material bituminoso y/o recubrir la parte afectada con arena.
- Se procederá a sellar la superficie afectada con lechada asfáltica.
- Tratamiento de la capa superficial con material bituminoso doble o triple.
- Tratamiento de recapado con mezcla de material bituminosa en caliente (carreteras con TMDA 2000).

**Objetivo De La Reparación:**

Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

**2.13.2.13. Denominación: PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE.**

**Progresiva: KM 10 + 900 m**

**Figura 21.** *Pulimiento De La Superficie.*



**Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURA 22**, La falla encontrada en el km 10 + 900 de la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una desintegración por pulimiento de la superficie, el área dañada presenta una extensión de 7 metros por una anchura de 1.1 m, presentando una textura muy lisa y suave al tacto produciendo una gran disminución de la adherencia con los neumáticos de los vehículos y la superficie asfáltica.

**Medida De La Falla:**

<b>Medidas De La Falla Por Parchado</b>	
Largo(m)	Ancho(m)
7	1.1

*Fuente: Elaboración Propia*

**Posibles Causas:**

- Agregados pétreos de mala calidad y de naturaleza degradable.
- Empleo de agregados pétreos ya utilizados en mezcla y que ya fueron pulidos en una mezcla asfáltica.
- Mezclas asfálticas de mala calidad, muy pobres que como consecuencias terminan produciendo la exposición de los agregados, en particular cuando se combinan con algunos de los factores antes mencionados.

**Nivel De Severidad:**

- Para el análisis de esta falla no se definen los niveles de severidad, solo basta con especificar que existe el pulimiento de la superficie y establecer sus respectivas medidas.

**Unidad De Medida:**

- Se medirá en metros cuadrados de superficie afectada.

**Alternativas De Solución Recomendadas:**

- Sellado de la superficie con lechada asfáltica (parcial o total).
- Carpeta asfáltica friccionante (open graded).
- Tratamiento superficial asfáltico "non skid".

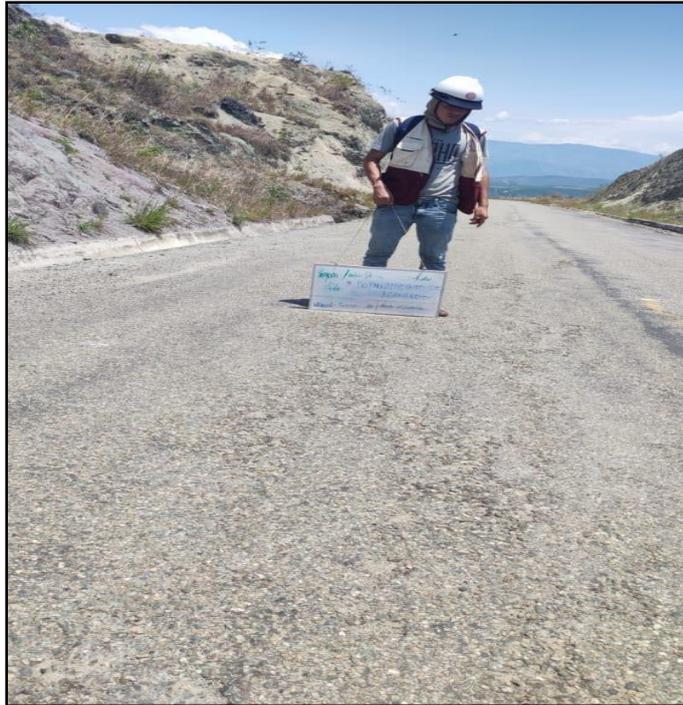
**Objetivo De La Reparación:**

Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

**2.13.2.14. Denominación: DESPRENDIMIENTO / DESCUBRIMIENTO DE AGREGADOS**

**Progresiva: KM 10 + 960 m**

**Figura 22.** *Desprendimiento / Descubrimiento De Agregados.*



**Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURA 23**, La falla encontrada en el km 10 + 960 de la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una desintegración por desprendimiento/descubrimiento de agregados que corresponde a un desgaste de la superficie de rodadura como consecuencia de la pérdida de material fino, el área dañada presenta una extensión de 2 metros por un ancho de 1.5 m, presentando una textura muy rugosa.

**Medida De La Falla:**

---

<b>Medidas De La Falla Por desprendimiento de agregados</b>	
<b>Largo(m)</b>	<b>Ancho(m)</b>
2	1.5

---

*Fuente: Elaboración Propia*

**Posibles causas:**

- Endurecimiento excesivo de la mezcla asfáltica por sobrecalentamiento durante su manipuleo para la concepción de la misma o en el proceso de poner en obra por falta de riego.
- Muy poca aplicación de material bituminoso.
- Inadecuada gradación de los materiales pétreos.
- Utilización de agregados sucios, agregados que en presencia del agua tienen una mayor afinidad para la absorción y que produce que no se da una buena adherencia entre el agregado y el bitumen.
- Existencia de burbujas de aire en el revestimiento asfáltico y que es producida por deficiencias en su proceso constructivo.
- Alto contenido de vacíos en el revestimiento y que son expuestos a condiciones climáticas desfavorables como la radiación solar y las precipitaciones intensas produciendo la oxidación del bitumen.
- Durante el proceso de compactación (puesto en obra), se produce la fractura de los agregados o por el tráfico que circula por esa vía durante el tiempo de servicio o por diferentes agentes naturales que dan la posibilidad que los agregados parcialmente recubiertos sean levantadas de la calzada.

**Nivel De Severidad:**

- Como podemos apreciar en la fotografía, la capa superficial del pavimento esta irregular y presenta una moderada exposición del agregado, aparición de pequeñas cavidades y la presencia de peladuras que se encuentran distribuidas erráticamente que producen un alto nivel de rugosidad, por estas características podremos afirmar que estamos frente a un nivelde severidad media.

**Medición**

- El descubrimiento/desprendimiento de agregados se mide en metros cuadrados de superficie afectada, midiendo y registrando éstas separadamente, según el nivel de severidad identificado en cada caso (Departamento De Administración y Evaluación DePavimentos, 2016, pág. 62).

### **Alternativas De Solución Recomendadas:**

Para un nivel de severidad alta, se aplicarán las siguientes alternativas de solución:

- Sellar toda el área dañada con lechada asfáltica, una o más aplicaciones.
- Sellar toda la superficie dañada con material bituminoso.
- Para carreteras con un TMDA > 2000, recapado delgado con mezcla asfáltica en caliente.

### **Objetivo De La Reparación:**

Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### **2.13.3. Progresiva: KM 11 + 000 al KM 20 + 000.**

En todo este tramo que comprende desde el Km 11 + 000 hasta el Km 20 + 000 de vía recorrida y analizada al detalle, se encontraron 7 tipos de fallas las cuales las clasificaremos según los parámetros que nos estipula el MTC.

#### **2.13.3.1. Denominación: DESINTEGRACION POR PELADURAS**

**Figura 23.** *Desintegración por peladuras.*



#### **Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURA 24**, La falla encontrada en La Carretera Tamborapa – La Coipa corresponde a una desintegración por peladuras, el área dañada presenta desprendimientos de placas o porciones de material que conforma la superficie de rodamiento originándose pequeñas y grandes cavidades en el pavimento y/o peladuras con exposición de a base granular.

## Medidas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 40.** *Medidas - falla peladura.*

---

<b>Medidas De La Falla Desintegración Por Peladuras</b>		
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Descripción</b>
<b>01</b>	11 + 200	La carpeta de rodadura presenta peladuras continuas
<b>02</b>	12 + 700	presenta peladuras continuas
<b>03</b>	13 + 450	Peladura con exposición de la base granular
<b>04</b>	16 + 350	Peladura con exposición de la base granular
<b>05</b>	16 + 900	Peladura con exposición de la base granular
<b>06</b>	17 + 740	Peladura con exposición de la base granular

---

*Fuente: Elaboración Propia*

## Posibles Causas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 41.** *Posibles causas – fallas por peladuras.*

---

<b>FALLA DESINTEGRACION POR PELADURAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Espesor de la capa de rodadura muy reducido menor al mínimo requerido.</li><li>- Deficiente proporción del ligante o deficiencias en el proceso constructivo (elaboración de mezclas y/o puesta en obra) que produce la segregación del agregadopétreo.</li><li>- Falta de riego de liga o deficiente imprimación que produce una mala adherencia delrevestimiento.</li><li>- Agregados contaminados durante la concepción de mezclas asfálticas.</li><li>- Derrame de agentes mecánicos tales como el petróleo, aceites que ocasionan una debilidad en la capa asfáltica y por consiguiente terminan en peladuras por acción del tránsito.</li><li>- El revestimiento durante su tiempo de servicio está expuesto a grandes temperaturas,tránsito pesado e intenso lo que ocasiona que se sean las peladuras por acción del tránsito.</li></ul>

---

*Fuente: Elaboración Propia*

**Niveles De Severidad:**

- Para categorizar el nivel de severidad de la falla desintegración por peladuras utilizaremos la siguiente tabla:

**Tabla 42.** *Parámetros para niveles de severidad – falla peladuras*

<b>Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Peladuras</b>	
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Bajo</b>	se trata de una peladura superficial puntual sin exposición de la base granular.
<b>Medio</b>	Presenta peladuras Continuas sin exposición de la base granular o viceversa.
<b>Alto</b>	Se presenta de forma Continua con una excesiva exposición de la base granular.

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- Se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 43.** *Nivel de severidad – desintegración por peladuras.*

<b>Niveles De Severidad De La Falla Desintegración Por Peladuras</b>			
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nivel De Severidad</b>
<b>01</b>	11 + 200	La carpeta de rodadura presenta peladuras continuas	Media
<b>02</b>	12 + 700	presenta peladuras continuas	Media
<b>03</b>	13 + 450	Peladura con exposición de la base granular	Alta
<b>04</b>	16 + 350	Peladura con exposición de la base granular	Alta
<b>05</b>	16 + 900	Peladura con exposición de la base granular	Alta
<b>06</b>	17 + 740	Peladura con exposición de la base granular	Alta

*Fuente: Elaboración Propia*

**Medición:**

Las peladuras se miden en metros cuadrados de superficie asfáltica afectada.

**Alternativas de Soluciones Recomendadas:**

**Tabla 44.** *Posibles soluciones de reparación – falla peladuras.*

---

<b>Posibles Soluciones Para Niveles De Severidad Media Y Alta En Peladuras</b>	
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Media – Alta</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sellado de la superficie con material bituminoso y/o recubrir la parte afectada con arena.</li><li>• Se procederá a sellar la superficie afectada con lechada asfáltica.</li><li>• Tratamiento de la capa superficial con material bituminoso doble o triple.</li><li>• Tratamiento de recapado con mezcla de material bituminosa en caliente (carreteras con TMDA 2000).</li></ul>

---

*Fuente: Elaboración Propia*

**Objetivo De La Reparación Recomendada:**

Su objetivo principal es restablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### 2.13.3.2. Denominación: DESINTEGRACION POR BACHES.

**Figura 24.** *desintegración por baches.*



#### **Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURA 25**, La falla encontrada en la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una desintegración por baches, presentando descomposición general de la superficie del pavimento y su desprendimiento de porciones de asfalto ocasionando el descubrimiento del material granular y logrando formar una cavidad redondeada y/o ovalada , de bordes netos y lados verticales en su parte superior, debido a la acción del tránsito estableciendo daños estructurales que impiden la continuidad del pavimento y de una u otra manera son fallas que afectan la transitabilidad de los vehículos.

## Medidas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 45.** *Medidas de las fallas encontradas.*

---

<b>Medidas De La Falla Por Bache</b>			
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Diámetro (Cm)</b>	<b>Profundidad (Cm)</b>
<b>01</b>	11 + 400	82	10
<b>02</b>	11 + 900	65	12
<b>03</b>	12 + 300	120	4
<b>04</b>	15 + 950	90	15
<b>05</b>	16 + 400	37	9
<b>06</b>	16 + 770	25	2.2
<b>07</b>	19 + 500	18	5
<b>08</b>	19 + 900	48	4

---

*Fuente: Elaboración Propia*

## Posibles Causas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 46.** *Posibles causas – falla por bache.*

---

<b>CAUSAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas.</li><li>- Uso de materiales y mezcla de calidad pobre.</li><li>- Espesores insuficientes.</li><li>- Método de construcción inadecuado en la ejecución de los revestimientos asfálticos, riegos de imprimación y/o liga, compactación de las bases granulares, etc.</li><li>- Evolución de otros daños tales como fisuras piel de cocodrilo, hundimientos, peladuras, etc., por falta de mantenimiento de la vía.</li></ul>

---

*Fuente: Elaboración Propia*

**Niveles De Severidad:**

- Para categorizar el nivel de severidad de la falla desintegración por baches utilizaremos la siguiente Tabla:

**Tabla 47.** *Parámetros para niveles de severidad – falla baches.*

Profundidad Máxima Del Bache	Diámetro Promedio Del Bache		
	$D < 20 \text{ Cm}$	$20\text{Cm} \leq D \leq 50\text{Cm}$	$D > 50 \text{ Cm}$
$P < 2.5 \text{ cm}$	Baja	Baja	Medio
$2.5 \text{ cm} \leq P \leq 5 \text{ cm}$	Baja	Medio	Alta
$P > 5 \text{ cm}$	Medio	Medio	Alta

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- Teniendo en cuenta el diámetro y profundidad de cada bache, utilizaremos la Tabla 58 y obtendremos los siguientes resultados:

**Tabla 48.** *Niveles de severidad en baches.*

Nivele De Severidad De Las Fallas Por Bache				
Nº	Progresiva	Diámetro (Cm)	Profundidad (Cm)	Nivel De Severidad
<b>01</b>	11 + 400	82	10	Alta
<b>02</b>	11 + 900	65	12	Alta
<b>03</b>	12 + 300	120	4	Alta
<b>04</b>	15 + 950	90	15	Alta
<b>05</b>	16 + 400	37	9	Media
<b>06</b>	16 + 770	25	2.2	Baja
<b>07</b>	19 + 500	18	5	Baja
<b>08</b>	19 + 900	48	4	Media

*Fuente: Elaboración Propia*

**Medición:**

Generalmente se cuenta el número de baches clasificándolos según su nivel de severidad bajo, medio y alto, que suceden en la sección del pavimento inspeccionada.

**Alternativas de Soluciones Recomendadas:**

**Tabla 49.** *Posibles soluciones – falla baches.*

---

<b>Posibles Soluciones</b>	
<b>Para Las Fallas Causadas Por Baches De Severidad Media – Alta.</b>	
<b>Solución Temporal</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bacheo en blanco.</li><li>- Escarificación del revestimiento asfáltico con o sin recubrimiento de grava.</li></ul>
<b>Rehabilitación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se realizarán trabajos de Bacheo profundo acompañado de tratamiento superficial asfáltico (carreteras TMDA 2000.</li><li>- Se realizará trabajos de Bacheo profundo y recapado mezcla asfáltica en caliente.</li><li>- Escarificación del pavimento existente y reconstrucción parcial con base granular y carpeta o tratamiento asfáltico.</li></ul>

---

*Fuente: Elaboración Propia*

**Objetivo De La Reparación Recomendada:**

Su objetivo principal es restablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### 2.13.3.3.Denominación: AGRIETAMIENTO DE BORDE.

**Figura 25.** *agrietamiento de borde.*



#### **Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURA 26**, La falla encontrada en la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una falla por agrietamiento de borde, el área dañada presenta una extensión de más de 20 metros por una ancho de 1.80 metros, presenta destrucción continua de los bordes de la calzada por desintegración o pérdida total del aglomerado asfáltico ocasionando el descubrimiento y desprendimiento del material granular, hundimiento del borde en todo el trayecto derecho de la vía.

## Medidas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 50.** *Medidas de las fallas encontradas.*

---

<b>Medidas De La Falla Agrietamiento De Borde</b>		
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Descripción</b>
<b>01</b>	13 + 900	Bordes desintegrados en sentido del tráfico.
<b>02</b>	14 + 400	Desprendimiento de bloques de aglomerado
<b>03</b>	15 + 860	Bordes desintegrados y canalizados al sentido de la vía
<b>04</b>	16 + 300	Presencia de irregularidades en los bordes

---

*Fuente: Elaboración Propia*

## Posibles Causas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 51.** *Posibles causas que producen el agrietamiento de borde.*

---

<b>FALLA AGRIETAMIENTO DE BORDE</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ancho de la calzada demasiado reducido.</li><li>• Falta de sobre ancho de las capas del paquete estructural y una deficiente compactación.</li><li>• Deficiente drenaje lo que ocasiona que se produzca una retención de agua en los bordes de la calzada.</li><li>• Un constante tráfico de vehículos desde el paseo no pavimentado.</li><li>• presencia de arenas angulares pertenecientes a áreas contiguas del pavimento que provocan el aumento de la abrasión en los neumáticos de los vehículos que transitan por la calzada.</li></ul>

---

*Fuente: Elaboración Propia*

### Niveles De Severidad:

- Para categorizar el nivel de severidad de la falla agrietamiento de borde utilizaremos la siguiente tabla:

**Tabla 52.** *Parámetros para niveles de severidad – agrietamiento de borde.*

---

**Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Agrietamiento De Bordes.**

---

<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Bajo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se muestran fisuras longitudinales que son paralelas al borde y que están interconectadas entre sí</li><li>• presencia de desprendimientos severos.</li><li>• El borde aún conserva su integridad.</li></ul>
<b>Medio</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentan fisuras de piel de cocodrilo con una severidad de baja a alta.</li><li>• Presencia de pequeñas irregularidades en los bordes.</li></ul>
<b>Alto</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presenta una considerable desintegración en los bordes de la calzada.</li><li>• Producto del tráfico se remueven grandes trozos de aglomerado.</li><li>• el borde de la calzada resulta serpenteante y el ancho reducido.</li></ul>

---

*Fuente: Elaboración Propia*

- Como se puede apreciar en la TABLA 63, las fallas encontradas presentan una considerable desintegración de los bordes y pérdida de trozos de aglomerado asfáltico, por lo que se utilizarán estas características para clasificar su nivel de severidad obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 53.** Nivel de severidad en agrietamiento de borde.

<b>Nivel De Severidad En Agrietamiento De Borde</b>			
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nivel De Severidad</b>
<b>01</b>	13 + 900	Bordes desintegrados en sentido del tráfico.	Alta
<b>02</b>	14 + 400	Desprendimiento de bloques de aglomerado	Alta
<b>03</b>	15 + 860	Bordes desintegrados y canalizados al sentido de la vía	Alta
<b>04</b>	16 + 300	Presencia de irregularidades en los bordes	Media

*Fuente: Elaboración Propia*

#### **Medición:**

Las fallas por roturas de borde se miden en metros lineales, las cuales serán clasificadas según su nivel de severidad de las distancias afectadas en la muestra o sección de pavimento que será analizada.

#### **Alternativas de Soluciones Recomendadas:**

- Se deberá realizar el Bacheo profundo; incluyendo reposición base granular.
- reconstrucción de la base granular y la carpeta o realizar un tratamiento superficial asfáltico.
- Escarificación del pavimento ya existente (en bordes) y realizar la reconstrucción incluyendo la pavimentación de los paseos.

#### **Objetivo De La Reparación Recomendada:**

Su objetivo principal es restablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

#### 2.13.3.4. Denominación: EXUDACION DE AGUA / BOMBEO.

**Figura 26.** *Exudación de agua / Bombeo*



#### **Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURAS N° 27**, Las fallas encontradas corresponden a exudación de agua/bombeo presentando humedad debido a que el agua que transcurre por la zona producto de las lluvias se queda atrapada entre dos capas impermeables ya que su sistema de drenaje se encuentra de la carretera es deficiente lo que ocasiona una acumulación de humedad en las cavidades redondeadas del pavimento y dando inicio a la falla de la exudación de agua.

## Medidas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 54.** *Medidas de las fallas encontradas.*

Medidas De La Falla Exudación De Agua Y Bombeo		
N°	Progresiva	Descripción
01	12 + 850	Existe exudación de agua/bombe
02	13 + 100	Existe exudación de agua/bombe
03	13 + 300	Existe exudación de agua/bombe
04	19 + 800	Existe exudación de agua/bombe
05	20 + 000	Existe exudación de agua/bombe

*Fuente: Elaboración Propia*

## Posibles Causas De Las Fallas Encontradas:

- Una de las causas se debe a la acumulación de agua en una capa relativamente porosa entre dos capas impermeables.
- Desplazamiento del agua que ya se encuentra atrapada en el interior del pavimento debido a las presiones y a las variaciones térmicas.
- Desplazamiento del agua a través de áreas de débil compacidad, tales como juntas bordes de calzada, áreas agrietadas, superficies de contacto entre capas sucesivas, etc.

## Niveles De Severidad:

Para clasificar la severidad de la exudación de agua es suficiente con especificar que existe exudación de agua en la superficie analizada.

## Medición:

De ser necesario se mide en metros cuadrados la superficie de pavimento afectada.

**Alternativas de Soluciones Recomendadas:**

- Se deberá realizar una previa mejora del drenaje
- Se realizará un sellado de la superficie con material bituminoso y arena previamente haberse realizado la mejora del drenaje.
- Se realizará la Escarificación del revestimiento asfáltico y capas superiores (si es necesario) y reconstrucción parcial del pavimento con base granular (si es necesario) y carpeta o tratamiento superficial asfáltico.

**Objetivo De La Reparación Recomendada:**

Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### 2.13.3.5. Denominación: FISURA LONGITUDINAL.

**Figura 27.** *Fisura longitudinal.*



#### **Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURA 28**, La falla encontrada en la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a fallas de Fisuras longitudinales presentando Fragmentación que se extiende por la superficie del pavimento paralelamente al eje de la calzada. Al principio se presenta como una fisura simple, pero a medida que avanza el deterioro del pavimento, evoluciona ramificaciones laterales y fisura paralelas, aspecto al que suele referirse como “multiplicidad”.

## Medidas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 55.** *Medidas de las fallas encontradas.*

---

<b>Medidas De La Falla Fisura Longitudinal</b>			
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (mm)</b>
<b>01</b>	15 + 000	3	2
<b>02</b>	16 + 600	1.52	6

---

*Fuente: Elaboración Propia*

## Posibles Causas De La Fallas

**Tabla 56.** *Posibles causas que ocasionan las fallas por fisuras.*

---

<b>CAUSAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Es causa del fenómeno de fatiga de las capas asfálticas sometidas a una repetición de cargas superior, ocurren en las huellas de canalización del tránsito.</li><li>▪ Consecuencia del tránsito sobre el área del pavimento próxima al borde, donde se encuentra debilitado por causa de deficiente confinamiento lateral.</li><li>▪ Deficiente desarrollo constructivo de las juntas longitudinales durante el periodo de colocación de la mezcla asfáltica: suceden mayormente en el eje de la vía y/o en coincidencia con los carriles de distribución.</li></ul>

---

*Fuente: Elaboración Propia*

### Niveles De Severidad:

- Para categorizar el nivel de severidad de la falla fisura longitudinal utilizaremos la siguiente tabla:

**Tabla 57.** *Parámetros para determinar niveles de severidad en fisuras.*

<b>Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Fisuras Longitudinales</b>		
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Medidas de fisuras</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Bajo</b>	$Ancho \leq 1mm$	Fisuras finas en las huellas del tránsito.
<b>Medio</b>	$1mm < Ancho \leq 3mm$	Fisuras medias corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas.
<b>Alto</b>	$Ancho > 5mm$	Fisuras gruesas corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas También se denominan grietas.

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- De acuerdo a las medidas obtenidas en campo de las fisuras longitudinales que presentan deformaciones sin sellar, no hay signos de descascamiento ni desnivel alrededor de sus bordes, son finas en las huellas del tránsito y respetando los parámetros establecidos en la anterior Tabla se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 58.** *Niveles de severidad de las fisuras.*

<b>Nivele De Severidad De Las Fallas Por fisura longitudinal</b>				
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Nivel De Severidad</b>
<b>01</b>	15 + 000	3	2	Media
<b>02</b>	16 + 600	1.52	6	Alta

*Fuente: Elaboración Propia*

**Medición:**

Las fisuras longitudinales se miden en metros lineales. Se distingue la longitud y severidad de cada fisura.

**Alternativas de Soluciones Recomendadas:**

**Tabla 59.** *Posibles soluciones para fisuras longitudinales.*

<b>Posibles Soluciones Para Niveles De Severidad Medio En Fisuras Longitudinales</b>		
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Periodo</b>	<b>Rehabilitación</b>
<b>Bajo</b>	2 años	- Se realizarán trabajos de sellado con asfalto liquido oemulsión bituminosa acompañado de arena.

<b>Medio</b>	1 – 2 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizarán trabajos de sellado con mortero asfáltico, asfalto líquido o emulsión bituminosa todos ellos acompañados de arena que conforman una pasta cementante.</li> </ul>
<b>Alto</b>	8 – 10 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizarán trabajos derecapado con mezcla asfáltica en caliente.</li> </ul>
	1 año	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Otra opción sería el Bacheoparcial, capa asfáltica; mezclas asfálticas en frío o caliente.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Objetivo De La Reparación Recomendada:**

Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### 2.13.3.6. Denominación: PARCHADO / REPARACIONES.

**Figura 28.** *Parchado / reparaciones.*



#### **Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURA 29**, La falla encontrada en la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una falla por reparaciones, el área reparada se encuentra deteriorada y presenta fragmentación, descascaramiento y desprendimiento del material bituminoso y granular de toda el área parchada.

## Medidas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 60.** *Medidas de las fallas encontradas.*

---

**Medidas De La Falla Parchado / Reparaciones**

<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Descripción</b>
<b>01</b>	17 + 270	Parchado existente en regular estado
<b>02</b>	17 + 540	Parchado existente en regular estado
<b>03</b>	17 + 840	Parchado existente en regular estado
<b>04</b>	18 + 450	Parchado existente completamente dañado

---

*Fuente: Elaboración Propia*

## Posibles Causas:

- Reparación de fallas que han alcanzado unos niveles de severidad inaceptables y que necesitaban otro tipo de reparación.
- Colocación y reparación de servicios públicos colocados debajo del pavimento ya construido.
- Corrección de fallas ya reparadas con anterioridad.

## Nivel De Severidad:

- Para categorizar el nivel de severidad de la falla por parchado / reparaciones utilizaremos la siguiente tabla:

**Tabla 61.** *Parámetros para niveles de severidad de parches / reparaciones.*

<b>Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Parchados y Reparaciones</b>	
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Bajo</b>	El área reparada se comporta satisfactoriamente con muy poco o ningún deterioro.
<b>Medio</b>	El área que ya fue reparada se encuentra algo deteriorada
<b>Alto</b>	El área que ya fue reparada se encuentra severamente dañada y requiere una pronta intervención

*Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.*

- El área reparada se encuentra deteriorada; los daños observados en su superficie se detallarán en la siguiente tabla:

**Tabla 62.** *Niveles de severidad de las fallas encontradas.*

<b>Niveles De Severidad De La Falla Parchados / Reparaciones</b>			
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nivel De Severidad</b>
<b>01</b>	17 + 270	Parchado existente en regular estado	Media
<b>02</b>	17 + 540	Parchado existente en regular estado	Media
<b>03</b>	17 + 840	Parchado existente en regular estado	Media
<b>04</b>	18 + 450	Parchado existente completamente dañado	Alta

*Fuente: Elaboración Propia*

**Unidad De Medida:**

Se medirá en metros cuadrados de área afectada, clasificándolos según su nivel de severidad.

**Alternativas De Solución Recomendadas:**

- Nivel de severidad bajo, no se realizará ninguna acción.
- Nivel de severidad medio, se realizará el sellado de fisuras con material bituminoso, sellado de la superficie con lechada asfáltica u arena.
- Nivel de severidad alto, se realizará la sustitución de las reparaciones mediante bacheo parcial o bacheo profundo según el caso que lo amerite.

**Objetivo De La Reparación:**

Su objetivo principal es restablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

### 2.13.3.7. Denominación: DEFORMACIONES POR AHUELLAMIENTO.

**Figura 29.** *Deformaciones Por Ahuellamiento.*



#### **Descripción:**

Cómo podemos observar en la **FIGURA 30**, La falla encontrada en la carretera Tamborapa – la coipa corresponde a una deformación por ahuellamiento presentando una degradación longitudinal continúa a lo largo de las huellas de canalización del tránsito. Se identifica un ahuellamiento de longitud de 12 m y un ancho de 3 m, esto debido a las cargas que conducen a deformaciones permanentes en los bordes de la calzada, la cual el radio de influencia de la zona ahuellada es pequeña, es por ello que sus deformaciones ocurren en las capas superiores y son acompañadas de un deslizamiento y levantamiento lateral de la superficie del pavimento.

## Medidas De Las Fallas Encontradas:

**Tabla 63.** *Medidas de las fallas encontradas.*

<b>Medidas De La Falla Ahuellamiento</b>				
<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Largo(m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Profundidad (mm)</b>
<b>01</b>	18 + 900	4	2	20
<b>02</b>	19 + 000	8	1.60	7
<b>03</b>	19 + 101	5	1.9	10
<b>04</b>	19 + 320	12	3	13
<b>05</b>	19 + 690	8	2.8	17

*Fuente: Elaboración Propia*

### Posibles causas:

- Deficiente estabilidad de las mezclas asfálticas por inadecuada compactación o deficiente dosificación.
- Inadecuada estabilidad de las capas del pavimento o de la subrasante, falla por deslizamiento lateral ya sea por ingreso de agua o deficiente calidad
- Exagerado incremento en las cargas del tránsito.

### Niveles De Severidad:

- Para categorizar el nivel de severidad de la falla de deformaciones por ahuellamiento utilizaremos la siguiente tabla:

**Tabla 64.** Parámetros para niveles de severidad – ahuellamientos.

Parámetros Para Categorizar Niveles De Severidad En Deformaciones Por Ahuellamiento	
Nivel De Severidad	Profundidad promedio (P)
Bajo	Profundidad sensible al usuario pero $\leq 6\text{mm}$ .
Medio	$6\text{ mm} < \text{Profundidad} \leq 12\text{ mm}$
Alto	Profundidad $> 12\text{ mm}$

Fuente: MTC – Manual De Carreteras Mantenimiento O Conservación Vial.

- Se obtuvieron los siguientes resultados:

Nivel De Severidad Falla Ahuellamiento					
N°	Progresiva	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (mm)	Nivel De Severidad
01	18 + 900	4	2	20	Alta
02	19 + 000	8	1.60	7	Media
03	19 + 101	5	1.9	10	Media
04	19 + 320	9.5	3	13	Alta
05	19 + 690	8	2.8	17	Alta

Fuente: Elaboración Propia

#### Medición:

El ahuellamiento se mide en metros cuadrados multiplicando su longitud por el ancho afectado por la huella, se deberán clasificar según su nivel de daño.

**Alternativas de Soluciones Recomendadas:**

**Tabla 65.** *Posibles soluciones para ahuellamientos.*

<b>Posibles Soluciones Para Deformaciones Por Ahuellamiento</b>		
<b>Nivel De Severidad</b>	<b>Periodo</b>	<b>Rehabilitación</b>
<b>Bajo</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se deberá observar algunaposible evolución</li> </ul>
<b>Medio</b>	0.5 – 1 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizarán trabajos de bacheo superficial nivelantecon mezcla asfáltica en frio/en caliente.</li> </ul>
	0.5 – 2 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bacheo parcial capaasfáltica.</li> </ul>
<b>Alto</b>	8 – 10 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizarán trabajos derecapado con mezcla asfáltica en caliente.</li> </ul>
	8 – 10 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Otra opción sería la escarificación parcial conpavimento existente y reconstrucción con base granular.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

### **Objetivo De La Reparación Recomendada:**

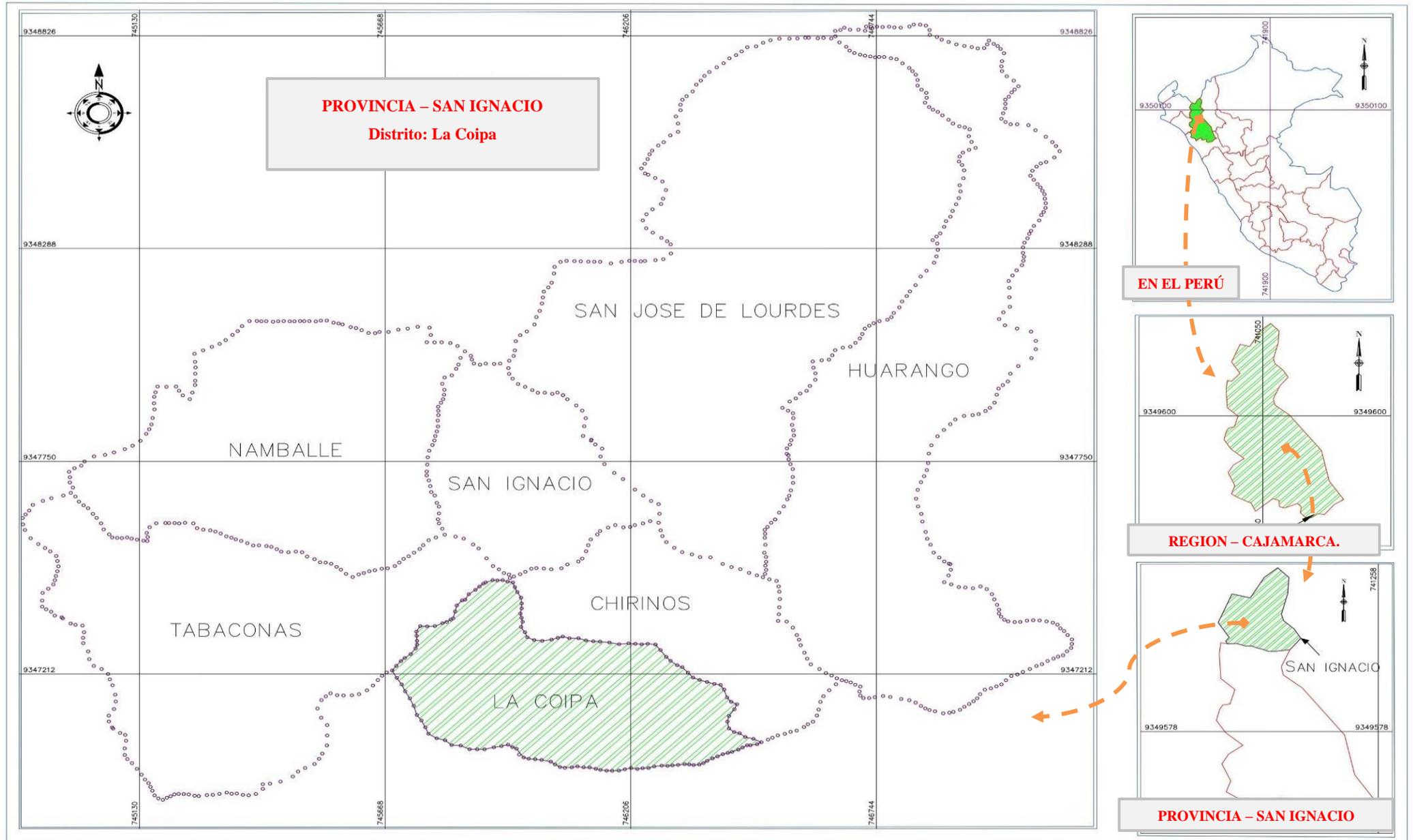
Su objetivo principal es reestablecer la comodidad y seguridad al momento de transitar por el tramo afectado y que cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado.

## **2.14. Planteamiento De Un Nuevo Diseño Estructural.**

### **2.14.1.- Ubicación Del Proyecto**

El Proyecto en estudio se ubica en la Región Cajamarca, Provincia de San Ignacio, Distrito de la Coipa, comprende el tramo desde el Cruce Tamborapa – La Coipa, en carretera Jaén – San Ignacio, hasta el Distrito de La Coipa, al lugar del proyecto el acceso es a través de una carretera asfaltada (Panamericana Norte) que parte desde la ciudad de Jaén hasta el cruce donde comienza la bicapa en dirección al Distrito de la Coipa.

**Figura 30.** Ubicación Del Distrito De La Coipa En El Mapa Provincial.



*Elaboración Propia*

**Figura 31.** *Microlocalizacion del tramo más crítico.*



*Fuente: GOOGLE EARTH.*

## **2.14.2.- Estudio De Tráfico**

El propósito de este estudio es evaluar las condiciones en las que se encuentra el tráfico en dicha carretera y predecirlas durante todo el ciclo de vida del proyecto.

### **a) Estación De Conteo**

Después de realizar el recorrido del proyecto, se tendrá que determinar una estación estática de conteo de vehículos que permitieron realizar adecuadamente el levantamiento de información requerida, además se podrá ubicar el técnico que llevará a cabo el conteo, en un lugar estratégico, donde se tendrá que realizar un conteo diario durante 7 días y clasificándolo por categoría y tipo de vehículo.

### **b) Tiempo De Estudio En El Campo**

para el conteo del tráfico vehicular actual se realizó durante un período de siete (07) días de la semana desde el 05 de septiembre hasta el 11 de septiembre del 2022. La estación de conteo se estableció en el cruce Tamborapa - La Coipa. Así mismo en el conteo, se registró a los automóviles que circulan por la vía, la dirección y el tipo de vehículos.

### **c) Materiales**

- Tablas de clasificación vehicular.
- Lapiceros.
- Celular.

### **d) Trabajo De Gabinete**

En esta actividad corresponde totalmente al trabajo de gabinete. Toda La información obtenida en campo de los conteos de tráfico, fue procesada en formatos Excel, donde se registraron todos los vehículos que transitaron por todo el día, por sentido (entrada y salida) y por tipo de vehículo

### **e) Tabla De Conteo De Tráfico Vehicular**

Luego de consolidar y procesar toda la información obtenida del conteo vehicular, se analizó los resultados de los volúmenes de tráfico por tipo de vehículo, sentido y la suma de ambos sentidos. La siguiente tabla muestra el conteo vehicular, durante un periodo de 7 días.

**Tabla 66. Conteo Vehicular**

Día		Automóvil 	S. Wagon 	Camionetas		Camión		Semitraylers
				Pick Up 	Rural 	2E 	3E 	2S3 
Lunes 05/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	8	52	51	58	31	8	4
	LA COIPA - TAMBORAPA	11	49	45	48	37	5	1
	Total	19	101	96	106	68	13	5
Martes 06/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	9	37	38	49	34	5	3
	LA COIPA - TAMBORAPA	6	31	42	47	29	7	1
	Total	15	68	80	96	63	12	4
Miércoles 07/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	8	33	44	40	38	6	0
	LA COIPA - TAMBORAPA	6	30	38	52	33	4	2
	Total	14	63	82	92	71	10	2
Jueves 08/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	6	28	40	32	38	6	1
	LA COIPA - TAMBORAPA	3	30	34	34	35	2	0
	Total	9	58	74	66	73	8	1
Viernes 09/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	8	32	43	46	28	9	4
	LA COIPA - TAMBORAPA	10	35	40	38	31	7	2
	Total	18	67	83	84	59	16	6
Sábado 10/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	10	35	38	37	33	8	0
	LA COIPA - TAMBORAPA	6	29	32	44	35	5	3
	Total	16	64	70	81	68	13	3
Domingo 11/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	3	30	27	35	18	4	0
	LA COIPA - TAMBORAPA	4	36	32	40	26	1	0
	Total	7	66	59	75	44	5	0
<b>Total, de Vehículos</b>		<b>98</b>	<b>487</b>	<b>544</b>	<b>600</b>	<b>446</b>	<b>77</b>	<b>21</b>

Fuente: Elaboración Propia

**f) Intensidad Media Diaria (IMD)**

La intensidad media diaria (IMD), es la suma o el valor promedio de los vehículos que transitan en un cierto período de tiempo. Se puede realizar de manera semanal, mensual, anual la cual se verá en el desarrollo del proyecto. Además, depende a la base de datos para poder identificar las características del tramo en estudio para su respectivo diseño.

**g) Índice Medio Diario Semanal (IMDs)**

Viene hacer el promedio de los vehículos que transitan en un periodo determinado de tiempo de siete (7) días calendarios, desde el día lunes 05 hasta el día domingo 11 de setiembre del año 2022. Para calcular el IMDs se tiene que sumar la cantidad de vehículos obtenidos en los siete días de conteo y dividirlo entre 7. Como en la Tabla N° 33, donde indica el total de vehículos que han transitado durante toda la semana y es de 2273 y con un Índice Diario Semanal de 326 vehículos por día.

**Tabla 67.** Cálculo Del IMDs

Día		Automóvil	S. Wagon	Camionetas		Camión		Semitraylers
				Pick Up	Rural	2E	3E	2S3
								
Lunes 05/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	8	52	51	58	31	8	4
	LA COIPA - TAMBORAPA	11	49	45	48	37	5	1
	Total	19	101	96	106	68	13	5
Martes 06/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	9	37	38	49	34	5	3
	LA COIPA - TAMBORAPA	6	31	42	47	29	7	1
	Total	15	68	80	96	63	12	4
Miércoles 07/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	8	33	44	40	38	6	0
	LA COIPA - TAMBORAPA	6	30	38	52	33	4	2
	Total	14	63	82	92	71	10	2
Jueves 08/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	6	28	40	32	38	6	1
	LA COIPA - TAMBORAPA	3	30	34	34	35	2	0
	Total	9	58	74	66	73	8	1
Viernes 09/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	8	32	43	46	28	9	4
	LA COIPA - TAMBORAPA	10	35	40	38	31	7	2
	Total	18	67	83	84	59	16	6
Sábado 10/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	10	35	38	37	33	8	0
	LA COIPA - TAMBORAPA	6	29	32	44	35	5	3
	Total	16	64	70	81	68	13	3
Domingo 11/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	3	30	27	35	18	4	0
	LA COIPA - TAMBORAPA	4	36	32	40	26	1	0
	Total	7	66	59	75	44	5	0
IMDs	TAMBORAPA - LA COIPA	7.4	35.3	40.1	42.4	31.4	6.6	1.7
	LA COIPA - TAMBORAPA	6.6	34.3	37.6	43.3	32.3	4.4	1.3
	Total	14.0	69.6	77.7	85.7	63.7	11.0	3.0
<b>Total de IMDs</b>		<b>14</b>	<b>70</b>	<b>78</b>	<b>86</b>	<b>64</b>	<b>11</b>	<b>3</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### **h) Factor De Corrección Estacional**

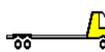
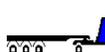
Debido a que el Tramo Tamborapa – la coipa se encuentra localizada en una zona urbana y en donde los niveles de tráfico tienen como componentes principales las actividades comerciales, educativas, turísticas, recreo y ocio especialmente en los fines de semana, cuando la población en general se moviliza y genera un mayor tráfico vehicular es por eso que se ha considerado utilizar el factor de corrección estacional del peaje más cercano al Proyecto (Pucará- Pomahuaca) de acuerdo a la Directiva General.

**Tabla 68.** *Factor de Corrección Estacional*

<b>Factor de Corrección</b>		
<b>Mes</b>	<b>Vehículos ligeros</b>	<b>Vehículos Pesados</b>
Septiembre	0.9921	0.9596

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 69.** *Cálculo del IMDa*

Día		Automóvil	S. Wagon	Camionetas		Camion		Semitraylers
				Pick Up	Rural	2E	3E	2S3
								
Lunes 05/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	8	52	51	58	31	8	4
	LA COIPA - TAMBORAPA	11	49	45	48	37	5	1
	<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>101</b>	<b>96</b>	<b>106</b>	<b>68</b>	<b>13</b>	<b>5</b>
Martes 06/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	9	37	38	49	34	5	3
	LA COIPA - TAMBORAPA	6	31	42	47	29	7	1
	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>68</b>	<b>80</b>	<b>96</b>	<b>63</b>	<b>12</b>	<b>4</b>
Miércoles 07/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	8	33	44	40	38	6	0
	LA COIPA - TAMBORAPA	6	30	38	52	33	4	2
	<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>63</b>	<b>82</b>	<b>92</b>	<b>71</b>	<b>10</b>	<b>2</b>
Jueves 08/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	6	28	40	32	38	6	1
	LA COIPA - TAMBORAPA	3	30	34	34	35	2	0
	<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>58</b>	<b>74</b>	<b>66</b>	<b>73</b>	<b>8</b>	<b>1</b>
Viernes 09/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	8	32	43	46	28	9	4
	LA COIPA - TAMBORAPA	10	35	40	38	31	7	2
	<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>67</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>59</b>	<b>16</b>	<b>6</b>
Sábado 10/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	10	35	38	37	33	8	0
	LA COIPA - TAMBORAPA	6	29	32	44	35	5	3
	<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>64</b>	<b>70</b>	<b>81</b>	<b>68</b>	<b>13</b>	<b>3</b>
Domingo 11/09/2022	TAMBORAPA - LA COIPA	3	30	27	35	18	4	0
	LA COIPA - TAMBORAPA	4	36	32	40	26	1	0
	<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>66</b>	<b>59</b>	<b>75</b>	<b>44</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
IMDs	TAMBORAPA - LA COIPA	7.4	35.3	40.1	42.4	31.4	6.6	1.7
	LA COIPA - TAMBORAPA	6.6	34.3	37.6	43.3	32.3	4.4	1.3
	<b>Total</b>	<b>14.0</b>	<b>69.6</b>	<b>77.7</b>	<b>85.7</b>	<b>63.7</b>	<b>11.0</b>	<b>3.0</b>
IMDa	TAMBORAPA - LA COIPA	7.37	35.01	39.83	42.09	30.16	6.31	1.65
	LA COIPA - TAMBORAPA	6.52	34.01	37.27	42.94	30.98	4.25	1.23
	<b>Total</b>	<b>13.89</b>	<b>69.02</b>	<b>77.10</b>	<b>85.04</b>	<b>61.14</b>	<b>10.56</b>	<b>2.88</b>
<b>Total de IMDa</b>		<b>14</b>	<b>69</b>	<b>77</b>	<b>85</b>	<b>61</b>	<b>11</b>	<b>3</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

i) **Índice Medio Diario Anual (IMDa)**

El índice medio diario anual (IMDa), se calcula a partir de la Tabla N° 35, tomando como factores de corrección los calculados anteriormente. La multiplicación de estos dos nos dará el IMDa de la zona de estudio “del Cruce tambora – la coipa”.

- En **LA Tabla N° 36** nos indica que el índice diario anual es la suma del total de todos los resultados obtenidos, arrojando un IMDa de 320 vehículos por día.

j) **Demanda Proyectada**

Para el cálculo se emplea la siguiente formula:

$$T_n = T_0 = (1 + R)^{(n-1)}$$

Donde:

**T<sub>n</sub>** = Tránsito proyectado al año en veh/día.

**T<sub>0</sub>** = Tránsito actual (año base) veh/día.

**n** = Año futuro de proyección.

**r** = Tasa actual de crecimiento.

Para ver la demanda proyectada se debe tomar los valores de acuerdo a la **Tabla 70**.

**Tabla 70.** *Ficha Técnica Estándar De La Tasa De Crecimiento De Vehículos*

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC		PBI
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa.	1.07%	Arequipa.	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%
Callao	1.56%	Cusco.	4.43%

<b>Cusco.</b>	<b>0.75%</b>
<b>Huancavelica.</b>	<b>0.83%</b>
<b>Huánuco.</b>	<b>0.91%</b>
<b>Ica.</b>	<b>1.15%</b>
<b>Junín.</b>	<b>0.77%</b>
<b>La Libertad</b>	<b>1.26%</b>
<b>Lambayeque.</b>	<b>0.97%</b>
<b>Lima Provincia</b>	<b>1.45%</b>
<b>Lima.</b>	<b>1.45%</b>
<b>Loreto.</b>	<b>1.30%</b>
<b>Madre de Dios</b>	<b>2.58%</b>
<b>Moquegua</b>	<b>1.08%</b>
<b>Pasco.</b>	<b>0.84%</b>
<b>Piura.</b>	<b>0.87%</b>
<b>Puno.</b>	<b>0.92%</b>
<b>San Martín.</b>	<b>1.49%</b>
<b>Tacna.</b>	<b>1.50%</b>
<b>Tumbes.</b>	<b>1.58%</b>
<b>Ucayali</b>	<b>1.51%</b>

<b>Huancavelica.</b>	<b>2.33%</b>
<b>Huánuco.</b>	<b>3.85%</b>
<b>Ica.</b>	<b>3.54%</b>
<b>Junín.</b>	<b>3.90%</b>
<b>La Libertad</b>	<b>2.83%</b>
<b>Lambayeque.</b>	<b>3.45%</b>
<b>Callao</b>	<b>3.41%</b>
<b>Lima Provincia</b>	<b>3.07%</b>
<b>Lima.</b>	<b>3.69%</b>
<b>Loreto.</b>	<b>1.29%</b>
<b>Madre de Dios</b>	<b>1.98%</b>
<b>Moquegua</b>	<b>0.27%</b>
<b>Pasco.</b>	<b>0.36%</b>
<b>Piura.</b>	<b>3.23%</b>
<b>Puno.</b>	<b>3.21%</b>
<b>San Martín.</b>	<b>3.84%</b>
<b>Tacna.</b>	<b>2.88%</b>
<b>Tumbes.</b>	<b>2.60%</b>
<b>Ucayali</b>	<b>2.77%</b>

*Fuente: OPMI-MTC*

**Tabla 71.** *Valores Para La Determinación De La Población Futura De Vehículos.*

Tasa anual de crecimiento Vehículos livianos	r:	0.57 %
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	1.29 %
Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución (años)	n:	4

*Fuente: elaboración propia.*

**Tabla 72.** Población Futura De Vehículos

Día	Automóvil	S. Wagon	Camionetas		Camión		Semitraylers
			Pick Up	Rural	2E	3E	2S3
							
Total	98	487	544	600	446	77	21
IMDs	14	69.6	77.7	85.7	63.7	11	3
Fc	0.9921	0.9921	0.9921	0.9921	0.9596	0.9596	0.9596
IMDa	14	69	77	85	61	11	3
<b>Población Futura De Vehículos</b>	<b>14.24</b>	<b>70.19</b>	<b>78.32</b>	<b>86.46</b>	<b>63.39</b>	<b>11.43</b>	<b>3.12</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### k) Cálculo Del Espesor Del Pavimento

La metodología empleada para determinar el diseño de pavimento flexible se basa en el método AASHTO 93, debido a que es uno de los procedimientos normados y el más usado en el país, con el cual vamos a obtener el dimensionamiento adecuado de las secciones del pavimento, para el beneficio de toda la población del distrito de la coipa, en el que encontraremos los siguientes parámetros.

#### k.1. Número De Ejes Equivalentes (ESAL)

Para proceder a calcular el ESAL primeramente calcularemos el "f" P. Flexible, el cual detallaremos todo el cálculo en la **Tabla 73**.

**Tabla 73.** "f" P. Flexible

TIPO DE VEHICULO	IMDA	TIPO	NUMERO	CARGA	"f" P. FLEXIBLE	"f" P. FLEXIBLE	
	2026	EJE	LLANTAS	EJE Tn			
VEHICULOS LIGEROS	Autos	14.24	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00750512
		14.24	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00750512
	S. Wagon	70.19	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.03698952
		70.19	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.03698952
	Pick Up	78.32	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.04127816
		78.32	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.04127816
	Rural	86.46	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.04556585
		86.46	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.04556585
VEHICULOS PESADOS	2E	63.39	SIMPLE	2	7	1.26536675	80.21159820
		63.39	SIMPLE	4	11	3.23828696	205.27501043
	3E	11.43	SIMPLE	2	7	1.26536675	14.46314194
		11.43	TANDEM	8	18	2.01921345	23.07960978
VEHICULOS PESADOS	2S3	3.12	SIMPLE	2	7	1.26536675	3.94794426
		3.12	SIMPLE	4	11	3.23828696	10.10345532
		3.12	TRIDEM	12	25	1.70602625	5.32280189
<b>"f" P. FLEXIBLE</b>						<b>342.66623912</b>	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 74.** Cálculo Del ESAL

<b>Pavimento Flexible</b>		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	1.29 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor Fca vehículos pesado	Factor $Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$	Fca 22.65
Nº de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.50
Número de ejes equivalentes (ESAL)	ESAL	1 416 551
$\#EE = 365 * (\Sigma f . IMDa) * Fd * Fc * Fca$		

*Fuente: Elaboración Propia*

Se obtuvo el resultado del ESAL a través de la formula expuesta en la **Tabla 74**, obteniendo como resultado un ESAL 1416551.

### **k.2. Módulo De Resiliencia (Mr)**

Viene hacer la medida de la rigidez ocasionada por el suelo de la subrasante, teniendo un CBR = 10. 5%, así mismo aplicaremos la siguiente fórmula para obtener el resultado (Mr).

$$Mr(psi) = 2555xCBR^{0.64}$$

$$Mr(psi) = 2555 * 10\%^{0.64}$$

$$\mathbf{Mr(psi) = 11510.74}$$

### k.3. Tipo De Tráfico

El tipo de tráfico se dirigirá en función al ESAL, de acuerdo al reglamento que nos indica lo siguiente:

- a) Caminos que cuentan con un tráfico de 1 000 00 EE hasta 30 000 000 EE, en el carril y un periodo de diseño de 10 a 20 años.

**Tabla 75.** *Numero De Repeticiones Acumuladas De Ejes Equivalentes De 8.2tn En El Carril De Diseño.*

TIPO DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	
TP5	1 000 000	1 500 000
TP6	1 500 000	3 000 000
TP7	3 000 000	5 000 000
TP8	5 000 000	7 500 000
TP9	7 500 000	10 000 000
TP10	10 000 000	12 500 000
TP11	12 500 000	15 000 000
TP12	15 000 000	20 000 000
TP13	20 000 000	25 000 000
TP14	25 000 000	30 000 000

*Fuente: Manual de carreteras (MTC 2013)*

De acuerdo al Esal, tenemos un tipo de tráfico (TP5).

### k.4). Nivel De Confiabilidad

Se elegirá una etapa para el nivel de confiabilidad y el tipo de tráfico de acuerdo a lo calculado anteriormente. una etapa y (TP5).

Por consiguiente, el Nivel de confiabilidad se elegirá de acuerdo al reglamento del MTC – 2013, que se detallará a continuación.

**Tabla 76.** *Valores Recomendados De Nivel De Confiabilidad Según El Rango De Trafico Para Una Sola Etapa De Diseño (10 o 20 Años).*

Tipos de caminos	Tráfico Ejes equivalentes	Ejes equivalentes acumulados		Nivel de Confiabilidad (R)
Caminos de bajo volumen de tránsito	TP0	100000	150000	65%
	TP1	150001	300000	70%
	TP2	300001	500000	75%
	TP3	500001	750000	80%
	TP4	750001	1000000	80%
Resto de caminos	TP5	1000001	1500000	85%
	TP6	1500001	3000000	85%
	TP7	3000001	5000000	85%
	TP8	5000001	7500000	90%
	TP9	7500001	10000000	90%
	TP10	10000001	12500000	90%
	TP11	12500001	15000000	90%
	TP12	15000001	20000000	95%
	TP13	20000001	25000000	95%
	TP14	25000001	30000000	95%
	TP15	>30000000		95%

*Fuente: Manual de carreteras (MTC 2013)*

Tenemos como resultado un Nivel de Confiabilidad de 85%.

#### **k.5. Coeficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal**

Se calculará de acuerdo a una sola etapa de diseño y también con el TP5, a continuación, se muestra en la **Tabla 77**.

**Tabla 77.** *Coefficiente Estadístico De La Desviación Estándar Normal (Zr)*

Tipos de caminos	Tráfico Ejes equivalentes	Ejes equivalentes acumulados		Desviación Normal estándar (ZR)
Caminos de bajo volumen de tránsito	TP0	100000	150000	-0.385
	TP1	150001	300000	-0.524
	TP2	300001	500000	-0.674
	TP3	500001	750000	-0.842
	TP4	750001	1000000	-0.842
Resto de caminos	TP5	1000001	1500000	-1.036
	TP6	1500001	3000000	-1.036
	TP7	3000001	5000000	-1.036
	TP8	5000001	7500000	-1.282
	TP9	7500001	10000000	-1.282
	TP10	10000001	12500000	-1.282
	TP11	12500001	15000000	-1.282
	TP12	15000001	20000000	-1.645
	TP13	20000001	25000000	-1.645
	TP14	25000001	30000000	-1.645
	TP15	>30000000		-1.645

*Fuente: Manual de Carreteras, (MTC 2013).*

De acuerdo al tráfico de TP5, según los parámetros del reglamento que se muestran en la **Tabla 76**, encontramos la desviación estándar.

Desviación Normal estándar (ZR)	-1.036
---------------------------------	--------

#### **k.6. Desviación Estándar Combinado (SO)**

Para la desviación estándar combinada el MTC recomienda que se utilice el promedio de los siguientes parámetros 0.40 – 0.50, para este caso utilizaremos un  $SO = 0.45$ .

#### **k.7. Índice De Serviciabilidad Inicial Según Rango De Tráfico**

De acuerdo a la Tabla 45 que son los parámetros del MTC, nos indicara los siguientes índices de servicio para el tipo de tráfico.

**Tabla 78.** Índice De Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango De Tráfico.

Tipos de caminos	Tráfico Ejes equivalentes	Ejes equivalentes acumulados		Serviciabilidad Inicial (Pi)
Caminos de bajo volumen de tránsito	TP0	100000	150000	3.80
	TP1	150001	300000	3.80
	TP2	300001	500000	3.80
	TP3	500001	750000	3.80
	TP4	750001	1000000	3.80
	TP5	1000001	1000001	4.00
Resto de caminos	TP6	1500001	3000000	4.00
	TP7	3000001	5000000	4.00
	TP8	5000001	7500000	4.00
	TP9	7500001	10000000	4.00
	TP10	10000001	12500000	4.00
	TP11	12500001	15000000	4.00
	TP12	15000001	20000000	4.20
	TP13	20000001	25000000	4.20
	TP14	25000001	30000000	4.20
	TP15		>30000000	4.20

Fuente: manual de carreteras (MTC 2013)

Se obtiene como resultado una Serviciabilidad Inicial (Pi) de 4.

#### k.8. Índice De Serviciabilidad Final Según Rango De Tráfico (Pt)

A Continuación, se indica los índices de serviciabilidad de tráfico según MTC.

**Tabla 79.** *Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (PT).*

Tipos de caminos	Tráfico Ejes equivalentes	Ejes equivalentes acumulados		Serviciabilidad Final o Terminal (PT)
Caminos de bajo volumen de tránsito	TP0	100000	150000	2.00
	TP1	150001	300000	2.00
	TP2	300001	500000	2.00
	TP3	500001	750000	2.00
	TP4	750001	1000000	2.00
	TP5	1000001	1000001	2.50
	TP6	1500001	3000000	2.50
Resto de caminos	TP7	3000001	5000000	2.50
	TP8	5000001	7500000	2.50
	TP9	7500001	10000000	2.50
	TP10	10000001	12500000	2.50
	TP11	12500001	15000000	2.50
	TP12	15000001	20000000	3.00
	TP13	20000001	25000000	3.00
	TP14	25000001	30000000	3.00
	TP15	>30000000		3.00

*Fuente: Manual de Carreteras, (MTC 2013).*

Obtenemos como resultado según TP5, una Serviciabilidad Final o Terminal (PT) de **2.50**.

### **k.9. Diferencial De Serviciabilidad Según Rango De Tráfico $\Delta$ PSI**

Es el resultado de la diferencia entre el Índice de serviciabilidad Inicial (Pi) - Índice de serviciabilidad final (Pt) según su respectivo rango de tráfico.

$$(Pi) - (Pt) = 4.0 - 2.5$$

**$\Delta$  PSI = 1.5 también se puede calcular según el MTC.**

**Tabla 80.** Resumen De Los Resultados Calculados Para Encontrar El SNR.

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	1 416 551
Suelo de la subrasante	CBR =	10.5 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR (psi) = 11510.74
Tipo De Tráfico	VERDADERO	Tipo: TP5
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-1.036
Desviación estándar combinado	So	0.45
Índice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	4.0
Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	$\Delta$ PSI	1.5

Fuente: Elaboración Propia

#### k.10. Número Estructural Requerido (SNR)

Una vez calculado todos los datos de (ESAL, Mr, %R, Zr, Pi, Pt), encontramos el SNR mediante la ecuación de variable.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Según el cálculo de esta ecuación reemplazando todos los valores, nos indicara el espesor total que tendrá el pavimento flexible que se utilizara en las capas de rodadura, base y sub base.

**Tabla 81.** Resultado Del Número Estructural Requerido (SNR).

<b>Número estructural requerido (SNR)</b>	<b>3.05</b>
---	-------------

Fuente: Elaboración Propia

## k.11. Coeficientes Estructurales De Las Capas

### k.11.1. Capa Superficial

Es la capa que recibe mayor parte de las cargas producidas por los vehículos, para definir el espesor de la capa superficial se realizará de acuerdo a las tablas proporcionadas por el MTC – 2013 y su respectivo estudio de volumen vial al cual estará expuesta.

En la **Tabla 80**, se detalla todos los componentes del pavimento y se elegirá de acuerdo al tipo de tráfico.

**Tabla 82.** *Coeficiente Estructural De Capas Del Pavimento “ai”*

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL ai (cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68°F)	a1	0.170	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a1	0.125	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a1	0.130	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa	a1	0.250	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contra curvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a1	0.150	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos

*Fuente: Diseño de carreteras (MTC 2013).*

### k.11.2.- base

En la Tabla 50, elegiremos los componentes para la base de acuerdo al Esal.

**Tabla 83.** *Coefficiente Estructural De Capas Del Pavimento a2.*

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL ai (cm)	OBSERVACIÓN
<b>BASE</b>			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a2	0.052	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a2	0.054	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 5'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 500 lb)	a2a	0.115	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> )	a2b	0.070	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> )	a2c	0.080	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico

*Fuente: Manual de carreteras (MTC 2013).*

### k.11.3. Subbase

Los componentes estructurales para calcular la subbase se realizarán de acuerdo al Esal.

**Tabla 84.** *Coefficiente Estructural De Capas Del Pavimento a3.*

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL ai (cm)	OBSERVACIÓN
<b>SUBBASE</b>			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a3	0.047	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a3	0.050	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

*Fuente: Manual de carreteras (MTC 2013).*

Se obtuvo los componentes estructurales de capeta superficial, base y subbase de acuerdo al MTC-2013.

**Tabla 85.** *Coefficientes Estructurales*

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
<b>0.170</b>	<b>0.052</b>	<b>0.047</b>

*Fuente: elaboración propia*

- Los Coeficientes de drenaje para Bases y Subbases granulares es de 1 de acuerdo al manual de carreteras. Donde se debe tener en cuenta que:

$$m_2 = 1 ; m_3 = 1$$

### k.12. Espesor De Las Capas Estructurales Del Pavimento Flexible

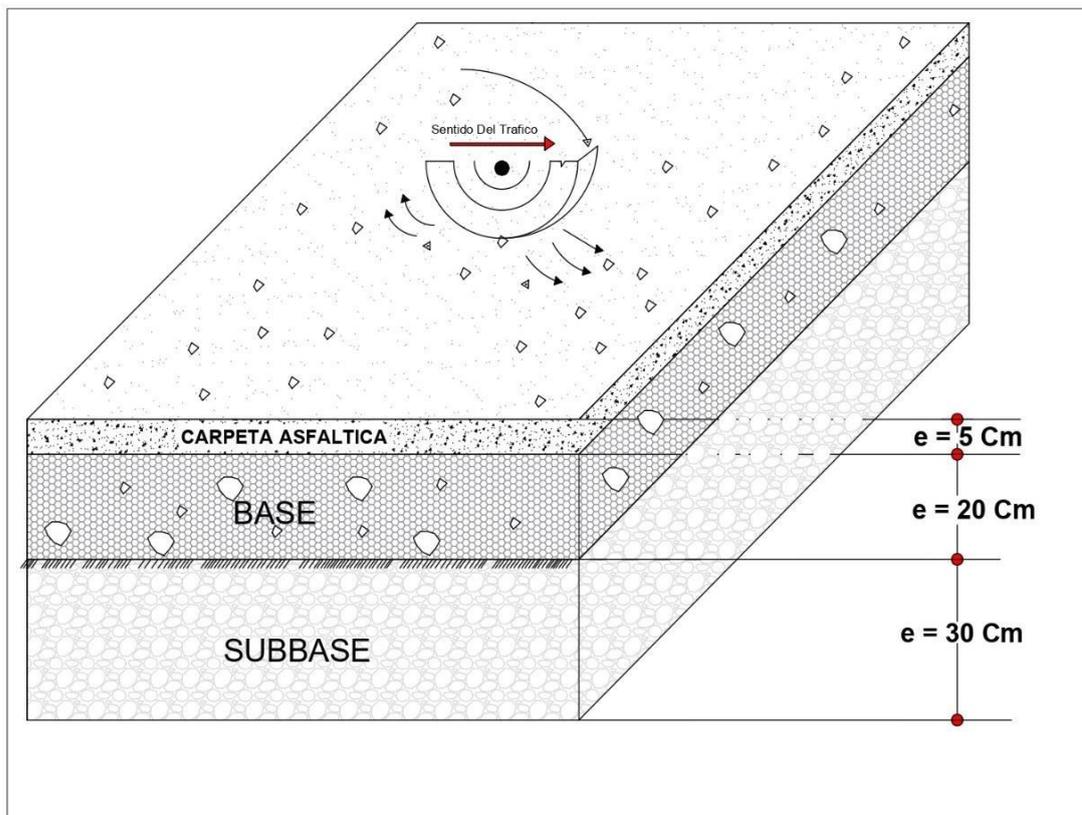
Se obtiene como resultado los espesores de cada capa que conforma el paquete estructural los cuales se detallaran en la **TABLA 86**.

**Tabla 86.** *Resultados: Espesores Del Paquete Estructural*

d1	d2	d3
5 cm	20 cm	30 cm
Espesor de Carpeta asfáltica	Espesor de la Base	Espesor de la SubBase

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 32.** *Esquematzación De Espesores Del Paquete Estructural.*



*Fuente: Elaboración Propia*

## I. Número estructural requerido (SNR)

Los espesores encontrados en la **Tabla 86**, nos permitirá calcular el número estructural final con la siguiente formula:

$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

$$SNR = 0.170 * 5 + 0.052 * 20 * 1 + 0.047 * 30 * 1$$

$$SNR = 3.30$$

- Tenemos como resultado el número estructural requerido y final, en la **Tabla 87**:

**Tabla 87.** *Resultado Del Número Estructural (SNR).*

<b>SNR (Requerido)</b>	<b>3.05</b>	<b>Debe cumplir SNR (Resultado) &gt; SNR (Requerido)</b>
<b>SNR (Resultado)</b>	<b>3.30</b>	<b>SI CUMPLE</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

- En la **Tabla 81**, nos indica que el SNR requerido (3.05) el cual debe ser menor que el SNR del resultado (3.30) y como se observa si cumple, entonces los espesores son los adecuados para el diseño del pavimento flexible además es más accesible y económica para la realización del proyecto.

### **III. RESULTADOS.**

#### **3.1. Análisis Del Estado Superficial Y Planteamiento De Un Nuevo Diseño**

Se realizó el análisis del pavimento flexible de La Carretera Tamborapa – La Coipa, tomando como punto de inicio el cruce Tamborapa y punto final el distrito de la coipa, recorriendo un total de 20 km de vía y obteniendo un total de 108 fallas las cuales fueron categorizadas de acuerdo a su nivel de daño siguiendo los parámetros establecidos por el manual de carreteras MTC – 2018, presentando un nivel de daño elevado y una gran cantidad de fallas de severidad alta que amerita una pronta intervención de mantenimiento de los tramos menos afectados y optar por otras alternativas de solución para los tramos que presentan daños irreparables y que necesitan ser reemplazados con un nuevo paquete estructural para que no se afecte el nivel de serviciabilidad de la carretera.

Para ello decidimos plantear un nuevo diseño estructural para el tramo más afectado de la carretera logrando ubicar el km 8 +000 hasta el km 11 + 000, la zona con más presencia de fallas de severidad grave, iniciando con el conteo vehicular que se realizó en la vía de estudio cruce Tambora – la coipa, la cual se obtuvo un índice medio diario anual de 320 vehículos, luego se procesaron los datos y se obtuvo la carga vehicular de diseño 1 416 551, que esta para un periodo de 20 años y en base a esos parámetros pasaremos a diseñar un nuevo paquete estructural de acuerdo a la metodología AASHTO 93, la cual se sugiere una carpeta asfáltica de 5cm y una base de 20 cm y una sub base de 30 cm, además la base tendrá como mínimo un CBR de 80% compactado al 100% de su máxima densidad seca (MDS), la sub base no debe tener un CBR menor de 40% compactado al 100% MDS y para las subrasantes tenemos un CBR de 10.5% en calidad buena compactado al 95% de la IMD. Por lo cual se afirma que el paquete estructural del pavimento flexible con sus nuevos espesores y su número estructural (SN) si cumple para la mejora de la transitabilidad vial, de acuerdo al reglamento.

#### **3.2. Fallas Presentes En El Pavimento Flexible Evaluado**

**Tabla 88.** *Fallas Encontradas en el análisis.*

<b>PROGRESIVA</b>	<b>DENOMINACION DE LA FALLA</b>	<b>COORDENADAS</b>	<b>SEVERIDAD</b>
<b>Km 000 + 020</b>	Desintegración Por Baches	05°26'06.26" S 78°48'55.82" W	ALTA
<b>Km 000 + 080</b>	Desintegración Por Baches	05°26'04.05" S 78°48'56.9" W	ALTA
<b>Km 000 + 200</b>	Desintegración Por Baches	05°25'58.93" S 78°49'00.67" W	ALTA
<b>Km 000 + 290</b>	Desintegración Por Baches	05°26'56.33" S 78°49'02.51" W	MEDIA
<b>Km 000 + 350</b>	Desintegración Por Baches	05°25'55.78" S 78°49'02.81" W	MEDIA
<b>Km 000 + 400</b>	Desintegración Por Baches	05°25'54.33" S 78°49'03.01" W	ALTA
<b>Km 000 + 490</b>	Desintegración Por Baches	05°26'51.19" S – 78°49'03.96" W	MEDIA
<b>Km 000 + 890</b>	Desintegración Por Baches	05°25'37.82" S 78°49'13.27" W	MEDIA
<b>Km 1 + 100</b>	Fisura Tipo Piel De Cocodrilo	05°25'29.38" S 78°49'19.34" W	BAJA
<b>Km 1 + 290</b>	Fisura Tipo Piel De Cocodrilo	05°25'25.80" S 78°49'22.94" W	BAJA
<b>Km 1 + 450</b>	Fisura Tipo Piel De Cocodrilo	05°26'23.97 S 78°49'25.86" W	MEDIA
<b>Km 1 + 560</b>	Desintegración Por Baches	05°25'22.63" S 78°49'28.67" W	MEDIA
<b>Km 1 + 670</b>	Desintegración Por Baches	05°26'18.93" S 78°49'31.55" W	MEDIA

*Fuente: Elaboración Propia*

<b>Km 1 + 758</b>	Desintegración Por Baches	05°25'16.18" S 78°49'32.72" W	MEDIA
<b>Km 1 + 900</b>	Desintegración Por Baches	05°26'05.26" S 78°49'42.16" W	ALTA
<b>Km 2 + 600</b>	Desintegración Por Baches	05°24'46.44" S 78°50'12.07" W	ALTA
<b>Km 2 + 690</b>	Desintegración Por Baches	05°24'45.06" S 78°50'13.46" W	ALTA
<b>Km 2 + 980</b>	Desprendimiento De Agregados	05°24'42.78" S 78°50'23.76" W	BAJA
<b>Km 3 + 200</b>	Desprendimiento De Agregados	05°24'39.44" S 78°50'30.78" W	MEDIA
<b>Km 3 + 300</b>	Desprendimiento De Agregados	05°24'36.99" S 78°50'31.17" W	BAJA
<b>Km 3 + 600</b>	Desprendimiento De Agregados	05°24'37.42" S 78°50'34.50" W	BAJA
<b>Km 4 + 000</b>	Desintegración Por Baches	05°24'33.48" S 78°50'44.83" W	MEDIA
<b>Km 4 + 200</b>	Desintegración Por Baches	05°24'29.60" S 78°50'47.94" W	ALTA
<b>Km 4 + 807</b>	Desintegración Por Baches	05°24'18.85" S 78°50'00.48" W	MEDIA

*Fuente: Elaboración Propia*

<b>PROGRESIVA</b>	<b>DENOMINACIÓN DE LA FALLA</b>	<b>COORDENADAS</b>	<b>SEVERIDAD</b>
<b>Km 5 + 050</b>	Fisura Tipo Piel De Cocodrilo	05°24'26.41" S 78°50'59.55" W	MEDIA
<b>Km 5 + 300</b>	Desintegración Por Baches	05°24'18.35" S 78°51'03.84" W	ALTA
<b>Km 5 + 800</b>	Desintegración Por Baches	05°24'07.54" S 78°51'14.38" W	ALTA
<b>Km 6 + 360</b>	Desintegración Por Baches	05°24'02.95" S 78°51'27.46" W	MEDIA
<b>Km 6 + 440</b>	Fisura Tipo Piel De Cocodrilo	05°24'01.04" S 78°51'29.09" W	BAJA
<b>Km 6 + 600</b>	Desintegración Por Baches	05°23'56.76" S 78°51'30.59" W	MEDIA
<b>Km 7 + 000</b>	Fisura Tipo Piel De Cocodrilo	05°23'52.62" S 78°51'33.58" W	ALTA
<b>Km 7 + 050</b>	Desintegración Por Baches	05°23'51.06" S 78°51'36.41" W	ALTA
<b>Km 7 + 200</b>	Desintegración Por Baches	05°23'49.01" S 78°51'40.31" W	ALTA
<b>Km 7 + 350</b>	Fisura Tipo Piel De Cocodrilo	05°23'49.35" S 78°51'41.53" W	BAJA
<b>Km 8 + 000</b>	Desintegración Por Baches	05°23'44.92" S 78°51'41.18" W	ALTA
<b>Km 8 + 500</b>	Desintegración Por Baches	05°23'24.95" S 78°51'40.16" W	ALTA
<b>Km 9 + 000</b>	Desintegración Por Baches	05°23'21.69" S 78°51'02.03" W	ALTA
<b>Km 9 + 038</b>	Fisura Tipo Piel De Cocodrilo	05°23'22.58" S 78°52'03.04" W	MEDIA

*Fuente: Elaboración Propia*

<b>Km 9 + 076</b>	Fisura Tipo Piel De Cocodrilo	05°23'23.88" S 78°52'02.89" W	MEDIA
<b>Km 9 + 110</b>	Fisura Longitudinal	05°23'25.48" S 78°52'01.80" W	MEDIA
<b>Km 9 + 160</b>	Desintegración Por Baches	05°23'26.37" S 78°52'00.53" W	ALTA
<b>Km 9 + 180</b>	Desintegración Por Baches	05°23'26.91" S 78°52'00.09" W	MEDIA
<b>Km 9 + 220</b>	Fisura Longitudinal	05°23'28.22" S 78°52'00.01" W	MEDIA
<b>Km 9 + 250</b>	Fisura Longitudinal	05°23'29.07" S 78°52'00.08" W	MEDIA
<b>Km 9 + 290</b>	Fisura Longitudinal	05°23'31.41" S 78°52'00.53" W	BAJA
<b>Km 9 + 340</b>	Ahuellamiento	05°23'34.02" S 78°52'00.77" W	MEDIA
<b>Km 9 + 370</b>	Ahuellamiento	05°23'35.92" S 78°52'01.83" W	MEDIA
<b>Km 9 + 420</b>	Desintegración Por Baches	05°23'37.32" S 78°52'02.5" W	MEDIA

*Fuente: Elaboración Propia*

<b>PROGRESIVA</b>	<b>DENOMINACION</b>	<b>COORDENADAS</b>	<b>SEVERIDAD</b>
<b>Km 9 + 450</b>	Desintegración Por Baches	05°23'38.68" S 78°52'03.69" W	MEDIA
<b>Km 9 + 500</b>	Hundimiento	05°23'39.67" S 78°52'04.76" W	ALTA
<b>Km 9 + 600</b>	Desintegración Por Baches	05°23'39.14" S 78°52'06.79" W	ALTA
<b>Km 9 + 680</b>	Hundimiento	05°23'37.98" S 78°52'07.88" W	MEDIA
<b>Km 9 + 770</b>	Desintegración Por Baches	05°23'38.82" S 78°52'09.83" W	MEDIA
<b>Km 9 + 840</b>	Exudación Asfáltica	05°23'39.38" S 78°52'11.33" W	BAJA
<b>Km 9 + 900</b>	Exudación Asfáltica	05°23'37.62" S 78°52'12.5" W	MEDIA
<b>Km 9 + 950</b>	Exudación Asfáltica	05°23'37.10" S 78°52'13.48" W	BAJA
<b>Km 10 + 000</b>	Exudación De Agua	05°23'36.43" S 78°52'14.68" W	-
<b>Km 10 + 080</b>	Exudación De Agua	05°23'35.12" S 78°52'15.38" W	-
<b>Km 10 + 150</b>	Desintegración Por Baches	05°23'34.12" S 78°52'16.09" W	MEDIA
<b>Km 10 + 240</b>	Exudación De Agua	05°23'32.57" S 78°52'17.48" W	-
<b>Km 10 + 300</b>	Exudación De Agua	05°23'32.29" S 78°52'18.45" W	-
<b>Km 10 + 350</b>	Desintegración Por Baches	05°23'32.62" S 78°52'19.1" W	ALTA

*Fuente: Elaboración Propia*

<b>Km 10 + 450</b>	Reparaciones Y/O Parchados	05°23'34.53" S 78°52'21.67" W	ALTA
<b>Km 10 + 550</b>	Reparaciones Y/O Parchados	05°23'34.94" S 78°52'24.2" W	ALTA
<b>Km 10 + 600</b>	Agrietamiento De Borde	05°23'34.17" S 78°52'24.97" W	ALTA
<b>Km 10 + 660</b>	Exudación De Agua	05°23'33.07" S 78°52'25.89" W	-
<b>Km 10 + 700</b>	Desintegración Por Peladuras	05°23'32.69" S 78°52'26.76" W	MEDIA
<b>Km 10 + 750</b>	Desintegración Por Pulimiento	05°23'33.55" S 78°52'28.31" W	-
<b>Km 10 + 800</b>	Desintegración Por Pulimiento	05°23'35.34" S 78°52'28.21" W	-
<b>Km 10 + 850</b>	Reparaciones Y/O Parchados	05°23'35.97" S 78°52'27.42" W	MEDIA
<b>Km 10 + 900</b>	Desintegración Por Pulimiento	05°23'36.84" S 78°52'26.44" W	-
<b>Km 10 + 960</b>	Desprendimiento De Agregados	05°23'37.96" S 78°52'25.22" W	MEDIA

*Fuente: Elaboración Propia*

<b>PROGRESIVA</b>	<b>DENOMINACION</b>	<b>COORDENADAS</b>	<b>SEVERIDAD</b>
<b>Km 11 + 000</b>	Desprendimiento De Agregados	05°23'38.05" S 78°52'24.26" W	MEDIA
<b>Km 11 + 200</b>	Desintegración Por Peladuras	05°23'36.26" S 78°52'21.59" W	MEDIA
<b>Km 11 + 400</b>	Desintegración Por Baches	05°23'37.48" S 78°52'18.07" W	ALTA
<b>Km 11 + 900</b>	Desintegración Por Baches	05°23'45.87" S 78°52'18.65" W	ALTA
<b>Km 12 + 300</b>	Desintegración Por Baches	05°23'48.44" S 78°52'27.72" W	ALTA
<b>Km 12 + 700</b>	Desintegración Por Peladuras	05°23'52.47" S 78°52'37.32" W	MEDIA
<b>Km 12 + 850</b>	Exudación De Agua	05°23'55.29" S 78°52'39.68" W	MEDIA
<b>Km 13 + 100</b>	Exudación De Agua	05°24'01.58" S 78°52'37.38" W	BAJA
<b>Km 13 + 300</b>	Exudación De Agua	05°24'00.98" S 78°52'44.62" W	BAJA
<b>Km 13 + 450</b>	Desintegración Por Peladuras	05°24'00.1" S – 78°52'41.47" W	ALTA
<b>Km 13 + 900</b>	Agrietamiento De Bordes	05°23'53.34" S 78°52'46.01" W	ALTA
<b>Km 14 + 400</b>	Agrietamiento De Bordes	05°23'41.14" S 78°52'52.5" W	ALTA
<b>Km 15 + 000</b>	Fisura Longitudinal	05°23'50.85" S – 78°52'52.1" W	MEDIA
<b>Km 15 + 860</b>	Agrietamiento De Bordes	05°23'47.05" S 78°53'05.52" W	ALTA

*Fuente: Elaboración Propia*

<b>Km 15 + 950</b>	Desintegración Por Baches	05°23'46.77" S 78°53'07.72" W	ALTA
<b>Km 16 + 300</b>	Agrietamiento De Bordes	05°23'51.63" S 78°53'19.36" W	MEDIA
<b>Km 16 + 350</b>	Desintegración Por Peladuras	05°23'51.31" S 78°53'22.04" W	MEDIA
<b>Km 16 + 400</b>	Desintegración Por Baches	05°23'51.48" S 78°53'24.41" W	MEDIA
<b>Km 16 + 600</b>	Fisura Longitudinal	05°23'48.38" S 78°53'32.74" W	MEDIA
<b>Km 16 + 770</b>	Desintegración Por Baches	05°23'42.01" S 78°53'34.52" W	ALTA
<b>Km 16 + 900</b>	Desintegración Por Peladuras	05°23'35.34" S 78°53'35.32" W	ALTA
<b>Km 17 + 270</b>	Parches / Reparaciones	05°23'26.75" S 78°53'44.60" W	MEDIA
<b>Km 17 + 540</b>	Parches / Reparaciones	05°23'33.78" S 78°53'54.34" W	MEDIA
<b>Km 17 + 740</b>	Desintegración Por Peladuras	05°23'43.4" S 78°53'57.91" W	ALTA

*Fuente: Elaboración Propia*

<b>PROGRESIVA</b>	<b>DENOMINACION</b>	<b>COORDENADAS</b>	<b>SEVERIDAD</b>
<b>Km 17 + 840</b>	Parches / Reparaciones	05°23'44.80" S 78°53'58.05" W	MEDIA
<b>Km 18 + 450</b>	Parches / Reparaciones	05°23'54.66" S 78°54'01.6" W	ALTA
<b>Km 18 + 900</b>	Ahuellamiento	05°23'57.83" S 78°54'10.7" W	ALTA
<b>Km 19 + 000</b>	Ahuellamiento	05°23'55.54" S 78°54'10.8" W	MEDIA
<b>Km 19 + 101</b>	Ahuellamiento	05°23'55.30" S 78°54'12.99" W	MEDIA
<b>Km 19 + 320</b>	Ahuellamiento	05°23'50.69" S 78°54'13.44" W	ALTA
<b>Km 19 + 500</b>	Desintegración Por Baches	05°23'47.55" S 78°54'14.12" W	ALTA
<b>Km 19 + 600</b>	Desintegración Por Baches	05°23'43.85" S 78°54'16.36" W	ALTA
<b>Km 19 + 690</b>	Ahuellamiento	05°23'44.16" S 78°54'18.94" W	ALTA
<b>Km 19 + 800</b>	Exudación De Agua	05°23'42.13" S 78°54'20.42" W	ALTA
<b>Km 19 + 900</b>	Desintegración Por Baches	05°23'41.08" S 78°54'21.06" W	MEDIA
<b>Km 20 + 000</b>	Exudación De Agua	05°23'39.7" S 78°54'21.19" W	MEDIA

*Fuente: Elaboración Propia*

En la **TABLA 88**, anteriormente presentada se puede apreciar todas las fallas encontradas en el tramo de la carretera Tamborapa la coipa y como es evidente todas estas fallas son de severidad media a alta lo que nos lleva a precisar que esta carretera no se encuentra en buen estado y que necesita un mantenimiento correctivo y uno rutinario para así mantener sus niveles de servicabilidad para la cual fue diseñado.

### 3.3. Definir El Estado Actual Del Pavimento.

En esta investigación realizada se ha identificado el tramo más crítico tomando como punto de inicio el km 8 +000 hasta el km 11 + 000 donde se encontraron fallas que se pueden visualizar en la capa superficial del pavimento como ahuellamiento, hundimientos, fisuras, erosión, baches, exudaciones, piel de cocodrilo, fisura longitudinal, exudación asfáltica, exudación de agua, reparaciones, etc., todos ellos presentando daños con severidad alta, es por ello que se planteara el nuevo diseño estructural en función a estos 3 km más afectados.

En la **Tabla 89** se muestra todas las fallas encontradas en el tramo del km 8 + 000 hasta el Km 11 + 000.

**Tabla 89.** *Fallas En El Tramo Más Crítico De La Vía.*

PROGRESIVA	DENOMINACIÓN	MEDIDAS	SEVERIDAD
<b>Km 8 + 000</b>	Desintegración por baches	Diámetro: 0.62m; Profundidad: 0.22m	Media
<b>Km 8 + 500</b>	Desintegración por baches	Diámetro: 0.60m; Profundidad: 0.26m	Alta
<b>Km 9 + 000</b>	Desintegración por baches	Diámetro: 0.30m; Profundidad: 0.33m	Media
<b>Km 9 + 038</b>	Fisura tipo piel de cocodrilo	Maya mediada = 0.42 m	Media
<b>Km 9 + 076</b>	Fisura tipo piel de cocodrilo	Maya mediana = 0.38 m	Media
<b>Km 9 + 110</b>	Fisura longitudinal	Ancho: 5mm	Alta
<b>Km 9 + 160</b>	Desintegración por baches	Diámetro: 0.71m; Profundidad: 0.39m	Alta
<b>Km 9 + 180</b>	Desintegración por baches	Diámetro: 0.65m; Profundidad: 0.40m	Alta
<b>Km 9 + 220</b>	Fisura longitudinal	Ancho: 7.2mm	Alta
<b>Km 9 + 250</b>	Fisura longitudinal	Ancho: 6.8mm	Alta

<b>Km 9 + 290</b>	Fisura longitudinal	Ancho: 8mm	Alta
<b>Km 9 + 340</b>	Ahuellamiento	Profundidad ahuellada = 9mm	Media
<b>Km 9 + 370</b>	ahuellamiento	Profundidad ahuellada = 8 mm	Media
<b>Km 9 + 420</b>	Desintegración por baches	Diámetro: 0.52m; Profundidad: 0.23mm	Media
<b>Km 9 + 450</b>	Desintegración por baches	Diámetro: 0.72m; Profundidad: 0.25m	Alta
<b>Km 9 + 500</b>	Hundimiento	Profundidad = 8 cm	Alta
<b>Km 9 + 600</b>	Desintegración por baches	Diámetro: 0.85m; Profundidad: 0.33m	Alta
<b>Km 9 + 680</b>	Hundimiento	Profundidad = 6 cm	Alta
<b>Km 9 + 770</b>	Desintegración por baches	Diámetro: 0.75m; Profundidad: 0.45m	Alta
<b>Km 9 + 840</b>	Exudación asfáltica	No Presenta manchas brillosas	Baja
<b>Km 9 + 900</b>	Exudación asfáltica	Presenta manchas aisladas y no adhesivas.	Media
<b>Km 9 + 950</b>	Exudación asfáltica	No Presenta manchas brillosas	Baja
<b>Km 10 + 000</b>	Exudación de agua	No se especifica medidas	-
<b>Km 10 + 080</b>	Exudación de agua	No se especifica medidas	-
<b>Km 10 + 150</b>	Desintegración por baches	Diámetro: 0.82m; Profundidad:0.27m	Alta
<b>Km 10 + 240</b>	Exudación de agua	No se especifica medidas	-
<b>Km 10 + 300</b>	Exudación de agua	No se especifica medidas	-
<b>Km 10 + 350</b>	Desintegración por baches	Diámetro: 0.59m; Profundidad: 0.48m	Alta
<b>Km 10 + 450</b>	Reparaciones y/o parchados	Reparación de huecos.	Alta

<b>Km 10 + 550</b>	Reparaciones y/o parchados	Reparación de huecos.	Alta
<b>Km 10 + 600</b>	Agrietamiento de borde	No se especifica medidas	Alta
<b>Km 10 + 660</b>	Exudación de agua	No se especifica medidas	-
<b>Km 10 + 700</b>	Desintegración Por Peladuras	No se especifica medidas	-
<b>Km 10 + 750</b>	Desintegración por pulimiento	No se especifica medidas	-
<b>Km 10 + 800</b>	Desintegración por pulimiento	No se especifica medidas	-
<b>Km 10 + 850</b>	Reparaciones y/o parchados	Reparación de Fisuras.	Media
<b>Km 10 + 900</b>	Desintegración Por Peladuras	No se especifica medidas	-
<b>Km 10 + 960</b>	Desprendimiento de Agregados	No se especifica medidas	Media
<b>Km 11 + 000</b>	Desprendimiento de agregados	No se especifica medidas	Media

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.4. Resultados De Las Cargas De Tránsito.

**Tabla 90.** *Cargas De Tránsito.*

TIPO DE VEHICULO	IMDA	TIPO	NUMERO	CARGA	"f" P. FLEXIBLE	"f" P. FLEXIBLE	
	2026	EJE	LLANTAS	EJE Tn			
VEHICULOS LIGEROS	Autos	14.24	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00750512
		14.24	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00750512
	S. Wagon	70.19	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.03698952
		70.19	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.03698952
	Pick Up	78.32	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.04127816
		78.32	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.04127816
	Rural	86.46	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.04556585
		86.46	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.04556585
VEHICULOS PESADOS	2E	63.39	SIMPLE	2	7	1.26536675	80.21159820
		63.39	SIMPLE	4	11	3.23828696	205.27501043
	3E	11.43	SIMPLE	2	7	1.26536675	14.46314194
		11.43	TANDEM	8	18	2.01921345	23.07960978
VEHICULOS PESADOS	2S3	3.12	SIMPLE	2	7	1.26536675	3.94794426
		3.12	SIMPLE	4	11	3.23828696	10.10345532
		3.12	TRIDEM	12	25	1.70602625	5.32280189
<b>"f" P. FLEXIBLE</b>						<b>342.66623912</b>	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 91.** *Cálculo Del ESAL*

<b>Pavimento Flexible</b>		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	1.29 %
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor Fca vehículos pesado	$Factor\ Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$	Fca
		22.65
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.50
Número de ejes equivalentes (ESAL)		
$\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$	ESAL	1 416 551

*Fuente: Elaboración Propia*

Las cargas a la que estará expuesto todo el paquete estructural del tramo más crítico de la Carretera Tamborapa La Coipa es de 1416551, el cual fue obtenido clasificándolo tanto los vehículos ligeros y pesados.

### 3.5. Resultados Del Planteamiento De Un Nuevo Diseño.

**Tabla 92.** Resumen del diseño de pavimento flexible del tramo  
km 8+000 a km 11+000.

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CRUCE TAMBORAPA - LA COIPA				
Modificar datos:	Cálculos automáticos	Resultados		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento		ESAL(W18)		1 416 551
Suelo de la subrasante		CBR =		10.5 %
Módulo de resiliencia de la subrasante		$Mr(psi) = 155 \times CBR^{0.64}$	MR (psi)=	11510.74
Tipo de tráfico		VERDADERO	Tipo:	TP5
Número de etapas			Etapas:	1
Nivel de confiabilidad			conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal			ZR	-1.036
Desviación estandar combinado			So	0.45
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico			Pi	4.0
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico			Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico			$\Delta PSI$	1.5

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Número estructural requerido	<b>Calcular SN</b>	SNR=	3.050
------------------------------	--------------------	------	-------

Coefficientes estructurales de las capas

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 oF)	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
0.170	0.052	0.047

Coefficientes de drenaje para Bases y SubBases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2	m3
1	1

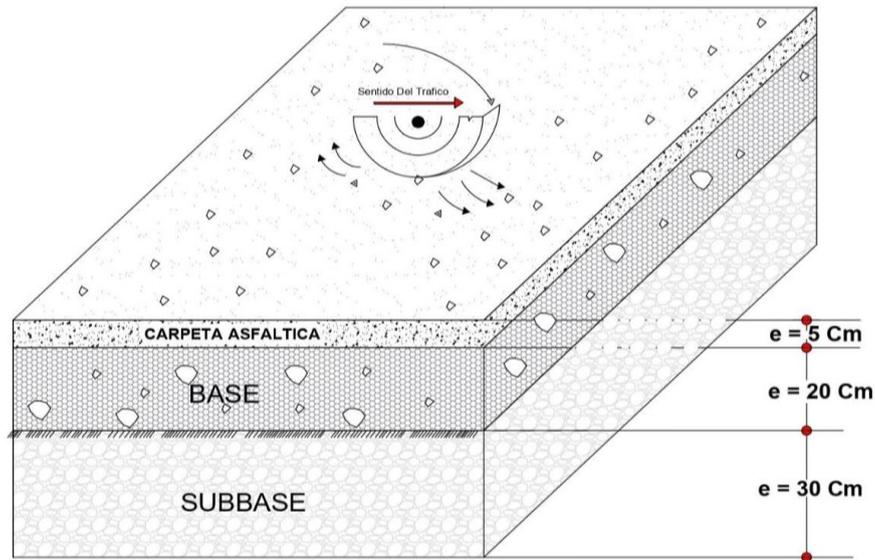
$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$

Cálculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
5 cm	20 cm	30 cm
Capa superficial	Base	Subbase

SNR (Requerido)	3.050	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	3.3	SI CUMPLE

**Figura 33.** *Paquete Estructural*



*Fuente: Elaboración Propia*

De acuerdo a nuestra línea de investigación tiene como objetivo determinar las cargas de tránsito en la estructura del pavimento flexible mediante el MTC 2013 y de esta manera hallar los pesos que afectan durante el periodo de diseño de 20 años. El conteo de vehicular se realizó en la vía de estudio cruce Tambora – la coipa, la cual se obtuvo un índice medio diario anual de 320 vehículos, luego se procesaron los datos y se obtuvo la carga vehicular de diseño 1 416 551, que esta para un periodo de 20 años. Según el estudio de tráfico vehicular queda demostrado un aumento masivo de tránsito, esto debido a que la población va en aumento.

Como objetivo principal es diseñar un nuevo diseño estructural de acuerdo a la metodología AASHTO 93. Se afirma que mediante el AASTHO el diseño del pavimento flexible es el más adecuado para esta carretera, la cual se sugiere una carpeta asfáltica de 5cm y una base de 20 cm y una sub base de 30 cm, además la base tendrá como mínimo un CBR de 80% compactado al 100% de su máxima densidad seca (MDS), la sub base no debe tener un CBR menor de 40% compactado al 100% MDS y para las subrasantes tenemos un CBR de 10.5% en calidad buena compactado al 95% de la IMD. Por lo cual se afirma que el paquete estructural del pavimento flexible con sus nuevos espesores y su número estructural (SN) si cumple para la mejora de la transitabilidad vial, de acuerdo al reglamento.

#### IV. DISCUSION.

Después de haber desarrollado cada objetivo específico para lograr la finalidad del objetivo general, en la cual consistió en analizar el estado superficial del pavimento flexible y plantear el nuevo diseño estructural con la finalidad de mejorar la transitabilidad en el tramo de la carretera la Coipa – Tamborapa, del Departamento de Cajamarca, obteniendo como resultado que el pavimento de esta vía se encuentra en estado crítico, debido a que la mayor cantidad de fallas que se encontraron son de severidad alta, es por ello que se ha diseñado espesores nuevos que cumple con el numero estructural (SN) y con el periodo de diseño de 20 años , a través de la metodología AASHTO 93 obteniendo un paquete estructural de 55 cm. A pesar de ello para este objetivo es fundamental la aplicación de otros métodos de estudio que permitan las diferencias de acuerdo a los resultados por medio del método AASTHO 93. Haciendo la comparación de estos resultados con otras investigaciones como es la de Gonzales & Manay (2020) en la que especifico que el pavimento está en un estado critico la cual obtuvo un paquete estructural de 80 cm, mientras que Arteaga & Zagaceta (2022) obtuvieron como resultado que el estado de vía es bueno ,realizando un nuevo diseño con un espesor total de 65 cm ; respecto a Bacilio & Chavez (2021) señalan que el pavimento general se encuentra en un estado muy crítico la cual propusieron un espesor total de 35 cm de todo el paquete estructural. Por lo tanto, al realizar estas comparaciones ayudo a deducir que los pavimentos en la gran mayoría están en mal estado y requieren un nuevo diseño estructural, la cual lo vemos real en el estudio realizado durante las actividades de campo y gabinete, los resultados son similares a las investigaciones comparadas en pavimentos flexibles, así mismo podemos afirmar que cualquier método para el estudio de una vía es válido lo dicen las diferentes investigaciones.

De acuerdo al primer objetivo específico estudiado, Identificar los diferentes tipos de fallas que se presentan en el pavimento flexible de la carretera La coipa – Tamborapa, para identificarlas utilizamos el método del MTC - 2018, encontrando 13 tipos de fallas y 108 muestras analizadas, también se afirma que se encontró mayor cantidad de “Huecos”, dando a conocer que la severidad de daño es alta en el pavimento flexible. De acuerdo al objetivo es necesario realizar otras metodologías que clasifiquen las fallas del pavimento flexible. Por lo tanto comparando los resultados con otras investigaciones como la que ha realizado , Castillo & Santos (2022) evaluó la vía con

dos métodos, según el PCI está en un estado muy pobre y según el VIZIR la vía está en una condición mala Delgado & Infante (2021) en la que han utilizado el método PCI encontrado 12 muestras y 8 tipo de fallas clasificándolas en un estado regular siendo los baches y parches como más presencia en el pavimento según Baque (2020) obtuvo 12 tipos de fallas en las 26 muestras analizadas las califico con el método PCI dando una calificación regular. De estas comparaciones podemos deducir que el pavimento flexible en su gran mayoría es afectado por fallas producto de erosiones trayendo consigo que el pavimento presente gran cantidad de deformaciones prematuras como huecos que en un corto tiempo alcanzaran un nivel de severidad alta.

Después de realizar el segundo objetivo específico que tiene como finalidad Definir la situación actual del pavimento flexible para la delimitación del tramo más crítico de la carretera la Coipa –Tamborapa, teniendo como resultado un pavimento en estado malo en los 20 km, de acuerdo a esto se elaboró un inventario de los diferentes daños estructurales, dando a conocer que el tramo más crítico se encuentra en las progresivas 8 + 000 a la 11+000 presentando una mayor cantidad de fallas con severidad alta y que necesita el cambio de toda la estructura existente del pavimento. Sim embargo, para este objetivo se debe elegir bien el método de estudio así mismo medir bien las desintegraciones y fisuras de la vía porque de esto depende ver el tipo de severidad. Comparando estos resultados con otras investigaciones como la de Tene (2022) en la que da a conocer que la vía en estudio de 7 + 643 km de longitud tiene una severidad media y a través de los métodos propone un mantenimiento tipo Rutinario (MR) según Masias (2019) da a conocer que los 6 + 000 km de longitud de estudio encontró diferentes tipos de fallas con severidad muy alta por lo tanto propone la reconstrucción nuevamente de la vía con un nuevo diseño estructural según Uricoehea & Barragan (2020) detalla en su proyecto que las 5 cuadras en estudio están en un estado malo, esto a consecuencia del aumento de tránsito vehicular propone un mantenimiento de la capa de rodadura para prevenir que las fallas aumenten su dimensión. estas investigaciones proponen diferentes mantenimientos de acuerdo al estado en que se encuentre la vía como es el rutinario que espera algunos tramos y un nuevo diseño es donde está demasiado fallido la transitabilidad, en conclusión, de estas comparaciones llegamos a entender que muchas de las vías carecen de un mantenimiento de su drenaje vial, otro punto vital es que cuando se ejecutan los proyectos no se cumplen la especificaciones y parámetros de los materiales adecuados que garantizan la buena ejecución del proyecto y un buen nivel de

serviciabilidad de la vía.

Habiendo desarrollado el tercer objetivo específico, que consistió en determinar las cargas de tránsito vehicular en la estructura del pavimento flexible de la carretera la Coipa –Tamborapa, del cual se ha obtenido como resultado un índice medio diario anual de 320 vehículos, obteniendo un ESAL de 1 416 551. Sin embargo, para este objetivo se debe tener en cuenta el índice de vehículos para un periodo de diseño de acuerdo a la clase de vía. Realizando la comparación de estos resultados con otras investigaciones como es la de Castro & Medrano (2021) obtuvieron un IMDA de 114 vehículos y un valor de ESAL de 641565 según Falcon (2019) obtuvo tres ESAL para un periodo de 5 ,15 y 20 años , siendo el adecuado el periodo de 15 años con un ESAL de 385 902.48 según Sánchez ( 2018) obtuvo 438 veh/día teniendo un ESAL de 3.493.854 para un periodo de 10 años. De estas comparaciones podemos afirmar que las cargas de tránsito dependen únicamente de la totalidad y la clase de vehículos que transcurren por la vía.

De acuerdo al cuarto objetivo específico, que tuvo la finalidad en determinar el diseño del pavimento flexible para mejor transitabilidad en la carretera la Coipa – Tamborapa, teniendo un CBR de 10.5% en calidad de bueno así mismo como resultado se tiene una carpeta asfalta 5 cm y una base de 20 cm y una sub base de 30 cm. Sin embargo para este objetivo se debe tener en cuenta que el numero estructural resultado sea mayor que el numero estructural requerido para que cumpla con el paquete estructural. Realizando estas comparaciones con otros investigadores como es de Rojas (2019) que obtuvo un CBR de 17% calificando a la sub rasante como buena con una carpeta asfáltica de 3.5 pulgadas , base de 15 cm y una subbase de 25 cm , según Inocente (2021) en su estudio de la progresiva Km 26+000 a Km 27+000 encontró un CBR al 12 % como bueno y con una carpeta asfáltica de 8 cm, una base granular de 15 cm y una base granular de 20 cm de acuerdo Chipana & Pari (2019) en su proyecto tiene como resultados una capa asfáltica con espesor de 5 centímetros, una base granular de 20 centímetros y una subbase de 30cm . por lo tanto, al realizar esta comparación con otras investigaciones tienden a tener la misma sub rasante y de acuerdo a las dimensiones de las capas granulares varían un poco esto se debe a que se tienen diferentes volúmenes de tránsito y los porcentajes de los CBR varían así mismo estas comparaciones tienen a tener la misma Metodología que es el AASTHO 93, la cual nos dan a entender la gran importancia y exactitud al utilizar este método.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **5.1. Conclusiones**

La condición de la vía si representa la realidad observada de acuerdo a las actividades de campo así mismo los espesores de las capas granulares calculadas cumplen para el nuevo diseño estructural además los resultados obtenidos son similares con las investigaciones comparadas

Se concluyó que el tramo de estudio la mayor incidencia de fallas principalmente son los baches seguidamente del ahuellamiento, desprendimiento de agregados, exudación y otros organizados de manera descendente.

El tramo más crítico de toda la vía es en las progresivas Km 8+000 hasta Km11+000, tenido la mayor cantidad de fallas con una severidad alta a consecuencia de esto se realizó la delimitación con el fin de solucionar el problema de transitabilidad en este tramo.

Se concluyó que el (ESAL) 1 416 551 de ejes equivalentes calculado en los estudios tiene para un periodo de 20 años, pero pasando este periodo se debe realizar nuevamente un estudio de tráfico para determinar un nuevo ESAL.

Teniendo un CBR al 10.5 %, se utilizará una carpeta asfáltica de espesor de 5cm y una base granular de 20 cm y una subbase granular de 30 cm. Por lo tanto, después de haber realizado los estudios correspondientes y verificar que cumple con todas las condiciones y requerimientos, se espera que la transitabilidad vial se mejore.

## 5.2. Recomendaciones

Se recomienda que para analizar una vía se debe utilizar el método más adecuado y preciso que clasifique bien las desintegraciones y fisuras así mismo para realizar un diseño se tiene que hacer todos los estudios que correspondan tanto en campo como en gabinete.

Se recomienda hacer un análisis detallado de cada falla para ver las causas que las generan y plantear soluciones como es la implementación de los tratamientos para la conservación de vías, mejoramiento de sus sistemas de drenaje todo eso de acuerdo al nivel de severidad en el que se encuentra la vía, con el propósito de implementar técnicas precisas garantizando la vida útil del pavimento flexible.

Se recomienda utilizar un método donde se clasifique la muestra en estudio ya sea por el índice de severidad o el nivel de daño de las fallas, como principales métodos tenemos el MTC, PCI, VIZIR y otros con la finalidad de dar solución al tramo que más afectado esta.

Se recomienda principalmente realizar un exhaustivo y preciso conteo vehicular respetando todos los horarios, ya que es el punto de partida para realizar el diseño y así poder calcular un valor fundamental que viene hacer en el cálculo del Factor de Cargas Equivalentes (ESAL) y con eso obtener los espesores para el diseño del pavimento.

Se recomienda que la metodología o el uso de manuales empleados en el proyecto de estudio cumpla con todas las normas y parámetros requeridos por el MTC, lográndose obtener valores confiables para no tener fallas futuras, además también se recomienda que para pavimentos flexibles siempre se debe diseñar con un periodo de diseño superior a los 20 años.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Arteaga, L., & Zagaceta, R. (2022). *Diseño de mejoramiento del servicio vehicular y peatonal de las calles Miguel Grau y Callao*, Víctor Larco Herrera, Trujillo, 2022 [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/109697>
- Bacilio, R., & Chavez, K. (2021). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible mediante la norma del índice de condición de pavimento (PCI) y propuesta de un nuevo diseño del pavimento flexible AASHTO 93*, en la calle puerto argentino y la calle los aguanos de la urbanización [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/30454>
- Baque-Solis, B. (2020). *Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. Dominio de Las Ciencias, 6 (Tramo II), 203–228.* <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/indexhttps://orcid.org/0000-0003-0700-7136>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras y Conservación Vial.* Obtenido de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4877.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4877.pdf).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Suelos, Geología, Geotecnia, Y Pavimentos.* Obtenido de [https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual\\_Suelos\\_Pavimentos.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual_Suelos_Pavimentos.pdf)
- Bolívar, S., & Quintero, C. (2019). *Análisis del estado de las vías secundarias en Colombia y la oportunidad de la ingeniería civil para su construcción y mantenimiento.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/23927>
- Bustamante, K., & Julon, H. (2021). *Evaluación de fallas del pavimento flexible comparando con los métodos PCI y VIZIR de la carretera Jaén-Aeropuerto en Cajamarca.* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/76085>

- Caballero, V. (2018). *Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de pavimento flexible del hito Km119-caserío Higosbamba, distrito y provincia de Cajabamba-Cajamarca*. [Tesis de Pegrado , Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31203>
- Calderon, J., & Nuñez, M. (2019). *Determinación del estado del pavimento en la avenida Pakamuros desde la cuadra 10 hasta la cuadra 20*. [Tesis de pregrado , universidad Nacional de Jaen]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/251>
- Castillo, J., & Santos, E. (2022). *Evaluación superficial mediante los métodos PCI y VIZIR del pavimento flexible de la carretera Cochalán - la Catagua, San José del Alto, Jaén - 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaen]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/439>
- Castro , Marialuisa & Medrano, A. (2021). *Diseño estructural de pavimento flexible según la metodología AASTHO 93 y la transitabilidad de la calle san pedro, en el distrito de Jequetepeque, Pacasmayo, la libertad*. [Tesis de pregrado , Universidad Antenor Orrego]. <https://orcid.org/0000-0002-8810-9224>
- Chipana, L., & Pari, S. (2021). *Diseño de pavimento flexible por método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad vial en el camino vecinal, tramo Río Seco – límite Calana, Distrito de Pocollay, Tacna – 2019*. [Tesis de pregrado , Universidad Privada De Tacna]. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/2093>
- Del Rosario, A. (2018). *Diseño de un plan de mantenimiento para infraestructuras viales en la Republica Dominicana. Aplicación a la carretera El Seibo – Hato Mayor*. [Tesis de Posgrado]. <http://hdl.handle.net/10251/103062>
- Delgado, Lady, & Infante, E. (2021). *Evaluación de la estructura del pavimento flexible aplicando el método índice de daño en la Avenida Pakamuros, Jaén, Cajamarca*. [Tesis de pregrado , Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/70427>
- Espinoza, L. (2018). *Analisis de alternativas en el diseño de pavimentos flexibles y rigidos por el metodo AASHTO 93*. [Tesis de pregrado , Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30348>

- Falcon, J. (2019). *Evaluación del impacto de la carga vehicular sobre la estructura del pavimento flexible en la Av. Javier Prado Este, La Molina – Lima, 2019*. [Tesis de Pregrado , Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35497>
- Gonzales, O. A., & Manay, D. M. (2020). *Diseño de pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad en el centro poblado Ramiro Prialé, distrito de José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque*. 156. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/7892>
- Inocente, S. (2021). *Diseño de pavimento flexible empleando Método AASHTO 93 para mejoramiento de infraestructura vial en la carretera Cajamarca – Celendín 2021*. [Tesis de pregrado , Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/75219>
- Masias, D. (2019). *Estudio de fallas que presenta la carpeta asfáltica con alternativas solución- diagnostico PCI en la vía Sasay Cantón Santa Ana*. [Tesis de pregrado , Universidad Estatal Del Sur De Manabi]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1708>
- Medina, E., & Vargas, E. (2021). *Evaluación del estado y propuesta de mantenimiento de la regularidad superficial mediante el índice de rugosidad internacional carretera Shanango – Bellavista - Jaén-2020*. [Tesis de Pregrado , Universidad Nacional de Jaen]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/192>
- Moreno, J., Perez, C., & Torrijos, N. (2021). *Análisis, diagnóstico de metodologías de tratamientos superficiales en pavimentos flexibles en la carrera 8 (octava) del Municipio de Agua de Dios (Cundinamarca)*. [Tesis de pregrado , Corporacion Universitaria Minuto De Dios]. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/13673>
- Núñez, Y. (2018). *Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la avenida todos los santos de la ciudad de Chota*. [Tesis de pregrado , universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2541>

- Ortiz, E. (2018). *Evaluación y comparación del estado de conservación de la carretera baños del inca- Llacanora utilizando los métodos de índice de conservación del pavimento y Vizir*. [Tesis de pregrado , Universidad Nacional de cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1833>
- Rico, A., Tellez, R., & Garnica, P. (2022). *Pavimentos flexibles. problemática, metodologías de diseño tendencias*. <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt104.pdf>
- Rojas, L. (2019). Propuesta de diseño de los pavimentos de la calle Fernando Belaúnde Terry (km 0+000 a 1 + 000) provincia de jaén, región Cajamarca 2019. [Tesis de pregrado , Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14756>
- Sanchez, M. (2018). Universidad de guayaquil facultad de ingeniería química trabajo de titulación previa a la obtención del título de: ingeniero químico. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14859>
- Saurez, G., & Cerquin, G. (2018). *Análisis del estado del pavimento flexible, tipo de fallas y su severidad de la av. Mártires de Uchuraccay, entre el jr. emancipación y el pje. libertad utilizando el método del índice de condición de pavimento, en la ciudad de Cajamarca - 2018*. [Tesis de pregrado , Universidad Privada Del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/13402>
- Tene, C. (2022). *Metodología para la evaluación de vías rurales, considerando la regularidad superficial de pavimentos flexibles: estudio caso vía Santa Rosa – Bellavista – la avanzada del cantón Santa Rosa, Provincia de el Oro*. [Tesis de maestría , Universidad Tecnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/19273>
- Toledo, D., & Llaiqui, E. (2020). *Evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el método PCI y propuesta de mejoramiento de la infraestructura vial en la Av. Industrial, en el tramo de la Av. Gustavo pinto y la Av. Jorge Basadre Grohmann - Tacna, 2019*. [Tesis de Pegrado , Universidad Privada de Tacna]. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1635>

Uricoehea, J., & Barragan, W. (2020). *Evaluación de deterioros de la capa superficial del pavimento flexible de un (1) km de vía comprendida desde la calle 16 con carrera 12 con calle 15 y calle 14 hasta calle 11 con calle 12 del municipio de Girardot Cundinamarca*. [Tesis de grado , Universidad Piloto de Colombia]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9337>

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a nuestros padres así mismo a nuestra asesora de tesis **Dr. Ing. Garrido Campaña Zadith Nancy**, por su tiempo y apoyo incondicional que nos brindó hasta culminar el proyecto de investigación. Al Dr. Cristián Iván Ecurra Estrada, docente del Seminario de Investigación Científica para Graduados – (SEICIGRA), por su orientación en el tema metodológico de nuestra investigación.

## **DEDICATORIA.**

Dedicó este proyecto a Dios por darme la salud y la fortaleza en todo el proceso de mi carrera universitaria. A mis padres Fidel chasquero Zurita y Eufemia guerrero Arica, por brindarme el soporte económico en todo el recorrido de mi vida universitaria.

**Alexis García Chasquero**

## **DEDICATORIA.**

Dedicó este proyecto a Dios, por brindarme la dicha de la salud y el bienestar en toda la carrera universitaria para afrontar este desafío profesional. A mis padres, Alejandro Antonio Jara Morales y Gladis Marisol La Torre Cieza, que son el motor y el soporte principal en mi vida.

**Miller Diego Jara La Torre**

## **ANEXOS**

**ANEXO 1. PANEL FOTOGRAFICO DEL ANALISIS DE LAS  
FALLAS ENCONTRADAS**

**Figura 34.** *Falla: Desintegración Por Baches.*



**Figura 35.** *Falla: Desintegración Por Baches.*



**Figura 36.** *Falla: Por Erosión.*



**Figura 37.** *Falla: Por Fisura Longitudinal.*



**Figura 38.** *Falla: Desprendimiento De Agregados.*



**Figura 39.** *Falla: Desintegración Por Baches.*



**Figura 40.** *Falla: Corrimiento.*



**Figura 41.** *Falla: Baches Y Desprendimiento De Agregados.*



**Figura 42.** *Falla: Desintegración De Borde, Corrimiento Y Baches.*



**Figura 43.** *Falla: Piel De Cocodrilo.*



**Figura 44.** *Falla: Corrimiento.*



**Figura 45.** *Falla: Desintegración De Borde.*



**Figura 46.** *Falla: ahuellamiento*



**Figura 47.** *Falla: Hundimiento.*



**Figura 48.** *Falla: Piel De Cocodrilo.*



**Figura 49.** *Falla: Parche.*



**Figura 50.** *Falla: Corrimiento Y Desprendimiento De Agregado.*



**Figura 51.** *Falla: Desintegración Por Baches.*



**Figura 52.** *Falla: Desintegración Por Baches.*



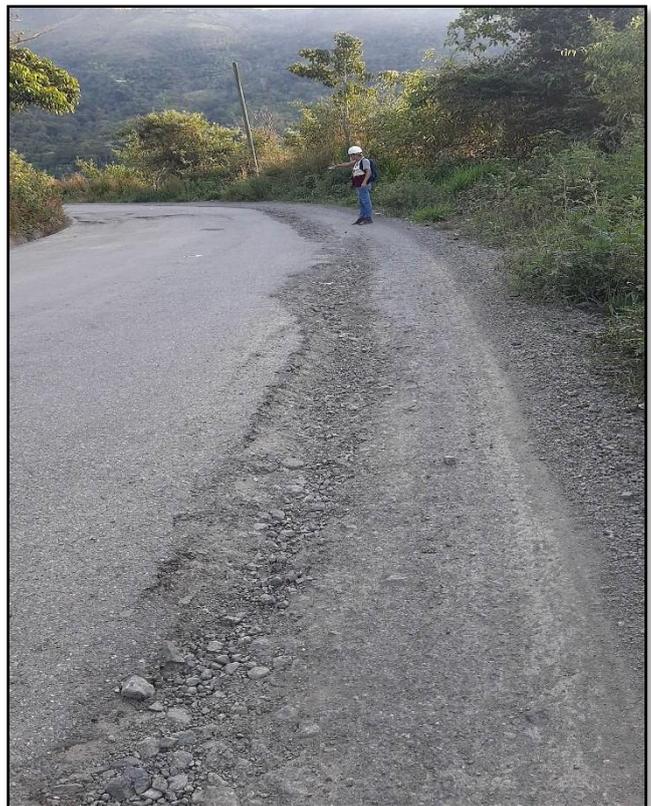
**Figura 53.** *Falla: Desintegración Por Baches.*



**Figura 54.** *Falla: Erosión.*



**Figura 55.** *Falla: Desintegración De Borde, Erosión Y Perdida De Agregados.*



**Figura 56.** *Falla: Exudación De Agua Por Bombeo, Perdida De Agregados Y Erosión.*



**Figura 57.** *Falla: Desintegración Por Baches.*



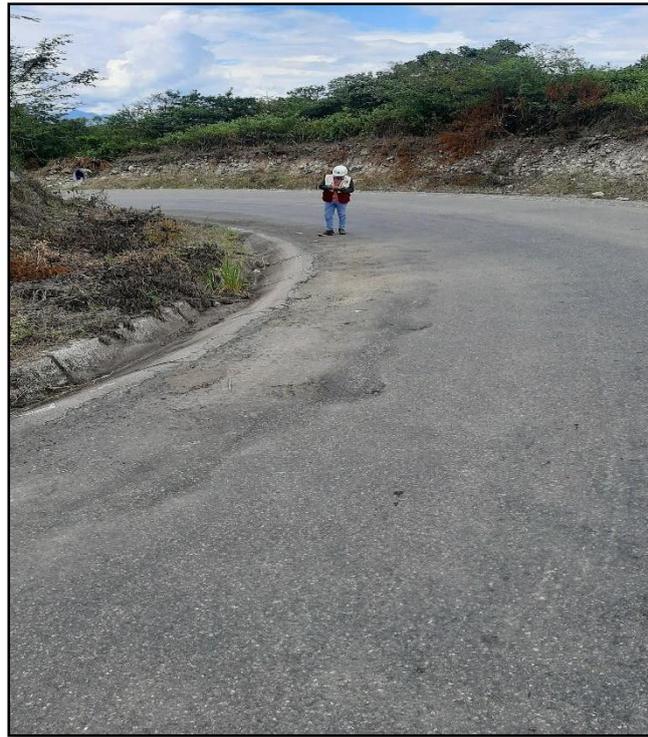
**Figura 58.** *Falla: Peladuras Y Desprendimiento De Agregados.*



**Figura 59.** *Falla: Desintegración Por Baches Y Desprendimiento De Agregados.*



**Figura 60.** *Falla: Baches, Desintegración De Borde Y Corrimiento.*



**Figura 61.** *Falla: Desintegración Por Baches Y Piel De Cocodrilo.*



**Figura 62.** *Falla: Baches Y Corrimiento.*



**Figura 63.** *Falla: Corrimiento.*



**Figura 64.** *Falla: Piel De Cocodrilo.*



**Figura 65.** *Falla: Piel De Cocodrilo.*



**Figura 66.** *Falla: Huecos Y Desprendimiento De Agregados.*



**Figura 67.** *Falla: Huecos Y Piel De Cocodrilo.*



**Figura 68.** *Falla: Huecos Y Corrimiento.*



**Figura 69.** *Falla: Peladura Grave.*



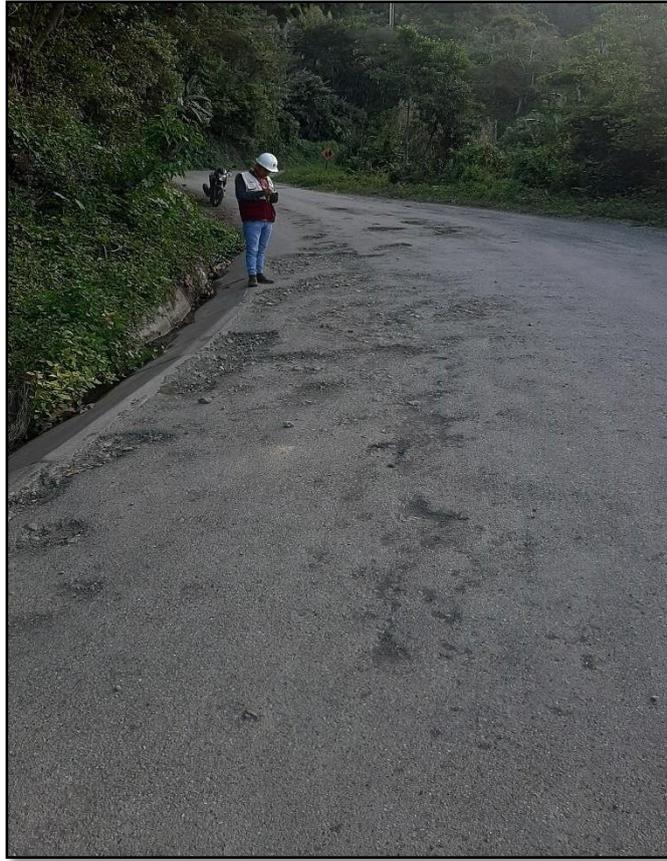
**Figura 70.** *Falla: Exudación De Agua.*



**Figura 71.** *Falla: Peladura.*



**Figura 72.** *Falla: Huecos Y Desintegración De Borde.*



**Figura 73.** *Falla: Erosión.*



**Figura 74.** *Falla: Desintegración De Borde.*



**Figura 75.** *Falla: Piel De Cocodrilo.*



**Figura 76.** *Falla: Parchado.*



**Figura 77.** *Falla: Corrimiento.*



**Figura 78.** *Falla: Baches.*



**Figura 79.** *Falla: Huecos Y Piel De Cocodrilo.*



**Figura 80.** *Falla: Erosión Y Desprendimiento De Agregados.*



**Figura 81.** *Falla: Huecos Y Exudación De Agua.*



**Figura 82.** *Falla: Huecos Y Exudación De Agua.*



**Figura 83.** *Falla: Huecos Y Piel De Cocodrilo.*



**ANEXO 2**

**PANEL FOTOGRAFICO DEL ESTUDIO DE TRAFICO VIAL.**

**Figura 84.** *Primer Día De Conteo Vehicular*



**Figura 85.** *Segundo Día De Conteo Vehicular*



**Figura 86.** *Tercer Día De Conteo Vehicular*



**Figura 87.** *Cuarto Día De Conteo Vehicular*



**Figura 88.** *Quinto Día De Conteo Vehicular*



**Figura 89.** *Sexto Día De Conteo Vehicular*



**Figura 90.** *Séptimo Día De Conteo Vehicular*

