

ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL MUNICIPIO DE  
COELLO CON EL ESPINAL EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

MARÍA CLAUDIA VERA GUARNIZO  
LOURDES PAOLA VILLAR HERRERA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
BOGOTÁ D.C  
2017

ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA VIA QUE COMUNICA EL MUNICIPIO DE  
COELLO CON EL ESPINAL EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

MARÍA CLAUDIA VERA GUARNIZO  
LOURDES PAOLA VILLAR HERRERA

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO (TPI)  
Para optar por el título de Especialistas en Patología de la Construcción



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
BOGOTÁ D.C  
2017

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN.....                                                       | 8  |
| 1. JUSTIFICACIÓN.....                                                   | 9  |
| 2. OBJETIVOS.....                                                       | 10 |
| 2.1 Objetivo general.....                                               | 10 |
| 2.2 Objetivos específicos .....                                         | 10 |
| 3. ALCANCE DE LA PATOLOGÍA .....                                        | 11 |
| 4. METODOLOGÍA .....                                                    | 12 |
| 5. FASE 1: FASE ADMINISTRATIVA.....                                     | 13 |
| 5.1 Datos generales.....                                                | 13 |
| 5.2 Estado actual de la vía.....                                        | 14 |
| 5.3 Identificación de necesidades .....                                 | 15 |
| 5.4 Cronograma del proyecto.....                                        | 16 |
| 5.5 Selección del recurso humano .....                                  | 17 |
| 5.6 Selección de los equipos a usar y ensayos técnicos realizados ..... | 17 |
| 5.7 Información recopilada durante la ejecución del TPI .....           | 18 |
| 6. FASE 2: INVESTIGACIÓN PRELIMINAR .....                               | 19 |
| 6.1 Historia clínica del paciente.....                                  | 19 |
| 6.2 Levantamiento topográfico .....                                     | 20 |
| 6.3 Levantamiento de daños.....                                         | 20 |
| 6.4 Aforo vehicular .....                                               | 27 |
| 6.5 Estudio de suelos.....                                              | 29 |
| 7. FASE 3: INVESTIGACIÓN PROFUNDA.....                                  | 30 |
| 7.1 Identificación y análisis de las causas de las fallas .....         | 30 |
| 7.2 Análisis y procesamiento de las lesiones registradas.....           | 42 |
| 7.3 Análisis del Estudio de suelos .....                                | 45 |
| 8. FASE 4: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN Y RECOMENDACIONES .....            | 50 |
| 8.1 Alternativa 1 (Obra nueva) .....                                    | 50 |
| 8.1.1 Diseño geométrico de la vía .....                                 | 50 |
| 8.1.2 Diseño de pavimento flexible .....                                | 50 |
| 8.1.3 Presupuesto de obra .....                                         | 55 |
| 8.2 Alternativa 2 (Reparación por tramos).....                          | 56 |
| 8.2.1 Tramo 1, reparación de la carpeta asfáltica .....                 | 57 |
| 8.2.2 Tramo 2 y 3, Obra nueva.....                                      | 57 |

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 8.2.3 Presupuesto de obra Alternativa 2..... | 58 |
| CONCLUSIONES.....                            | 59 |
| RECOMENDACIONES.....                         | 60 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....              | 61 |
| ANEXOS .....                                 | 62 |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Tabla de necesidades .....                                                                                        | 15 |
| Tabla 2. Recurso humano.....                                                                                               | 17 |
| Tabla 3. Equipo requerido.....                                                                                             | 17 |
| Tabla 4. Ensayos destructivos y no destructivos realizados.....                                                            | 18 |
| Tabla 5. Datos generales del entorno Vía Espinal - Coello .....                                                            | 19 |
| Tabla 6. Datos específicos de la Vía Espinal - Coello .....                                                                | 19 |
| Tabla 7. Conteo – Aforo vehicular.....                                                                                     | 27 |
| Tabla 8. Correlación límites de consistencia Vs. potencial de Expansión .....                                              | 48 |
| Tabla 9. Categoría de la vía.....                                                                                          | 51 |
| Tabla 10. Periodo de diseño estructural.....                                                                               | 51 |
| Tabla 11. Niveles de tránsito .....                                                                                        | 52 |
| Tabla 12. Regiones climáticas según la temperatura y precipitación .....                                                   | 52 |
| Tabla 13. Categoría de la subrasante de acuerdo a la Resistencia del CBR .....                                             | 53 |
| Tabla 14. Tabla Catálogo de diseño .....                                                                                   | 53 |
| Tabla 15. Cuadro de detalle Intervención por tramos.....                                                                   | 56 |
| Tabla 16. Periodo de diseño de las obras de rehabilitación de los pavimentos asfálticos de las carreteras nacionales ..... | 57 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Macro localización del proyecto (Departamento del Tolima) .....    | 13 |
| Figura 2. Cronograma del Estudio Patológico .....                            | 16 |
| Figura 3. Falla 1 Desprendimiento o hundimiento (Km 4+960) .....             | 20 |
| Figura 4. Falla 2 Bache (Km4+958,35) .....                                   | 21 |
| Figura 5. Falla 3 Bache (Km4+954,34) .....                                   | 21 |
| Figura 6. Falla 4 Descascaramiento (Km4+540) .....                           | 21 |
| Figura 7. Falla 5 Descascaramiento (Km4+140) .....                           | 22 |
| Figura 8. Falla 6 Descascaramiento (Km3+840) .....                           | 22 |
| Figura 9. Falla 7 Descascaramiento (Km3+400) .....                           | 22 |
| Figura 10. Falla 8 Bache (Km2+860) .....                                     | 23 |
| Figura 11. Falla 9 Descascaramiento y Desgaste superficial (Km1+510).....    | 23 |
| Figura 12. Falla 10 Fisura de borde y desgaste de superficial (Km1+210)..... | 24 |
| Figura 13. Falla 11 Descascaramiento (Km1+100) .....                         | 24 |
| Figura 14. Falla 12 Piel de cocodrilo (Km1+750) .....                        | 25 |
| Figura 15. Falla 13 Piel de cocodrilo y parche (Km2+540) .....               | 25 |
| Figura 16. Contaminación ambiental por polvo (Diferentes tramos) .....       | 26 |
| Figura 17. Detalle ubicación falla 1 .....                                   | 30 |
| Figura 18. Detalle ubicación falla 2 .....                                   | 31 |
| Figura 19. Detalle ubicación falla 3 .....                                   | 32 |
| Figura 20. Detalle ubicación falla 4 .....                                   | 33 |
| Figura 21. Detalle ubicación falla 5 .....                                   | 33 |
| Figura 22. Detalle ubicación falla 6 .....                                   | 34 |
| Figura 23. Detalle ubicación falla 7 .....                                   | 35 |
| Figura 24. Detalle ubicación falla 8 .....                                   | 36 |
| Figura 25. Detalle ubicación Falla 9 .....                                   | 37 |
| Figura 26. Detalle ubicación Falla 10 .....                                  | 38 |
| Figura 27. Detalle ubicación Falla 11 .....                                  | 39 |
| Figura 28. Detalle ubicación falla 12 .....                                  | 40 |
| Figura 29. Falla 13 Piel de cocodrilo y parche (Km2+540) .....               | 41 |
| Figura 30. Detalle Ubicación falla 13.....                                   | 41 |
| Figura 31. Gráfico: Área afectada por tramos Vs Tramo .....                  | 44 |
| Figura 32. Gráfico: Distribución de daño Vs. tipo de severidad medio .....   | 44 |
| Figura 33. Distribución de daño Vs. tipo de severidad alto.....              | 45 |
| Figura 34. Perfil estratigráfico Calicata 1 .....                            | 46 |
| Figura 35. Perfil estratigráfico calicata 2 .....                            | 47 |
| Figura 36. Perfil estratigráfico Calicata 3 .....                            | 49 |
| Figura 37. Carta de diseño número 3.....                                     | 54 |
| Figura 38. Alternativas de diseño.....                                       | 54 |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| ANEXO 1. Ubicación Vía Coello - Espinal .....                             | 63 |
| ANEXO 2. Ficha de información previa I (tramo Espinal - variante) .....   | 64 |
| ANEXO 3. Ficha de información previa I (tramo Coello - variante).....     | 65 |
| ANEXO 4. Ficha de información previa II (tramo Espinal - variante) .....  | 66 |
| ANEXO 5. Ficha de información previa II (tramo Coello - variante).....    | 67 |
| ANEXO 6. Ficha de información previa III (tramo Espinal - variante) ..... | 68 |
| ANEXO 7. Ficha de información previa III (tramo Coello - variante).....   | 69 |
| ANEXO 8. Levantamiento topográfico .....                                  | 70 |
| ANEXO 9. Formato para la evaluación del pavimento flexible (INVIAS) ..... | 71 |
| ANEXO 10. Levantamiento de fallas (FORMATO).....                          | 72 |
| ANEXO 11. Levantamiento de fallas (PLANO) .....                           | 73 |
| ANEXO 12. Estudio de suelos .....                                         | 74 |
| ANEXO 13. Cuadro de análisis de las lesiones .....                        | 75 |
| ANEXO 14. Diseño geométrico de la vía .....                               | 76 |
| ANEXO 15. Presupuesto de obra Alternativa 1.....                          | 77 |
| ANEXO 16. Presupuesto de obra Alternativa 2.....                          | 78 |

## INTRODUCCIÓN

Al igual que los seres humanos; las edificaciones, los puentes, las vías y todo tipo de obra civil y arquitectónica, con el pasar de los años presentan patologías, ocasionado por el deterioro de los materiales constructivos y pérdida de su comportamiento estructural.

La vía que comunica el municipio de Coello con el Espinal en el departamento del Tolima, es un claro ejemplo de la analogía de Patología entre el ser humano – y las Obras civiles y arquitectónicas. Dicha vía, es un carreteable que presenta una variedad de lesiones, algunas por causas directas, es decir originadas por esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc., y otras por causas indirectas atribuibles directamente a errores y defectos de diseño y ejecución.

El presente Trabajo Profesional Integrado (TPI) expondrá el cómo, cuántas y por qué de las lesiones presentadas en la vía en mención y la respectiva propuesta de rehabilitación ajustándose a las condiciones del entorno.

## **1. JUSTIFICACIÓN**

La vía atraviesa un importante sector agrícola, ganadero, minero y petrolero, convirtiéndose en un polo de desarrollo para los dos municipios que conecta, observándose que en los últimos años se ha visto un crecimiento en las actividades anteriormente descritas.

Por lo anterior se viene generando un incremento de tránsito pesado (Camiones de ejes sencillos dual, tándem y trídem) que circula por el carreteable mencionado, para lo cual, la vía no cuenta con los elementos geométricos adecuados y con la estructura de pavimento que soporte tales cargas. Además, estos vehículos están generando contaminación ambiental al producir grandes volúmenes del polvo y de ruido que incomodan a los habitantes de la región.

Como aporte al mejoramiento de la calidad de vida y a la movilidad vehicular se hace necesario rehabilitar de los quince (15) kilómetros de longitud que existe entre los dos municipios, por lo menos once kilómetros que se encuentran en mal estado, corrigiendo de este modo, los defectos y/o deterioros y garantizando la seguridad y confort a los usuarios de la vía y residentes del sector.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Identificar, analizar y corregir cada uno de las lesiones presentadas en la estructura de pavimento desde su origen y así mismo realizar las metodologías necesarias para su intervención.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar las patologías presentadas y las causas de las mismas.
- Evaluar en cada una de las etapas que intervienen en un estudio patológico, el estado de la vía, teniendo en cuenta la observación, toma de datos y el análisis del proceso.
- Generar dos propuestas de intervención para mejorar el estado actual de la vía, de acuerdo al tipo de vehículos que transitan en ella.
- Desarrollar habilidades y destrezas como especialistas en patología de la construcción.
- Aplicar los conocimientos adquiridos durante la especialización de Patología de la Construcción.

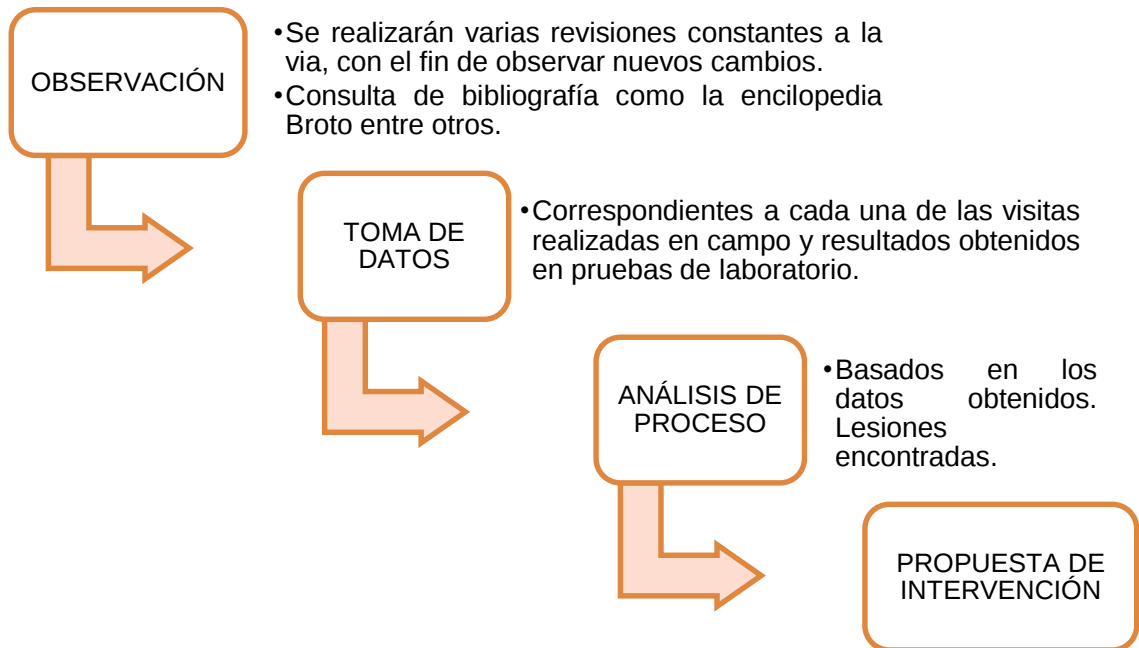
### **3. ALCANCE DE LA PATOLOGÍA**

El presente proyecto de grado (TPI) contempla el análisis y evaluación del origen de las de las fallas presentadas en la vía que comunica el municipio de Coello con el Espinal en el departamento del Tolima y la mejor propuesta para su intervención y rehabilitación de acuerdo a las condiciones socio-económicas de cada uno de los municipios. El estudio Patológico de la vía contempla los siguientes pasos:

1. Fase I: fase administrativa
2. Fase 2: Investigación preliminar
3. Fase 3: Investigación profunda y
4. Fase 4: propuesta de intervención y recomendaciones,

Para lo cual en la propuesta de intervención se considerarán los siguientes aspectos: medidas preventivas, especificaciones técnicas, y presupuesto de obra.

#### 4. METODOLOGÍA



Fuente: Propia

## 5. FASE 1: FASE ADMINISTRATIVA

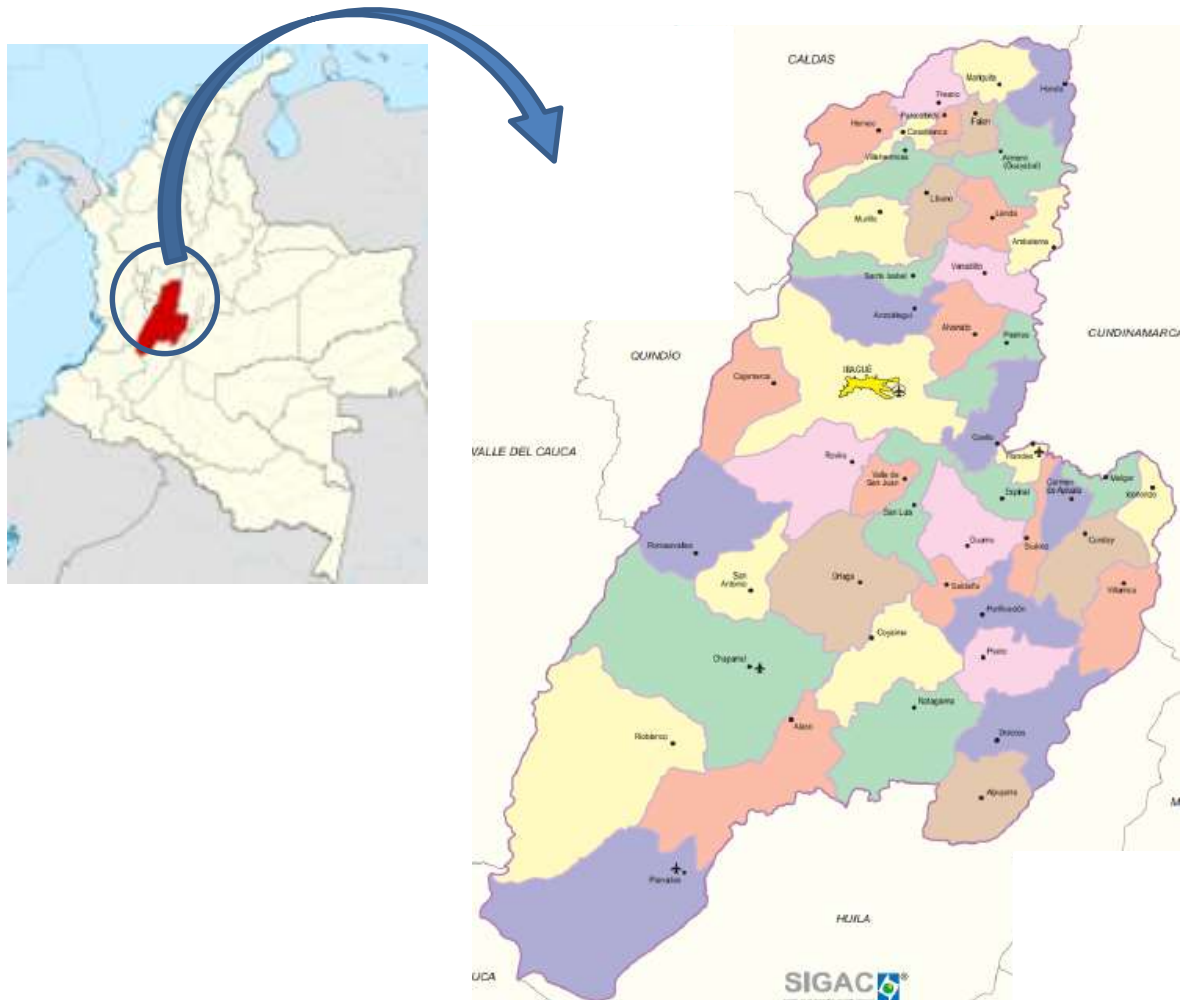
## 5.1 Datos generales

- Macro localización del proyecto

El Departamento del Tolima se encuentra ubicado en la región andina, en el centro – occidente del País, Limitando con los departamentos de Cauca, Cundinamarca, Huila, Caldas, Valle del Cauca, Quindío y Risaralda. Cuenta con una extensión de 23.992 Kilómetros cuadrados, de los cuales sólo el 0,43% corresponde al área urbana y el 99,57% al sector rural<sup>1</sup>.

Este Departamento se divide en 47 municipios, dos de ellos son el municipio de Coello y el Espinal. Ver figura 1.

**Figura 1. Macro localización del proyecto (Departamento del Tolima)**



<sup>1</sup> Fuente: Caracterización Departamento del Tolima. 2000-2010.  
<http://www.gobernaciondeltolima.com/indicadorestolima.pdf>

- Micro localización del proyecto

En el anexo 1 (Ubicación vía Coello – El Espinal) se observa el diagrama de la vía, la cual saliendo del municipio de Coello pasa por la doble calzada Flandes – Ibagué para continuar por la vereda la Morena y por último llegar a él Espinal.

#### Coello

El municipio de Coello Tolima, posee una relación urbano - funcional con algunos municipios de la región central del departamento del Tolima, especialmente con el Espinal. Coello cuenta con una ubicación geográfica estratégica, permitiendo la articulación del centro del departamento con municipios del departamento de Cundinamarca.

El municipio cuenta con una extensión de 340 Km<sup>2</sup> de los cuales el 0,11% corresponde al área urbana y el 99.89% al sector rural.<sup>2</sup>

Este limita con los siguientes municipios: El Espinal, San Luis, Flandes, departamento de Cundinamarca, Ibagué y Piedras.

Su principal actividad económica se basa en las actividades de agricultura, ganadería y minería (material de mina y cantera). Dentro de la agricultura se destaca los productos del algodón, sorgo, maíz, yuca, maní y ciruela, mango, limón y plátano, en cuanto a la minería se destacan las minas de arena, triturado y recebo<sup>3</sup>.

#### El Espinal

También ubicado en el centro del Departamento, cuenta con una extensión de 214.3 Km<sup>2</sup> de los cuales el 4.35% pertenece al área urbana y el 95,65% al sector rural.

Limita con los municipios de: Coello, Flandes, Guamo, Suarez y San Luis.<sup>4</sup>

Poseen tres sectores de producción: el primario la cual incluye actividades agrarias, pecuarias, en piscicultura y acuicultura y la minería; el sector secundario con actividades como: industria manufacturera, micro industria manufacturera, electricidad, gas y agua, construcción y obras públicas y vivienda y el sector terciario relacionada con el comercio. Se encuentra a 48 Km de la capital Tolimense.

#### 5.2 Estado actual de la vía

Actualmente la vía, que del municipio del Espinal conduce al municipio de Coello pasando por la vereda la Morena y la doble calzada Flandes – Ibagué, cuenta con cuatro kilómetros con pavimento flexible (del K0+000 al K4+000) desde hace más de 10 años, sin obras de arte y señalización y a partir del K4+000 al K15+000, la vía no cuenta con pavimento (carpeta asfáltica), no con elementos geométricos exigidos por las normas estatales para una vía secundaria y tan solo en algunos de sus tramos se ha mitigado el polvo ocasionado, con capas de rodadura insuficientes para soportar las cargas del tránsito que circula.

---

<sup>2</sup> Estadísticas básicas Coello. 2000-2010. <http://tolima.gov.co/municipios/muni/coello/movie.swf>

<sup>3</sup> Fuente económica Municipio de Coello. [http://www.coello-tolima.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.coello-tolima.gov.co/informacion_general.shtml)

<sup>4</sup> Estadísticas básicas Espinal. 2000-2010. <http://tolima.gov.co/municipios/muni/espinal/movie.swf>

Este tramo de vía, de once kilómetros, en la actualidad se encuentra destruido y lleno de baches, causando continuamente daños mecánicos a los vehículos e incomodidad a los usuarios por la falta de seguridad y confort del diseño de vía. A ello también se le debe de sumar la contaminación por el polvo que levanta los vehículos por el paso de la vía y la contaminación auditiva.

Es de resaltar que la circulación en la vía corresponde a vehículos comerciales, con pesos mayores a 5 toneladas.

Ver anexo 2 y 3 (Ficha técnica #1)

### 5.3 Identificación de necesidades

De acuerdo a la inspección visual realizada a la vía y lo descrito en el numeral anterior (5.2 estado actual de la vía), el plan de necesidades se indica en la tabla 1.

**Tabla 1. Tabla de necesidades**

| NECESIDADES MÍNIMAS                                                                                                          | DETALLE DE LA NECESIDAD                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VISITAS DE INSPECCION VISUAL A LA VIA                                                                                        | 1. Hacer un seguimiento detallado del estado de la vía (pavimento, obra de arte) con registro escrito y fotográfico |
|                                                                                                                              | 2. Levantamiento de fallas                                                                                          |
| ESTUDIOS                                                                                                                     | 1. Levantamiento topográfico                                                                                        |
|                                                                                                                              | 2. Estudio de suelos                                                                                                |
|                                                                                                                              | 3. Aforos vehiculares                                                                                               |
| DISEÑO<br>(De acuerdo a los resultados del estudio de suelos y al análisis de fallas, se utilizará el diseño que haya lugar) | 1. Rehabilitación del pavimento existente                                                                           |
|                                                                                                                              | 2. Diseño de pavimento nuevo                                                                                        |
|                                                                                                                              | 3. Diseño geométrico con planta, perfil y secciones transversales                                                   |
|                                                                                                                              | 4. Diseño de obras de arte                                                                                          |
|                                                                                                                              | 5. Señalización                                                                                                     |
| RECURSOS                                                                                                                     | Humanos                                                                                                             |
|                                                                                                                              | Técnicos                                                                                                            |
|                                                                                                                              | Económicos                                                                                                          |

Fuente: Propia

## 5.4 Cronograma del proyecto

De acuerdo a la tabla 1 (Tabla de necesidades) el Cronograma del proyecto a desarrollar es el siguiente:

**Figura 2. Cronograma del Estudio Patológico**

Fuente: Propia

| PROGRAMACIÓN MÉTODO PARA EL CONTROL DEL ESTUDIO PATOLÓGICO |                                       |                                                        |           |               |                   |                  |                          |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------|---------------|-------------------|------------------|--------------------------|
| N°                                                         | CAPÍTULOS                             | ACTIVIDADES                                            | SECUENCIA | DURACIÓN      |                   |                  | RESPONSABLE              |
|                                                            |                                       |                                                        |           | TOTAL DE DÍAS | INICIO (dd/mm/aa) | FINAL (dd/mm/aa) |                          |
| <b>1</b>                                                   | <b>FASE ADMINISTRATIVA</b>            |                                                        |           |               |                   |                  |                          |
| 1,1                                                        | RECOPIACIÓN DE DATOS                  |                                                        |           | 2             | 07/09/2013        | 09/09/2013       | Autores del presente TPI |
| 1,2                                                        | IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES         |                                                        |           | 2             | 07/09/2013        | 09/09/2013       | Autores del presente TPI |
| 1,3                                                        | PERMISOS                              |                                                        |           | 2             | 07/09/2013        | 09/09/2013       | Autores del presente TPI |
| <b>2</b>                                                   | <b>INVESTIGACION PRELIMINAR</b>       |                                                        |           |               |                   |                  |                          |
| 2,1                                                        | RECOPIACIÓN DE DATOS                  |                                                        |           | 30            | 07/09/2013        | 07/10/2013       | Autores del presente TPI |
| 2,2                                                        | TOPOGRAFÍA                            |                                                        |           | 15            | 07/09/2013        | 21/09/2013       | Autores del presente TPI |
| 2,3                                                        | LEVANTAMIENTO DE DAÑOS                | ANÁLISIS DEL LEVANTAMIENTO DE FALLAS                   |           | 60            | 21/09/2013        | 21/11/2013       | Autores del presente TPI |
| 2,4                                                        | AFORO DEL TRÁNSITO                    |                                                        |           | 5             | 12/05/2014        | 16/05/2014       | Autores del presente TPI |
| <b>3</b>                                                   | <b>INVESTIGACION PROFUNDA</b>         |                                                        |           |               |                   |                  |                          |
| 3,1                                                        | ENSAYOS DE CAMPO                      |                                                        |           |               |                   |                  |                          |
|                                                            |                                       | APIQUES - CALICATA                                     |           | 1             | 12/04/2014        | 12/04/2014       | Autores del presente TPI |
| 3,2                                                        | ENSAYOS DE LABORATORIO                |                                                        |           |               |                   |                  |                          |
|                                                            |                                       | GRANULOMETRÍA                                          |           | 30            | 13/04/2014        | 13/05/2014       | Autores del presente TPI |
|                                                            |                                       | LÍMETES DE ATTERBERG                                   |           |               |                   |                  |                          |
|                                                            |                                       | HUMEDAD ÓPTIMA                                         |           |               |                   |                  |                          |
|                                                            |                                       | PROCTOR MODIFICADO                                     |           |               |                   |                  |                          |
|                                                            |                                       | CBR MODIFICADO                                         |           |               |                   |                  |                          |
|                                                            |                                       | ENTREGA INFORME ESTUDIO DE SUELOS                      |           |               |                   |                  |                          |
| <b>4</b>                                                   | <b>INTERVENCION / REHABILITACION*</b> |                                                        |           |               |                   |                  |                          |
| 4,1                                                        | PROPUESTA DE REHABILITACIÓN           |                                                        |           |               |                   |                  |                          |
|                                                            |                                       | DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO                   |           | 90            | 01/02/2015        | 30/04/2015       | Autores del presente TPI |
|                                                            |                                       | DISEÑO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO                           |           |               |                   |                  |                          |
|                                                            |                                       | DISEÑO DE LAS OBRAS DE ARTE                            |           |               |                   |                  |                          |
|                                                            |                                       | PLANO DE REHABILITACIÓN                                |           |               |                   |                  |                          |
|                                                            |                                       | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MÍNIMAS PARA LA CONSTRUCCIÓN |           |               |                   |                  |                          |
|                                                            |                                       | MEDIDAS PREVENTIVAS                                    |           |               |                   |                  |                          |
|                                                            |                                       | CRONOGRAMA                                             |           |               |                   |                  |                          |
|                                                            |                                       | PRESUPUESTO                                            |           |               |                   |                  |                          |
| <b>5</b>                                                   | <b>INFORME FINAL</b>                  |                                                        |           |               |                   |                  |                          |
| 5,1                                                        | ENTREGA FINAL                         |                                                        |           | 1             | 21/04/2015        | 21/04/2015       | Autores del presente TPI |

### 5.5 Selección del recurso humano

Teniendo en cuenta las necesidades mínimas expuestas en la Tabla 1, el recurso humano necesario para el desarrollo del Trabajo Profesional Integrado (TPI) es el siguiente (Ver tabla 2).

Nota: Se aclara que los profesionales mencionados en la fila 2 de la tabla 2, son asesores externos del TPI.

**Tabla 2. Recurso humano**

| SELECCIÓN DEL RECURSO HUMANO |                                                  |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |                                                   |
|------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------|
| ÍTEM                         | PERFIL DEL RECURSO HUMANO                        | DETALLES DEL PERFIL                                                      | FUNCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                      | CARGO                  | PROFESIONAL A CARGO                               |
| 1                            | PROFESIONAL ESPECIALIZADO                        | Ingeniero Patólogo                                                       | Define el estado de los materiales de la vía, realiza el levantamiento de daños específico, realiza el análisis de fallas, Interpreta los resultados del Estudio de suelos y los demás estudios realizados y se encarga de realizar las acciones correctivas o la propuesta de intervención. | DIRECTOR DEL PROYECTO  | - Autores del TPI                                 |
| 2                            | Asesores externos TPI: PROFESIONAL ESPECIALIZADO | Ingeniero en Diseño de vías y Pavimento flexible / Ingeniero Geotecnista | Profesional asesor de la viabilidad de las acciones correctivas realizadas a la estructura de pavimento (Diseño de vía y estructura de pavimento).                                                                                                                                           | ASESOR TÉCNICO EXTERNO | - Ing. Nestor Simón Osorio<br>- Ing. Carlos Nieto |
| 3                            | OTROS PROFESIONAL                                |                                                                          | Realiza los ensayos de campo y de laboratorio                                                                                                                                                                                                                                                | Técnicos               | - Laboratorio EDYCONST                            |

Fuente: Propia

### 5.6 Selección de los equipos a usar y ensayos técnicos realizados

Teniendo en cuenta las necesidades mínimas expuestas en la Tabla 1, los equipos necesarios para el desarrollo del Trabajo Profesional Integrado (TPI) se observan en la tabla 3, y los ensayos realizados en la tabla 4.

**Tabla 3. Equipo requerido**

| EQUIPO PATOLÓGICO REQUERIDO              |                                        |                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EQUIPO GENERAL REQUERIDO                 | ¿REQUIERE EL USO DEL EQUIPO? (SI / NO) | FUNCIÓN DEL EQUIPO                                                                                                                                                   |
| Flexómetro - Cinta métrica - Escalímetro | Obligatorios                           | Para dimensionar las fallas en las fotografías tomadas. <b>Equipo para ensayo NO destructivo.</b>                                                                    |
| Cámara fotográfica                       | Obligatorio                            | Como elemento para la evidencia de las fallas encontradas. <b>Equipo para ensayo NO destructivo.</b>                                                                 |
| Equipo para el Estudio de suelos         | Obligatorio                            | Utilizado para la clasificación del tipo de suelo y verificación de las condiciones de la estructura del pavimento existente. <b>Equipo para ensayo Destructivo.</b> |

Fuente: Propia

Tabla 4. Ensayos destructivos y no destructivos realizados

| ENSAYOS Y ESTUDIOS PATOLÓGICOS REALIZADOS                |                                                    |                                                                                |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| TIPO DE ENSAYO - ESTUDIO                                 |                                                    | NOMBRE DEL ENSAYO REQUERIDO                                                    |
| D<br>E<br>S<br>T<br>R<br>U<br>C<br>T<br>I<br>V<br>O<br>S | ESTUDIOS DE SUELOS<br>(Ensayo destructivo)         | Estratigrafía (Perfil estratigráfico)                                          |
|                                                          |                                                    | Granulometría                                                                  |
|                                                          |                                                    | Densidades                                                                     |
|                                                          |                                                    | Humedades natural                                                              |
|                                                          |                                                    | Humedades óptimas                                                              |
|                                                          |                                                    | CBR                                                                            |
|                                                          |                                                    | Clasificación del suelo                                                        |
|                                                          |                                                    | Potencial de expansión del suelo (Si aplica)                                   |
| D<br>E<br>S<br>T<br>R<br>U<br>C<br>T<br>I<br>V<br>O<br>S | ESTUDIO AFORO VEHICULAR<br>(Ensayo no destructivo) | Aforo de automóviles, busetas, buses, C-2 pequeño, C-2 grande, C3-C4, C5 y >C5 |
|                                                          |                                                    | Análisis del TPD (Transito promedio diario)                                    |
|                                                          |                                                    | Análisis del TPDS (Transito promedio diario semanal)                           |
|                                                          | LEVANTAMIENTO DE FALLAS                            | Inspección visual                                                              |
|                                                          |                                                    | Registro fotográfico                                                           |
|                                                          |                                                    | Identificación de las fallas con su respectivo abscisado                       |

#### 5.7 Información recopilada durante la ejecución del TPI

Durante la investigación y el desarrollo del proyecto en la etapa de historia clínica, los diferentes municipios aportaron la siguiente información<sup>5</sup>, los cuales facilitaron a la ejecución y evaluación del estudio patológico de la vía:

- Planos con el Levantamiento topográfico, incluye plano en planta y secciones transversales. (Correspondiente al tramo Coello – doble calzada)

*Nota:*

*De acuerdo al plano suministrado, se tomará la longitud de vía de la siguiente manera:  
**Ver anexo N°1.***

| <b>Abscisa inicial – Abscisa final</b> | <b>INDICACIÓN</b>                                                                   |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Km 0+000 – Km 5+000</i>             | <i>Inicia en doble calzada Flandes – Ibagué y finaliza en puente del Río Coello</i> |
| <i>Km 0+000 – Km 6+000</i>             | <i>Inicia en doble calzada Flandes – Ibagué y finaliza en puente del Río Coello</i> |

- Antecedentes de la construcción de la vía (año de construcción y reparaciones realizadas)
- No se encontró información relacionada con: diseños de la vía, diseño de la mezcla asfáltica existente, estudios de suelos, quien construyó la vía y diseño geométrico de la vía.

<sup>5</sup> Información suministrada por medio del Ingeniero Néstor Simón Osorio.

## 6. FASE 2: INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

### 6.1 Historia clínica del paciente

Para efectos de la evaluación de los daños en la estructura de pavimento de la vía Coello – Espinal y su rehabilitación, se investigaron los siguientes datos: la temperatura promedio, humedad relativa, precipitación, evapotranspiración, contaminantes químicos cercanos, sismicidad, topografía del terreno y factores de riesgo.

Para el tramo de vía ubicado desde el municipio de Coello hasta el municipio del Espinal atravesando la doble calzada Flandes – Ibagué los datos registrados fueron los siguientes:

**Tabla 5. Datos generales del entorno Via Espinal - Coello**

| Dato                            | Ruta Coello - Variante                        | Ruta Variante – el Espinal  |
|---------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|
| Temperatura promedio            | 28 – 29 °C                                    | 29° C                       |
| Humedad relativa                | 65% - 70%                                     | 70%                         |
| Precipitación                   | 1337,2 mm anual                               | 1368 mm/anual               |
| Pluviosidad                     | Baja                                          | Baja                        |
| Evapotranspiración              | Alta (2073,3 mm(anual))                       | 4,70 mm/día                 |
| Tipo de ambiente                | Leve residencial                              | Agresivo por ser industrial |
| Contaminantes químicos cercanos | Explotación minera (material de construcción) | Agro químicos               |
| Sismicidad                      | Intermedia                                    | Intermedia                  |
| Otros factores de riesgo        | Inundaciones, deslizamientos                  | Inundaciones                |
| Topografía del terreno          | Plano - montañosa                             | Plano                       |

En los anexos 4 y 5 se observan la ficha técnica número 2, allí se describen los datos generales del entorno de la vía.

Como datos específicos, se investigó la siguiente información: longitud y ancho de la vía, caracterización de la vía, tránsito vehicular, normativa usada, obras de arte, señalización, licencias de construcción, planes específicos a futuro y otros. Ver tabla 6.

**Tabla 6. Datos específicos de la Vía Espinal - Coello**

| Dato                                 | Ruta Coello - Variante                                   | Ruta Variante – el Espinal                               |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Longitud y ancho de la vía           | 5 Km – 6m                                                | 6 Km – 6m                                                |
| Caracterización vía                  | Pavimento flexible                                       | Pavimento flexible                                       |
| Tránsito vehicular                   | Motocicletas, automóviles, camioneta y maquinaria pesada | Motocicletas, automóviles, camioneta y maquinaria pesada |
| Normativa usada                      | Técnica                                                  | Técnica                                                  |
| Obras de arte                        | Carece de obras de arte                                  | Carece de obras de arte                                  |
| Señalización                         | Deficiencia de señalización                              | Deficiencia de señalización                              |
| Licencias de construcción obtenidas: | No tiene                                                 | No tiene                                                 |
| Planos específicos futuros:          | Rehabilitación de la vía con sus obras complementarias   | Rehabilitación de la vía con sus obras complementarias   |

En los anexos 6 y 7 (ficha técnica número 3) se indican de manera más detallada cada uno de los datos anteriormente descritos.

## 6.2 Levantamiento topográfico

Durante el análisis del levantamiento topográfico se observó que el diseño geométrico actual cumple con las necesidades del entorno, existiendo algunas excepciones como:

- ✓ Mejorar el ancho de bermas para facilitar así un espaciamiento para el adelanto de vehículos
- ✓ Ampliar el ancho de vía, teniendo en cuenta que el mayor tránsito corresponde a vehículos pesados
- ✓ Mejorar algunas curvas como aportarte de mayor seguridad y confort al tramo de vía

En cuanto al sistema de drenado, se observó que la vía carece de obras de arte, solo presenta en ciertos tramos boxculvert y puentes, por lo que se debe de considerar en la rehabilitación como factor preventivo para la durabilidad de la vía, obras de drenaje y sub drenaje, tales como: cunetas, alcantarillado (si aplica), bombeo en la vía, bordillos, lavaderos o tubos perforados.

En el anexo 8 se observa el levantamiento topográfico del tramo de vía correspondiente a los 11 Km. *Nota: Por falta de recursos económicos no se pudo realizar el levantamiento topográfico del tramo que inicia desde la doble calzada – al Espinal.*

## 6.3 Levantamiento de daños

Para el levantamiento de daños, se utilizó como guía el manual para la inspección visual de pavimentos flexibles del Instituto Nacional del de Vías (INVIAS) y la Universidad Nacional. Ver anexos 9 y 10.

De acuerdo a la inspección visual realizada, los daños y las fallas presentadas en la vía se describen a continuación (Ver anexo 11 – Plano de levantamiento de fallas). Partiendo desde el municipio de Coello (Km4+960) hasta la doble calzada Flandes - Ibagué (Km+000) y de desde la doble calzada Flandes - Ibagué (Km+000) hasta el municipio del Espinal (Km6+040):



**Descripción:** En el Km4+960 se observa el desprendimiento de parte de la bancada de vía. Dicho desprendimiento o hundimiento de aproximadamente 23 cm de alto. Posee una carpeta asfáltica de 5 cm de espesor y ancho de vía de 4,50m aproximadamente.

**Figura 4. Falla 2 Bache (Km4+958,35)**



**Descripción:** En el Km4+958,35 se observa el desprendimiento o descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando un bache de aproximadamente 70 cm de longitud por 40 cm de ancho y 4 cm de profundidad. Posee una carpeta asfáltica de 4-5 cm de espesor. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Figura 5. Falla 3 Bache (Km4+954,34)**



**Descripción:** En el Km4+954,34 se observa el desprendimiento o descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando un bache de aproximadamente 38 cm de diámetro, 3 cm de profundidad. Posee una carpeta asfáltica de 4-5 cm de espesor. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Figura 6. Falla 4 Descascaramiento (Km4+540)**



**Descripción:** En el Km4+540 se observa el desprendimiento o descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando un hueco de aproximadamente 5,06 m de longitud por 1,06 m de ancho y 5 cm de profundidad. Posee una carpeta asfáltica de 4 cm de espesor. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Figura 7. Falla 5 Descascaramiento (Km4+140)**



**Descripción:** En el Km4+140 se observa el desprendimiento o descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando un hueco de aproximadamente 2,20m de longitud por 92cm de ancho y 4 cm de profundidad. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Figura 8. Falla 6 Descascaramiento (Km3+840)**



**Descripción:** En el Km3+840 se observa el desprendimiento o descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando un hueco de aproximadamente 80cm de longitud por 79cm de ancho y 4 cm de profundidad. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Figura 9. Falla 7 Descascaramiento (Km3+400)**



**Descripción:** En el Km3+400 se observa el desprendimiento o descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando 2 averturas consecutivas. La avertura 1 de aproximadamente 50cm de longitud por 33cm de ancho y 4cm de profundidad y la avertura 2 de aproximadamente 52cm de longitud por 44cm de ancho y 4 cm de profundidad. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Figura 10. Falla 8 Bache (Km2+860)**



**Descripción:** En el Km2+860 se observa el desprendimiento o descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando una avertura – bache de aproximadamente 1,29m de longitud por 80cm de ancho y 3cm de profundidad. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Figura 11. Falla 9 Descascaramiento y Desgaste superficial (Km1+510)**



**Descripción:** En el Km1+510 se observa el descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando una avertura de aproximadamente 3,70m de longitud por 1,90cm de ancho y 3cm de profundidad. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Figura 12. Falla 10 Fisura de borde y desgaste de superficial (Km1+210)**



**Descripción:** En el Km1+210 se observa una fisura de borde de aproximadamente 7 mm de espesor con una longitud de 3,50 m. También se evidencia desgaste y deterioro de la superficie asfáltica, dejando expuesto los agregados de la carpeta asfáltica.

**Inicio Tramo: Variante Doble calzada Ibagué – Flandes a el municipio del Espinal**

**Figura 13. Falla 11 Descascaramiento (Km1+100)**



**Descripción:** En el Km1+100 se observa descascaramiento y pérdida de la carpeta asfáltica en la estructura del pavimento formando una avertura de aproximadamente 1,43m de longitud por 1,70cm de ancho y 8cm de profundidad.

**Figura 14. Falla 12 Piel de cocodrilo (Km1+750)**



**Descripción:** En el Km1+750 se observa piel de cocodrilo y bache en la estructura del pavimento. La avertura es de aproximadamente 1,97 m de longitud por 1,17m de ancho y 4cm de profundidad y la piel de cocodrilo aproximadamente 4,25m de longitud por 1,40m de ancho.

**Figura 15. Falla 13 Piel de cocodrilo y parche (Km2+540)**



**Descripción:** En el Km2+540 se observa piel de cocodrilo de aproximadamente 5,13m de longitud por 1,90m de ancho y un parche de 1,40 m de ancho por 5,60 m de longitud.

**Figura 16. Contaminación ambiental por polvo (Diferentes tramos)**

Nota: El registro fotográfico que a continuación se evidencia, fue tomado antes al levantamiento de fallas mostrado en las figuras de la 3 – 15 como parte de la presentación (propuesta) del TPI en clase de Historia Clínica y Diagnóstico.



**Descripción:** A lo largo del recorrido se registró tramos de vía como carreteables o en afirmado, es decir por su condición de importancia de años atrás, no se constituía como una vía secundaria, por lo que esta no poseía una estructura de pavimento ideal, simplemente un riego de asfalto como parte de carpeta de rodadura, que con el paso de vehículos pesados, tal como se muestra en las imágenes, esta se fue desgastando y generando posteriormente contaminación ambiental y visual para los usuarios y residentes del sector.

Es preciso mencionar que a lo largo de la vía partiendo desde el municipio de Coello (Km5+000) hasta la doble calzada Flandes - Ibagué (Km+000) y de desde la doble calzada Flandes - Ibagué (Km+000) hasta el municipio del Espinal (Km6+040) el 80% de vía, la carpeta asfáltica se encuentra deteriorada, ya sea evidenciando un desgaste superficial o envejecimiento como también la pérdida total de la carpeta, lo que ha

ocasionado contaminación ambiental por polvo, problemas de confort para los usuarios de la vía.

#### 6.4 Aforo vehicular

Se realizó el conteo vehicular en la vía sujeta al estudio patológico (Vía Coello – Espinal), revisándose las siguientes variables:

- Número de vehículos diferidos por clases (Automóvil, campero, camionetas, Busetas, Camiones: C-2, C-3, C-4, C-5 y mayores
- Conteo vehicular por un lapso de 12 horas durante una semana.
- Conteo vehicular en el punto más crítico de paso de vehículos (Estación ubicada en dos sentidos; sentido A: Coello – el Espinal, sentido B: Espinal – Coello.

En la tabla 7 se relacionan los resultados del aforo vehicular.

Tabla 7. Conteo – Aforo vehicular

| ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA VIA QUE COMUNICA EL MUNICIPIO DE COELLO CON EL ESPINAL<br>- TOLIMA<br>VIA ESPINAL-COELLO |                                                    |    |                |   |                                        |   |            |    |          |   |           |   |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----|----------------|---|----------------------------------------|---|------------|----|----------|---|-----------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|
| FORMATO NÚMERO 1: AFORO - CONTEOS MANUALES DE TRÁNSITO VEHICULAR                                                  |                                                    |    |                |   |                                        |   |            |    |          |   |           |   |                                                                                     |
| ESPECIALIZACIÓN DE PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN                                                                   |                                                    |    |                |   |                                        |   |            |    |          |   |           |   |                                                                                     |
| Tabla de Convenciones                                                                                             |                                                    |    |                |   | A= HACIA EL ESPINAL<br>B= HACIA COELLO |   |            |    |          |   |           |   |                                                                                     |
| DÍA LUNES 12 DE MAYO DE 2014                                                                                      |                                                    |    |                |   |                                        |   |            |    |          |   |           |   |                                                                                     |
| Tipo de vehículo                                                                                                  | Automovil, campero, microbuses, taxis, camionetas. |    | Busetas, buses |   | C-2 PEQUEÑO                            |   | C-2 GRANDE |    | C3 - C-4 |   | C5 y > C5 |   | TOTAL                                                                               |
| Sentido                                                                                                           | A                                                  | B  | A              | B | A                                      | B | A          | B  | A        | B | A         | B |                                                                                     |
| HORA                                                                                                              |                                                    |    |                |   |                                        |   |            |    |          |   |           |   |                                                                                     |
| 6:00 - 7:00 am                                                                                                    | 6                                                  | 2  | 1              |   |                                        |   | 2          | 1  |          |   |           |   | 12                                                                                  |
| 7:00 - 8:00 am                                                                                                    | 3                                                  | 14 |                | 1 |                                        | 1 | 3          | 1  |          |   |           |   | 23                                                                                  |
| 8:00 - 9:00 am                                                                                                    | 5                                                  | 11 | 1              |   |                                        |   |            | 3  |          |   |           |   | 20                                                                                  |
| 9:00 - 10:00 am                                                                                                   | 5                                                  | 4  |                | 1 | 1                                      | 1 | 6          | 1  |          |   | 2         |   | 21                                                                                  |
| 10:00 - 11:00 am                                                                                                  | 4                                                  | 6  | 1              |   |                                        |   | 2          | 2  |          |   |           |   | 15                                                                                  |
| 11:00 - 12:00 pm                                                                                                  | 11                                                 | 4  |                | 1 |                                        |   |            |    |          |   |           |   | 16                                                                                  |
| 12:00 - 1:00 pm                                                                                                   | 4                                                  | 5  | 1              |   |                                        |   |            | 2  |          |   |           |   | 12                                                                                  |
| 1:00 - 2:00 pm                                                                                                    | 8                                                  | 7  |                | 1 |                                        |   | 1          |    |          |   |           |   | 17                                                                                  |
| 2:00 - 3:00 pm                                                                                                    | 9                                                  | 6  | 1              |   |                                        |   |            |    |          |   |           |   | 16                                                                                  |
| 3:00 - 4:00 pm                                                                                                    | 4                                                  | 7  |                | 1 |                                        |   |            | 1  |          |   |           |   | 13                                                                                  |
| 4:00 - 5:00 pm                                                                                                    | 9                                                  | 6  | 1              |   | 1                                      |   |            | 1  |          |   |           | 1 | 19                                                                                  |
| 5:00 - 6:00 pm                                                                                                    | 5                                                  | 4  |                | 1 |                                        |   |            | 1  |          |   |           |   | 11                                                                                  |
| TOTAL                                                                                                             | 73                                                 | 76 | 6              | 6 | 2                                      | 2 | 14         | 13 | 0        | 0 | 2         | 1 | 195                                                                                 |
| DIA MARTES 13 DE MAYO DE 2014                                                                                     |                                                    |    |                |   |                                        |   |            |    |          |   |           |   |                                                                                     |
| 6:00 - 7:00 am                                                                                                    | 2                                                  | 4  | 2              |   | 1                                      | 3 |            |    |          | 1 |           |   | 13                                                                                  |
| 7:00 - 8:00 am                                                                                                    | 2                                                  | 12 |                | 3 | 1                                      |   | 1          | 2  | 1        |   |           |   | 22                                                                                  |
| 8:00 - 9:00 am                                                                                                    | 4                                                  | 6  | 1              |   |                                        |   | 2          | 2  |          | 1 |           |   | 16                                                                                  |
| 9:00 - 10:00 am                                                                                                   | 3                                                  | 4  |                |   | 1                                      |   |            | 2  | 1        | 1 |           |   | 12                                                                                  |
| 10:00 - 11:00 am                                                                                                  | 6                                                  | 9  | 1              | 1 |                                        |   |            |    |          | 1 |           |   | 18                                                                                  |
| 11:00 - 12:00 pm                                                                                                  | 5                                                  | 4  |                | 2 |                                        |   | 2          | 1  | 1        |   |           |   | 15                                                                                  |
| 12:00 - 1:00 pm                                                                                                   | 12                                                 | 9  | 2              |   |                                        | 1 | 1          | 2  |          |   |           |   | 27                                                                                  |
| 1:00 - 2:00 pm                                                                                                    | 2                                                  | 9  |                |   |                                        | 1 | 1          | 1  |          | 2 |           |   | 16                                                                                  |
| 2:00 - 3:00 pm                                                                                                    | 7                                                  | 9  | 1              |   |                                        |   |            | 2  |          |   |           | 1 | 20                                                                                  |
| 3:00 - 4:00 pm                                                                                                    | 11                                                 | 4  |                |   |                                        | 1 | 3          |    |          |   |           |   | 19                                                                                  |
| 4:00 - 5:00 pm                                                                                                    | 4                                                  | 6  |                |   | 1                                      |   | 1          | 1  |          |   |           |   | 13                                                                                  |
| 5:00 - 6:00 pm                                                                                                    | 8                                                  | 6  |                |   | 1                                      |   |            |    |          |   |           | 1 | 16                                                                                  |
| TOTAL                                                                                                             | 66                                                 | 82 | 7              | 6 | 5                                      | 6 | 11         | 13 | 3        | 6 | 0         | 2 | 207                                                                                 |

| DÍA MIÉRCOLES 14 DE MAYO DE 2014 |                                                    |     |                |    |             |    |            |    |          |    |       |   |              |
|----------------------------------|----------------------------------------------------|-----|----------------|----|-------------|----|------------|----|----------|----|-------|---|--------------|
| 6:00 - 7:00 am                   | 3                                                  | 5   | 2              | 1  |             | 1  | 1          |    |          |    |       | 2 | 15           |
| 7:00 - 8:00 am                   | 1                                                  | 10  |                | 1  | 1           |    | 1          |    | 1        |    | 1     |   | 16           |
| 8:00 - 9:00 am                   | 9                                                  | 10  | 2              |    |             |    |            |    |          |    | 1     |   | 22           |
| 9:00 - 10:00 am                  | 7                                                  | 11  |                | 1  |             | 2  |            |    |          |    |       |   | 21           |
| 10:00 - 11:00 am                 | 6                                                  | 10  | 1              | 1  | 2           |    |            | 1  |          |    |       |   | 21           |
| 11:00 - 12:00 pm                 | 5                                                  | 4   |                | 2  |             |    | 2          |    |          |    |       |   | 13           |
| 12:00 - 1:00 pm                  | 7                                                  | 11  | 2              | 1  |             |    |            | 2  |          | 1  |       |   | 24           |
| 1:00 - 2:00 pm                   | 9                                                  | 3   |                | 2  |             | 1  | 1          | 1  | 1        | 1  |       |   | 19           |
| 2:00 - 3:00 pm                   | 3                                                  | 6   | 1              |    | 1           |    |            | 4  | 1        |    |       |   | 16           |
| 3:00 - 4:00 pm                   | 5                                                  | 7   | 1              | 1  | 1           | 1  |            |    |          |    |       |   | 16           |
| 4:00 - 5:00 pm                   | 7                                                  | 4   | 1              | 1  | 2           | 3  | 2          |    |          | 1  |       |   | 21           |
| 5:00 - 6:00 pm                   | 10                                                 | 3   |                |    | 2           |    |            |    | 1        |    |       | 1 | 17           |
| TOTAL                            | 72                                                 | 84  | 10             | 11 | 9           | 8  | 7          | 8  | 4        | 3  | 2     | 3 | 221          |
| DÍA JUEVES 15 DE MAYO DE 2014    |                                                    |     |                |    |             |    |            |    |          |    |       |   |              |
| 6:00 - 7:00 am                   | 5                                                  | 4   | 2              | 2  |             | 1  |            |    | 1        | 1  |       |   | 16           |
| 7:00 - 8:00 am                   | 4                                                  | 10  |                | 1  | 1           | 1  | 1          | 2  |          |    |       |   | 20           |
| 8:00 - 9:00 am                   | 6                                                  | 10  | 1              | 1  |             |    |            |    | 1        |    | 1     |   | 20           |
| 9:00 - 10:00 am                  | 5                                                  | 8   |                | 1  |             |    | 1          | 1  | 1        |    |       |   | 17           |
| 10:00 - 11:00 am                 | 8                                                  | 4   | 1              |    |             |    | 1          |    |          |    |       |   | 14           |
| 11:00 - 12:00 pm                 | 9                                                  | 6   |                | 1  |             |    | 1          | 3  |          |    |       |   | 20           |
| 12:00 - 1:00 pm                  | 3                                                  | 7   | 2              | 1  |             |    | 3          | 1  |          |    |       |   | 17           |
| 1:00 - 2:00 pm                   | 6                                                  | 4   |                | 1  |             |    |            | 1  |          |    |       |   | 12           |
| 2:00 - 3:00 pm                   | 6                                                  | 7   | 1              |    | 1           | 1  |            |    |          |    |       |   | 16           |
| 3:00 - 4:00 pm                   | 4                                                  | 7   | 1              | 1  |             | 1  |            | 1  |          |    |       |   | 15           |
| 4:00 - 5:00 pm                   | 3                                                  | 4   | 1              | 1  |             |    | 1          |    |          |    |       |   | 10           |
| 5:00 - 6:00 pm                   | 5                                                  | 1   |                |    | 1           |    |            |    |          |    |       |   | 7            |
| TOTAL                            | 64                                                 | 72  | 9              | 10 | 3           | 4  | 8          | 9  | 3        | 1  | 1     | 0 | 184          |
| DÍA VIERNES 16 DE MAYO DE 2014   |                                                    |     |                |    |             |    |            |    |          |    |       |   |              |
| 6:00 - 7:00 am                   | 2                                                  | 5   | 2              | 1  |             | 1  |            |    | 2        |    | 1     |   | 14           |
| 7:00 - 8:00 am                   | 5                                                  | 7   |                | 1  | 3           | 1  | 1          | 3  | 1        | 1  |       | 1 | 24           |
| 8:00 - 9:00 am                   | 2                                                  | 5   | 1              | 1  | 1           |    | 3          | 3  | 1        |    | 1     |   | 18           |
| 9:00 - 10:00 am                  | 5                                                  | 3   |                | 1  |             |    |            |    | 1        |    |       |   | 10           |
| 10:00 - 11:00 am                 | 6                                                  | 5   | 1              |    |             |    | 1          | 1  |          |    |       |   | 14           |
| 11:00 - 12:00 pm                 | 4                                                  | 6   |                | 1  |             |    |            | 1  | 1        |    |       | 1 | 14           |
| 12:00 - 1:00 pm                  | 5                                                  | 9   | 2              | 1  |             | 1  |            | 1  |          |    |       | 1 | 20           |
| 1:00 - 2:00 pm                   | 9                                                  | 5   | 1              | 2  | 2           | 1  |            | 2  |          |    |       |   | 22           |
| 2:00 - 3:00 pm                   | 4                                                  | 7   | 1              |    |             | 1  | 2          | 2  |          |    | 1     |   | 18           |
| 3:00 - 4:00 pm                   | 5                                                  | 7   |                | 1  | 1           | 1  | 2          | 1  |          |    |       |   | 18           |
| 4:00 - 5:00 pm                   | 9                                                  | 5   | 1              |    | 2           |    | 3          | 2  |          | 1  |       |   | 23           |
| 5:00 - 6:00 pm                   | 5                                                  | 4   |                | 1  |             |    | 1          |    | 1        |    |       |   | 12           |
| TOTAL                            | 61                                                 | 68  | 9              | 10 | 9           | 6  | 13         | 16 | 7        | 2  | 3     | 3 | 207          |
| TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO         |                                                    |     |                |    |             |    |            |    |          |    |       |   |              |
| Tipo de vehículo                 | Automovil, campero, microbuses, taxis, camionetas. |     | Busetas, buses |    | C-2 PEQUEÑO |    | C-2 GRANDE |    | C3 - C-4 |    | > C5  |   | TOTAL (neto) |
| Sentido                          | A                                                  | B   | A              | B  | A           | B  | A          | B  | A        | B  | A     | B |              |
| Total en la semana               | 336                                                | 382 | 41             | 43 | 28          | 26 | 53         | 59 | 17       | 12 | 8     | 9 |              |
| Suma en los dos sentidos         | 718                                                |     | 84             |    | 54          |    | 112        |    | 29       |    | 17    |   | 1014         |
| %                                | 70,81%                                             |     | 8,28%          |    | 5,33%       |    | 11,05%     |    | 2,86%    |    | 1,68% |   | 100%         |

Como tránsito promedio diario semanal se obtuvo:

| TPDS                   |            |
|------------------------|------------|
| Día 12 de mayo de 2014 | 195        |
| Día 13 de mayo de 2014 | 207        |
| Día 14 de mayo de 2014 | 221        |
| Día 15 de mayo de 2014 | 184        |
| Día 16 de mayo de 2014 | 207        |
| Total                  | 1014       |
|                        |            |
| <b>T P Ds</b>          | <b>203</b> |

## 6.5 Estudio de suelos

La investigación de campo realizada consistió en la ejecución de 3 calicatas con equipo simple, llevadas a una profundidad de 80 cm aproximadamente y con dimensiones de 80 cm x 80 cm.

Las perforaciones se llevaron a cabo en los siguientes abscisados:

- Calicata 1 a la altura del kilómetro Km4+350
- Calicata 2 a la altura del kilómetro Km0+100
- Calicata 3 a la altura el kilómetro Km3+800 (Inicia en tramo doble calzada Ibagué a El Espinal)

Nota: En el anexo 11, plano de levantamiento de fallas, se ubicaron los puntos (abscisas) de las calicatas (Estudio de suelos y densidades)

Con las muestras tomadas "in situ" se efectuaron en el laboratorio ensayos de: límites de Atterberg, CBR, densidades, humedad óptima; arrojando como resultados:

| Calicata     | Prof.                 | Muestra | LL, %                | LP, %                  | IP, % | $\omega$ , % | IC                              | Grs./cm <sup>3</sup> | CBR 1" | USC   | AASHTO |
|--------------|-----------------------|---------|----------------------|------------------------|-------|--------------|---------------------------------|----------------------|--------|-------|--------|
| No. 1        | 30 cm                 | 1       | NL                   | NP                     | 0,0   | 5,3          | 0,0                             | 2,102                | 39,0   | GW-GM | A-1-a  |
| No. 2        | 50 cm                 | 1       | NL                   | NP                     | 0,0   | 7,5          | 0,0                             | 1,977                | 27,0   | SM    | A-2-4  |
| No. 3        | 50 cm                 | 1       | 22,0                 | 15,0                   | 7,0   | 18,3         | 0,5                             | 1,649                | 3,0    | CL    | A-4    |
| Convenciones |                       |         |                      |                        |       |              |                                 |                      |        |       |        |
| LL:          | Límite líquido        |         | $\omega$             | Humedad natural        |       | USC          | Clasificación Sistema Unificado |                      |        |       |        |
| LP           | Límite plástico       |         | IC                   | Índice de consistencia |       | AASHTO       | Clasificación Sistema AASHTO    |                      |        |       |        |
| IP           | Índice de plasticidad |         | Grs./cm <sup>3</sup> | Densidad suelo seco    |       | Prof.        | Profundidad                     |                      |        |       |        |

En el anexo 12 se muestra el informe correspondiente al estudio de suelos, el cual contiene el resultado e interpretación del estudio de suelos, el registro fotográfico, los perfiles estratigráficos de cada perforación, densidades de las bases granulares, como también las características y propiedades del suelo.

Cabe mencionar que la interpretación de los estudios mencionados en la Fase 2: Investigación Preliminar, se desarrollan en el numeral 7 correspondiente a la Fase 3: Investigación profunda.

## 7. FASE 3: INVESTIGACIÓN PROFUNDA

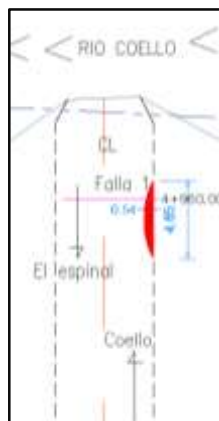
### 7.1 Identificación y análisis de las causas de las fallas

#### Inicio Tramo: Municipio de Coello a Variante Doble calzada Ibagué – Flandes

Falla 1: Desprendimiento (Km 4+960)



Figura 17. Detalle ubicación falla 1



**Descripción:** En el Km4+960 se observa el desprendimiento de parte de la bancada de vía. Dicho desprendimiento de aproximadamente 23 cm de alto. Posee una carpeta asfáltica de 5 cm de espesor y ancho de vía de 4,50m aproximadamente.

**Causas:** Tal como se evidencia en el plano de detalle (figura 17) El desprendimiento o hundimiento (HUN) de la bancada inició en forma de media luna y muy cercano al puente que sobre pasa el rio de Coello, por lo que la falla se originó por los siguientes factores:

- Falta de compactación en el talud originando inestabilidad del mismo,
- Deficiencia de cunetas u obras de arte que permitieran el flujo de agua hacia el rio, evitando así que este afectara el material granular,
- Falta de estructura de confinamiento de la vía.
- Criculación de tránsito muy pesado.

**Severidad:** se puede clasificar como Alta, a pesar de que el Manual de Inspección visual de Pavimentos flexibles del INVIAS lo cataloga con una profundidad de 40 mm, y esta falla representa tan solo una profundidad de 20 mm (Revisar cuadro de levantamiento de daños, falla 1), por estar ubicada a tan solo 5 metros de la estructura del puente, el ancho de vía de aproximadamente 5 metros y presentar un desnivel con respecto al punto mas bajo del rio de 2,50m, puede ocasionar alto grado de accidentalidad, lo que implica que el conductor deba de reducir la velocidad del vehículo e invada parte del espacio de vía de los vehículos que transitan en el sentido contrario.

**Unidad de medición:**

*Longitud de la falla = 4,65 m*

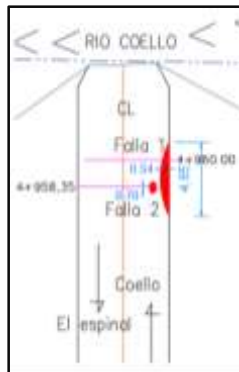
*Ancho de la falla = 0,50 m*

*Área = 1,69 m<sup>2</sup>*

**Falla 2: Bache (Km4+958,35)**



**Figura 18. Detalle ubicación falla 2**



**Descripción:** En el Km4+958,35 se observa el desprendimiento del material de la estructura del pavimento formando un bache de aproximadamente 70 cm de longitud por 40 cm de ancho y 4 cm de profundidad. Posee una carpeta asfáltica de 4-5 cm de espesor. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Causas:** Tal como se evidencia en el plano de detalle (figura 19) y figuras de la falla 2, el bache (BCH) se originó por los siguientes factores:

- Como consecuencia del espesor insuficiente de la capa de rodadura
- Desgaste superficial de la carpeta asfáltica, permitiendo de este modo el drenaje del agua hacia las capas inferiores
- Falta de adherencia del asfalto con los agregados
- Deficiencia en la dosificación del asfalto con respecto a la mezcla
- Acción intensa del tránsito

**Severidad:** se puede clasificar como media, catalogándose por dejar expuesta el material de las capas inferiores a la carpeta asfáltica.

**Unidad de medición:**

*Longitud de la falla = 0,70 m*

*Ancho de la falla = 0,40 m*

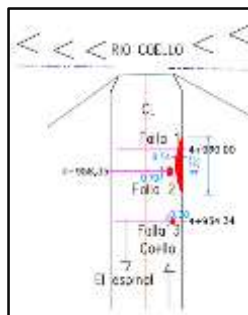
*Espesor de la falla = 0,04 m*

Área = 0,23 m<sup>2</sup>

#### Falla 3: Bache (Km4+954,34)



Figura 19. Detalle ubicación falla 3



**Descripción:** En el Km4+954,34 se observa el desprendimiento o descascamiento del material de la estructura del pavimento formando un bache de aproximadamente 38 cm de diámetro, 3 cm de profundidad. Posee una carpeta asfáltica de 4-5 cm de espesor. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Causas:** Tal como se evidencia en el plano de detalle (figura 18) y figuras de la falla 3, el bache (BCH) se originó por los siguientes factores:

- Como consecuencia del espesor insuficiente de la capa de rodadura
- Desgaste superficial de la carpeta asfáltica, permitiendo de este modo el drenaje del agua hacia las capas inferiores
- Riego de liga deficiente
- Falta de adherencia del asfalto con los agregados
- Deficiencia en la dosificación del asfalto con respecto a la mezcla
- Acción intensa del tránsito

**Severidad:** se puede clasificar como media, catalogándose por dejar expuesta el material de las capas inferiores a la carpeta asfáltica.

**Unidad de medición:**

*Diámetro de la falla = 0,38 m*

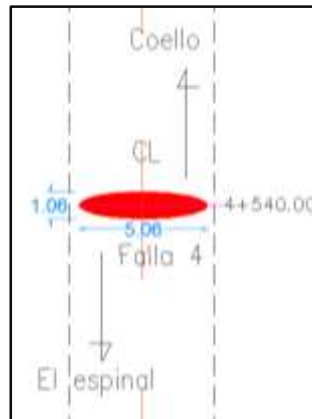
*Espesor de la falla = 0,03 m*

Área = 0,11 m<sup>2</sup>

#### Falla 4: Descascamiento (Km4+540)



**Figura 20. Detalle ubicación falla 4**



**Descripción:** En el Km4+540 se observa el desprendimiento o descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando un hueco de aproximadamente 5,06 m de longitud por 1,06 m de ancho y 5 cm de profundidad. Posee una carpeta asfáltica de 4 cm de espesor. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Causas:** Tal como se evidencia en el plano de detalle (figura 20) y figuras de la falla 4, el descascaramiento (DC) se originó por los siguientes factores:

- Espesor insuficiente de la carpeta asfáltica
- Mezcla asfáltica muy permeable
- Riego de liga deficiente
- Falta de adherencia del asfalto con los agregados
- Deficiencia en la dosificación del asfalto con respecto a la mezcla
- Acción intensa del tránsito

**Severidad:** se puede clasificar como alta, catalogándose por dejar expuesta el material de las capas inferiores a la carpeta asfáltica.

**Unidad de medición:**

*Longitud de la falla = 5,06 m*

*Ancho de la falla = 1,06 m*

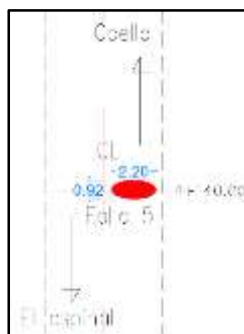
*Espesor de la falla = 0,05 m*

*Área = 4,19m<sup>2</sup>*

**Falla 5: Descascaramiento (Km4+140)**



**Figura 21. Detalle ubicación falla 5**



**Descripción:** En el Km4+140 se observa el desprendimiento o descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando un hueco de aproximadamente 2,20m de longitud por 92cm de ancho y 4 cm de profundidad. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Causas:** Tal como se evidencia en el plano de detalle (figura 21) y figuras de la falla 5, el descascaramiento (DC) se originó por los siguientes factores:

- Espesor insuficiente de la carpeta asfáltica
- Mezcla asfáltica muy permeable
- Riego de liga deficiente
- Falta de adherencia del asfalto con los agregados
- Deficiencia en la dosificación del asfalto con respecto a la mezcla
- Acción intensa del tránsito

**Severidad:** se puede clasificar como alta, catalogándose por dejar expuesta el material de las capas inferiores a la carpeta asfáltica.

**Unidad de medición:**

*Longitud de la falla = 2,20 m*

*Ancho de la falla = 0,92 m*

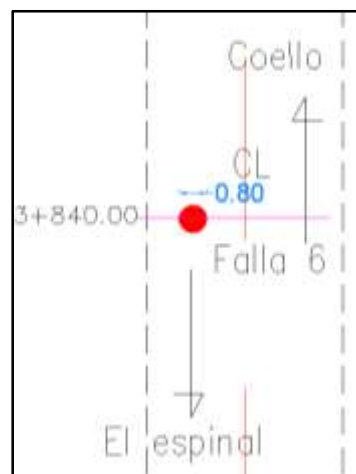
*Espesor de la falla = 0,04 m*

*Área = 1,59 m<sup>2</sup>*

**Falla 6: Descascaramiento (Km3+840)**



**Figura 22. Detalle ubicación falla 6**



**Descripción:** En el Km3+840 se observa el desprendimiento o descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando un hueco de aproximadamente 80cm de longitud por 79cm de ancho y 4 cm de profundidad. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Causas:** Tal como se evidencia en el plano de detalle (figura 22) y figuras de la falla 6, el descascaramiento (DC) se originó por los siguientes factores:

- Espesor insuficiente de la carpeta asfáltica
- Mezcla asfáltica muy permeable
- Riego de liga deficiente
- Falta de adherencia del asfalto con los agregados
- Deficiencia en la dosificación del asfalto con respecto a la mezcla
- Acción intensa del tránsito

**Severidad:** se puede clasificar como alta, catalogándose por dejar expuesta el material de las capas inferiores a la carpeta asfáltica.

**Unidad de medición:**

*Longitud de la falla = 0,80 m*

*Ancho de la falla = 0,79 m*

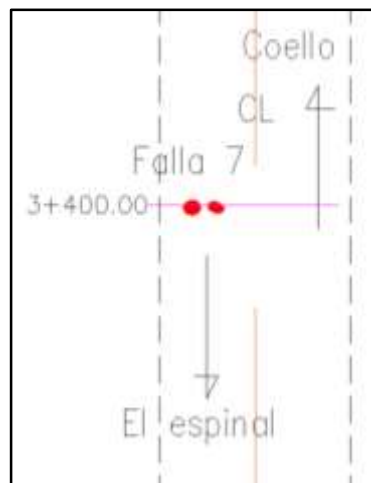
Espesor de la falla = 0,04 m

Área = 0,50 m<sup>2</sup>

#### Falla 7: Descascaramiento (Km3+400)



Figura 23. Detalle ubicación falla 7



**Descripción:** En el Km3+400 se observa el desprendimiento o descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando 2 averturas consecutivas. La avertura 1 de aproximadamente 50cm de longitud por 33cm de ancho y 4cm de profundidad y la avertura 2 de aproximadamente 52cm de longitud por 44cm de ancho y 4 cm de profundidad. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Causas:** Tal como se evidencia en el plano de detalle (figura 23) y figuras de la falla 7, el descascaramiento (DC) se originó por los siguientes factores:

- Espesor insuficiente de la carpeta asfáltica
- Mezcla asfáltica muy permeable
- Riego de liga deficiente
- Falta de adherencia del asfalto con los agregados
- Deficiencia en la dosificación del asfalto con respecto a la mezcla
- Accion intensa del tránsito

**Severidad:** se puede clasificar como alta.

#### Unidad de medición:

Longitud de la falla avertura 1 = 0,50 m

Ancho de la falla avertura 1 = 0,33 m

Espesor de la falla avertura 1 = 0,04 m

Longitud de la falla avertura 2 = 0,52 m

Ancho de la falla avertura 2 = 0,44 m

Espesor de la falla avertura 2 = 0,04 m

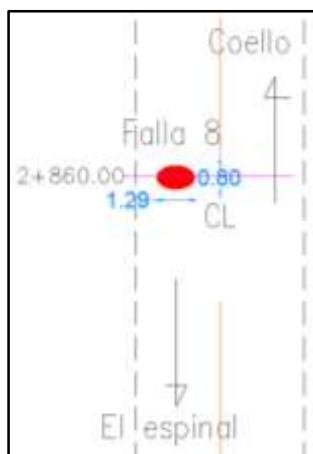
Área avertura 1 = 0,13 m<sup>2</sup>

Área avertura 2 = 0,18 m<sup>2</sup>

**Falla 8: Bache (Km2+860)**



**Figura 24. Detalle ubicación falla 8**



**Descripción:** En el Km2+860 se observa el desprendimiento o descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando un bache de aproximadamente 1,29m de longitud por 80cm de ancho y 3cm de profundidad. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Causas:** Tal como se evidencia en el plano de detalle (figura 24) y figuras de la falla 8, el bache (BCH) se originó por los siguientes factores:

- Como consecuencia del espesor insuficiente de la capa de rodadura
- Desgaste superficial de la carpeta asfáltica, permitiendo de este modo el drenaje del agua hacia las capas inferiores
- Riego de liga deficiente
- Falta de adherencia del asfalto con los agregados
- Deficiencia en la dosificación del asfalto con respecto a la mezcla
- Acción intensa del tránsito

**Severidad:** se puede clasificar como media, catalogándose por dejar expuesta el material de las capas inferiores a la carpeta asfáltica.

**Unidad de medición:**

*Longitud de la falla = 1,29 m*

*Ancho de la falla = 0,80 m*

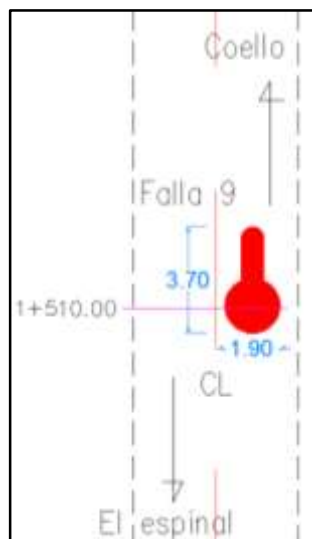
*Espesor de la falla = 0,03 m*

*Área = 0,81 m<sup>2</sup>*

#### Falla 9: Descascaramiento y desgaste superficial (Km1+510)



Figura 25. Detalle ubicación Falla 9



**Descripción:** En el Km1+510 se observa el descascaramiento del material de la estructura del pavimento formando una abertura de aproximadamente 3,70m de longitud por 1,90cm de ancho y 3cm de profundidad. También se evidencia desgaste superficial de la carpeta asfáltica.

**Causas:** Tal como se evidencia en el plano de detalle (figura 25) y figuras de la falla 9, el descascaramiento (DC) se originó por los siguientes factores:

- Espesor insuficiente de la carpeta asfáltica,
- Como consecuencia de la carencia de estructura de pavimento (Base y subbase) que permitieran la distribución de las cargas aplicadas en la superficie de rodadura al terreno natural, controlando así los cambios de volumen y elasticidad,
- El no uso de la estructura ideal de pavimento así como sus espesores mínimos de diseño,

El desgaste superficial (DSU) se originó por los siguientes factores:

- Deficiencia en la dosificación del asfalto en la mezcla,
- Pérdida del ligante y mortero por acción del tránsito
- Carencia de obras de drenaje

**Severidad lesión descascaramiento:** Alta

**Severidad lesión desgaste superficial:** Alta, se observa que ha comenzado a producirse desintegración superficial en la capa de rodadura, presentandose desprendimientos de los materiales que la componen.

**Unidad de medición:**

*Longitud = 3,70 m*

*Ancho = 1,90 m*

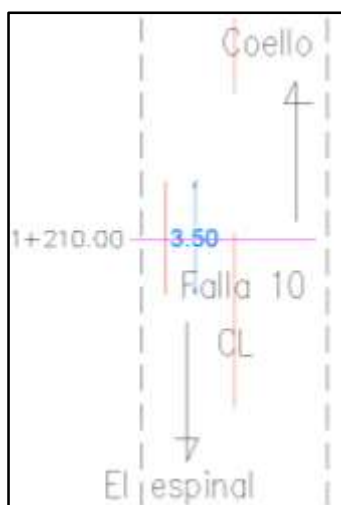
*Espesor = 0,03 m*

$$\text{Área} = 4,23 \text{ m}^2$$

**Falla 10: Fisura de borde y desgaste superficial (Km1+210)**



**Figura 26. Detalle ubicación Falla 10**



**Descripción:** En el Km1+210 se observa una fisura de borde de aproximadamente 7 mm de espesor con una longitud de 3,50 m. También se evidencia desgaste y deterioro de la superficie asfáltica, dejando expuesto los agregados de la carpeta asfáltica.

**Causas:** Tal como se evidencia en el plano de detalle (figura 26) y figuras de la falla 10, la fisura de borde (FBD) se originó por los siguientes factores:

- Debido a la falta de confinamiento lateral de la estructura de pavimento con bordillos o un ancho de berma suficiente.
- Como consecuencia de la carencia de estructura de pavimento (Base y subbase) que permitieran la distribución de las cargas aplicadas en la superficie de rodadura al terreno natural, controlando así los cambios de volumen y elasticidad,

El desgaste superficial (DSU) se originó por los siguientes factores:

- Deficiencia en la dosificación del asfalto en la mezcla,
- Pérdida del ligante y mortero por acción del tránsito

**Severidad lesión Fisura de borde:** Alta (Fisura mayor a 3mm)

**Severidad lesión desgaste superficial:** Alta, se observa que ha comenzado a producirse desintegración superficial en la capa de rodadura, presentandose desprendimientos de los materiales que la componen.

**Unidad de medición:**

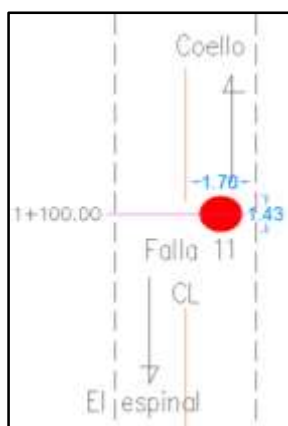
*Longitud Fisura de borde = 3,50 m*

**Inicio Tramo: Variante Doble calzada Ibagué – Flandes al municipio del Espinal**

**Falla 11: Descascaramiento (Km1+100)**



**Figura 27. Detalle ubicación Falla 11**



**Descripción:** En el Km1+100 se observa descascaramiento y pérdida de la carpeta asfáltica en la estructura del pavimento formando una avertura de aproximadamente 1,43m de longitud por 1,70cm de ancho y 8cm de profundidad.

**Causas:** Tal como se evidencia en el plano de detalle (figura 27) y figuras de la falla 11, el descascaramiento (DC) se originó por los siguientes factores:

- El no uso de la estructura ideal de pavimento así como sus espesores mínimos de diseño,
- Limpieza insuficiente previa a tratamientos superficiales
- Como consecuencia de la carencia de estructura de pavimento (Base y subbase) que permitieran la distribución de las cargas aplicadas en la superficie de rodadura al terreno natural, controlando así los cambios de volumen y elasticidad,
- Riego de liga insuficiente
- Mezcla asfáltica muy permeable

**Severidad lesión DC:** Alta

**Unidad de medición:**

*Longitud = 1,70 m*

*Ancho = 1,40 m*

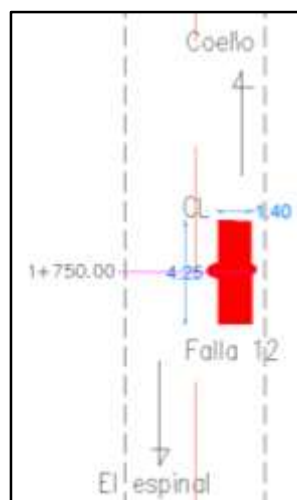
*Espesor = 0,08 m*

*Área = 1,90 m<sup>2</sup>*

**Falla 12: Piel de cocodrilo y bache ( Km1+750)**



**Figura 28. Detalle ubicación falla 12**



**Descripción:** En el Km1+750 se observa piel de cocodrilo y bache en la estructura del pavimento. La avertura es de aproximadamente 1,97 m de longitud por 1,17m de ancho y 4cm de profundidad y la piel de cocodrilo aproximadamente 4,25m de longitud por 1,40m de ancho.

**Causas:** Tal como se evidencia en el plano de detalle (figura 28) y figuras de la falla 12, la piel de cocodrilo (PC) se originó por los siguientes factores:

- Espesor insuficiente de la carpeta asfáltica,
- Como consecuencia de la carencia de estructura de pavimento (Base y subbase) que permitieran la distribución de las cargas aplicadas en la superficie de rodadura al terreno natural, controlando así los cambios de volumen y elasticidad,
- El no uso de la estructura ideal de pavimento así como sus espesores mínimos de diseño,
- Deformación de la subrasante
- Problemas de drenaje los cuales afectando los materiales granulares
- Deficiencia en la elaboración de la mezcla

Estos factores indujeron esfuerzos adicionales a la estructura de pavimento existente, haciendo que por el paso del tránsito se formaran fisuras a tal punto de producirse un bache por el desportillamiento y desgaste de los bordes de las fisuras.

**Severidad lesión PC:** Alta  
**Unidad de medición:**

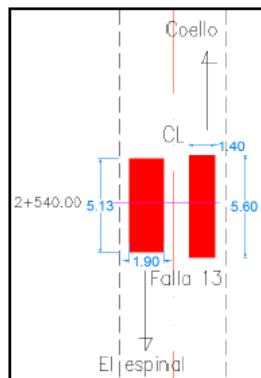
*Longitud = 4,25 m*  
*Ancho = 1,40 m*  
*Espesor = 0,04 m*

*Área = 5,95 m<sup>2</sup>*

**Figura 29. Falla 13 Piel de cocodrilo y parche (Km2+540)**



**Figura 30. Detalle Ubicación falla 13**



**Descripción:** En el Km2+540 se observa piel de cocodrilo de aproximadamente 5,13 m de longitud por 1,90 m de ancho y un parche de 1,40 m de ancho por 5,60 m de longitud

**Causas:** Tal como se evidencia en el plano de detalle (figura 30) y figuras de la falla 13, la piel de cocodrilo (PC) se originó por los siguientes factores:

- Espesor insuficiente de la carpeta asfáltica,
- Como consecuencia de la carencia de estructura de pavimento (Base y subbase) que permitieran la distribución de las cargas aplicadas en la superficie de rodadura al terreno natural, controlando así los cambios de volumen y elasticidad,
- El no uso de la estructura ideal de pavimento así como sus espesores mínimos de diseño,
- Deformación de la subrasante
- Problemas de drenaje los cuales afectaron los materiales granulares
- Deficiencia en la elaboración de la mezcla

Estos factores indujeron esfuerzos adicionales a la estructura de pavimento existente, haciendo que por el paso del tránsito se formaran fisuras.

Se observa que a la altural del parche (PCH) se presenta un ahuellamiento, sus causas son:

- Procesos constructivos mal ejecutados como resultado del re parcheo
- Deformación plástica de la mezcla, ocasionada por las altas temperaturas
- Compactación inadecuado de las capas de pavimento

**Severidad lesión PC:** Alta

**Severidad lesion PCH:** Media

**Unidad de medición:**

*Longitud piel de cocodrilo = 5,13 m*  
*Ancho piel de cocodrilo = 1,90 m      Area = 9,74 m<sup>2</sup>*

*Longitud parche = 5,60 m*  
*Ancho parche = 1,40 m      Area = 7,84 m<sup>2</sup>*

## 7.2 Análisis y procesamiento de las lesiones registradas

Para la interpretación de las lesiones registradas en el levantamiento fallas, se tuvieron en cuenta los siguientes componentes:

- *Tramos:* Los tramos se obtuvieron a partir de la separación del abscisado por cada 100 metros de lesiones o fallas encontradas.
- *Abscisa inicial y final:* Hace referencia al punto inicial de la vía como también el final, que para este caso inició en la abscisa Km0+000 y culminó en Km11+000.
- *Área total de cada tramo:* Se obtuvo multiplicando la longitud entre cada tramo por el ancho de la vía.
- *Daños encontrados por severidad en cada tramo:* hace referencia a la relación de los datos mencionados en el numeral 7,2 (Identificación y análisis de las causas de las fallas): Sigla del tipo de lesión, la severidad, indicación de la abscisa en la cual se encuentra.
- *Áreas totales de daños por cada tramo:* Correspondió a la suma del área afectada por tramo o abscisa.
- *Porcentaje de afectación por tramo:* hace referencia a la relación del área total de daños por tramo y el área total de cada del tramo.

- *Área total de cada daño y por severidad:* hace referencia a la sumatoria de las áreas afectas por cada una de las severidades (bajo, medio y alto) de la falla.
- *Área total inspeccionada:* hace referencia a la sumatoria del área de cada abscisa
- *Peso de cada tipo de daño y severidad con relación al área total afectada:* corresponde a la relación dada entre la sumatoria de cada severidad y el área total inspeccionada.
- *Área total afectada por daño:* es la relación dada entre la sumatoria del área de cada daño y por severidad y el área total inspeccionada.

En el anexo 13 se muestra detalladamente el cuadro de análisis de las lesiones.

Partiendo de los datos arrojados en el cuadro de análisis (anexo 13), se realizaron 3 gráficas:

- Gráfico 1: en el cual se muestra el área afectada por tramos Vs Tramo,
- Gráfico 2: se muestra la distribución de daño por tipo de severidad - medio y
- Gráfico 3: se muestra la distribución de daño por tipo de severidad – alto.

De la figura 31 (Gráfico: área afectada por tramo Vs. Tramo) se concluye que el tramo con mayor afectación de área por m<sup>2</sup> corresponde al tramo 23 (Abscisas Km2+500 – Km2+600. Partiendo desde la doble calzada Ibagué – Flandes al Espinal) con un área de 17,58 m<sup>2</sup> de afectación, seguido el tramo 21 con un área de 5,95 m<sup>2</sup>.

De la figura 32 (Gráfico: Distribución de daño Vs. tipo de severidad Medio) se concluye que no se presentaron lesiones de fisuras de borde, piel de cocodrilo, hundimiento y descascaramiento con tipo de severidad medio, mientras que la lesión de Parcheo obtuvo el mayor registro con un área total de afectación de 7,84 equivalente al 0,012% de la afectación total inspeccionada.

De la figura 33 (Gráfico: Distribución de daño Vs. tipo de severidad Alto) se concluye que no se presentaron lesiones de bache y parcheo con tipo de severidad alto, mientras que la lesión de Piel de Cocodrilo obtuvo el mayor registro con un área total de afectación de 15,69 equivalente al 0,024% de la afectación total inspeccionada.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Se aclara que para el cálculo del área de la falla de FBD se toma como ancho teórico 0,60 m, de acuerdo a lo indicado en el manual de inspección Visual de pavimento flexible del INVIAS.

Figura 31. Gráfico: Área afectada por tramos Vs Tramo

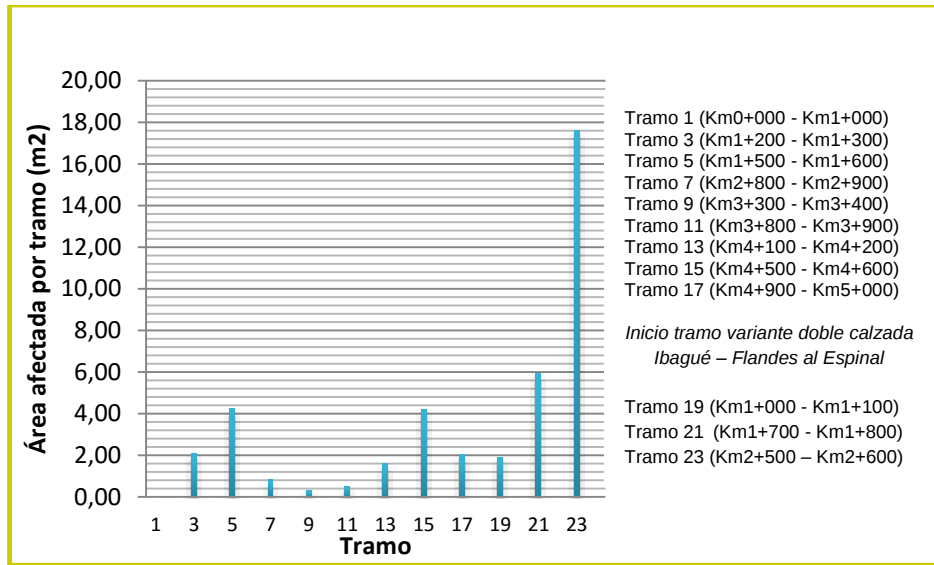


Figura 32. Gráfico: Distribución de daño Vs. tipo de severidad medio

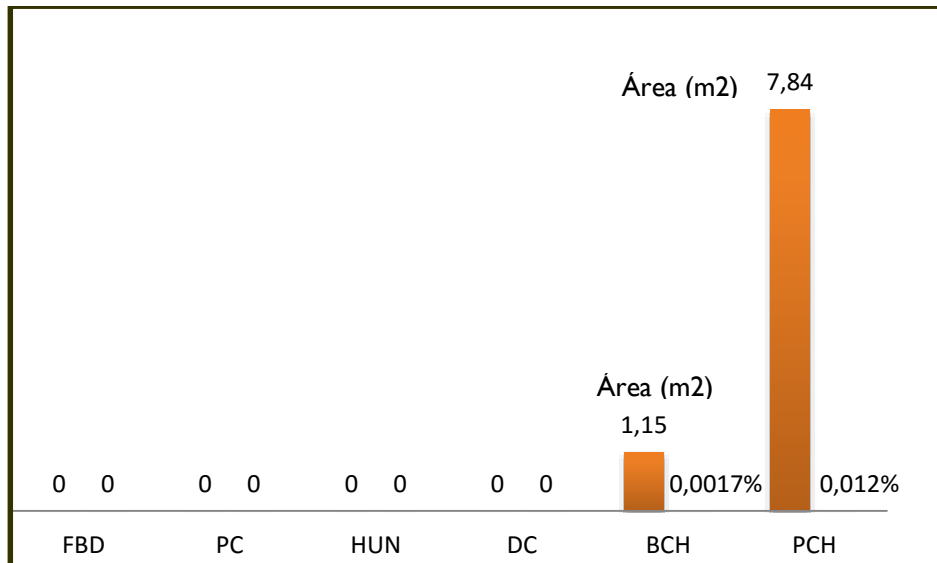
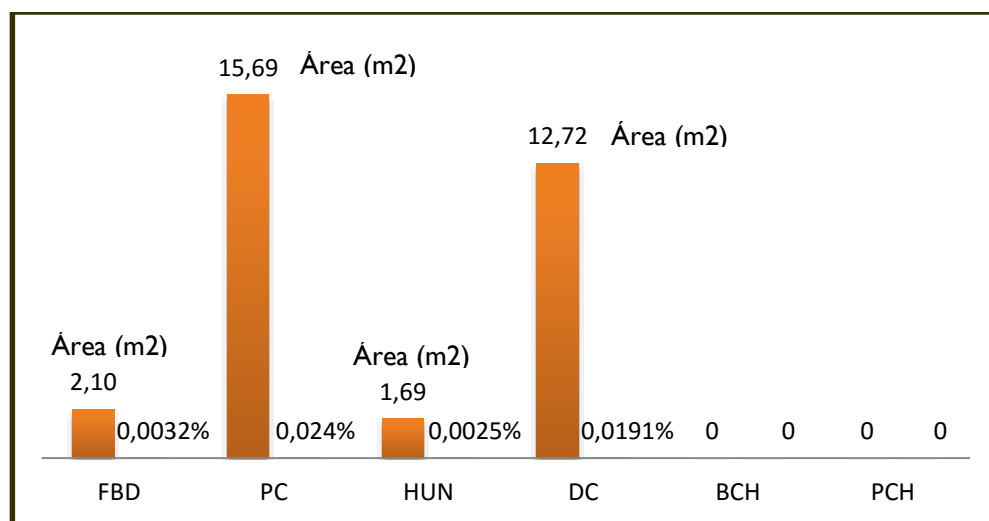


Figura 33. Distribución de daño Vs. tipo de severidad alto



Como dato adicional se obtuvo el área total afectada en metros cuadrados (m2) y en porcentaje (%) del cuadro de análisis de las fallas (anexo 13), siendo así:

- El área afectada fue de: 41,19 (m2) con respecto a 66240 m2 de área total inspeccionada.
- Porcentaje de afectación: 0,062%

Cabe resaltar que las fallas relacionadas a las fallas superficiales y contaminación ambiental por ser un tipo de lesión presente en por lo menos el 80% del recorrido de la vía, no se incluyeron en el análisis anteriormente descrito, ya que se considera como una patología general con severidad alta.

### 7.3 Análisis del Estudio de suelos

Del estudio de suelos se resume lo siguiente:

- ✓ El tipo de suelo encontrado se califica como Grava bien gradada, arenas limosas con presencia de partículas Sub-angulosas planas y alargadas, gravas limosas y arcillosas arenosas inorgánicas de plasticidad media de color café oscuro, condición del suelo húmedo, sin agua visible, consistencia dura, cementación moderada, resistencia en seco: mediana, dilatación nula, de tenacidad mediana y de estructura homogénea.
- ✓ No se detectó en las calicatas hasta las profundidades exploradas nivel de agua freático, pero en los suelos estudiados se encuentran humedades comprendidas entre el 4,5% al 18.3% razón por la cual, hay que tener en cuenta que la presencia de agua puede disminuir la resistencia de los tipos de suelos encontrados, por consiguiente es un factor fundamental de control.
- ✓ Que revisado el perfil estratigráfico de la **Calicata 1** y a la altura del Km4+350 Ubicado en tramo Coello - doble calzada Ibagué – Flandes, la vía cuenta con una estructura de pavimento, distribuida de la siguiente manera: capa de recebo=10cm, Base granular= 20cm y Subbase granular=15 cm con humedades para la base y la subbase de 5,3% y 4,5% respectivamente. Y con CBR del 39% en la subrasante, lo que indica que el terreno de fundación es de excelente capacidad. Ver figura 34.

Figura 34. Perfil estratigráfico Calicata 1

| PROFUNDIDAD (m) | CONVENCIÓN M.O.P.T. | SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C. | CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL                                                                                                                                                                                                                    | CBR % | TIPO MUESTRA | HUMEDAD EN % |
|-----------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|--------------|
| 0,00            |                     |                                 | CAPA DE RECEBO                                                                                                                                                                                                                                              |       | ALT          |              |
| 0,10            |                     |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |              |
| 0,20            |                     | GW - GM                         | BASE GRANULAR CAFÉ CLARO                                                                                                                                                                                                                                    | 39%   |              | 5,3%         |
| 0,30            |                     | GW - GM                         | SUB BASE GRANULAR CAFÉ CLARO                                                                                                                                                                                                                                |       |              | 4,5%         |
| 0,45            |                     |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |              |
| 0,50            |                     |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |              |
| 0,60            |                     | SM                              | ARENAS LIMOSAS DE COLOR CAFÉ CLARO CON PARTICULAS SUB ANGULOSAS DE PLASTICIDAD BAJA, CONDICIÓN DEL SUELO HÚMEDO, DE CONSISTENCIA DURA, DE CEMENTACIÓN MODERADA, DE RESISTENCIA MEDIANA, DE DILATANCIA NULA, DE TENACIDAD MEDIANA Y DE ESTRUCTURA HOMOGÉNEA. |       |              | 11,1%        |
| 0,70            |                     |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |              |
| 0,80            |                     |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                             |       |              |              |

- ✓ Revisado el perfil estratigráfico de la **Calicata 2** y a la altura del Km0+100 Ubicado en tramo Coello - doble calzada Ibagué – Flandes, la vía no cuenta con una estructura de pavimento ideal. La estructura existente está distribuida de la siguiente manera: capa de rodadura= 3 cm, capa de recebo=6 cm, y Subrasante= 71 cm; con humedad para subrasante 7,5%. Y con CBR del 27% en la subrasante, lo que indica que el terreno de fundación es de excelente capacidad. Ver figura 35.

Figura 35. Perfil estratigráfico calicata 2

| PROFUNDIDAD (m) | CONVENCIÓN M.O.P.T.                                                                | SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C. | CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL                                                                                                                                                                                                                                         | CSB % | TIPO MUESTRA | HÚMEDO EN % |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|-------------|
| 0,00            |   |                                 | CAPA ASFÁLTICA                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |              |             |
| 0,03            |                                                                                    |                                 | ARENAS LIMOSAS DE COLOR AMARILLO DE PLASTICIDAD BAJA, CON PARTICULAS ANGULOSAS MENORES A 2" (RECEBO), DE CONSISTENCIA MEDIA, DE CEMENTACION MODERADA, DE RESISTENCIA MEDIANA, DE DILATANCIA NULA, DE TENACIDAD MEDIANA Y DE ESTRUCTURA HOMOGÉNEA.                                |       |              |             |
| 0,09            |   |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |             |
| 0,30            |  | SM                              | ARENAS LIMOSAS DE COLOR CAFÉ OSCURO CON PARTICULAS SUB ANGULOSAS DE PLASTICIDAD MEDIA, CONDICIÓN DEL SUELO HÚMEDO, CON DENSIDAD BAJA, DE CONSISTENCIA DURA, DE CEMENTACIÓN MODERADA, DE RESISTENCIA MEDIANA, DE DILATANCIA NULA, DE TENACIDAD MEDIANA Y DE ESTRUCTURA HOMOGÉNEA. | 27%   | ALT          | 7,5%        |
| 0,40            |                                                                                    |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |             |
| 0,50            |                                                                                    |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |             |
| 0,60            |                                                                                    |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |             |
| 0,70            |                                                                                    |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |             |
| 0,80            |                                                                                    |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |             |
| 0,80            |                                                                                    |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |              |             |

- ✓ Revisado el perfil estratigráfico de la Calicata 3 y a la altura del Km3+800 (Inicia en tramo doble calzada Ibagué – Flandes a El Espinal) la vía no cuenta con una estructura de pavimento ideal. La estructura existente está distribuida de la siguiente manera: capa de rodadura= 3 cm, capa de recebo=17 cm, y Subrasante= 60 cm; con humedad para subrasante 18,3%. Y con CBR del 3% en la subrasante. Ver figura 36.

Los datos anteriormente descritos del apique N°3 nos permiten analizar lo siguiente:

- Como el material de la subrasante es una arcilla (CL), se hace necesario verificar el potencial de expansión del suelo. Como datos de entrada se tiene que el Límite líquido es de 22% y el índice de plasticidad de 7% (Resultados arrojados en el estudio de suelos) y que según la tabla 8, el potencial de expansión es bajo.

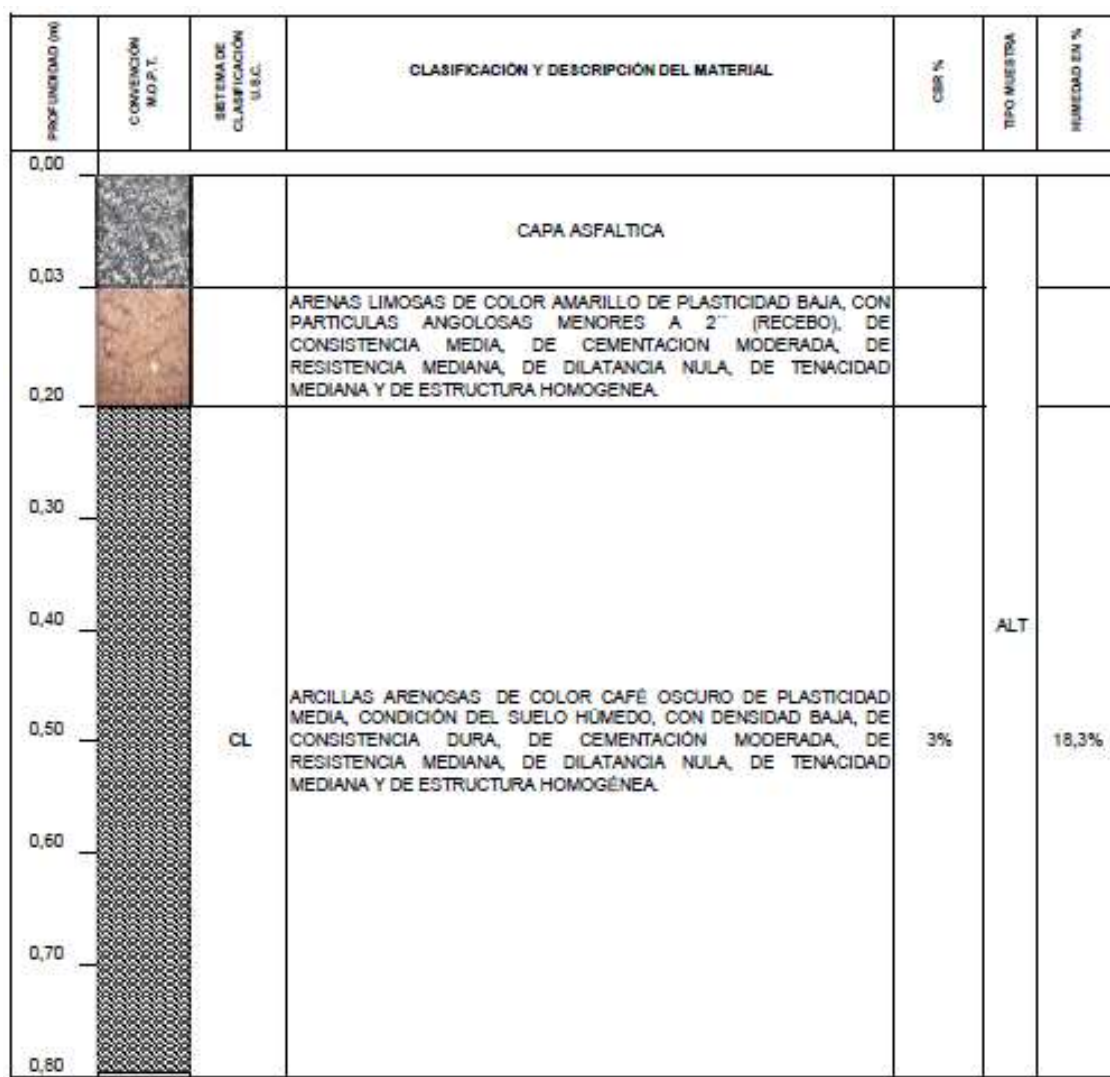
**Tabla 8. Correlación límites de consistencia Vs. potencial de Expansión**

| LL (%)  | IP (%)  | Clasificación del hinchamiento potencial |
|---------|---------|------------------------------------------|
| > 60    | > 35    | Alto                                     |
| 50 - 60 | 25 - 35 | Marginal                                 |
| 50 <    | < 25    | Bajo                                     |

Fuente: Manual Bajo volúmenes INVIAS

- Adicional a ello, cuando el CBR de la subrasante es menor o igual al 3% se considera el suelo blando, y como este se encuentra justo debajo de un afirmado que está en servicio este puede ser utilizado como parte de la estructura del pavimento, ya que se ha creado un conjunto subrasante -afirmado permitiendo lograr cierto grado de estabilidad.

Figura 36. Perfil estratigráfico Calicata 3



Con base a lo expuesto en el numeral 7, en el cual se evidenció que cerca del 80% de la vía presentaron fallas superficiales (desgaste superficial con severidad alta) y los deterioros causados por fisuras, deformaciones y pérdidas de capas estructurales afectaron cerca del 0,062% de la vía, lo que a hoy ha venido ocasionando inseguridad, incomodidad, falta de confort y contaminación ambiental a los usuarios de la vía, como también a los lugareños y así mismo a lo analizado en el análisis del estudio de suelos, se concluye que:

- ✓ El trayecto de vía que comunica El municipio de Coello con el municipio del Espinal requiere de un rediseño en la estructura de pavimento.
- ✓ Se deben Incluir obras de arte.
- ✓ Se debe incluir señalización informativa y preventiva (Horizontal y vertical),
- ✓ Mejorar al diseño geométrico en ciertos tramos.

A continuación se realizarán dos alternativas como propuestas de intervención, alternativas que incluirán: medidas preventivas, especificaciones técnicas, y presupuesto de obra.

## 8. FASE 4: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN Y RECOMENDACIONES

### 8.1 Alternativa 1 (Obra nueva)

La alternativa 1 contempla obra nueva, diseño geométrico de la vía, diseño de la estructura del pavimento flexible y presupuesto de obra.

#### 8.1.1 Diseño geométrico de la vía

Como aporte a la mejora del trazado de vía se mejoraron aspectos como:

- ✓ El ancho de bermas para facilitar espaciamiento para el adelanto de vehículos,
- ✓ Ancho de la vía
- ✓ Mejoramiento de curvas como aportarte de mayor seguridad y confort al tramo de vía
- ✓ Bombeo a la vía con el fin de drenar la escorrentía superficial

En el anexo 14 se observa el diseño geométrico el cual incluye plano de planta perfil y secciones transversales de la vía.

#### 8.1.2 Diseño de pavimento flexible

Para el diseño de la estructura del pavimento asfáltico se utilizó el MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN VÍAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS.

#### ✓ Ensayos de campo:

Para diseñar la estructura del pavimento más conveniente desde el punto de vista técnico y económico, se realizaron tres (3) calicatas de 0.80 x 0.80 más a una profundidad de 0.80 metros.

En las exploraciones se registraron las condiciones estratigráficas del subsuelo y se recuperaron simultáneamente muestras representativas a diferentes profundidades. A tales muestras se les realizaron las pruebas de laboratorio que a continuación se listan:

- ❖ Humedad natural
- ❖ Lavado sobre tamiz No 200
- ❖ Análisis granulométrico
- ❖ Límites Atterberg.
- ❖ Límites de consistencia.
- ❖ Proctor modificado.
- ❖ Ensayo de Penetración del C.B.R en muestras alteradas.
- ❖ Clasificación (U.S.C y ASSTHO).

✓ **Resumen ensayos de laboratorio:**

A continuación se presenta un resumen de los valores obtenidos en campo, de cada uno de las calicatas realizadas.

| Calicata     | Prof.                 | Muestra              | LL, %                  | LP, % | IP, %  | $\omega$ , %                    | IC  | Grs./cm <sup>3</sup> | CBR 1" | USC   | AASHTO |
|--------------|-----------------------|----------------------|------------------------|-------|--------|---------------------------------|-----|----------------------|--------|-------|--------|
| No. 1        | 30 cm                 | 1                    | NL                     | NP    | 0,0    | 5,3                             | 0,0 | 2,102                | 39,0   | GW-GM | A-1-a  |
| No. 2        | 50 cm                 | 1                    | NL                     | NP    | 0,0    | 7,5                             | 0,0 | 1,977                | 27,0   | SM    | A-2-4  |
| No. 3        | 50 cm                 | 1                    | 22,0                   | 15,0  | 7,0    | 18,3                            | 0,5 | 1,649                | 3,0    | CL    | A-4    |
| Convenciones |                       |                      |                        |       |        |                                 |     |                      |        |       |        |
| LL:          | Limite liquido        | $\omega$             | Humedad natural        |       | USC    | Clasificación Sistema Unificado |     |                      |        |       |        |
| LP           | Limite plástico       | IC                   | Indice de consistencia |       | AASHTO | Clasificación Sistema AASHTO    |     |                      |        |       |        |
| IP           | Indice de plasticidad | Grs./cm <sup>3</sup> | Densidad suelo seco    |       | Prof.  | Profundidad                     |     |                      |        |       |        |

✓ **Periodo de diseño**

Teniendo en cuenta que el Instituto Nacional de Vías, clasifica la vía en 4 categorías, las cuales dependen de su importancia, característica y tránsito promedio diario y que en este caso el tránsito promedio diario corresponde a 204 vehículos, la vía en mención se clasifica en la categoría III de poca importancia. Ver tabla 9

Tabla 9. Categoría de la vía

| Categorías de las vías   |                                                           |                                                                     |                                                            |                                      |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Categoría de la vía      |                                                           |                                                                     |                                                            |                                      |
|                          | I                                                         | II                                                                  | III                                                        | Especial                             |
| Descripción              | Autopistas interurbanas, caminos interurbanos principales | Colectoras interurbanas, caminos rurales e industriales principales | Caminos rurales con tránsito mediano, caminos estratégicos | Pavimentos especiales e innovaciones |
| Importancia              | Muy importante                                            | Importante                                                          | Poco importante                                            | Importante a poco importante         |
| Tránsito promedio diario | > 5000                                                    | 1.000 - 10.000                                                      | < 1.000                                                    | < 10.000                             |

De acuerdo al manual de diseño de pavimentos asfáltico del INVIAS el periodo de diseño para este tipo vía corresponde a un periodo de diseño estructural de diez 10 años, dado por el nivel bajo de tránsito.

Tabla 10. Periodo de diseño estructural

| Categoría de la vía | Periodo de diseño ( P.D.E) años |             |
|---------------------|---------------------------------|-------------|
|                     | Rango                           | Recomendado |
| I                   | 10-30                           | 20          |
| II                  | 10-20                           | 15          |
| III                 | 10-20                           | 10          |
| Especiales          | 7-20                            | 10-15       |

✓ **Estimación del tránsito de diseño**

- Definición del tránsito de diseño

Tabla 11. Niveles de tránsito

| Nivel de tránsito | Número de ejes equivalentes de 80 kN durante el periodo de diseño en el carril de diseño |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| T1                | < 150.000                                                                                |
| T2                | 150.000 - 500.000                                                                        |

- Componentes del tránsito:

Para determinar y cuantificar los volúmenes de tránsito de la vía se tiene en cuenta el siguiente componente:

- Tránsito generado – Es el que se origina por el proyecto mismo, debido a mejores Condiciones de oferta. Generalmente se refiere al tránsito nuevo por efecto del desarrollo del área de influencia. Esta componente se determina a través del análisis socio-económico.<sup>7</sup>
- Situación 1: Proyecto de mejoramiento (pavimentación) en zona con alto potencial de desarrollo económico. Para esta situación se podría esperar la presencia de las tres componentes.

✓ **Análisis de los factores ambientales y climáticos**

La región donde se construirá el pavimento es templado, con temperatura media anual promedio entre 20°C a 30°C y precipitación media anual menor a 2000 mm; por consiguiente se asume la región climática R3.

Tabla 12. Regiones climáticas según la temperatura y precipitación

| No | REGIÓN                              | TEMPERATURA TMAP (°C) | PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm) |
|----|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| R1 | Fría seca y fría semihúmeda         | < 13                  | < 2000                         |
| R2 | Templado seco y templado semihúmedo | 13 -20                | < 2000                         |
| R3 | Cálido seco y Cálido semihúmedo     | 20 – 30               | < 2000                         |
| R4 | Templado húmedo                     | 13 – 20               | 2000 – 4000                    |
| R5 | Cálido húmedo                       | 20 – 30               | 2000 – 4000                    |
| R6 | Cálido muy húmedo                   | 20 – 30               | > 4000                         |

<sup>7</sup> Tomado del Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito.

✓ **Capacidad portante de la subrasante**

Se utiliza por seguridad el menor de los valores de C.B.R. obtenidos que es del 3% y se categoriza como un S1, de acuerdo al manual de diseño de pavimentos de asfáltico del INVIAS.

Tabla 13. Categoría de la subrasante de acuerdo a la Resistencia del CBR

| Categoría | Intervalo de resistencia                    |                                                |
|-----------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|
|           | Módulo resiliente<br>(Kg/cm <sup>2</sup> )  | CBR<br>(%)                                     |
| <b>S1</b> | <b><math>3000 \leq M_R &lt; 500</math></b>  | <b><math>3 \leq \text{CBR} &lt; 5</math></b>   |
| <b>S2</b> | <b><math>500 \leq M_R &lt; 700</math></b>   | <b><math>5 \leq \text{CBR} &lt; 7</math></b>   |
| <b>S3</b> | <b><math>700 \leq M_R &lt; 1000</math></b>  | <b><math>7 \leq \text{CBR} &lt; 10</math></b>  |
| <b>S4</b> | <b><math>1000 \leq M_R &lt; 1500</math></b> | <b><math>10 \leq \text{CBR} &lt; 15</math></b> |
| <b>S5</b> | <b><math>M_R \geq 1500</math></b>           | <b><math>\text{CBR} \geq 15</math></b>         |

\* Si  $\text{CBR} < 3$  ( $M_R < 300 \text{ Kg/cm}^2$ ) se requiere la estabilización del suelo o, su reemplazo parcial o algún tipo de protección

**USO DEL CATÁLOGO DE ESTRUCTURAS PARA DETERMINAR EL ESPESOR DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

Datos de entrada:

| Parámetro de diseño               | Valor   |
|-----------------------------------|---------|
| Período de diseño estructural (n) | 10 años |
| Categoría del tránsito            | T2      |
| Región climática                  | R3      |
| Categoría de la sub-rasante       | S1      |

**USO DEL CATÁLOGO DE LAS ESTRUCTURAS PARA DETERMINAR EL ESPESOR DEL PAVIMENTO FLEXIBLE:**

Tabla 14. Tabla Catálogo de diseño

| Carta No. | Región climática | Categorías de subrasante | Categorías de tránsito | Materiales de construcción |
|-----------|------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1         | R1               | S1-S5                    | T1-T9                  | variables                  |
| 2         | R2               | S1-S5                    | T1-T9                  | variables                  |
| <b>3</b>  | <b>R3</b>        | <b>S1-S5</b>             | <b>T1-T9</b>           | <b>variables</b>           |
| 4         | R4               | S1-S5                    | T1-T9                  | variables                  |
| 5         | R5               | S1-S5                    | T1-T9                  | variables                  |
| 6         | R6               | S1-S5                    | T1-T9                  | variables                  |

Tal como se muestra en la figura 37, la carta de diseño N° 3 muestra la serie de alternativas de estructuras de diseño, para lo cual al tener en cuenta, el nivel del tránsito

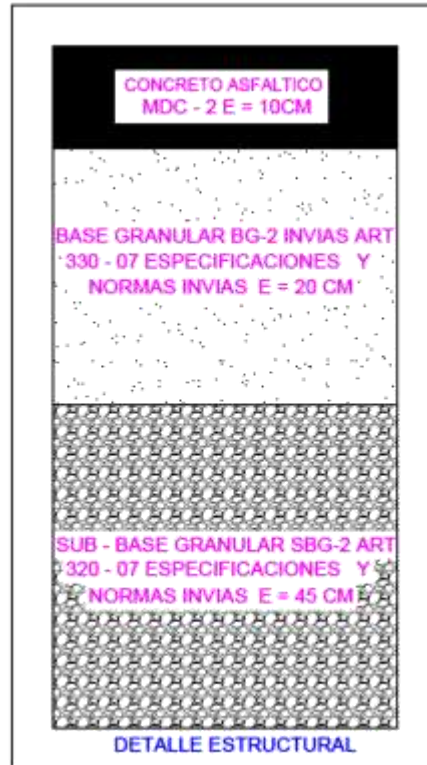
**Figura 37. Carta de diseño número 3**

| $\frac{w}{h} \left( \frac{\text{kg/m}^3}{\text{cm}^3} \right)$ | S1<br>300 ≤ Mr < 500 | S2<br>500 ≤ Mr < 700 | S3<br>700 ≤ Mr < 1000 |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| T1<br>$\frac{w}{h} N_{T1} = 5$                                 |                      |                      |                       |
| T2<br>$\frac{w}{h} N_{T2} = 2$                                 |                      |                      |                       |
| T3<br>$\frac{w}{h} N_{T3} = 1$                                 |                      |                      |                       |
| T4<br>$\frac{w}{h} N_{T4} = 0.5$                               |                      |                      |                       |
| T5<br>$\frac{w}{h} N_{T5} = 0.1$                               |                      |                      |                       |

**Figura 38. Alternativas de diseño**

| Category | MDC-2 | BEE-1 | BEE-2 | SBG-1 |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| MDC-2    | 19    | 7.5   |       |       |
| BEE-1    | 20    | 15    |       |       |
| BEE-2    | 45    | 10    |       |       |
| SBG-1    | 35    | 35    |       |       |

|                                        |   |              |
|----------------------------------------|---|--------------|
| Mezcla densa en caliente MDC-2         | = | 10 cm        |
| Base Granular                          | = | 20 cm        |
| Subbase granular                       | = | 45 cm        |
| <b>Espesor total de la estructura=</b> |   | <b>75 cm</b> |



### 8.1.3 Presupuesto de obra

Dentro del presupuesto se incluyeron las siguientes actividades:

- Comisión de topografía (incluye estación, nivel, cadeneros, prismas, etc)
- construcción de campamento (incluye celaduría de maquinaria y otros)
- desmonte y limpieza en zona no boscosa
- corte, excavación mecánica y retiro dist. 11 km
- suministro, extendida y compactación de nivelación con material afirmado sub-base granular e=0,45 (suministro, extendida, nivelación, humedecimiento y compactación)
- base granular e=0,20 tipo (suministro, extendida, nivelación, humedecimiento y compactación)
- base asfáltica mdc 1-2 (suministro, extendida, nivelación y compactación)
- ligante (incluye extendida y operarios)
- suministro e instalación de geotextil nt 2500
- señalización horizontal líneas amarilla y blanca discontinua a=0.12 termoplástica incl sum, aplicación con equipo, micro esferas.

Basado en las actividades anteriormente descritas, el valor por Kilómetro (Km) de vía es de aproximadamente \$ 1.023.068.887,27

Igualmente en el anexo número 15 se observa el presupuesto de obra.

## 8.2 Alternativa 2 (Reparación por tramos)

Teniendo en cuenta, que el perfil estratigráfico de las calicatas 2 y 3, indican que la vía carece de la estructura ideal del pavimento, y que sumado a ello, los espesores de las carpetas de rodadura y de las capas de recebo en ambas calicatas no poseen una altura suficiente para la recepción de esfuerzos transmitidos por los vehículos, como también unas densidades muy bajas en el material, haciendo que los daños y fallas en esos tramos sean de índole estructural, hace necesario reparar y rediseñar la estructura en esos puntos.

Ahora bien, revisado la calicata 1, la cual posee una estructura de pavimento idónea y con buenas densidades en la base y subrasante, y una subbase de excelente calidad, pero de bajo espesor en la capa de rodadura, situación que hizo que ocasionara en su gran mayoría la pérdida de las capas de la estructura (baches y descascamientos), como también desgaste superficial alto. Esto hace que solo sea necesario reparar su carpeta de rodadura y la estabilización del talud mencionado y descrito en la falla N°1.

Siendo así la vía se dividirá en 3 tramos, teniendo en cuenta las 3 calicatas realizadas para el estudio de suelos:

Inicia en tramo Doble calzada Ibagué – Flandes al Municipio de Coello

- **Tramo 1:** A partir del Km2+000 hasta el Km5+000
- **Tramo 2:** A partir del Km0+000 hasta el Km2+000

Inicia en tramo Doble calzada Ibagué – Flandes a Municipio del Espinal

- **Tramo 3:** a partir del Km0+000 hasta el Km6+000

En donde en el tramo1 se mejorará la carpeta asfáltica y se estabilizará el talud cercano al puente del rio Coello y en los tramos 2 y 3 se realizará obra nueva (rediseño del pavimento flexible). Ver cuadro de detalle intervención por tramos, tabla 15.

Tabla 15. Cuadro de detalle Intervención por tramos

|                                                                               | Intervalos de abscisas   | Intervención                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Inicia en tramo Doble calzada Ibagué – Flandes al Municipio de Coello</b>  |                          |                                                  |
| <b>Tramo 1</b>                                                                | Km2+000 hasta el Km5+000 | Reparación de la carpeta asfáltica               |
| <b>Tramo 2</b>                                                                | Km0+000 hasta el Km2+000 | Obra nueva<br>(Rediseño estructura de pavimento) |
| <b>Inicia en tramo Doble calzada Ibagué – Flandes a Municipio del Espinal</b> |                          |                                                  |
| <b>Tramo 3</b>                                                                | Km0+000 hasta el Km6+000 | Obra nueva<br>(Rediseño estructura de pavimento) |

Cabe resaltar que el diseño geométrico y la señalización vial contempladas para la alternativa 1, servirán también para los tres tramos en mención, pues estos factores se hacen necesarios y son de gran relevancia para la intervención de la vía, ya que cada uno de ellos brindará confort, durabilidad y seguridad al proyecto respectivamente.

### 8.2.1 Tramo 1, reparación de la carpeta asfáltica

Teniendo en cuenta la Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), indica que de acuerdo a la alternativa de rehabilitación a usar (Restauración, refuerzo, reciclado y reconstrucción) se estima el periodo de diseño para las obras, de este modo en la tabla el periodo de diseño recomendado obedece a 10 años, ver tabla 16.

Tabla 16. Periodo de diseño de las obras de rehabilitación de los pavimentos asfálticos de las carreteras nacionales

| ALTERNATIVA DE REHABILITACIÓN | CATEGORÍA DEL TRÁNSITO                                                                                                  |                                                                     |                                                           |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                               | NT1                                                                                                                     | NT2                                                                 | NT3                                                       |
|                               | Caminos rurales con tránsito medio y bajo                                                                               | Colectoras interurbanas, caminos rurales e industriales principales | Autopistas interurbanas, caminos interurbanos principales |
|                               | NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 80 KN EN EL CARRIL DE DISEÑO DURANTE EL PERIODO DE DISEÑO DE LAS OBRAS DE REHABILITACIÓN |                                                                     |                                                           |
|                               | < 0.5*10 <sup>6</sup>                                                                                                   | 0.5*10 <sup>6</sup> – 5*10 <sup>6</sup>                             | > 5*10 <sup>6</sup>                                       |
| PERIODO DE DISEÑO (años)      |                                                                                                                         |                                                                     |                                                           |
| Restauración                  | Depende de las técnicas de intervención                                                                                 |                                                                     |                                                           |
| Refuerzo                      | 8                                                                                                                       | 10                                                                  | 12                                                        |
| Reciclado                     | 10                                                                                                                      | 15                                                                  | 20                                                        |
| Reconstrucción                | 10                                                                                                                      | 15                                                                  | 20                                                        |

Ahora bien, y de acuerdo a la Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), en la cual indica que de acuerdo al tipo de deterioro del pavimento se deberá de ejecutar la rehabilitación, se tiene que para el tramo 1, la carpeta asfáltica posee una capa de espesor bajo, lo que ha venido generando las fallas descritas en la Fase 3, además de que por la mala ejecución y diseño de mezcla actual, el pavimento presenta un envejecimiento crítico, a tal modo de generar cierta incomodidad a los usuarios de la vía, se hace necesario realizar un refuerzo a la carpeta asfáltica.

Esta sobre capa se constituirá en una mezcla densa en caliente de tipo concreto asfáltico con un espesor de 25 cm.

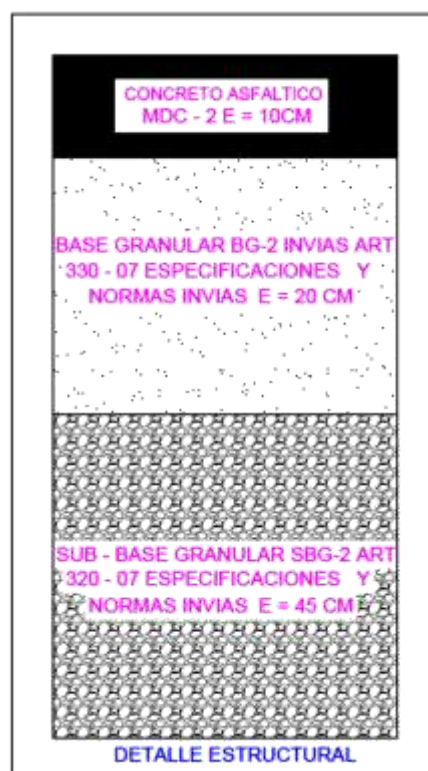
El refuerzo permitirá corregir las deficiencias superficiales, relacionadas directamente con el confort, seguridad y ruido.

### 8.2.2 Tramo 2 y 3, Obra nueva

La estructura de pavimento que conformará los tramos 2 y 3, obedecerá al diseño realizado para la alternativa 1, ya que las variables utilizadas para el diseño (Tráfico, clima, estudio de suelos, obras de drenaje, etc.) no presentan variaciones con respecto a la rehabilitación por tramos y la obra nueva. Se aclara que el CBR de diseño escogido correspondió al arrojado por la Calicata N°3, pues se diseñó para el caso más crítico.

Por tanto, en los tramos dos y tres, la vía tendrá el siguiente esquema estructural:

|                                        |   |              |
|----------------------------------------|---|--------------|
| Mezcla densa en caliente MDC-2         | = | 10 cm        |
| Base Granular                          | = | 20 cm        |
| Subbase granular                       | = | 45 cm        |
| <b>Espesor total de la estructura=</b> |   | <b>75 cm</b> |



### 8.2.3 Presupuesto de obra Alternativa 2

Dentro del presupuesto se incluyeron las siguientes actividades:

- Comisión de topografía (incluye estación, nivel, cadeneros, prismas, etc)
- construcción de campamento (incluye celaduría de maquinaria y otros)
- desmonte y limpieza en zona no boscosa
- corte, excavación mecánica y retiro dist. 8 km
- suministro, extendida y compactación de nivelación con material afirmado sub-base granular  $e=0,45$  (suministro, extendida, nivelación, humedecimiento y compactación)
- base granular  $e=0,20$  tipo (suministro, extendida, nivelación, humedecimiento y compactación)
- base asfáltica mdc 1-2 (suministro, extendida, nivelación y compactación)
- ligante (incluye extendida y operarios)
- suministro e instalación de geotextil nt 2500
- señalización horizontal líneas amarilla y blanca discontinua  $a=0.12$  termoplástica incl sum, aplicación con equipo, micro esferas.

Basado en las actividades anteriormente descritas, el valor por Kilómetro (Km) de vía es de aproximadamente \$848.675.819

Igualmente en el anexo número 16 se observa el presupuesto de obra.

## CONCLUSIONES

El registro de las fallas identificadas, durante la inspección visual realizada en la vía que comunica el municipio de Coello con el Espinal en el departamento del Tolima, evidencian los deterioros superficiales y estructurales, los cuales han generado incomodidad, inseguridad y falta de confort.

Este trabajo mostró que el área total afectada en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) fue de: 41,19 (m<sup>2</sup>) equivalente al 0,062%, para lo cual la lesión con mayor impacto sobre la vía correspondió a la piel de cocodrilo con un área de afectación del 15,69 m<sup>2</sup>, correspondiente al 0,024% de afectación en la vía, que la lesión de descascamiento afectó cerca del 0,0192% y el parcheo afectó el 0,012%, esto nos hace pensar que la mayor influencia de las lesiones encontradas son de origen estructural, es decir, la falta de la estructura ideal de pavimento que se encargara de recibir y transmitir los esfuerzos emitidos por las llantas de los vehículos al suelo de cimentación, fue la principal razón y causa de los deterioros encontrados, además de poseer espesores insuficientes de capa de rodadura, una mezcla asfáltica muy permeable, falta de adherencia del asfalto con los agregados y la acción intensa del tránsito.

Por otro lado durante la inspección visual y el levantamiento de fallas de la vía, se evidenció que cerca del 80% de la vía presentaron fallas superficiales (desgaste superficial con severidad alta), y que sumado a las patologías de tipo estructural encontradas, han venido ocasionando inseguridad, incomodidad, falta de confort y contaminación ambiental a los usuarios de la vía, como también a los habitantes del sector, de este modo se concluye que: El trayecto de vía que comunica El municipio de Coello con el municipio del Espinal requiere de un rediseño en la estructura de pavimento, para ello se elaboraron dos alternativas como propuesta de intervención, allí se deben incluir obras de arte, señalización informativa y preventiva (Horizontal y vertical) y mejorar al diseño geométrico en ciertos tramos.

En este sentido, al revisar las 2 alternativas como propuestas de intervención, en donde en la alternativa 1 consta de la construcción de obra nueva a lo largo de los 11 km y con un valor de \$11.253.757.760 y para la alternativa 2 rehabilitación por tramos, en donde uno de los tramos solo se realizará un refuerzo a la carpeta de rodadura y en los otros dos tramos se contemplará obra nueva, esta propuesta con valor total de \$9.335.434.010, se evidencia que la mejor alternativa para la ejecución como propuesta de intervención es la número 2, toda vez que esta ofrece mayores beneficios económicos, es decir es más rentable. Cabe resaltar que esta alternativa comparada con la propuesta 1, requiere de mayor supervisión en la ejecución de las actividades, ya que en el tramo en donde se realizará el refuerzo de la carpeta asfáltica, requiere de una preparación y un cuidado especial, de no ser así, dicha rehabilitación a futuro podría revelar las fisuras y deterioros superficiales de la antigua capa.

Durante el desarrollo de un estudio patológico, es importante la recolección de datos existentes relacionados con el diseño, estudios de suelos, reparaciones realizadas durante la vida útil, ya que estos permiten un análisis más preciso de las causas y fallas registradas, pues se ha visto que no necesariamente los problemas patológicos de una estructura civil o arquitectónica son debidos a los procesos constructivos utilizados en la ejecución del proyecto, sino que durante la elaboración de los estudios y diseños se cometieron errores, situación que demuestra la falta de ética y conocimiento del profesional encargado.

## RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que durante la inspección visual de la vía, se observó que esta carecía obras de arte, y que tan solo presentaba en ciertos tramos boxculvert y puentes, se recomienda que durante la rehabilitación, se debe de considerar como factor preventivo para la durabilidad de la vía, las obras de drenaje y sub drenaje, tales como: cunetas, alcantarillado (si aplica), bombeo en la vía, bordillos, lavaderos o tubos perforados.

Adicional a ello, se sugiere que durante la rehabilitación de la vía se deberán de seguir las especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras propuesto por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), esto con el fin de garantizar que el desarrollo de las actividades cumplan los requerimientos mínimos de construcción. Las especificaciones se pueden encontrar en el siguiente link: <http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos1/139-documento-tecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-y-normas-de-ensayo-para-materiales-de-carreteras>.

La señalización vial deberá de seguir los requerimientos indicados en el Manual de señalización vial 2015 del Instituto Nacional de Vías (INVIAS). El manual se puede encontrar en el siguiente link: <http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos1>.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas técnica colombiana documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Sexta actualización. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2008. 1-36 pág. NTC 1486.

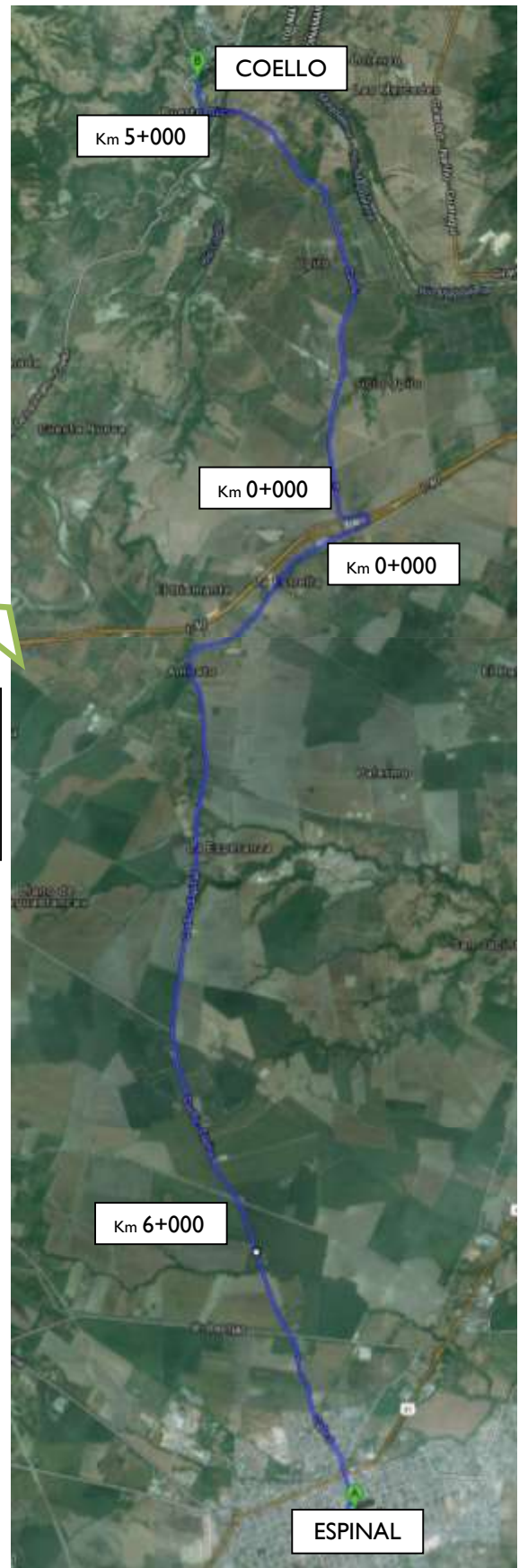
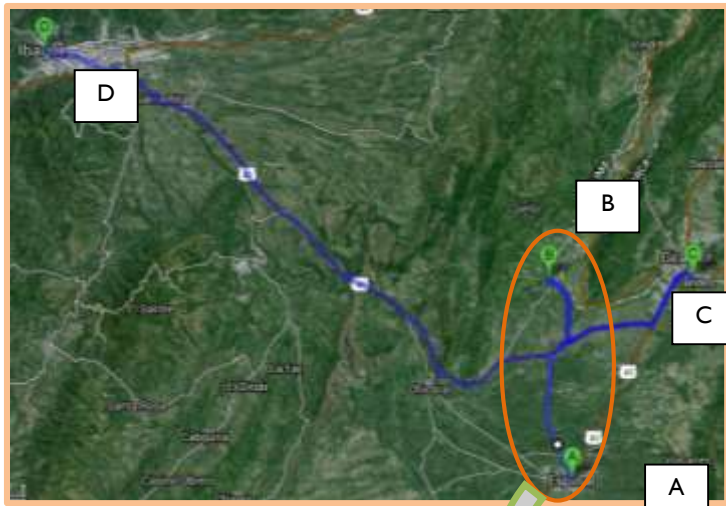
INSTITUTO NACIONAL DE VIAS (INVIAS). Guía Metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Segunda edición. Bogotá D.C.: 2008. 259-322 pág.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. Convenio interadministrativo 587-03. Bogotá D.C.: 2006. 1-56 pág.

MONTEJO, Fonseca Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. 2 Ed reimpresión. Bogotá D.C. Universidad Católica de Colombia, 2002. 1-734 pág.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1. Ubicación Vía Coello - Espinal



### CONVENCIONES

Ruta A – B (Espinal – Coello)  
Ruta C – D (Doble calzada Flandes – Ibagué)

**ANEXO 2. Ficha de información previa I (tramo Espinal - variante)**

| <b>FICHA DE INFORMACION PREVIA I (TRAMO ESPINAL - VARIANTE)</b>                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| REALIZA EL ESTUDIO:                                                                                  | PATOLÓGICO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL MUNICIPIO DE COELLO CON EL ESPINAL EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nº DE FICHA |
| FECHA:                                                                                               | 10 DE SEPTIEMBRE 2013                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>1</b>    |
| QUIEN AUTORIZA EL ESTUDIO:                                                                           | ALCALDÍAS DE COELLO Y ESPINAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
| <b>DATOS GENERALES DEL PACIENTE</b>                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | N.A.        |
| NOMBRE DE LA OBRA:                                                                                   | VÍA PÚBLICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | N.A.        |
| LOCALIZACIÓN (País, ciudad, etc.).                                                                   | TOLIMA - COLOMBIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | N.A.        |
| MICROLOCALIZACION                                                                                    | MUNICIPIO DEL ESPINAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | N.A.        |
| USO ACTUAL:                                                                                          | MAQUINARIA AGRÍCOLA Y TRÁNSITO PESADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | FOTOGRAFÍAS |
| OBRAS DE ARTE                                                                                        | CARECE DE OBRAS DE ARTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | FOTOGRAFÍAS |
| FECHA DE CONSTRUCCIÓN:                                                                               | ANTES DEL AÑO 2000: VÍA RURAL - VEREDAL EN AFIRMADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | N.A.        |
|                                                                                                      | DESPUES DEL AÑO 2000: MEJORAMIENTO EN ALGUNOS TRAMOS CON MATERIAL GRANULAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | N.A.        |
| IMPORTANCIA                                                                                          | ANTES: VÍA TERCIARIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | N.A.        |
|                                                                                                      | ACTUALMENTE: VÍA SECUNDARIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | N.A.        |
| ESPECIFICACIONES                                                                                     | MANUAL DE ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS                                                                                                                                                                                                                                                                                 | SI          |
|                                                                                                      | MANUAL DE ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Y                                                                                                                                                                                                                                                                               | SI          |
|                                                                                                      | MANUAL PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (UNAL - INVIAS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | SI          |
| <b>MATERIAL CONSTRUCTIVO PREDOMINANTE (Visible ó supuesto) - (concreto, madera, acero, arcilla)-</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |
| TIPO DE PAVIMENTO:                                                                                   | PAVIMENTO FLEXIBLE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | N.A.        |
| <b>TRANSFORMACIONES ANTERIORES (Visibles ó supuestas)</b>                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |
| TIPO DE TRANSFORMACIÓN:                                                                              | N.A.*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | N.A.        |
| FECHA DE REALIZACIÓN:                                                                                | N.A.*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | N.A.        |
| LOCALIZACIÓN DE LA TRANSF.                                                                           | N.A.*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | N.A.        |
| NORMATIVA (Técnica ó urbana de la modificación), si aplica.                                          | N.A.*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | N.A.        |
| *se han realizado reparcheos a lo largo de la vía                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | N.A.        |
| <b>DATOS COMPLEMENTARIOS AL ESTUDIO PATOLÓGICO</b>                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |
| ALCANCES DEL ESTUDIO                                                                                 | REALIZAR EL ESTUDIO PATOLÓGICO, IDENTIFICANDO LAS CAUSAS DE LAS LESIONES PARA GENERAR LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN MÁS CONVENIENTE DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO, ECONÓMICO Y SOCIAL, PARA LO CUAL, SERÁ NECESARIO LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS DE CAMPO CON TOMAS DE MUESTRAS DE SUELO, AFOROS, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, LEVANTAMIENTO DE FALLAS Y REALIZACIÓN DE PLANOS. | N.A.        |
| INFORMACIÓN A RECOPILAR:                                                                             | PLANOS, DISEÑOS, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, INTERVENCIONES A LA VÍA                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | N.A.        |
| PERMISOS NECESARIOS:                                                                                 | PARA LA TOMA DE MUESTRAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | N.A.        |

**ANEXO 3. Ficha de información previa I (tramo Coello - variante)**

| <b>FICHA DE INFORMACION PREVIA I (TRAMO COELLO - VARIANTE)</b>                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| REALIZA EL ESTUDIO:                                                                                  | PATOLÓGICO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL MUNICIPIO DE COELLO CON EL ESPINAL EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>N° DE FICHA</b><br><br><b>1</b> |
| FECHA:                                                                                               | 10 DE SEPTIEMBRE 2013                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
| QUIEN AUTORIZA EL ESTUDIO:                                                                           | ALCALDÍAS DE COELLO Y ESPINAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |
| <b>DATOS GENERALES DEL PACIENTE</b>                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | N.A.                               |
| NOMBRE DE LA OBRA:                                                                                   | VÍA PÚBLICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | N.A.                               |
| LOCALIZACIÓN (País, ciudad, etc.).                                                                   | TOLIMA - COLOMBIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | N.A.                               |
| MICROLOCALIZACION                                                                                    | MUNICIPIO DEL COELLO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | N.A.                               |
| USO ACTUAL:                                                                                          | MAQUINARIA AGRÍCOLA Y TRÁNSITO PESADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | FOTOGRAFÍAS                        |
| OBRAS DE ARTE                                                                                        | CARECE DE OBRAS DE ARTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | FOTOGRAFÍAS                        |
| FECHA DE CONSTRUCCIÓN:                                                                               | ANTES DEL AÑO 1994: VÍA RURAL - VEREDAL EN AFIRMADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | N.A.                               |
|                                                                                                      | DESPUES DEL AÑO 1994: MEJORAMIENTO EN ALGUNOS TRAMOS CON MATERIAL MEZCLA ASFÁLTICA                                                                                                                                                                                                                                                                                           | N.A.                               |
| IMPORTANCIA                                                                                          | ANTES: VÍA TERCIARIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | N.A.                               |
|                                                                                                      | ACTUALMENTE: VÍA SECUNDARIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | N.A.                               |
| ESPECIFICACIONES                                                                                     | MANUAL DE ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS                                                                                                                                                                                                                                                                                 | SI                                 |
|                                                                                                      | MANUAL DE ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Y                                                                                                                                                                                                                                                                               | SI                                 |
|                                                                                                      | MANUAL PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (UNAL - INVIAS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | SI                                 |
| <b>MATERIAL CONSTRUCTIVO PREDOMINANTE (Visible ó supuesto) - (concreto, madera, acero, arcilla)-</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |
| TIPO DE PAVIMENTO:                                                                                   | PAVIMENTO FLEXIBLE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | N.A.                               |
| <b>TRANSFORMACIONES ANTERIORES (Visibles ó supuestas)</b>                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |
| TIPO DE TRANSFORMACIÓN:                                                                              | N.A.*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | N.A.                               |
| FECHA DE REALIZACIÓN:                                                                                | N.A.*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | N.A.                               |
| LOCALIZACIÓN DE LA TRANSF.                                                                           | N.A.*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | N.A.                               |
| NORMATIVA (Técnica ó urbana de la modificación), si aplica.                                          | N.A.*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | N.A.                               |
| *se han realizado reparcheos a lo largo de la vía                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | N.A.                               |
| <b>DATOS COMPLEMENTARIOS AL ESTUDIO PATOLÓGICO</b>                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |
| ALCANCES DEL ESTUDIO                                                                                 | REALIZAR EL ESTUDIO PATOLÓGICO, IDENTIFICANDO LAS CAUSAS DE LAS LESIONES PARA GENERAR LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN MÁS CONVENIENTE DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO, ECONÓMICO Y SOCIAL, PARA LO CUAL, SERÁ NECESARIO LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS DE CAMPO CON TOMAS DE MUESTRAS DE SUELO, AFOROS, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, LEVANTAMIENTO DE FALLAS Y REALIZACIÓN DE PLANOS. | N.A.                               |
| INFORMACIÓN A RECOPILAR:                                                                             | PLANOS, DISEÑOS, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, INTERVENCIONES A LA VÍA                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | N.A.                               |
| PERMISOS NECESARIOS:                                                                                 | PARA LA TOMA DE MUESTRAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | N.A.                               |

**ANEXO 4. Ficha de información previa II (tramo Espinal - variante)**

| <b>FICHA DE INFORMACION PREVIA II (TRAMO ESPINAL - VARIANTE)</b>                |                                                                                                       |                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REALIZA EL ESTUDIO:                                                             | PATOLÓGICO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL MUNICIPIO DE COELLO CON EL ESPINAL EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA | Nº DE FICHA                                                                                                                                                                 |
| FECHA:                                                                          | 10 DE SEPTIEMBRE 2013                                                                                 | <b>2</b>                                                                                                                                                                    |
| QUIEN AUTORIZA EL ESTUDIO:                                                      | ALCALDÍAS DE COELLO Y ESPINAL                                                                         |                                                                                                                                                                             |
| <b>DATOS GENERALES DEL ENTORNO DEL PACIENTE</b>                                 |                                                                                                       | <b>DOCUMENTO SOPORTES</b>                                                                                                                                                   |
| TEMPERATURA (promedio, tomado de la ciudad):                                    | 29°C (anual)                                                                                          | Revista Unal<br>( <a href="http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/24185">http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/24185</a> ) |
| HUMEDAD RELATIVA (promedio, tomado de la ciudad):                               | 70% (anual)                                                                                           | Revista Unal<br>( <a href="http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/24185">http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/24185</a> ) |
| PLUVIOSIDAD (Alta, media, Baja):                                                | Baja                                                                                                  |                                                                                                                                                                             |
| PRECIPITACION:                                                                  | 1368 mm/año                                                                                           | Revista Unal<br>( <a href="http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/24185">http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/24185</a> ) |
| EVAPOTRANSPIRACIÓN:                                                             | 4,70 mm/día                                                                                           |                                                                                                                                                                             |
| TIPO DE AMBIENTE (agresivo por ser industrial, o leve residencial):             | Agresivo por ser industrial                                                                           | N.A                                                                                                                                                                         |
| CONTAMINANTES QUÍMICOS CERCANOS:                                                | Agroquímicos                                                                                          | N.A                                                                                                                                                                         |
| SISMICIDAD (Según microzonificación de Bogotá actualizada - ALTA, MEDIA, BAJA): | Intermedia                                                                                            | NRS10                                                                                                                                                                       |
| OTROS FACTORES DE RIESGO:                                                       | Inundaciones                                                                                          |                                                                                                                                                                             |
| TOPOGRAFÍA DEL TERRENO (plano, ladera, humedales, etc):                         | Plano                                                                                                 | N.A                                                                                                                                                                         |
| <b>LA CONSTRUCCIÓN ESTA EN PROXIMIDAD DE:</b>                                   |                                                                                                       |                                                                                                                                                                             |
| Vegetación predominante:                                                        | Bosques seco tropical                                                                                 | PBOT                                                                                                                                                                        |
| Riveras:                                                                        |                                                                                                       |                                                                                                                                                                             |
| Valles:                                                                         | Cultivos transitorios                                                                                 |                                                                                                                                                                             |
| Montañas:                                                                       |                                                                                                       |                                                                                                                                                                             |
| Otros:                                                                          |                                                                                                       |                                                                                                                                                                             |
| <b>EDIFICACIONES U OBRAS VECINAS:</b>                                           |                                                                                                       |                                                                                                                                                                             |
| TIPOLOGÍA:                                                                      | Vivienda unifamiliar rural                                                                            | FOTOGRAFÍAS                                                                                                                                                                 |
| FECHA DE CONSTRUCCIÓN:                                                          | Periodo entre 30 - 40 años                                                                            | FOTOGRAFÍAS                                                                                                                                                                 |
| SISTEMA CONSTRUCTIVO:                                                           | Mampostería confinada - sistema tradicional (bahareque)                                               | FOTOGRAFÍAS                                                                                                                                                                 |
| TIPO DE CIMENTACIÓN:                                                            | Superficial                                                                                           | FOTOGRAFÍAS                                                                                                                                                                 |
| USO:                                                                            | Residencial                                                                                           | FOTOGRAFÍAS                                                                                                                                                                 |
| ALTURA (la más alta):                                                           | 3 metros                                                                                              | FOTOGRAFÍAS                                                                                                                                                                 |
| ÁREA (promedio aprox.):                                                         | 80 m2                                                                                                 | FOTOGRAFÍAS                                                                                                                                                                 |
| DISTANCIA EN CUANTO A LA OBRA EN ESTUDIO:                                       | 5 metros maximos                                                                                      | FOTOGRAFÍAS                                                                                                                                                                 |
| OTROS ASPECTOS QUE USTED CONSIDERE RELEVANTES:                                  | N.A                                                                                                   | N.A                                                                                                                                                                         |

**ANEXO 5. Ficha de información previa II (tramo Coello - variante)**

| <b>FICHA DE INFORMACION PREVIA II (TRAMO COELLO - VARIANTE)</b>                 |                                                                                                       |                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| REALIZA EL ESTUDIO:                                                             | PATOLÓGICO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL MUNICIPIO DE COELLO CON EL ESPINAL EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA | <b>Nº DE FICHA</b>                    |
| FECHA:                                                                          | 10 DE SEPTIEMBRE 2013                                                                                 | <b>2</b>                              |
| QUIEN AUTORIZA EL ESTUDIO:                                                      | ALCALDIAS DE COELLO Y ESPINAL                                                                         |                                       |
| <b>DATOS GENERALES DEL ENTORNO DEL PACIENTE</b>                                 |                                                                                                       | <b>DOCUMENTO SOPORTES</b>             |
| TEMPERATURA (promedio, tomado de la ciudad)                                     | 28 - 29 °C                                                                                            | EOT Coello (Pág 87)                   |
| HUMEDAD RELATIVA (promedio, tomado de la ciudad):                               | 65% y el 70%                                                                                          | Cortolima - Agenda ambiental (Pág 59) |
| PRECIPITACION PROMEDIO:                                                         | 1.337,2 mm anual                                                                                      | EOT Coello (Pág 86)                   |
| PLUVIOSIDAD (Alta, media, Baja):                                                | Baja                                                                                                  | EOT Coello (Pág 96)                   |
| EVAPOTRANSPIRACIÓN:                                                             | alta (2.074,3 mm/anual)                                                                               | EOT Coello (Pág 90)                   |
| TIPO DE AMBIENTE (agresivo por ser industrial, o leve residencial):             | Leve residencial                                                                                      | N.A                                   |
| CONTAMINANTES QUÍMICOS CERCANOS:                                                | Explotacion minera (material de construcción)                                                         | EOT Coello (Pág 119 -120)             |
| SISMICIDAD (Según microzonificación de Bogotá actualizada - ALTA, MEDIA, BAJA): | Intermedia                                                                                            | NRS-10                                |
| OTROS FACTORES DE RIESGO:                                                       | Inundaciones, deslizamientos                                                                          | EOT Coello (Pág 120 -121)             |
| TOPOGRAFÍA DEL TERRENO (plano, ladera, humedales, etc):                         | Plano - montañosa                                                                                     | N.A                                   |
| <b>LA CONSTRUCCIÓN ESTA EN PROXIMIDAD DE:</b>                                   |                                                                                                       |                                       |
| Vegetación predominante:                                                        | Bosque seco tropical                                                                                  | EOT Coello (Pág 51)                   |
| Riveras:                                                                        |                                                                                                       |                                       |
| Valles:                                                                         | Cultivos transitorios                                                                                 | N.A                                   |
| Montañas:                                                                       | Vegetación arbustivas, rastreras (pastos)                                                             | EOT Coello (Pág 102 -103)             |
| Otros:                                                                          | N.A                                                                                                   | N.A                                   |
| <b>EDIFICACIONES U OBRAS VECINAS:</b>                                           |                                                                                                       |                                       |
| TIPOLOGÍA:                                                                      | Vivienda unifamiliar rural                                                                            | FOTOGRAFÍAS                           |
| FECHA DE CONSTRUCCIÓN:                                                          | Periodo entre 30 - 40 años                                                                            | FOTOGRAFÍAS                           |
| SISTEMA CONSTRUCTIVO:                                                           | Mampostería confinada - sistema tradicional (bahareque)                                               | FOTOGRAFÍAS                           |
| TIPO DE CIMENTACIÓN:                                                            | Superficial                                                                                           | FOTOGRAFÍAS                           |
| USO:                                                                            | Residencial                                                                                           | FOTOGRAFÍAS                           |
| ALTURA (la más alta):                                                           | 3 metros                                                                                              | FOTOGRAFÍAS                           |
| ÁREA (promedio aprox.):                                                         | 80 m2                                                                                                 | FOTOGRAFÍAS                           |
| DISTANCIA EN CUANTO A LA OBRA EN ESTUDIO:                                       | 5 metros máximo                                                                                       | FOTOGRAFÍAS                           |
| OTROS ASPECTOS QUE USTED CONSIDERE RELEVANTES:                                  | N.A                                                                                                   | N.A                                   |

**ANEXO 6. Ficha de información previa III (tramo Espinal - variante)**

| <b>FICHA DE INFORMACION PREVIA III (TRAMO ESPINAL - VARIANTE)</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| REALIZA EL ESTUDIO:                                                   | PATOLÓGICO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL MUNICIPIO DE COELLO CON EL ESPINAL EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA                                                                                                                                              | <b>N° DE FICHA</b><br><br><b>3</b> |
| FECHA:                                                                | 13 DE ENERO 2014                                                                                                                                                                                                                                   |                                    |
| QUIEN AUTORIZA EL ESTUDIO:                                            | ALCALDÍAS DE COELLO Y ESPINAL                                                                                                                                                                                                                      |                                    |
| <b>DATOS ESPECÍFICOS DEL PACIENTE</b>                                 |                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>DOCUMENTO SOPORTES</b>          |
| LONGITUD Y ANCHO DE LA VIA                                            | 6 Km - 6m                                                                                                                                                                                                                                          | N.A                                |
| CARACTERIZACIÓN VIA                                                   | Pavimento flexible                                                                                                                                                                                                                                 | FOTOGRAFÍAS                        |
| TRANSITO VEHICULAR VIA                                                | Motocicletas, automóviles, camionetas y maquinaria pesada                                                                                                                                                                                          | FOTOGRAFÍAS                        |
| NORMATIVA USADA: (técnica, urbana, etc.).                             | Técnica                                                                                                                                                                                                                                            | N.A                                |
| OBRAS DE ARTE                                                         | Carece de obras de arte                                                                                                                                                                                                                            | FOTOGRAFÍAS                        |
| SEÑALIZACION                                                          | Deficiencia de señalización                                                                                                                                                                                                                        | FOTOGRAFÍAS                        |
| LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN OBTENIDAS:                                  | No tiene                                                                                                                                                                                                                                           | N.A                                |
| PLANES ESPECÍFICOS FUTUROS:                                           | Rehabilitación de la via con sus obras complementarias                                                                                                                                                                                             | N.A                                |
| <b>INFORMACIÓN EXISTENTE:</b>                                         |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |
| TOPOGRAFIA DE LA VIA                                                  | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                                |
| DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA                                           | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                                |
| Planos técnicos (especiales):                                         | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                                |
| Otros planos:                                                         | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                                |
| Estudio (s) de suelos:                                                | No existe                                                                                                                                                                                                                                          | N.A                                |
| <b>INFORMACIÓN SOBRE LOS TÉCNICOS RESPONSABLES DE LA CONSTRUCCIÓN</b> |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |
| INFORMACIÓN SOBRE LOS PROPIETARIOS ANTERIORES:                        | El municipio                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                                |
| INFORMACIÓN SOBRE LOS DISEÑADORES:                                    | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                                |
| INFORMACIÓN SOBRE LOS CONSTRUCTORES:                                  | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                                |
| INFORMACIÓN SOBRE INTERVENTORES:                                      | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                                |
| INFORMACIÓN SOBRE PROVEEDORES DE MATERIAL:                            | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                                |
| INFORMACIÓN SOBRE PRUEBAS U ENSAYOS:                                  | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                                |
| FENÓMENOS O EVENTOS EN EL PASADO:                                     | No existente                                                                                                                                                                                                                                       |                                    |
| CONDICIONES DE HABITABILIDAD (buena, regular o mala):                 | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                                |
| OBSERVACIONES GENERALES                                               | El paciente cuenta con poca información de su Diseño y Construcción por lo que se hace necesario la realización de ensayos de suelos, levantamiento topográfico y evaluación del diseño geométrico y su evaluación de la estructura del pavimento. |                                    |

## ANEXO 7. Ficha de información previa III (tramo Coello - variante)

| FICHA DE INFORMACION PREVIA III (TRAMO COELLO - VARIANTE)      |                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| REALIZA EL ESTUDIO:                                            | PATOLÓGICO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL MUNICIPIO DE COELLO CON EL ESPINAL EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA                                                                                                                                              | Nº DE FICHA        |
| FECHA:                                                         | 13 DE ENERO 2014                                                                                                                                                                                                                                   | 3                  |
| QUIEN AUTORIZA EL ESTUDIO:                                     | ALCALDÍAS DE COELLO Y ESPINAL                                                                                                                                                                                                                      |                    |
| DATOS ESPECÍFICOS DEL PACIENTE                                 |                                                                                                                                                                                                                                                    | DOCUMENTO SOPORTES |
| LONGITUD Y ANCHO DE LA VIA                                     | 5 Km - 6m                                                                                                                                                                                                                                          | N.A                |
| CARACTERIZACION VIA                                            | Pavimento flexible                                                                                                                                                                                                                                 | FOTOGRAFÍAS        |
| TRANSITO VEHICULAR VIA                                         | Motocicletas, automóviles, camionetas y maquinaria pesada                                                                                                                                                                                          | FOTOGRAFÍAS        |
| NORMATIVA USADA: (técnica, urbana, etc.).                      | Técnica                                                                                                                                                                                                                                            | N.A                |
| OBRAS DE ARTE                                                  | Carece de obras de arte                                                                                                                                                                                                                            | FOTOGRAFÍAS        |
| SEÑALIZACION                                                   | Deficiencia de señalización                                                                                                                                                                                                                        | FOTOGRAFÍAS        |
| LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN OBTENIDAS:                           | No tiene                                                                                                                                                                                                                                           | N.A                |
| PLANES ESPECÍFICOS FUTUROS:                                    | Rehabilitación de la vía con sus obras complementarias                                                                                                                                                                                             | N.A                |
| INFORMACIÓN EXISTENTE:                                         |                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |
| TOPOGRAFIA DE LA VIA                                           | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                |
| DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA                                    | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                |
| Planos técnicos (especiales):                                  | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                |
| Otros planos:                                                  | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                |
| Estudio (s) de suelos:                                         | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                |
| INFORMACIÓN SOBRE LOS TÉCNICOS RESPONSABLES DE LA CONSTRUCCIÓN |                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |
| INFORMACIÓN SOBRE LOS PROPIETARIOS ANTERIORES:                 | El municipio                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                |
| INFORMACIÓN SOBRE LOS DISEÑADORES:                             | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                |
| INFORMACIÓN SOBRE LOS CONSTRUCTORES:                           | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                |
| INFORMACIÓN SOBRE INTERVENTORES:                               | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                |
| INFORMACIÓN SOBRE PROVEEDORES DE MATERIAL:                     | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                |
| INFORMACIÓN SOBRE PRUEBAS U ENSAYOS:                           | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                |
| FENÓMENOS O EVENTOS EN EL PASADO:                              | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                |
| CONDICIONES DE HABITABILIDAD (buena, regular o mala):          | No existente                                                                                                                                                                                                                                       | N.A                |
| OBSERVACIONES GENERALES                                        | El paciente cuenta con poca información de su Diseño y Construcción por lo que se hace necesario la realización de ensayos de suelos, levantamiento topográfico y evaluación del diseño geométrico y su evaluación de la estructura del pavimento. |                    |

**ANEXO 8. Levantamiento topográfico**  
(Ver carpeta de anexos)



**ANEXO 10. Levantamiento de fallas (FORMATO)**  
(Ver carpeta de anexos)

**ANEXO 11. Levantamiento de fallas (PLANO)**  
(Ver carpeta de anexos)

**ANEXO 12. Estudio de suelos**  
(Ver carpeta de anexos)

**ANEXO 13. Cuadro de análisis de las lesiones**  
(Ver carpeta de anexos)

**ANEXO 14. Diseño geométrico de la vía**  
(Ver carpeta de anexos)

**ANEXO 15. Presupuesto de obra Alternativa 1**  
(Ver carpeta de anexos)

**ANEXO 16. Presupuesto de obra Alternativa 2**  
(Ver carpeta de anexos)