

REHABILITACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE LA VÍA
ANSERMANUEVO - LA VIRGINIA RUTA 2302 ENTRE LOS PR 134+700-
PR141+285, UBICADA ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DEL VALLE DEL
CAUCA Y RISARALDA.

MARÍA FERNANDA ELVIRA SALAZAR **CÓDIGO:** 506378

NELSON DAVID VELA ESPINEL **CÓDIGO:** 506306

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ, D. C.,
15 DE NOVIEMBRE DE 2019**

REHABILITACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE LA VÍA
ANSERMANUEVO - LA VIRGINIA RUTA 2302 ENTRE LOS PR 134+700-
PR141+285, UBICADA ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DEL VALLE DEL
CAUCA Y RISARALDA.

MARÍA FERNANDA ELVIRA SALAZAR **CÓDIGO:** 506378

NELSON DAVID VELA ESPINEL **CÓDIGO:** 506306

Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Civil

DIRECTOR DE PROYECTO:
JUAN CARLOS RUGE
Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ, D. C.,
15 DE NOVIEMBRE DE 2019**



Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Colombia (CC BY-NC-SA 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Colombia (CC BY-NC-SA 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Compartir bajo la Misma Licencia — Si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C, NOVIEMBRE DE 2019

DEDICATORIA.

Este trabajo de grado que se ha culminado con mucho esfuerzo y dedicación, especialmente va dedicado a nuestras familias las cuales siempre han estado para darnos el apoyo y motivación, para superarnos personalmente y profesionalmente.

AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos a todos los docentes de la institución por transmitir sus conocimientos y así darnos el enfoque como ingenieros civiles. De manera muy especial dar gracias a los directores y todos aquellos, que de una u otra forma nos apoyaron y guiaron en la elaboración del proyecto de grado, por su entrega y manera de llegar al estudiante para una buena realización del mismo.

GLOSARIO

INVENTARIO DE DAÑOS: esta es la inspección visual que se realiza en el pavimento para determinar los tipos de deterioros que este posee.

ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL: el IRI se asocia con la comodidad y confort del usuario y en términos de indicadores de estado del pavimento.

SECTORES HOMOGÉNEOS: es el método por el cual se busca sectorizar el tramo en estudio en sub sectores los cuales presenten el mismo comportamiento dependiendo del análisis realizado.

REHABILITACIÓN: es el mejoramiento funcional o estructural de un pavimento.

REFUERZO: este consiste en la colocación de capas de pavimento las cuales proporcionan capacidad estructural adicional a la estructura mejorando el nivel de servicio de la misma.

RESTAURACIÓN: se ejecutan trabajos para mejorar la condición superficial del pavimento, pero no aumenta su capacidad estructural.

RECICLADO: es la reutilización de parte del material que constituye la estructura de pavimento con el fin de mejorar su capacidad estructural, la adición de nuevos materiales se hace necesaria para su mejoramiento en cuanto a la resistencia y el comportamiento del pavimento.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
1. GENERALIDADES	3
1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	3
1.1.1. Antecedentes.....	3
1.1.2. Justificación.....	4
1.2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
2. OBJETIVOS.....	7
2.1. GENERAL.....	7
2.2. ESPECÍFICOS.....	7
3. ALCANCES Y LIMITACIONES	8
3.1. ALCANCES	8
3.2. LIMITACIONES	8
4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	9
5. MARCO DE REFERENCIA.....	10
5.1. MARCO TEÓRICO	10
5.2. MARCO TEÓRICO ESTADO DEL ARTE	11
6. METODOLOGÍA	13

6.1.	RECOLECCIÓN DE ANTECEDENTES.....	13
6.2.	Evaluación funcional.....	13
6.3.	Evaluación estructural.....	13
6.4.	Evaluación condiciones de drenaje	14
6.5.	Evaluación del tránsito.....	14
6.6.	Sectorización	14
7.	RECOLECCIÓN DE ANTECEDENTES.....	15
8.	EVALUACIÓN FUNCIONAL.....	21
8.1.	INVENTARIO DE DAÑOS	21
8.1.1.	Tipo: Los deterioros.....	21
8.2.	ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)	30
8.2.1.	Determinación del índice internacional de rugosidad (iri).....	31
9.	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.....	35
9.1.	MEDICIÓN DE DEFLECTOMETRIA	35
9.1.1.	Normalización por carga de las deflexiones.....	37
9.1.2.	Normalización por temperatura de las deflexiones.....	38
9.1.3.	Módulo Resiliente, MR de la subrasante.....	39
9.1.4.	Módulo Equivalente, Ep	41
9.1.5.	Número Estructural Efectivo, SNeff.....	42

9.1.6.	ANÁLISIS DEL CUENCO DE DEFLEXIONES.....	43
9.2.	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....	45
9.2.1.	ANÁLISIS RESULTADOS DE LABORATORIO	49
10.	EVALUACIÓN CONDICIONES DE DRENAJE	52
11.	DETERMINACIÓN DEL TRANSITO	56
12.	METODOLOGÍA DE LAS DIFERENCIAS ACUMULADAS PARA DELIMITACIÓN DE UNIDADES HOMOGÉNEAS:	62
12.1.	Sectorización PR134+700 AL PR141+285.....	63
12.1.1.	Sectorización del inventario de daños.	63
12.1.2.	Sectorización a partir del IRI.....	65
12.1.3.	Sectorización D0.....	66
12.1.4.	Sectorización a partir del S _{Neff}	67
12.1.5.	Sectorización a partir del MR subrasante en MPa.....	67
12.1.6.	Sectorización a partir de los espesores	68
12.2.	Sectorización según parámetros estructurales y funcionales. ...	70
13.	DIAGNOSTICO DE LA CONDICIÓN ACTUAL DE LA VÍA DE ESTUDIO.....	73
13.1.	Sector 1 PR134+700 al PR136+800	73
13.2.	Sector 2 PR136+800 al PR139+000	75
13.3.	Sector 3 PR139+000 al PR140+600	76

13.1.	Sector 4 PR140+600 al PR141+285	77
14.	CONCLUSIONES	79
15.	BIBLIOGRAFÍA	80

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización general del proyecto.....	9
Figura 2. Localización Específica.....	9
Figura 3. Etapa 1 y 2 Recolección de la información y evaluación del pavimento.	10
Figura 4.. Esquema conceptual del IRI	31
Figura 5.Valores De IRI Para Diferentes Niveles De Comodidad Para La Circulación En Una Vía Pavimentada	33
Figura 6 Ilustración de las deformaciones críticas producidas por las cargas móviles del tránsito	35
Figura 7 Perfiles estratigraficos.....	46
Figura 8 Clasificación de vehículos en Colombia.....	57
Figura 9 tren cañero.....	57

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Deterioros Tipo “A”	22
Tabla 2. Deterioros Tipo “B”	23
Tabla 3. Agrupación Del Is En Categorías Como Variable Cualitativa (Condición Del Pavimento Según El Inventario)	25
Tabla 4. Tabla 3.3.1. Niveles de IRI para evaluar la lisura de pavimentos asfálticos de carreteras en servicio	30
Tabla 5. Descripción Índices Empleados Para La Evaluación Deflectométrica Cualitativa	43
Tabla 6. Parámetros Evaluación Deflectometría Cualitativa	44
Tabla 7 Riesgo asociado con la calificación global del drenaje	54
Tabla 8 Resultados de la evaluación del drenaje.....	54
Tabla 9 Volúmenes de transito promedio diario.....	58
Tabla 10 Proyección del TPD	59
Tabla 11 Factores daño y factores distribución tomados del manual de diseño de pavimentos flexibles INVIAS 2017	60
Tabla 12 cálculo del número de ejes equivalentes.	60
Tabla 13 Categoría del tránsito Manual de Diseño INVIAS 2017	61
Tabla 14. Tabla E.1. Solución tabulada de la aproximación sucesiva de las diferencias acumuladas	62

Tabla 15. Sectorización IS	63
Tabla 16. Sectorización % área afectada	64
Tabla 17. Sectorización a partir del IRI	65
Tabla 18. Sectorización del D0	66
Tabla 19. Sectorización del SNeff	67
Tabla 20. Sectorización MR (MPa)	68
Tabla 21. Espesores Carpeta asfáltica.	68
Tabla 22. Sectorización Granulares Existentes.	69
Tabla 23. Esquema Itinerario	71
Tabla 24. Sectores obtenidos.	71
Tabla 25. Sectores finales propuestos.	72
Tabla 26. Diagnóstico para la rehabilitación	78

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1 Índice De Condición Superficial Del Pavimento (IS).....	27
Grafica 2 Índice porcentaje de área afectada	27
Grafica 3 Afectación con daños tipo A	28
Grafica 4 Afectación con daños tipo B	28
Grafica 5 IRI promedio por carril	33
Grafica 6 Grafica del D0	42
Grafica 7 Grafica Análisis del cuenco de deflectometría.....	45
Grafica 8. Valores promedio de Wn, LL y LP	49
Grafica 9. Granulometría por apique.....	50
Grafica 10. Sectorización Inventar de daños a partir del IS	63
Grafica 11. Sectorización Inventar de daños a partir del % de área afectada.	64
Grafica 12. Sectorización a partir del IRI.	65
Grafica 13. Sectorización a partir del D0.	66
Grafica 14. Sectorización a partir del SNeff subrasante.	67
Grafica 15. Sectorización a partir del MR de la subrasante (MPa)	67
Grafica 16. Sectorización a partir del espesor de la carpeta Asfáltica	68
Grafica 17. Sectorización a partir del espesor de material granular existente.	69

ANEXOS

Anexo 1 Inspección visual metodología Vizir

Anexo 2 Medición de IRI

Anexo 3 Resultados de la medición de deflectometría

Anexo 4 Resultados de exploración geotécnica

Anexo 5 Sectorización.

INTRODUCCIÓN.

Debido a la gran importancia que tiene en la actualidad el desarrollo de las vías terrestres como medio de comunicación y movilidad, se encontró una importante área de estudio la cual sería el análisis y rehabilitación de estructuras de pavimento, ya que, mediante estas estructuras se movilizan diariamente productos dispuestos a ser expendidos a lo largo del territorio nacional además de personas que se dirigen a sus trabajos o de manera turística, por eso, se deben garantizar estructuras que permitan la circulación de vehículos de manera continua, con niveles adecuados de seguridad y comodidad.

Es por ello que el Instituto Nacional de Vías y el Gobierno Nacional han implementado el programa denominado Vías para la Equidad por medio del cual buscan construir y mantener las vías de primer orden en condiciones óptimas para el transporte.

Por lo anterior como estudiantes de ingeniería civil y enfocados en el campo de la infraestructura vial queremos estudiar los procesos asociadas a la rehabilitación de estructuras de pavimento presentes en nuestro país.

Por consiguiente, este trabajo se enfocara en realizar el diagnóstico para la rehabilitación de la estructura de pavimento de una vía de primer orden como lo es la vía Ansermanuevo – La Virginia ,para ello, se recopiló la información de campo como deflectometría, inventario de daños (VIZIR), IRI, exploración geotécnica (apiques), tránsito y mediante la Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del INVIAS se lograra este trabajo u objetivo.

Cabe resaltar que el proyecto se realiza en una vía terrestre importante en el territorio nacional, ya que en el tramo interfiere en la ruta nacional número

23 que comunica los departamentos de Valle del Cauca desde la ciudad de Santiago De Cali hasta el departamento de Risaralda a cercanías de la ciudad de Pereira, de igual modo un eje sustancial para el movimiento de la economía de la región en cuanto al transporte de diferentes productos, como la ganadería, café, madera entre otros.

1. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Para el presente trabajo de investigación se tienen los siguientes antecedentes y justificación.

1.1.1. Antecedentes.

En primera instancia se evidencia un atraso notable en la infraestructura vial del país, esto se ve reflejado en la baja cantidad de kilómetros (KM) pavimentados en las vías de primer orden, basándonos en el informe técnico emitido por el INVIAS el 28 de diciembre de 2018 para el segundo semestre del año en mención , se evidencia que para el departamento de Risaralda en vías de primer orden se encuentra sin pavimentar 44.16 KM y para el departamento del Valle aún falta pavimentar 243 KM¹ cuando estas deberían estar pavimentadas en su totalidad por ser vías cruciales e interferir directamente con las zonas principales de producción y consumo del país ,desde otro punto de vista los KM pavimentados que indica el informe se le deben realizar los debidos mantenimientos y rehabilitaciones para que sigan prestando un buen servicio.

Finalmente dado al avance constructivo que se está presentando a nivel nacional en los diferentes proyectos como “Vías para la Equidad” que procura mejorar la condición de la infraestructura vial a nivel nacional, se decide presentar el análisis de la rehabilitación de la estructura de pavimento de una vía de primer orden como lo es la vía Ansermanuevo –

¹ Estado de la red vial criterio técnico segundo semestre 2018 , <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/informacion-institucional/8397-estado-de-la-red-vial-criterio-tecnico-segundo-semestre-2018>

La Virginia por medio de la Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del INVIAS.

1.1.2. Justificación.

En base al informe técnico emitido por el INVIAS el 28 de diciembre de 2018² para el segundo semestre del año en mención se puede establecer que de un 100% de la vías de primer orden el 84.87% esta pavimentado del cual un 17.68% está en mal estado y el restante en un estado aceptable y funcional , desde otro punto se destaca que del mismo 100% un 14.87% se encuentra sin pavimentar y un 0.26% se encuentra sin intervención , valores que dejan constancia que la infraestructura vial en el país no está de la mejor manera teniendo en cuenta que son datos de vías de primer orden.

Dada la situación actual de la infraestructura vial en el país se identifica que se deben mejorar y mantener la red vial nacional en condiciones óptimas, con el fin de garantizar su vida útil y el correcto funcionamiento, evidenciando la ubicación e influencia de la vía a tratar se ve la necesidad de realizar el diagnóstico para la rehabilitación de pavimentos.

Desde otra perspectiva debido a que la vía a tratar hace parte del programa de vías para la equidad que adelanta el instituto nacional de vías en conjunto con el gobierno quien con una inversión de \$4 billones intervendrá 870 kilómetros de red vial con obras de doble calzada, mejoramiento, mantenimiento y rehabilitación busca beneficiar a 26 departamentos y a 284 municipios, para así, impulsar el desarrollo de las regiones, donde se

² Estado de la red vial criterio técnico segundo semestre 2018 , <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/2-uncategorised/57-estado-de-la-red-vial>.

encuentra incluidos los departamentos de Risaralda y Valle del Cauca con interferencia en el tramo Ansermanuevo-La Virginia que comunican el sur occidente con el norte del país representado así uno de los ejes viales que van a la margen del río Cauca, alrededor del cual se desarrollan diferentes actividades económicas como el cultivo de café, la industria del azúcar, entre otras industrias que utilizan las vías para el transporte de sus mercancías, involucrando en gran parte con el desarrollo del departamento de Risaralda.

Con el marco descrito la finalidad del presente trabajo de grado es realizar el diagnóstico para la rehabilitación de pavimentos asfálticos de la vía Ansermanuevo – La Virginia.

1.2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En Colombia las carreteras existentes se encuentran cumpliendo su periodo de vida útil, cuando este está llegando a su fin o se encuentra muy avanzado presenta un deterioro superficial a simple vista como la vía en Ansermanuevo – La Virginia, debido a factores como cumplimiento de su periodo de diseño, malos materiales, tránsito mayor al evaluado, malos drenajes entre otros, se hace necesario evaluar las condiciones del tramo vial para un nuevo periodo de diseño o extender su vida residual.

En nuestro país existe una Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del INVIAS segunda edición del 2008 la cual nos permite realizar la evaluación para el diagnóstico de la rehabilitación del tramo en estudio.

Lo anterior hace plantear la siguiente pregunta ¿Qué efecto sobre la Rehabilitación de la vía Ansermanuevo – La Virginia entre los PR 134+700-PR141+285 tendría la implementación de la Guía metodológica para el

diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del INVIAS segunda edición del 2008?.

2. OBJETIVOS

Para la práctica se establecen los siguientes objetivos

2.1. GENERAL

Realizar el diagnóstico para la rehabilitación del pavimento del tramo vial comprendido entre los PR 134+700-PR141+285 de la vía Ansermanuevo-La Virginia.

2.2. ESPECÍFICOS

Se plantean los siguientes objetivos específicos:

Verificar la condición actual de la estructura de pavimento flexible mediante el inventario de daños por la metodología (VIZIR).

Analizar y procesar la información de las pruebas e información de deflectometría, IRI, exploración geotécnica, tránsito.

Establecer los sectores homogéneos, mediante la metodología de las diferencias acumuladas para delimitación de unidades homogéneas.

Realizar el diagnóstico de la situación existente.

3. ALCANCES Y LIMITACIONES

Para el presente proyecto se han establecido los siguientes alcances y limitaciones

3.1. ALCANCES

En el presente trabajo se plantea realizar el diagnostico para la rehabilitación del pavimento mediante la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras- INVIAS del tramo vial ANSERMANUEVO - LA VIRGINIA RUTA 2302 ENTRE LOS PR 134+700- PR141+285.

3.2. LIMITACIONES

Teniendo en cuenta el alcance del proyecto, se han definido las siguientes limitaciones:

La rehabilitación será desarrollada para la estructura de pavimento flexible para el corredor Ansermanuevo - la Virginia ruta 2302 entre los PR 134+700- PR141+285, ubicada entre los departamentos del Valle del Cauca y Risaralda., razón por la cual no será aplicable a otros sectores distintos al señalado.

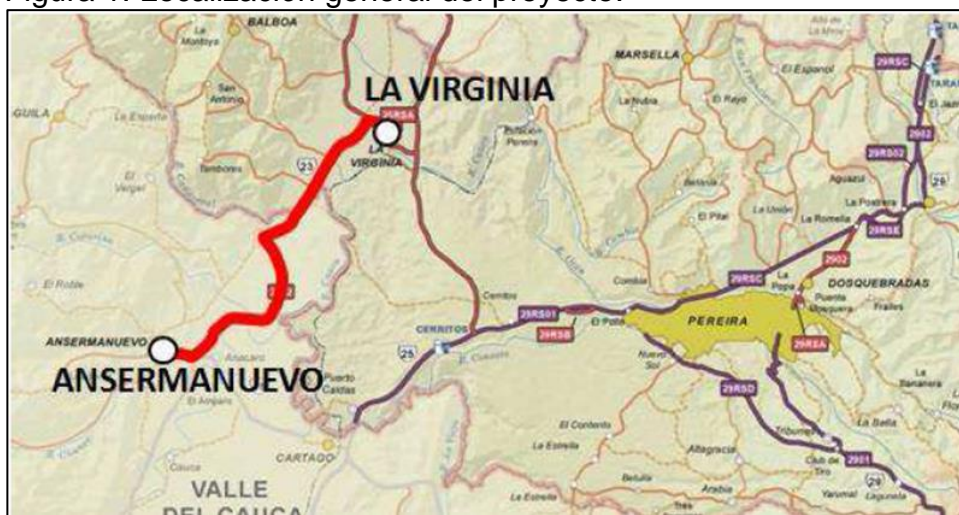
Los datos de topografía, geología, transito, deflectometría, inventario de daños, hidrología y estudios de suelo serán tomados de fuentes secundarias, razón por la cual no se hará recolección de datos en campo.

El diagnostico para la rehabilitación se realizará por medio de la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras- INVIAS.

4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de rehabilitación de la vía Ansermanuevo – La Virginia, se ubica en el occidente de Colombia, entre los Departamentos de Valle del Cauca y Risaralda. Corresponde a la ruta INVÍAS 2302, sobre la cual se localiza entre el PR 134+700 al PR 141+285 La localización general del proyecto, se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Figura 1. Localización general del proyecto.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2. Localización Específica



Fuente: Elaboración Propia

5. MARCO DE REFERENCIA

A continuación, se muestran el marco teórico, de referencia y estado del arte sobre los cuales se va a desarrollar el presente trabajo de investigación.

5.1. MARCO TEÓRICO

Dado que este trabajo tiene como objetivo realizar el diagnóstico de la rehabilitación del pavimento flexible del tramo Ansermanuevo – La Virginia mediante la Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del INVIAS:

Teniendo en cuenta lo establecido en la Guía metodológica del INVIAS:

Figura 3. Etapa 1 y 2 Recolección de la información y evaluación del pavimento.



5.2. MARCO TEÓRICO ESTADO DEL ARTE

Considerando el tema a tratar en el vigente trabajo, se relacionan investigaciones realizadas mediante tesis de grado, revistas y artículos que nos ayudaran a justificar la relevancia de la rehabilitación de pavimentos en el país.

- ❖ INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS “ALFONSO MONTERO FONSECA” REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, JULIO DE 1999, PAGINAS 79 A 92.

Se evidencia el interés del ingeniero Alfonso Montero Fonseca por realizar una breve guía que incluya todo lo necesario para el normalizar el análisis de pavimentos, tanto en su fase de diseño como de mantenimiento y rehabilitación que brindan modalidades que se podrían incluir en la actual investigación.

- ❖ ANÁLISIS Y DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA VÍA DE REHABILITACIÓN EN LA LOCALIDAD DE PUENTE ARANDA MEDIANTE TOMA DE DEFLECTOMETRIA, INFORMACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO.

Se establece una relación directa con la temática del trabajo en cuanto al análisis de rehabilitación para una sección de vía ubicada en Bogotá, realizando ensayos de laboratorio e implementando apiques y deflectometria, por ello es adecuado implementarlo como guía en parte de la investigación ya que se enfatiza más en el Diseño.

❖ PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE 127D ENTRE CARRERAS 93F Y CARRERAS 96 BARRIO EL RUBI, DE LA LOCALIDAD DE SUBA-BOGOTÁ.

La información consignada en este trabajo es importante y se tendrá en cuenta para el desarrollo de la actual investigación puesto que maneja conceptos asociados a sectores homogéneos, evaluación deflectométrica y rehabilitación en pavimento rígido, los cuales también serán utilizados focalizándolos en el pavimento flexible.

❖ REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS CON MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONALES Y MODIFICADAS CON POLÍMEROS EN LA MALLA VIAL DEL MUNICIPIO DE ITAGÜÍ

Desde el punto de vista de la investigación se logró establecer la iniciativa de determinar las causas principales del deterioro de pavimentos relacionándose así con el inventario de daños y el porqué de los mismos, información considerable para el estudio de la rehabilitación de la vía comprendida entre Ansermanuevo y la Virginia.

6. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología general empleada en la evaluación para el diagnóstico de la rehabilitación del pavimento y en los numerales siguientes se describe cada una de las etapas.

6.1. RECOLECCIÓN DE ANTECEDENTES

se recopila la información sobre el diseño y construcción realizadas sobre el tramo vial en proyectos anteriores.

6.2. Evaluación funcional

Evaluación de daños. Se adelantó el inventario de daños con el equipo captador de imágenes y se procesó la información de acuerdo a la metodología VIZIR.

Evaluación de rugosidad. El índice de regularidad internacional (IRI) se elaboró mediante la toma de datos por el equipo RSP.

Evaluación de resistencia al deslizamiento. Este parámetro no se evalúa en el tramo vial de estudio de acuerdo al deterioro del pavimento existente.

Evaluación de textura. Este parámetro no se evalúa en el tramo vial de estudio de acuerdo al deterioro del pavimento existente.

6.3. Evaluación estructural

Evaluación deflectométrica. Se realizó la toma de información mediante el equipo (FWD) cada 50 m aproximadamente en el sistema tres bolillos en calzada.

Evaluación geotécnica: Evaluación de los materiales de la subrasante y el pavimento existente. Se realizaron una serie de apiques distribuidos cada 250m, con el fin de determinar el perfil estratigráfico y el suelo de fundación.

6.4. Evaluación condiciones de drenaje

El exceso de humedad sobre o dentro de la estructura de un pavimento afecta la seguridad de los usuarios, genera el deterioro acelerado del mismo y disminuye rápidamente su nivel de serviciabilidad. El análisis tiene en cuenta daños relacionados directamente con el efecto del agua sobre la estructura del pavimento y daños pertinentes a las estructuras de drenaje.

6.5. Evaluación del tránsito

será determinado mediante el método ASSHTO 93 simplificado o conversión del tránsito real en aplicaciones equivalentes del eje de referencia en base a las guías evidenciadas en la guía metodológica de rehabilitación además de soportes de la guía de diseño de pavimentos asfálticos INVIAS

6.6. Sectorización

Se procedió a definir sectores homogéneos basados en el tránsito de diseño, condiciones superficiales, calidad del suelo de cimentación de las estructuras y la caracterización de los materiales existentes.

7. RECOLECCIÓN DE ANTECEDENTES

se recopila la información sobre el diseño y construcción realizadas sobre el tramo vial en proyectos anteriores.

Existe un estudio de referencia del año 2014, *“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MEDIA CANOA - LA VIRGINIA, SECTOR ANSERMANUEVO - LA VIRGINIA, RUTA 2302 SECTOR PR 123+0200 AL PR 142+0320 VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO”*

Estado general del corredor dentro de las actividades se adelantó el reconocimiento del proyecto mediante una visita técnica al corredor con el objeto de identificar las condiciones generales del mismo y presencia de fenómenos que puedan afectar la estabilidad del futuro pavimento. Iniciando en el PR 123+0200 y hasta el PR 142+0320, el corredor se presenta construido en tramos en afirmado y otros en carpeta asfáltica; los cuales presenta afectaciones manifestadas en desgaste superficial, cabezas duras, sectores puntuales con piel de cocodrilo; hundimientos, pérdida de ligante, fisuras generalizadas, algunos baches y deformaciones puntuales; según lo evidenciado en campo.

“Se realizo la exploración geotécnica con el objetivo de determinar la estratigrafía y características geotécnicas de los materiales que conforman la estructura de pavimento y la subrasante, se llevó a cabo un programa de investigación del subsuelo que comprendió la ejecución de exploraciones directas con equipo manual. Dichas actividades consistieron en la ejecución

de perforaciones cada 250 metros en tres bolillos, intercalando apiques a 1.50 metros de profundidad con sondeos a 3.0 metros de profundidad³d”.

La inspección visual del pavimento se realizó con una comisión con conocimientos en la metodología VIZIR la cual consigno en los formatos en campo cada uno de los tipos de fallas identificadas, anotando el ancho y la longitud del área afectada, su localización aproximada en el tramo y el grado de severidad y posteriormente en oficina se proceso la información.

El Índice de rugosidad internacional se determino por medio del rugosímetro de tipo MERLIN III, obteniendo series que permiten definir histogramas de distribución de frecuencias, dispersión, desviación y correlaciones con la escala estándar de rugosidad, donde el parámetro estadístico “D” de la muestra es la rugosidad del pavimento en unidades MERLIN.

Se realizaron pruebas de placa para obtener las deflexiones, las cuales fueron tomadas cada 300 metros en tres bolillos sobre la huella externa del trafico en las partes donde se encuentra la superficie de rodadura en afirmado.

La medición de la deflectometria se tomo cada 50 metros en tres bolillos sobre la huella externa del trafico.

Se realizo un estudio de tránsito en el cual se obtuvo 1.28E+07 de ejes equivalentes de 8.2 toneladas a los 10 años de estudio.

³ INFORME ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MEDIA CANOA - LA VIRGINIA, SECTOR ANSERMANUEVO - LA VIRGINIA, RUTA 2302 SECTOR PR 123+0200 AL PR 142+0320 VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO VERSION 1.00

Posteriormente se realizo el diseño de pavimentos del corredor obteniendo una estructura de pavimentos propuesta, para fines del trabajo solo se pondrán las estructuras propuestas en los PR134+700 al PR141+285:

Tabla 79. Alternativas de Intervención PR 124+193---PR126+918¶

DISEÑO PAVIMENTO¶ --PR134+637--PR136+500¶			
TIPO-DE-CAPA¶	Alternativa-1*¶	Alternativa-2*¶	Alternativa-3**¶
	Espesor-(cm)¶	Espesor-(cm)¶	Espesor-(cm)¶
MDC-19¶	6,00¶	7,00¶	6,00¶
MDC-25¶	7,00¶	7,00¶	7,00¶
BG-Tratada-con-Asfalto¶	-¶	20,00¶	-¶
BG-Nueva¶	20,00¶	-¶	15,00¶
SBG-Nueva¶	30,00¶	-¶	25,00¶
Reciclado¶	15,00¶	15,00¶	15,00¶
Granular-Existente¶	48,00¶	48,00¶	48,00¶

*-Alternativa 1 y 2: MDC-19 y MDC-25 con asfalto 60-70. ¶

**-Alternativa 3: MDC-19 y MDC-25 con asfalto 40-50. (Especificaciones INVIAS-2014). ¶

Tabla 80. Alternativas de Intervención PR 124+193---PR126+918¶

DISEÑO PAVIMENTO¶ --PR136+500--PR141+285¶			
TIPO-DE-CAPA¶	Alternativa-1*¶	Alternativa-2*¶	Alternativa-3**¶
	Espesor-(cm)¶	Espesor-(cm)¶	Espesor-(cm)¶
MDC-19¶	8,00¶	11,00¶	6,00¶
MDC-25¶	8,00¶	-¶	7,00¶
BG-Tratada-con-Asfalto¶	-¶	20,00¶	-¶
BG-Nueva¶	-¶	-¶	-¶
SBG-Nueva¶	-¶	15,00¶	-¶
Concreto-asfáltico-existente¶	10,00¶	-¶	10,00¶
Reciclado¶	-¶	15,00¶	-¶
Granular-Existente¶	73,00¶	71,00¶	73,00¶
Observaciones¶	Con geomalla fibra de vidrio R-100 entre carpetas¶	-¶	Con geomalla fibra de vidrio R-100 entre carpetas¶

*-Alternativa 1 y 2: MDC-19 y MDC-25 con asfalto 60-70. ¶

**-Alternativa 3: MDC-19 y MDC-25 con asfalto 40-50. (Especificaciones INVIAS-2014). ¶

Fuente: INFORME ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MEDIA CANOA - LA VIRGINIA, SECTOR ANSERMANUEVO - LA VIRGINIA, RUTA 2302 SECTOR PR 123+0200 AL PR 142+0320 VOLUMEN VI. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA DISEÑO DEL PAVIMENTO VERSION 1.00

“Las fuentes de materiales aquí evaluadas corresponden a Triturados y concretos que dista 11 kilómetros y Agregados el Cairo que dista 6 kilómetros del proyecto, las dos corresponden a plantas actualmente en funcionamiento con capacidad para producir materiales granulares y materiales asfálticos para el proyecto”.

El segundo estudio de referencia existente data del año 2016, “ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MEDIA CANOA - LA VIRGINIA, ANSERMANUEVO - LA VIRGINIA, RUTA 2302 PR 123+200 AL PR 142+320, AJUSTE Y COMPLEMENTACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO”

“Atendiendo la solicitud de SP Ingenieros SAS,, Gestión en Ingeniería Civil y Ambiental SAS – GICA SAS, en el mes de Enero de 2016 realizó la revisión crítica al documento “Volumen VI. Estudio Geotécnico Para Diseño del Pavimento” el cual hace parte de los “Estudios y Diseños para el Mejoramiento de la Carretera Media Canoa – La Virginia, Sector Ansermanuevo – La Virginia, Ruta 2302 Sector PR123+0200 al PR 142+0320”, documentos que fueron suministrados por el Instituto Nacional de Vías para la ejecución del proyecto. La revisión crítica del documento mencionado permitió concluir que el Estudio Geotécnico para el Diseño de Pavimentos suministrado por el Instituto Nacional de Vías, para ser aplicable a la fase de construcción requiere complementación de información, análisis detallado de condiciones por sector, ajuste al diseño del pavimento y ajuste al diseño geométrico dado que en este último no se implantaron las estructuras de pavimento bajo los lineamientos base del diseño de las mismas. En razón de lo anterior, el presente documento corresponde al ajuste y complementación del Estudio Geotécnico para el Diseño de Pavimentos del proyecto Mejoramiento de la Carretera Media Canoa – La

Virginia, Sector Ansermanuevo – La Virginia, Ruta 2302 Sector PR123+200 al PR 142+320, para implementación en fase de construcción⁴”.

Se llevo a cabo la toma de información nueva correspondiente a inventario de daños con capturador de imagenes en algunos sectores para corroborar el estado del pavimento, apiques de verificación es lugares específicos, toma de deflexiones y análisis de la información, diseño de la estructura de pavimentos proponiendo las siguientes estructuras en el sector de PR134+700 al PR141+285:

Sector	Desde	Hasta	Longitud (m)	Sección	Espesores de Diseño (m)				Espesores de Material Existente o Remanente a Verificar en Obra (m) ⁽¹⁾		Mejoramiento de Subrasante Natural (m) ⁽⁴⁾
					Capa Asfáltica de Rodadura MDC19/III	Capa Asfáltica Intermedia MSC-25/ 40-70	Base Granular (SG-38 CBR mín. 100%)	SubBase Granular (SG-38 CBR mín. 40%)	Reciclado de Carpeta Asfáltica Existente con Parte del Granular Existente ⁽²⁾	Material Granular Existente o Remanente	
10.1	PR134+700	PR137+000	2,300	Sobre Reciclado	0.06	0.08	0.25	0.30	0.20	0.35	0.55 [CBR Mín. 30%]
				Zonas de Ampliación							
				Transición longitudinal ⁽³⁾							

- (1) La verificación de espesores de material granular existente o remanente deberá realizarse en obra, cada 100 m. De presentarse variaciones con respecto al espesor considerado en diseño, deberá informarse a esta consultoría para realizar los ajustes a que haya lugar.
- (2) Se refiere a la incorporación y mezcla de los 0.12 m de espesor total de carpeta asfáltica existente (espesor promedio del sector) con como mínimo 0.08 m de material granular existente, para conformar, homogenizar y compactar una capa de espesor mínimo de 0.20 m. Se deberá garantizar la homogeneidad de la capa mediante la adecuada combinación de los materiales. Sobre la compactación, se deberá cumplir con el 95% de la densidad máxima del Proctor Modificado.
- (3) Corresponde a la estructura de pavimento requerida en las transiciones longitudinales para empalme de ratante entre sectores.
- (4) El espesor de mejoramiento corresponde a espesor efectivo, es decir, el espesor de material después del hincado del mismo en el suelo de subrasante natural. El material considerado para mejoramiento de subrasante y para conformación de las zonas laterales de ampliación o ensanche de la plataforma existente corresponde a material seleccionado del Crudo de Río Cañaveral.

Sector 10.2 PR137+000 - PR41+285					Espesores de Diseño (m)		Espesores Existentes (m)	
Sector	Desde	Hasta	Longitud (m)	Tipo de Sección	Capa Asfáltica de REFUERZO MDC-1/III M-GCR-19/I	Capa Asfáltica de REFUERZO MSC-25/ Modificado Tipo III	Carpeta Asfáltica Existente	Material Granular Existente
10.2	PR137+000	PR141+285	4,285	Refuerzo de Pavimento Existente	0.07	0.07	0.13	0.78

- (1) Previo a la colocación de las capas asfálticas de refuerzo, deberá realizarse la reparación de todos los daños presentes en el pavimento del sector (Ver Inventario de Daños), hasta la profundidad de intervención que permita el retro total del daño, incluso si esto implica realizar actividad de bacheo o reconstrucción.
- (2) Los siguientes sitios, dada la severidad de los daños observada en los mismos durante el recorrido de campo, pueden requerir intervenciones puntuales profundas:
1. PR137+300 - PR 137+500,
 2. PR137+800 - PR137+900,
 3. PR139+000 - PR139+050
 4. PR139+200 - PR139+400.
- El requerimiento de intervención profunda (bacheo o reconstrucción) o en su defecto, de parcheo (reparación sólo capas asfálticas), deberá concluirse durante la ejecución de las labores de reparación de daños, de tal manera que los daños se refiren hasta la profundidad a la que se evidencie que los mismos no persisten.
- (3) Dado el requerimiento particular del proyecto, en cuanto al uso de Mezcla con Grano de Caucho Reciclado (M-GCR) en un volumen mínimo de 3,000 m³, se propone el remplazo de la capa de rodadura (MDC-19/M modificado Tipo III) por M-GCR-19/M modificado Tipo I, entre el PR137+400 – PR141+285

⁴ ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MEDIA CANOA - LA VIRGINIA, ANSERMANUEVO - LA VIRGINIA, RUTA 2302 PR 123+200 AL PR 142+320, AJUSTE Y COMPLEMENTACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO

Fuente: *ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MEDIA CANOA - LA VIRGINIA, ANSERMANUEVO - LA VIRGINIA, RUTA 2302 PR 123+200 AL PR 142+320, AJUSTE Y COMPLEMENTACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO*

8. EVALUACIÓN FUNCIONAL

8.1. INVENTARIO DE DAÑOS

Como se referencia en la guía metodológica en el capítulo correspondiente a inventario de daños, existen muchos tipos de deterioros en los pavimentos asfálticos y diferentes niveles de gravedad para cada tipo. Estos deterioros se deben identificar considerando tres factores:

8.1.1. Tipo: Los deterioros.

se agrupan esencialmente en categorías, de acuerdo con los mecanismos que los originan. Como un primer paso, se pueden clasificar de acuerdo con su causa primaria posible, sea ésta la acción del tránsito sea la acción climática, sean los materiales o el proceso de construcción.

Otra manera de clasificar los deterioros, es de acuerdo con la relación que ellos tengan con el comportamiento estructural del pavimento. Bajo esta perspectiva, se distinguen dos casos límites: deterioros estructurales y deterioros funcionales.

Los deterioros estructurales comprenden aquellos defectos de la superficie cuyo origen es la degradación de una o más capas constitutivas de la calzada, en una magnitud tal, que se puede considerar que se ha vencido o está por vencer el período de diseño de la estructura en las zonas afectadas. Los deterioros funcionales, que pueden estar acompañados o no de los anteriores, comprenden defectos asociados fundamentalmente con la capa asfáltica superficial que, aunque no guardan relación con el comportamiento estructural de la calzada, sí le impiden cumplir la función prevista, causando peligros o incomodidades a los usuarios.

1.1.1.1 Gravedad:

Representa el nivel de severidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el deterioro, más importantes deberán ser las medidas para su corrección.

1.1.1.2 Extensión:

Se refiere a la proporción del tramo evaluado que es afectada por un determinado tipo de deterioro. Esta proporción puede estar referida a longitud o área, dependiendo de la metodología de evaluación que se utilice y del tipo de deterioro identificado. Así mismo, la extensión de algunos deterioros se define por el número de veces en que ellos se presentan en el tramo sometido a evaluación.

A continuación, se presenta los listados de los diferentes deterioros relevantes de cada tipo, a cada uno de los cuales se le ha asignado un código (abreviatura) que permita la identificación precisa de cada uno de ellos según la metodología VIZIR:

Tabla 1 Deterioros Tipo “A”

NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Ahuellamiento	AH	m
Depresiones o hundimientos longitudinales	DL	m
Depresiones o hundimientos transversales	DT	m
Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	m
Fisuras piel de cocodrilo	FPC	m
Bacheos y parcheos	B	m

Fuente: Guía Metodológica Para El Diseño De Obras De Rehabilitación De Pavimentos Asfálticos De Carreteras- INVIAS

Tabla 2. Deterioros Tipo “B”

NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Fisura longitudinal de junta de construcción	FLJ	m
Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	m
Fisuras de contracción térmica	FCT	m
Fisuras parabólicas	FP	m
Fisura de borde	FB	m
Ojos de pescado	O	un
Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	DM	m
Pérdida de la película de ligante	PL	m
Pérdida de agregados	PA	m
Descascaramiento	D	m ²
Pulimento de agregados	PU	m
Exudación	EX	m
Afloramiento de mortero	AM	m
Afloramiento de agua	AA	m
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	m
Escalonamiento entre calzada y berma	ECB	m
Erosión de las bermas	EB	m
Segregación	S	m

Fuente: Guía Metodológica Para El Diseño De Obras De Rehabilitación De Pavimentos Asfálticos De Carreteras- INVIAS

1.1.1.3 Resumen deterioros del tipo “a” en pavimentos asfálticos para carreteras

Los deterioros del tipo A que se deben registrar son: ahuellamiento (AH) depresiones o hundimientos longitudinales (DL), depresiones o hundimientos transversales (DT), fisuras longitudinales por fatiga (FLF), fisuras piel de cocodrilo (FPC) y bacheos y parcheos (B).

Como es posible que uno o más deterioros se presenten en una sección de 100 metros con distintos niveles de gravedad, el nivel representativo se debe establecer cómo un promedio ponderado, mediante la expresión :

$$G = \frac{l_1 + 2l_2 + 3l_3}{l_1 + l_2 + l_3}$$

Donde;

li: Longitud ocupada por el deterioro con gravedad "i" dentro de la sección (100m).

Como la gravedad es un número entero (1, 2 o 3), el valor obtenido al realizar la ponderación se deberá redondear de acuerdo con el siguiente criterio:

Si $G < 1.5$ se toma 1

Si $1.5 \leq G < 2.5$ se toma 2

Si $G \geq 2.5$ se toma 3

1.1.1.4 Resumen deterioros del tipo "b" en pavimentos asfálticos para carreteras.

Se debe registrar la extensión que corresponde a la longitud, en metros, comprometida con el deterioro, excepto para los deterioros de los tipos ojos de pescado y descascaramientos, cuya extensión está dada por unidad y por m^2 , respectivamente. Así mismo, se debe registrar el nivel de gravedad, definido como un número entero con valores de 1, 2 o 3.

1.1.1.5 CÁLCULO DEL IS POR SECCIONES DE 100 METROS.

Para el cálculo del Índice de Deterioro Superficial "Is", sólo se tienen en cuenta los deterioros del tipo A, y su valoración está definida de forma cuantitativa por un número que puede presentar valores que varían entre 1 y 7.

En los campos correspondientes al cálculo del Índice de Fisuración (If) se debe registrar de forma individual, para los deterioros FLF y FPC, la

extensión que corresponde a la longitud en metros comprometida con el deterioro; el nivel de gravedad, definido como un número entero con valores de 1, 2 o 3 y el Índice de Fisuración (campos If (1) e If (2)). En el campo Índice de Fisuración "If" se debe registrar el mayor de los índices If (1) e If (2) calculados.

En los campos correspondientes al cálculo del Índice de Deformación (Id) se debe registrar, para los deterioros AH, DL y DT, la extensión que corresponde a la longitud, en metros, comprometida con el deterioro, el nivel de gravedad, definido como un número entero con valores de 1, 2 o 3 y el Índice de Deformación "Id". En el campo Índice de Deterioro Superficial Inicial Is, se debe registrar el valor obtenido en el primer cálculo realizado de este índice, a partir de la combinación del If y del Id. Posteriormente, y si es del caso, se procederá a determinar el valor de la corrección, en función de la extensión y de la gravedad de los parcheos y bacheos en la sección.

En el campo Índice de Deterioro Superficial Final Is, se debe registrar el valor obtenido al sumar el índice de deterioro superficial inicial y el valor por corrección si éste existe; de lo contrario, el valor del Is final, será igual al calculado para el Is inicial.

La columna final, denominada "categoría", corresponde a una variable cualitativa que permite calificar la condición superficial del pavimento, a partir de los valores del Índice de Deterioro Superficial Final Is, transformados en tres categorías, como se presenta a continuación:

Tabla 3. Agrupación Del Is En Categorías Como Variable Cualitativa (Condición Del Pavimento Según El Inventario)

CATEGORÍA	IS
CONDICIÓN BUENA	1- 2
CONDICIÓN REGULAR	3- 4
CONDICIÓN DEFICIENTE	5- 6 -7

Fuente: Elaboración Propia

Para la toma de información se usó el capturado de imágenes mostrado en la fotografía

Foto 1. Capturador de Imagen levantamiento de daños (Gipsas)



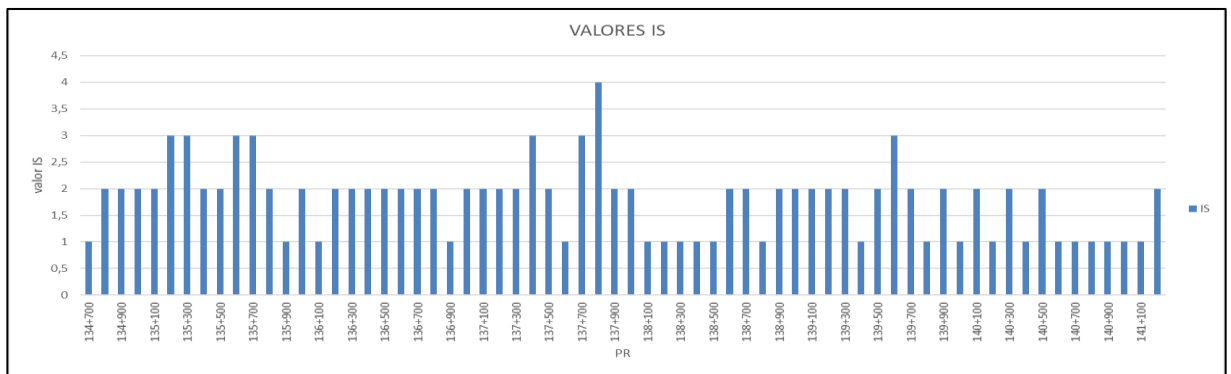
Fuente GIPSAS

El equipo utilizado para el levantamiento de daños consiste en una cámara monocromática de alta resolución, instalada sobre un vehículo, con acondicionamiento fijo tipo cercha. El equipo para toma de imágenes

captura una imagen estática cada 4 metros a una velocidad de 20 Km/h con la precisión otorgada por un encoder instalado en el vehículo.

En la siguiente grafica se presenta el resumen de los resultados obtenidos para IS de cada 100 m para el tramo vial evaluado, en el ANEXO 1 se observa el procesamiento del inventario de daños.

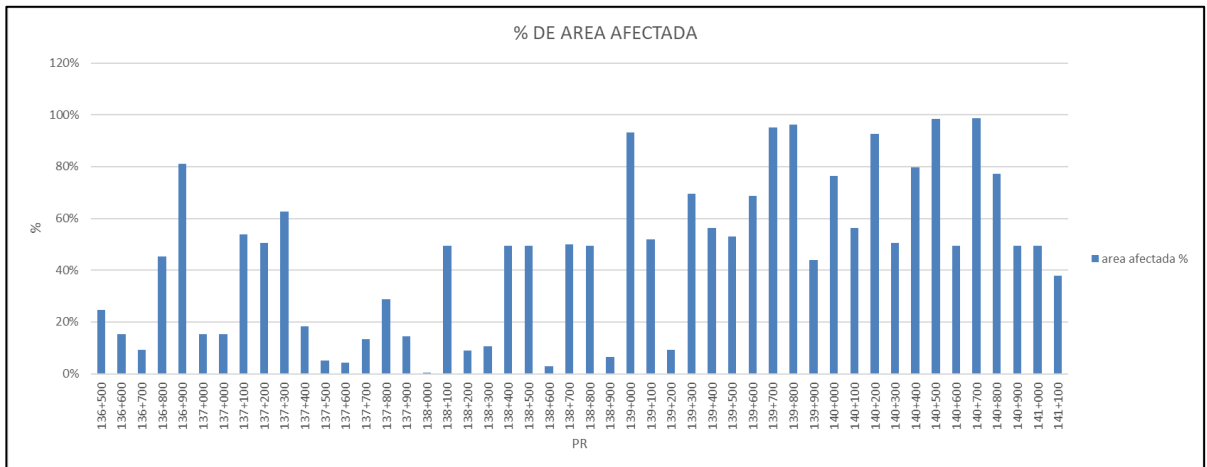
Grafica 1 Índice De Condición Superficial Del Pavimento (IS)



Fuente elaboración propia

En el sector de estudio entre el PR134+700 AL PR141+285 se encuentran valores de IS de Buenos (1) a deficientes (4) lo cual indica que tiene una condición superficial heterogénea; al evaluarse respecto al % de área afectada se encuentra que se tiene valores de 0.4% a 99% de área afectada por lo que se comprueba que tiene condición superficial heterogénea que se recomienda sea reparada en su totalidad.

Grafica 2 Índice porcentaje de área afectada



Fuente elaboración propia

Grafica 3 Afectación con daños tipo A



Fuente elaboración propia

Grafica 4 Afectación con daños tipo B



Fuente elaboración propia

Conforme a lo mostrado en las gráficas 3 y 4 se evidencia que los daños de tipo funcional presentan un mayor porcentaje de área afectada sobre el pavimento y predominan los daños de pérdida de ligante (PL) y pérdida de agregados (PA). Los daños tipo estructurales se presentan en un menor porcentaje razón por la cual el IS da una condición buena generalmente, se registran daños de tipo (FLP; PC Y B) predominantes.

8.2. ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Como lo indica la guía metodológica para rehabilitación del INVIAS, el IRI es una medida de la influencia de la uniformidad del perfil longitudinal de la carretera sobre la calidad de la rodadura, que representa la vibración de un vehículo típico de pasajeros como resultado de la falta de regularidad de la superficie de la vía. Se define como la relación entre el movimiento acumulado entre las masas amortiguada y no amortiguada de un modelo matemático denominado “*cuarto de carro*” (cuya respuesta es similar a la de un automóvil) que circula a una velocidad de 80 kilómetros por hora, y la distancia recorrida. Este valor se expresa corrientemente en m/km. Un IRI = 0 significa una superficie totalmente lisa y su valor aumenta con las irregularidades del perfil.

El equipo utilizado para la medición de la rugosidad de la superficie de pavimento de los tramos viales evaluados se denomina Rugosímetro Laser, que corresponde a Medidores de rugosidad del tipo respuesta (RTRRMs), la cual corresponde a la tercera técnica para la recolección de información.

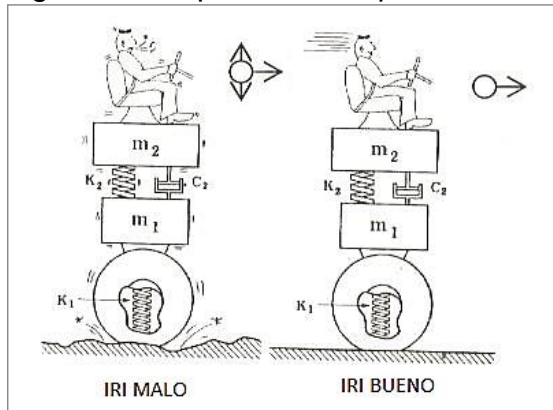
Tabla 4. Tabla 3.3.1. Niveles de IRI para evaluar la lisura de pavimentos asfálticos de carreteras en servicio

CLASIFICACIÓN	IRI (m/km)		CONDICIÓN TÍPICA
	TRÁNSITO BAJO NT1	TRÁNSITO MEDIO Y ALTO NT2 Y NT3	
Bueno	< 2.5	< 2.0	Pavimento con gran regularidad superficial; circulación muy cómoda
Aceptable	2.5 – 4.0	2.0 – 3.5	Pavimento algo rugoso; el valor superior es advertido por los usuarios al circular a la velocidad de operación de la vía
Pobre	4.0 - 5.5	3.5 – 5.0	Rugosidad notoria; incomodidad para los conductores de los vehículos pesados
Muy pobre	> 5.5	> 5.0	Pavimento muy rugoso y carente de confort para todos los usuarios

Fuente: Guía Metodológica Para El Diseño De Obras De Rehabilitación De Pavimentos Asfálticos De Carreteras- INVIAS

El IRI se asocia con la comodidad y confort del usuario y en términos de indicadores de estado del pavimento, es uno de los elementos representativos del requerimiento o no a realizar intervenciones y la posible magnitud de las mismas a continuación se muestra de manera esquemática el concepto del IRI.

Figura 4.. Esquema conceptual del IRI



Fuente: Guía Metodológica Para El Diseño De Obras De Rehabilitación De Pavimentos Asfálticos De Carreteras- INVIAS

8.2.1. Determinación del índice internacional de rugosidad (iri).

El cálculo de las expresiones recién mencionadas es muy laborioso, razón por la cual se debe ejecutar con ayuda de un programa de cómputo. La norma de ensayo INV E-794, "Determinación del índice internacional de rugosidad (IRI)" incluye un programa de cómputo para efectuar cálculos hectometritos del IRI a partir de medidas realizadas con mira y nivel.

Para la mejor interpretación y aplicación de las medidas en los estudios destinados al mantenimiento y a la rehabilitación de pavimentos, éstas se deben realizar en cada carril sobre las huellas de circulación de los vehículos, conforme lo establece la norma INV E-790. Los resultados de las mediciones deben ser convertidos a unidades de IRI, bien sea mediante alguna ecuación apropiada de correlación, bien mediante algún programa

computacional apropiado, y se deben procesar en incrementos de 100 metros, preferiblemente mediante el sistema de medias móviles, con el fin de delimitar sectores de similar comportamiento.

Cuando la regularidad superficial se ha determinado mediante el procedimiento subjetivo de la Clase 4, inspirada en recomendaciones del Banco Mundial. Aplicación de los resultados de las medidas de Regularidad Superficial. Los resultados de las evaluaciones del perfil superficial del pavimento tienen diversas aplicaciones, entre ellas:

Evaluación periódica de las condiciones de comodidad para la circulación vehicular y suministro de información para el cálculo de los costos de operación de los vehículos.

Ayuda en la sectorización de las vías que van a ser sometidas a trabajos de rehabilitación y en la escogencia de estrategias factibles de actuación. Por ejemplo, si en un proyecto existe un tramo corto con una rugosidad muy severa, éste puede ser identificado y seleccionado para trabajos de rehabilitación probablemente diferentes a los que se acometerán en la longitud restante del proyecto.

Determinación de la calidad de los trabajos de construcción o de rehabilitación de pavimentos, tal como lo establecen las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVÍAS.

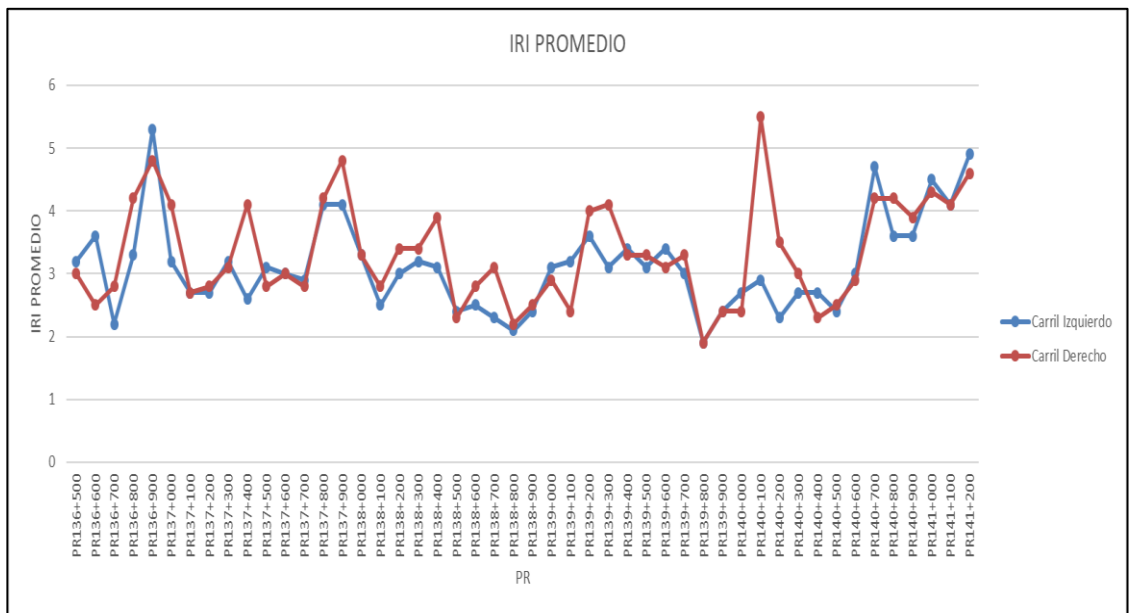
A continuación, se presenta los valores de IRI para diferentes niveles de comodidad para la circulación en una vía pavimentada:

Figura 5. Valores De IRI Para Diferentes Niveles De Comodidad Para La Circulación En Una Vía Pavimentada

DESCRIPCIÓN DE LA COMODIDAD PARA LA CIRCULACIÓN	IRI (m / km)
V > 120 km / h Ondulaciones apenas perceptibles a 80 km / h, en el rango de IRI de 1.3 a 1.8. No hay abultamientos ni ojos de pescado. Depresiones < 2 mm/3m. Mezcla asfáltica o tratamiento superficial de alta calidad.	< 2.5
V = 100 – 120 km / h Percepción de movimientos moderados y ondulaciones suaves a 80 km / h. Depresiones, parches y ojos de pescado ocasionales (5 – 15 mm / 3m, con frecuencia de 1 a 2 cada 50 m). Desprendimientos poco profundos (por ejemplo, desprendimientos de gravilla en un tratamiento superficial). Superficie con ondulaciones amplias y abultamientos moderados.	4.0 – 5.5
V = 70 – 90 km / h Movimientos fuertes y balanceo del vehículo. Depresiones y parches frecuentes pero de moderada magnitud (15 – 20 mm / 3m). Ojos de pescado ocasionales (1 a 3 en 50 m). Superficie con ondulaciones y abultamientos fuertes.	7.0 – 8.0
V = 50 – 60 km / h Movimientos repentinos frecuentes y balanceos, asociados con defectos graves como depresiones profundas (20 – 40 mm / 3m) y frecuentes (6 – 20 / 100m) u ojos de pescado (4 – 6 / 50m)	9.0-10.0
V < 50 km / h Depresiones y ojos de pescado frecuentes y profundos (40 – 80 mm) con frecuencia de 10 – 20 / 50 m	11.0 – 12.0
Notas:	
<ul style="list-style-type: none"> - El valor "V" se refiere a la velocidad normal de circulación sobre una carretera recta y seca, sin la interferencia de otros usuarios. - Las condiciones de circulación corresponden a la sensación que tiene el usuario al rodar por la carretera con un vehículo de tamaño medio. - Dentro de la descripción de las fallas, se omiten los agrietamientos por carecer de peso dentro de la estimación de la regularidad de la superficie. 	

Fuente: Guía Metodológica Para El Diseño De Obras De Rehabilitación De Pavimentos Asfálticos De Carreteras- INVIAS.

Grafica 5 IRI promedio por carril



Fuente elaboración propia

El IRI para el carril derecho tiene un valor promedio de 3.32m/km, un valor máximo de 5.5 m/km y mínimo de 1.9 m/km y para el carril izquierdo un valor promedio de 3.13 m/km, un valor máximo de 5.3 m/km y mínimo de 1.9 m/km , por lo cual se hace necesario intervenir este tramo pesando en mejorar el las condiciones superficiales de la vía para las sectores donde este parámetro sea superior a 3 m/km. En el Anexo 2 pueden verificarse los resultados completos de la medición.

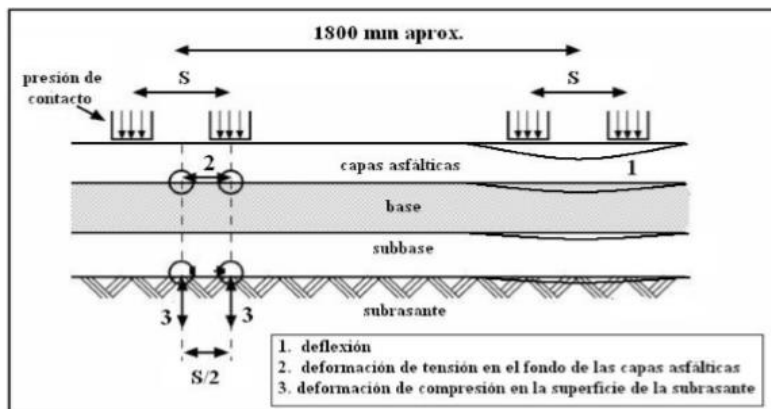
9. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

9.1. MEDICIÓN DE DEFLECTOMETRIA

Como lo contempla la guía metodológica para rehabilitación de pavimentos asfálticos, la evaluación estructural de pavimentos consiste, básicamente, en la determinación de la capacidad estructural del pavimento – subrasante de una estructura vial existente, en cualquier momento de su vida de servicio; lo anterior, con el fin de establecer y cuantificar las necesidades de rehabilitación, cuando el pavimento se acerca al fin de su vida de servicio o cuando el pavimento va a cambiar de función, ejemplo de ello es el caso en que cierto tránsito adicional se desvía hacia el pavimento en estudio.

La deflexión de un pavimento asfáltico es el desplazamiento vertical de la superficie del pavimento en respuesta a la aplicación de una carga externa y representa una respuesta total del sistema constituido por la estructura y la subrasante, ante la aplicación de dicha carga. Cuando ésta se aplica sobre la superficie, todas las capas se deflecan, desarrollándose esfuerzos y deformaciones en cada capa, como de manera resumida lo ilustra la Figura

Figura 6 Ilustración de las deformaciones críticas producidas por las cargas móviles del tránsito



Fuente: Guía Metodológica Para El Diseño De Obras De Rehabilitación De Pavimentos Asfálticos De Carreteras- INVIAS

El quipo utilizado para la medición de deflectométrica en el corredor vial de estudio, corresponde al Deflectómetro de Impacto (FWD – Falling Weight Deflectometer) el cual permite aplicar una carga estandarizada (para este caso 40 KN) sobre la estructura de pavimento y determinar el cuenco completo de deflexiones. La carga es aplicada mediante la caída de una masa sobre un plato circular (diámetro 300 mm), cuya superficie de contacto se asemeja a la de una rueda del semi-eje estándar de 8.2 toneladas. Las deflexiones producidas son medidas por medio de un grupo de geófonos, ubicados directamente bajo el plato de carga (D0) y a distancias de 0.30, 0.60, 0.90, 1.20, 1.50 y 1.80 metros del centro del mismo.

Foto 2. Equipo de medición, FWD 8002-398 Dynatest.



Fuente: GICA SAS

Se realizaron las mediciones a lo largo de todo el corredor vial cada 100 metros / carril en el sistema tresbolillo. Se tuvo en cuenta la presencia de puentes, pontones u otras singularidades que pueden afectar los datos obtenidos.

Para la evaluación de la condición estructural del pavimento se utiliza el deflectómetro de impacto, dispositivo que aplica una carga estandarizada sobre la estructura y, con base en sus lecturas de deflexión (cuenco de

deflexiones), permite determinar los parámetros de la estructura (módulo resiliente M_r , módulo equivalente de los materiales de la estructura de pavimento existente E_p y número estructural efectivo S_{Neff}) a partir de las cuales se puede diagnosticar el estado estructural del pavimento.

Las deflexiones de campo son normalizadas una vez se estandarizan a una carga de 40.0KN y a una temperatura de 20°C. Para realizar la normalización por temperatura se emplea el modelo Bells3 para estimar la temperatura de la carpeta asfáltica y a partir de ella y del espesor de la misma, mediante metodología AASHTO 93, se realiza la corrección respectiva de la deflexión central.

9.1.1. Normalización por carga de las deflexiones.

Inicialmente los datos de deflexión, obtenidos en el estudio deflectométrico se normalizan por carga (a 40KN) teniendo en cuenta el valor de la carga con que fueron generadas y considerando que la reacción al aplicar la carga no siempre es constante. Esta corrección se realiza proporcionalmente, es decir, aplicando la siguiente ecuación:

$$d_i = d_{i_0} * \frac{P_r}{P_0}$$

Dónde;

d_i es la deflexión del sensor i , corregida a la carga P_r .

d_{i_0} es la deflexión del sensor i , medida en campo con la carga de aplicación P_0 .

P_r es la carga a la cual se normalizarán las mediciones, en este caso igual a 40 KN.

P0 es la carga (en KN) aplicada en las mediciones de campo.

9.1.2. Normalización por temperatura de las deflexiones

La función de corrección de las deflexiones, está basada en un análisis numérico para llevar las deflexiones medidas a ciertas condiciones de referencia, tales como la temperatura y espesor de la carpeta existente.

Para la corrección por temperatura siguiendo el procedimiento propuesto por Petroni y colaboradores⁵, se adelantó una investigación de campo sobre cuatro (4) tramos de pavimentos flexibles de la red vial nacional colombiana, obteniéndose la siguiente expresión para ajustar a 20°C las deflexiones Benkelman medidas a otras temperaturas:

$$F_T = \frac{1}{1 + 8 \cdot 10^{-4} h(T - 20)} \quad (2)$$

- Donde
- h: Espesor de las capas asfálticas en el sitio de la medida (cm).
 - T: Temperatura de las capas asfálticas en el momento de medir la deflexión (°C)

Esta corrección se realizó sólo para la deflexión central, de acuerdo con la recomendación de la metodología utilizada. Finalmente, la corrección se realiza de la siguiente manera:

$$D_f(T) = \text{factor}(T) \times D_f(t)$$

Dónde;

⁵ PETRONI E., VENIER G., BELLONE E., CASAL C., LEVCHENKO V. & KUZIORA A., "Variación con la temperatura de la deflexión Benkelman recuperable", Vigésima Reunión del Asfalto, Buenos Aires, Mayo de 1977

Df (T) es la deflexión corregida.

Factor (T) es el factor de corrección según la AASHTO.

Df (t) es la deflexión obtenida en campo.

9.1.3. Módulo Resiliente, MR de la subrasante

Para evaluar el comportamiento estructural en términos del número estructural SN, es necesario conocer el Módulo Resiliente de la subrasante, éste se determina a partir del numeral **3.2.2.4 *determinación de la subrasante mediante ecuaciones de regresión y la metodología AASHTO-93.***

Una vez recopilada la deflectometría, se realiza el retro cálculo del módulo resiliente de la subrasante en función de las lecturas del sismómetro D6 (1.50m del centro del plato de carga).

La guía de diseño de la AASHTO presenta la metodología para el cálculo del módulo resiliente de la subrasante (M_r) a partir de medidas deflexión tomadas con el Falling Weight Deflectometer de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$M_r = \frac{0.24P}{d_{r,r}}$$

Dónde:

M_r Módulo resiliente de la subrasante

P Carga aplicada (9,000 libras = 40.0KN)

d_r Deflexión medida a una distancia r del centro del plato de carga, en pulgadas. En este caso, se ha empleado la deflexión D_7 , correspondiente a la ubicada a 1.50m del centro del plato de carga

r Distancia desde el centro del plato de carga, en pulgadas.

Para efectos de diseño, el valor del módulo resiliente determinado mediante cálculo inverso con la metodología AASHTO, requiere ser afectado por un factor de ajuste (C), de tal manera que la ecuación final para determinar el módulo resiliente para diseño es la siguiente:

$$M_r = C \times \left(\frac{0.24P}{d_r \cdot r} \right)$$

Para el factor C se emplea *el coeficiente establecido originalmente por la AASHTO, correspondiente a un valor de C=0.33*

La distancia mínima a utilizar en la ecuación, debe cumplir con la siguiente condición:

$$r \geq 0.7 \times ae$$

Dónde ae se determina mediante la siguiente expresión:

$$\sqrt{a^2 + \left(D \sqrt{\frac{Ep}{Mr}} \right)^2}$$

Dónde:

ae = Radio del bulbo de presiones a nivel de subrasante.

a = Radio del plato de carga.

D = Espesor total del pavimento sobre la subrasante.

E_p = Módulo efectivo del pavimento.

M_r = Módulo resiliente

9.1.4. Módulo Equivalente, E_p

Este parámetro representa la capacidad estructural del pavimento existente, es decir, la capa asfáltica y los materiales granulares que se encuentran sobre la subrasante, ha sido obtenido con base en la metodología AASHTO con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$d_o = 1.5.p.a \left(\frac{1}{M_r \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \sqrt{\frac{E_p}{M_r}} \right)^2}} + \frac{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \right)^2}}}{E_p} \right)$$

Dónde:

d_o Deflexión central

P Presión del plato de carga, psi (82.3psi = 5.76Kg/cm²)

a Radio del plato de carga, en pulgadas (5.90in = 15.0cm)

D Espesor total de las capas del pavimento sobre la subrasante, en pulgadas

M_r Módulo resiliente de la subrasante

E_p Módulo efectivo de todas las capas del pavimento

9.1.5. Número Estructural Efectivo, SN_{eff}

Mediante metodología AASHTO, se calculó el número estructural efectivo (SN_{eff}) empleando la siguiente fórmula:

$$SN_{\text{Efectivo}} = 0.0045 * D * \sqrt[3]{E_p}$$

Dónde:

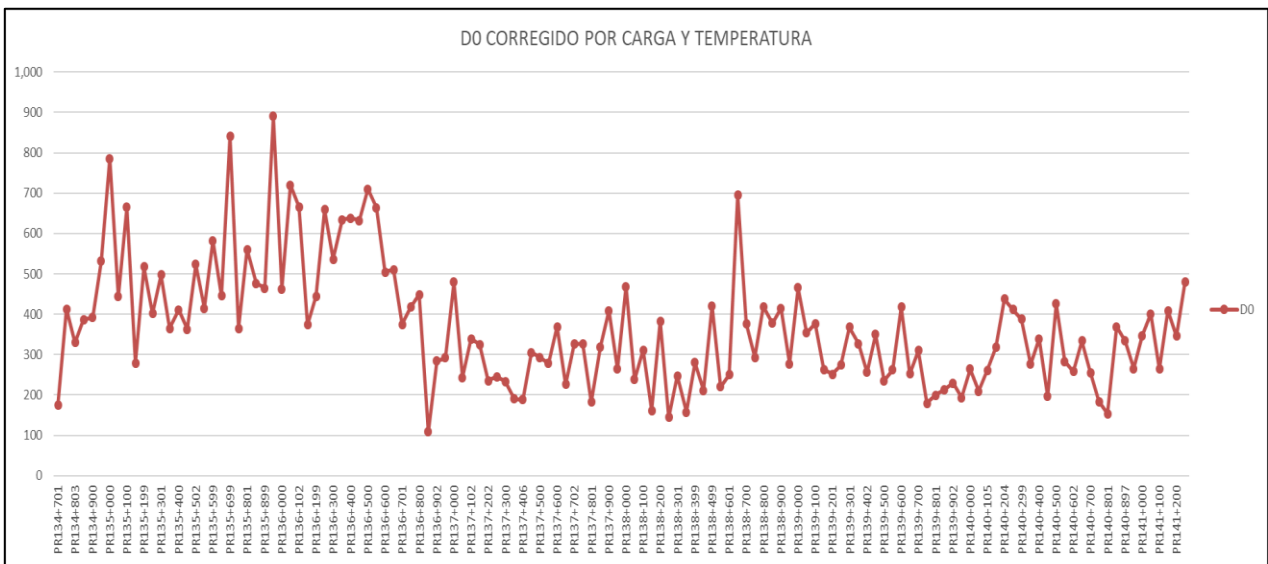
SN_{efectivo} es el número estructural efectivo de la estructura existente.

D, es el espesor total de las capas del pavimento.

E_p es el módulo equivalente de la estructura del pavimento.

A continuación, se presenta la Grafica del D0.

Grafica 6 Grafica del D0



Fuente: Elaboración Propia

De la gráfica anterior se puede decir que se encuentran deflexiones entre 109 μm y 890 μm y en promedio 369 μm , lo cual evidencia que tiene unos puntos que requieren ser reparados.

En el anexo 3 Se puede observar los valores de la deflectometría tomados en campo con los cuales se evaluó la parte estructural del pavimento existente donde se trabaja con espesor de carpeta asfáltica de 10 hasta 15 cm y 43 hasta 70 cm de materiales granulares de acuerdo con lo obtenido en la exploración geotécnica.

9.1.6. ANÁLISIS DEL CUENCO DE DEFLEXIONES

Existen parámetros cualitativos que proporcionan información sobre la condición relativa de un pavimento flexible, los cuales han sido formulados bajo las siguientes premisas:

La deflexión bajo el centro de aplicación de la carga representa la deflexión de toda la estructura del pavimento.

Las diferencias entre las deflexiones cercanas al punto de aplicación de carga reflejan la rigidez relativa en las capas superiores del pavimento.

Las diferencias entre las deflexiones de la parte media del cuenco de deflexión (entre 300 y 900 mm del punto de aplicación de carga) reflejan la rigidez relativa en las capas granulares o inferiores del pavimento.

Las deflexiones medidas cerca al extremo del cuenco de deflexión reflejan bastante bien la condición de la subrasante

Tabla 5. Descripción Índices Empleados Para La Evaluación Deflectométrica Cualitativa

Parámetro	Fórmula	Indicador
Índice de curvatura superficial	ICS=d0-d300	Junto con otros parámetros, proporciona una idea sobre la rigidez de las capas asfálticas
índice de daño de la base	IDB=d300-d600	Deformación compresiva sobre las capas de apoyo de las capas asfálticas
índice de curvatura de la base	ICB=d600-d900	Deformación compresiva sobre la subrasante

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Parámetros Evaluación Deflectometría Cualitativa

TIPO DE BASE	CONDICIÓN ESTRUCTURAL	d0	ICS	IDB	ICB
		(μm)	(μm)	(μm)	(μm)
GRANULAR	Buena	<500	<200	<100	<50
	Regular	500-700	200-400	100-200	50-100
	Malas	>750	>400	>200	>100
CEMENTADA	Buena	<200	<100	<50	<40
	Regular	200-400	100-300	50-100	40-80
	Malas	>400	>300	>100	>80
BITUMINOSA	Buena	<400	<200	<100	<50
	Regular	400-600	200-400	100-150	50-80
	Malas	>600	>400	>150	>80

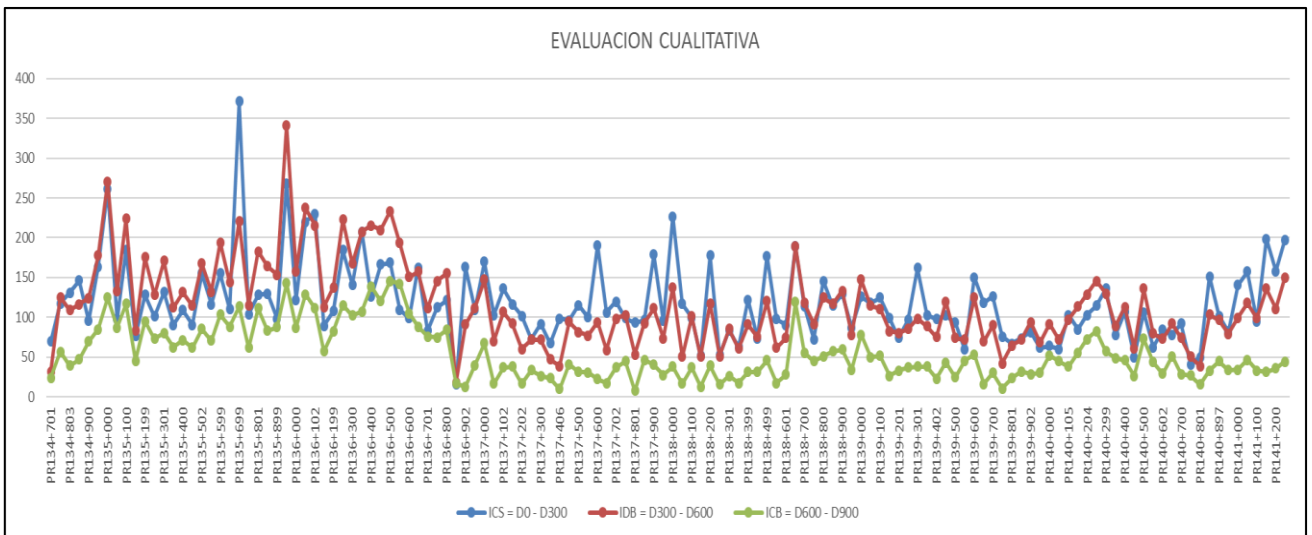
Fuente: Elaboración Propia

En el Anexo 3 se puede observar el análisis del cuenco de deflexiones del tramo del cual se puede decir que presenta buenas condiciones generales ya que no presenta grandes deflexiones, esto nos indica que de manera general la unidad no presenta problemas estructurales exceptuando del PR134+751 al PR136+800, PR138+648 al PR139+100, PR140+151 al PR140+299 y PR141+150 al PR141+250 donde la condición estructural evidencia deficiencias; cabe aclarar que la vía tiene bastante tiempo en

funcionamiento, por lo cual la carpeta asfáltica ya está rigidizada lo que ocasiona menores deflexiones en ella, razón por la cual se deben comparar todos los resultados de la mediciones para poder evaluar la vía de una manera integral y correcta.

A continuación, se presenta la gráfica de análisis del cuenco de deflectometría:

Grafica 7 Grafica Análisis del cuenco de deflectometría



Fuente: Elaboración propia

9.2. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

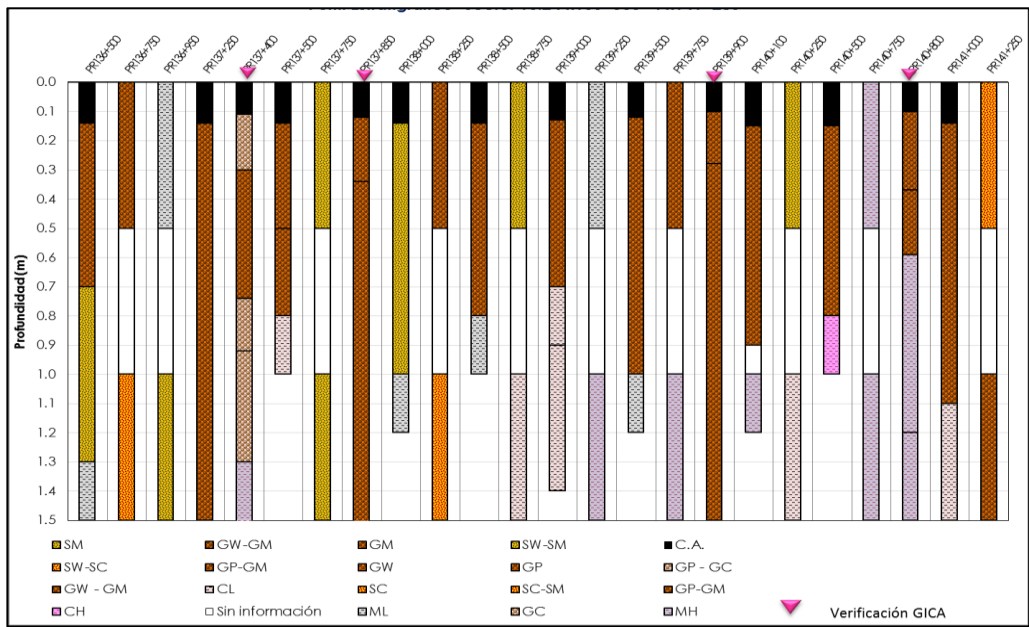
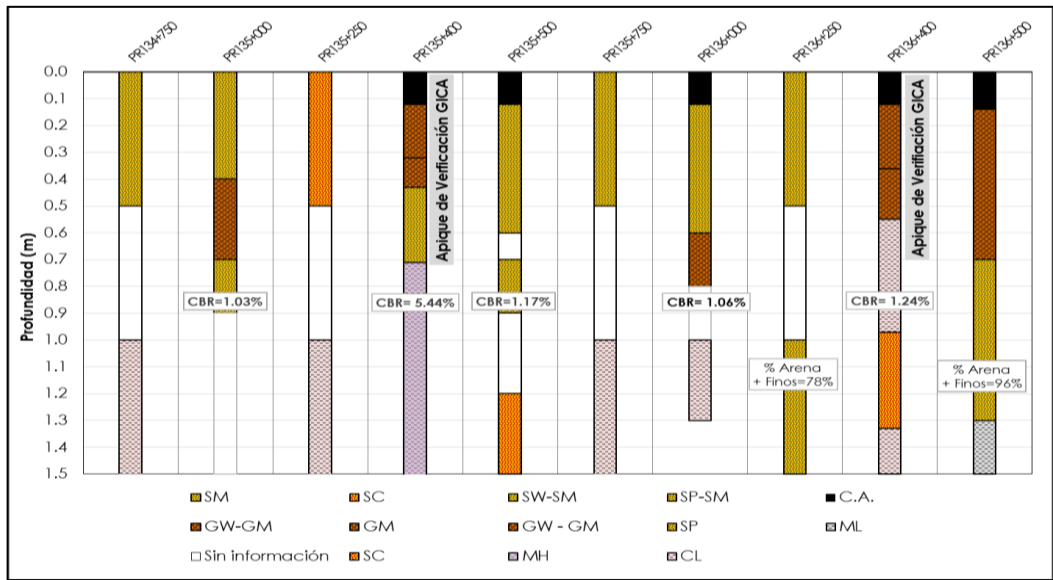
La información sobre caracterización geotécnica se digitalizó y tabuló de tal manera que se consolidaron, los perfiles estratigráficos y resultados de ensayos correspondientes a cada uno de los apiques y sondeos realizados en el desarrollo de los estudios existentes en este corredor. En el consolidado de perfiles y resultados de ensayos, como complementación de la información existente, se ingresaron los resultados de la exploración geotécnica de verificación y/o validación realizada por GICA por medio de la empresa Auscultar SAS.

En el Anexo 4 se entrega el consolidado tabulado de información sobre caracterización geotécnica del corredor extractado de la información preliminar suministrada por la empresa GICA.

En el Anexo 4 se entregan los registros que corresponden específicamente a la exploración geotécnica de complementación, verificación y/o validación realizada por GICA.

A continuación, se muestran los perfiles estratigráficos correspondientes al (PR134+700 – PR141+285).

Figura 7 Perfiles estratigraficos



Fuente: Elaboración Propia

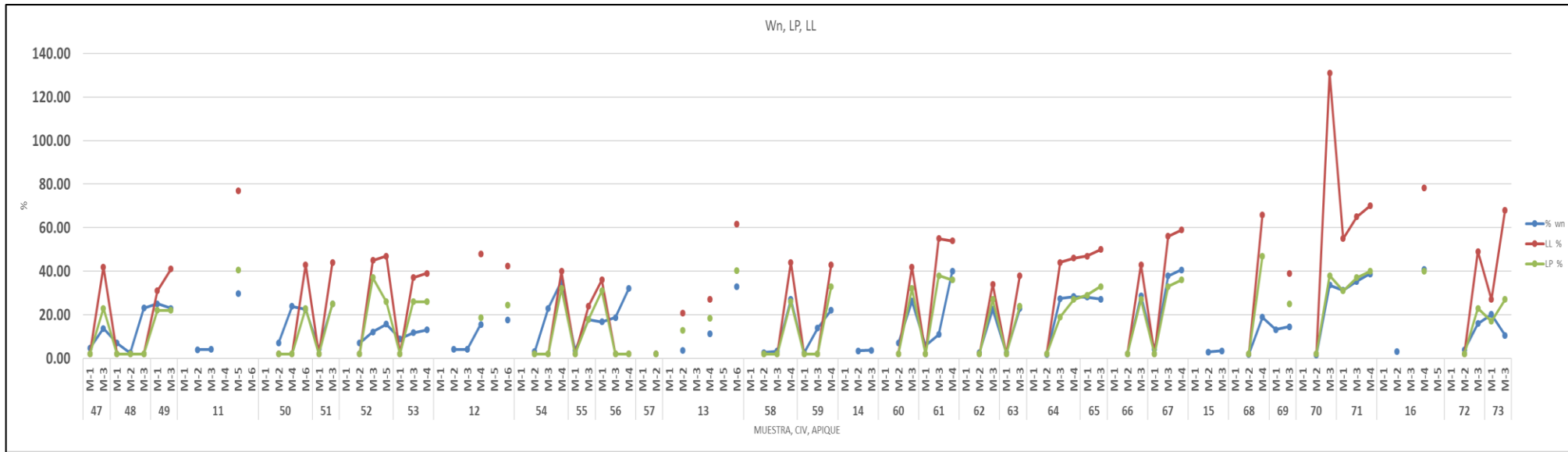
Conforme con lo mostrado en la figura se tiene que:

El suelo de subrasante natural predominante corresponde arcilla de baja compresibilidad (CL) hasta el PR139+000 y limos de alta compresibilidad (MH) hasta el PR141+285.

El espesor de carpeta asfáltica existente corresponde de 10 a 15 cm.

9.2.1. ANÁLISIS RESULTADOS DE LABORATORIO

Grafica 8. Valores promedio de Wn, LL y LP



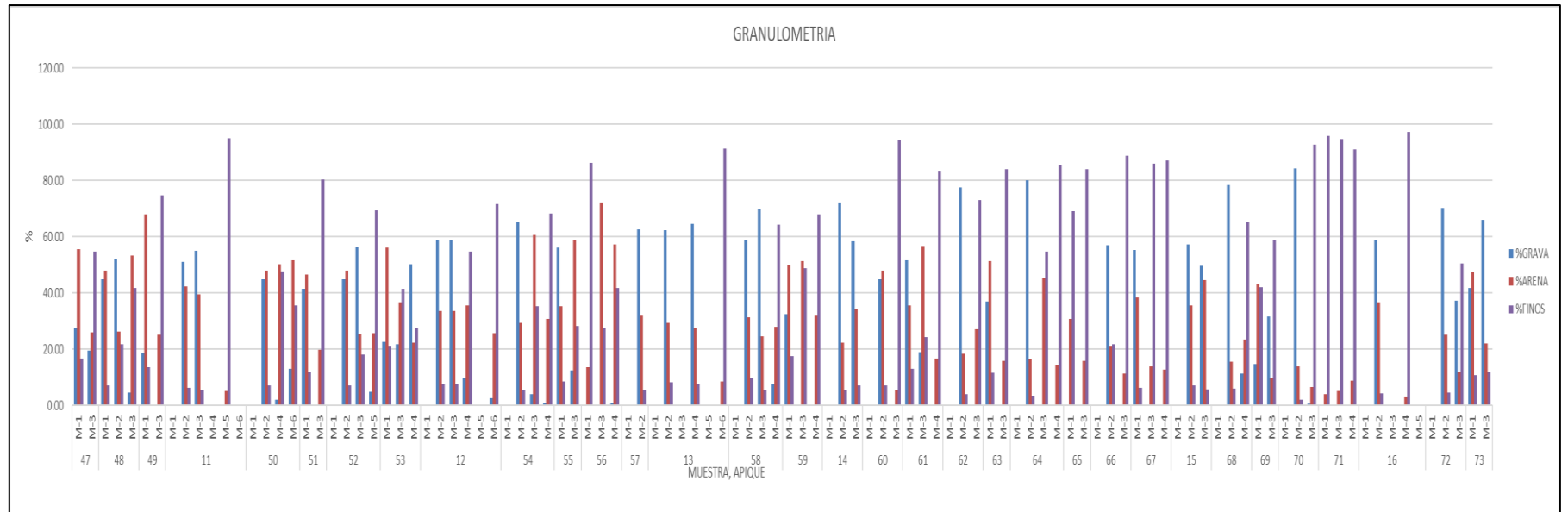
Fuente: Elaboración Propia

De la gráfica anterior podemos observar que los valores de humedad natural en los apiques que se realizaron se encuentran en un rango de 1.5 a 40.94 %.

Respecto a los valores de Limite Plástico se observa que en los apiques realizados se encuentran en un rango de NP a 47.00%

Respecto a los valores de Límite Liquido se observa que en los apiques realizados se encuentran en un rango de NL a 131.00%.

Grafica 9. Granulometría por apique.



Fuente: Elaboración Propia

De la gráfica anterior se presenta la granulometría (% de gravas, %arena y %finos) de las muestras recolectas por apique.

10. EVALUACIÓN CONDICIONES DE DRENAJE

El exceso de humedad sobre o dentro de la estructura de un pavimento afecta la seguridad de los usuarios, genera el deterioro acelerado del mismo y disminuye rápidamente su nivel de serviciabilidad. La revisión del sistema de drenaje tiene por finalidad detectar aquellas zonas de la vía vulnerables a la acción del agua y, como consecuencia de ello, con riesgo de degradación de la estructura del pavimento por su efecto. El análisis tiene en cuenta daños relacionados directamente con el efecto del agua sobre la estructura del pavimento y daños pertinentes a las estructuras de drenaje.

Para los propósitos de la guía metodológica, el procedimiento de inspección y análisis por aplicar es el recomendado por el SETRA, de acuerdo con el cual se deben considerar los siguientes seis (6) parámetros al valorar el peligro de que los deterioros causados por el agua en el pavimento evolucionen con rapidez:

1. Impermeabilidad de la capa superficial o revestimiento de la estructura del pavimento.
2. Drenaje superficial.
3. Ambiente hidrogeológico del pavimento
4. Drenaje subsuperficial.
5. Sensibilidad de la subrasante al agua.
6. Sensibilidad al agua y capacidad de drenaje de las capas inferiores del pavimento.

Para adelantar el análisis del drenaje de la vía se siguen tres fases: (i) recolección de información adicional; (ii) inspección visual de la carretera y de sus sistemas de drenaje; (iii) calificación del tramo con base en la organización y el análisis de la información recogida.

En desarrollo de las dos últimas fases, la vía se debe dividir inicialmente en secciones de 100 metros. En cada intervalo, se calificará cada uno de los parámetros analizados, a partir de la información existente y de la inspección visual en campo. Esta calificación tendrá en cuenta tres (3) posibles niveles de riesgo, de acuerdo con la propensión de la estructura al deterioro por causa del agua: 0 para riesgo mínimo o inexistente, 2 para riesgo máximo y 1 para una situación intermedia. La definición de los deterioros referentes a la estructura del pavimento se encuentra en el anexo B de la guía metodológica.

En el Apéndice D.1 se encuentran el formato guía para la inspección visual de campo (Formato D.1) y el formato para la calificación definitiva de la sección (Formato D.2), a los cuales se hace referencia en la descripción de cada parámetro.

La calificación del riesgo hídrico de cada sección de 100 metros se obtiene mediante la suma de las calificaciones de los seis parámetros, $R+A+H+D+S+M$, obtenidos según el procedimiento descrito en el numeral D.2. Secciones consecutivas con la misma calificación se deben combinar para ofrecer una misma solución. La calificación total indica el riesgo de la existencia de una combinación de factores desfavorables y tiene por finalidad brindar una evaluación de la sección en relación con el drenaje, independientemente del estado global del pavimento. La calificación final varía entre 0 y 12, de acuerdo con la escala de riesgo que muestra la Tabla

D.1. Los criterios de intervención para cada caso se describen en el Capítulo 4 de la Parte 3 de la guía metodológica.

Tabla 7 Riesgo asociado con la calificación global del drenaje

CALIFICACIÓN GLOBAL	RIESGO
0 – 3	Condiciones no propicias para que se presente daño en la estructura por causa del agua
4 – 7	Condiciones que pueden generar daño en la estructura por efectos del agua
8 – 12	Condiciones determinantes para causar la aparición y rápida degradación de la estructura por presencia de agua

Fuente: Guía Metodológica Para El Diseño De Obras De Rehabilitación De Pavimentos Asfálticos De Carreteras- INVIAS

A continuación, se evalúa la condición de drenaje a lo largo del corredor vial:

Tabla 8 Resultados de la evaluación del drenaje.

PR inicial	PR final	Factores adversos observados	Parámetros en evaluación - Calificación					Calificación global	Tipo de riesgo	
			R	A	H	D	S			M
136+500	136+600	FL, FPC, O ,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
136+600	136+700	FL, FPC, O ,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
136+700	136+800	FL, FPC, O ,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
136+800	136+900	FL, FPC ,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
136+900	137+000	FL, O ,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
137+000	137+100	FL, FPC, NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
137+100	137+200	FL, FPC ,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
137+200	137+300	FL, O ,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
137+300	137+400	FL, PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
137+400	137+500	FL, FPC, NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
137+500	137+600	FL, O, NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
137+600	137+700	O, NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
137+700	137+800	FL, FPC,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B

PR inicial	PR final	Factores adversos observados	Parámetros en evaluación - Calificación						Calificación global	Tipo de riesgo
			R	A	H	D	S	M		
137+800	137+900	FPC,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
137+900	138+000	FPC,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
138+000	138+100	FL, NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
138+100	138+200	PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
138+200	138+300	NC,CH	0	2	0	1	1	1	5	B
138+300	138+400	O,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
138+400	138+500	O ,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
138+500	138+600	PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
138+600	138+700	FL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
138+700	138+800	FL, PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
138+800	138+900	PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
138+900	139+000	PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
139+000	139+100	FL, FPC,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
139+100	139+200	FL, O ,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
139+200	139+300	FL, FPC, O ,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
139+300	139+400	FPC, O ,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
139+400	139+500	PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
139+500	139+600	FL, FPC,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
139+600	139+700	FL, FPC, O ,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B
139+700	139+800	FL,PL,NC,CH	1	2	0	1	1	1	6	B

Fuente: Elaboración propia

La clasificación del drenaje del tramo vial en general es de bajo riesgo de daños por drenaje, tipo B. con condiciones que pueden generar daño a la estructura por efecto del agua por eso se recomienda instalar las obras hidráulicas necesarias para garantizar un buen drenaje superficial y drenaje subsuperficial.

11.DETERMINACIÓN DEL TRANSITO

El hecho de realizar la rehabilitación de una vía conlleva a recuperar las condiciones funcionales, estructurales y de drenaje de la misma, para así, disminuir la accidentalidad y poder garantizar una vía optima en todos los aspectos, sin embargo, para poder llegar al objetivo de la investigación se debe contar con el transito el cual será determinado mediante el método ASSHTO 93 simplificado o conversión del tránsito real en aplicaciones equivalentes del eje de referencia.

Este procedimiento es aplicable únicamente en pavimentos flexibles y depende de la formula.

$$N = TPD * VC * DD * DC * FC * 365$$

Donde:

N : Numero de aplicaciones de carga del eje de referencia en el carril de diseño del año "i".

TPD: transito promedio diario en ambas direcciones

VC: proporción tpd de vehículos comerciales

DD: distribución direccional de tránsito de vehículos comerciales














DC: proporción de vehículos comerciales circulantes en una dirección que utilizan el carril de diseño

FC: factor daño

365: número de días de un año

Dadas las variables de la ecuación se debe conocer los tipos de vehículos como se evidencian en la siguiente tabla efectuando que también se debe tener en cuenta el tren cañero:

Figura 8 Clasificación de vehículos en Colombia

TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA	TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA
AUTOS			C3 Y C4	CAMION C3	
				CAMION C4	
				TRACTO-CAMION C2-S1	
BUSES	BUSETA			TRACTO-CAMION C2-S2	
	BUS			TRACTO-CAMION C3-S1	
	BUS METROPOLITANO			C5	TRACTO-CAMION C3-S2
C2-P	CAMION DE DOS EJES PEQUENO			> C5	TRACTO-CAMION C3-S3
C2-G	CAMION DE DOS EJES GRANDE				

http://copernico.escuelainq.edu.co/vias/pagina_via/modulos/MODULO%204.pdf

Figura 9 tren cañero



<https://mapio.net/pic/p-17568662/>

Se determina mediante aforos de transito la cantidad de vehículos dependiendo su clasificación a año 0 , siendo el año 0 = 2019 y contemplando la totalización de vehículos comerciales (vehículos desde autos hasta >C5 según la ilustración 3) además de la totalización camiones (vehículos C2P hasta mayor >C5).

Tabla 9 Volúmenes de transito promedio diario.

		VOLUMENES TRANSITO PROMEDIO DIARIOS TPDs (AMBOS SENTIDOS) - Ansermanuevo - La Virginia											
		TIPO DE VEHICULO									TOTAL	TOT VH	
AÑO No.	AÑO	AUTOS	BUSES	tres cañero	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	CAMIONES	COMERCIALES	
0	2019	1372	33	123	181	487	121	17	49	195	1050	2578	

Fuente Información recolectada estudios existentes

Se realiza la proyección por vehículo mediante la formula

$$T_n = T_i * (1 + r)^n$$

Donde:

Tn: tránsito en cualquier año n

Ti : tránsito en el año 0 o inicial

r : tasa de crecimiento anual del transito

n : año de proyección en número real

Calculo de la tasa de crecimiento:

La tasa de crecimiento esta determinada por 3 factores

1. Crecimiento del PIB al año 2018 según los datos presentados por el banco mundial⁶.

⁶ Indicador Banco Mundial , crecimiento PIB Nacional https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?name_desc=false

2. Crecimiento de pasajeros por medio terrestre según la información presentada por el ministerio de transporte en su informe “transporte en cifras”⁷.
3. Crecimiento en el movimiento de la carga nacional según la información presentada por el ministerio de “transporte en su informe transporte en cifras.”

Descripcion	Tasa %
Pasajeros	2,77
Transporte de carga	7,14
PIB banco mundial	2,70
Promedio	4,20

- Tasa de crecimiento: Se estimó la tasa de crecimiento anual como 4.2%.

Tabla 10 Proyección del TPD

PROYECCIÓN DEL TPD												
TIPO DE VEHÍCULO											TOTAL	TOT VH
AÑO No.	AÑO	AUTOS	BUSES	tren cañero	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	CAMIONES	COMERCIALES
0	2019	1372	33	123	181	487	121	17	49	195	1050	2578
1	2020	1430	34	128	189	507	126	18	51	203	1094	2686
2	2021	1490	36	134	197	529	131	18	53	212	1140	2799
3	2022	1552	37	139	205	551	137	19	55	221	1188	2917
4	2023	1617	39	145	213	574	143	20	58	230	1238	3039
5	2024	1685	41	151	222	598	149	21	60	240	1290	3167
6	2025	1756	42	157	232	623	155	22	63	250	1344	3300
7	2026	1830	44	164	241	650	161	23	65	260	1400	3438
8	2027	1907	46	171	252	677	168	24	68	271	1459	3583
9	2028	1987	48	178	262	705	175	25	71	282	1521	3733
10	2029	2070	50	186	273	735	183	26	74	294	1584	3890
11	2030	2157	52	193	285	766	190	27	77	307	1651	4053
12	2031	2248	54	202	297	798	198	28	80	319	1720	4224
13	2032	2342	56	210	309	831	207	29	84	333	1793	4401
14	2033	2441	59	219	322	866	215	30	87	347	1868	4586
15	2034	2543	61	228	336	903	224	32	91	361	1946	4779
16	2035	2650	64	238	350	941	234	33	95	377	2028	4979
17	2036	2761	66	248	364	980	244	34	99	392	2113	5188
18	2037	2877	69	258	380	1021	254	36	103	409	2202	5406
19	2038	2998	72	269	396	1064	264	37	107	426	2294	5633
20	2039	3124	75	280	412	1109	276	39	112	444	2391	5870
21	20140	3255	78	292	429	1155	287	40	116	463	2491	6117

Fuente Elaboración propia

⁷ Informe “transporte en cifras” Ministerio de transporte 2018
<https://www.mintransporte.gov.co/documentos/15/estadisticas/>

Por último, se determina el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas a 10 años mediante la fórmula N descrita anteriormente

$$N = TPD * VC * DD * DC * FC * 365$$

Tomando de referencia el TPD, la proyección por tipo de vehículo calculados anteriormente y los factores daño tomados de INVIAS.

Tabla 11 Factores daño y factores distribución tomados del manual de diseño de pavimentos flexibles INVIAS 2017

TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR DE DAÑO
Autos	0
Buses	1
Bus Alimentador	3,6
tren cañero	18
Camión C2 P	1,01
Camión C2 G	2,72
Camión C3	3,72
Camión C4	3,72
Camión C5	4,88
Camión >C5	5,23
Distribucion Direccional	56%
Distribucion Carril de diseño	100%

Dando como resultado:

Tabla 12 cálculo del número de ejes equivalentes.

NUMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TON														
AÑO	TPDS	CLASE DE VEHÍCULO										EJES EQUIVALENTES PAVIMENTO FLEXIBLE	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS PAVIMENTO FLEXIBLE	
		AUTOS	BUSES	TRANSMILENIO		CAMIONES								TOTAL CAMIONES
				ALIMENTADOR	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5				
2019	2578	0	6,745	452,542	37,366	270,756	92,005	12,926	48,876	208,457	670,387	1,129,674	1,129,674	
2020	2686	0	7,028	471,548	38,936	282,128	95,869	13,469	50,929	217,213	698,543	1,177,120	2,306,794	
2021	2799	0	7,324	491,353	40,571	293,978	99,895	14,035	53,068	226,335	727,882	1,226,559	3,533,353	
2022	2917	0	7,631	511,990	42,275	306,325	104,091	14,624	55,297	235,842	758,453	1,278,075	4,811,428	
2023	3039	0	7,952	533,494	44,051	319,190	108,463	15,239	57,619	245,747	790,308	1,331,754	6,143,182	
2024	3167	0	8,286	555,901	45,901	332,596	113,018	15,879	60,039	256,068	823,501	1,387,687	7,530,869	
2025	3300	0	8,634	579,248	47,829	346,565	117,765	16,545	62,561	266,823	858,088	1,445,970	8,976,839	
2026	3438	0	8,996	603,577	49,837	361,121	122,711	17,240	65,188	278,030	894,128	1,506,701	10,483,540	
2027	3583	0	9,374	628,927	51,931	376,288	127,865	17,964	67,926	289,707	931,681	1,569,983	12,053,523	
2028	3733	0	9,768	655,342	54,112	392,092	133,235	18,719	70,779	301,875	970,812	1,635,922	13,689,445	
2029	3890	0	10,178	682,866	56,384	408,560	138,831	19,505	73,752	314,553	1,011,586	1,704,631	15,394,075	
2030	4053	0	10,606	711,547	58,752	425,720	144,662	20,324	76,850	327,765	1,054,073	1,776,225	17,170,300	

$N = 17.171.000$ ejes equivalentes de 8.2 toneladas

Tabla 13 Categoría del tránsito Manual de Diseño INVIAS 2017

Categoría del proyecto	Categoría del Tránsito	Nivel Jerárquico de la información
Media	NT2 Entre 0.5 y 5 millones de ejes equivalentes de 80kN en el carril de diseño	Nivel 2 ó 3
Alta	NT3 (Más de 5 millones de ejes equivalentes de 80kN en el carril de diseño)	Nivel 1 ó 2

Se determina como una categoría alta NT3.

12. METODOLOGÍA DE LAS DIFERENCIAS ACUMULADAS PARA DELIMITACIÓN DE UNIDADES HOMOGÉNEAS:

Para hacer el diagnóstico de la vía evaluada es necesario realizar el análisis de la información por medio de la metodología de las diferencias acumuladas, siguió la metodología del manual Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, en el anexo E. Método de las diferencias acumuladas para delimitación de unidades homogéneas.

El establecimiento de tramos homogéneos mediante la metodología se puede efectuar de manera subjetiva, realizando un dibujo que muestre el comportamiento de la variable medida a lo largo del proyecto o se puede realizar de una manera más objetiva mediante procedimientos analíticos, entre los cuales se puede citar el de las “diferencias acumuladas”, descrito en el Apéndice J de la guía de diseño de pavimentos AASHTO 1993.

El procedimiento, de tipo estadístico, se basa en el hecho matemático simple de que cuando la variable Z_x (definida como la diferencia entre el área bajo la curva de respuesta a cualquier distancia y el área total desarrollada por la respuesta promedio de todo el proyecto hasta la misma distancia) se dibuja como función de la distancia a lo largo del proyecto, los límites de los tramos homogéneos ocurren en los puntos donde la pendiente de la línea que representa la variación de Z_x con la longitud, cambia de signo. La siguiente tabla se ilustra los pasos necesarios para el cálculo de Z_x .

Tabla 14. Tabla E.1. Solución tabulada de la aproximación sucesiva de las diferencias acumuladas

(1) Estacion (KM)	(2) Valor de Respuesta del pavimento (r_i)	(3) Numero de Intervalo (n)	(4) Distancia del intervalo (Δx_i)	(5) Distancia acumulada ($\Sigma \Delta x_i$)	(6) Valor de respuesta Promedio (\bar{r}_i)	(7) Area del Intervalo Real (a_i)	(8) Area Acumulada (Σa_i)	(9) Z_x $Z_x = (8) - F^*(5)$
1	r_1	1	Δx_1	Δx_1	$\bar{r}_1 = r_1$	$a_1 = r_1 \cdot \Delta x_1$	a_1	$Z_{x1} = a_1 - F^* \Delta x_1$
2	r_2	2	Δx_2	$\Delta x_1 + \Delta x_2$	$\bar{r}_2 = (r_1 + r_2) / 2$	$a_2 = \bar{r}_2 \cdot \Delta x_2$	$a_1 + a_2$	$Z_{x2} = (a_1 + a_2) - F^*(\Delta x_1 + \Delta x_2)$
3	r_3	3	Δx_3	$\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3$	$\bar{r}_3 = (r_2 + r_3) / 2$	$a_3 = \bar{r}_3 \cdot \Delta x_3$	$a_1 + a_2 + a_3$.
L_p	r_n	N_t	Δx_{nt}	$\Delta x_1 + \dots + \Delta x_{nt}$	$\bar{r}_{nt} = (r_{n-1} + r_n) / 2$	$a_{nt} = \bar{r}_{nt} \cdot \Delta x_{nt}$	$a_1 + \dots + a_{nt}$	$Z_{xnt} = (a_1 + \dots + a_{nt}) - F^*(\Delta x_1 + \dots + \Delta x_{nt})$

$$A_t = \sum_{i=1}^{nt} a_i$$

$$F = A_t / L_p$$

Fuente: Guía Metodológica Para El Diseño De Obras De Rehabilitación De Pavimentos Asfálticos De Carreteras- INVIAS

Sectorización de tramos homogéneos mediante tabulación aproximada sucesiva de las diferencias acumuladas, se representan parámetros propios de la estructura evaluada las cuales después de someterse al procedimiento descrito en la tabla 18 se grafican y en cada uno de los cambios de pendiente en las tres graficas representa un sector, el cual es evaluado para determinar si los valores se comportan de forma parecida. Se sectoriza de acuerdo con las condiciones actuales de la estructura numero estructural efectivo, deflexión central y Is (índice de condición superficial), IRI; E.T.C.

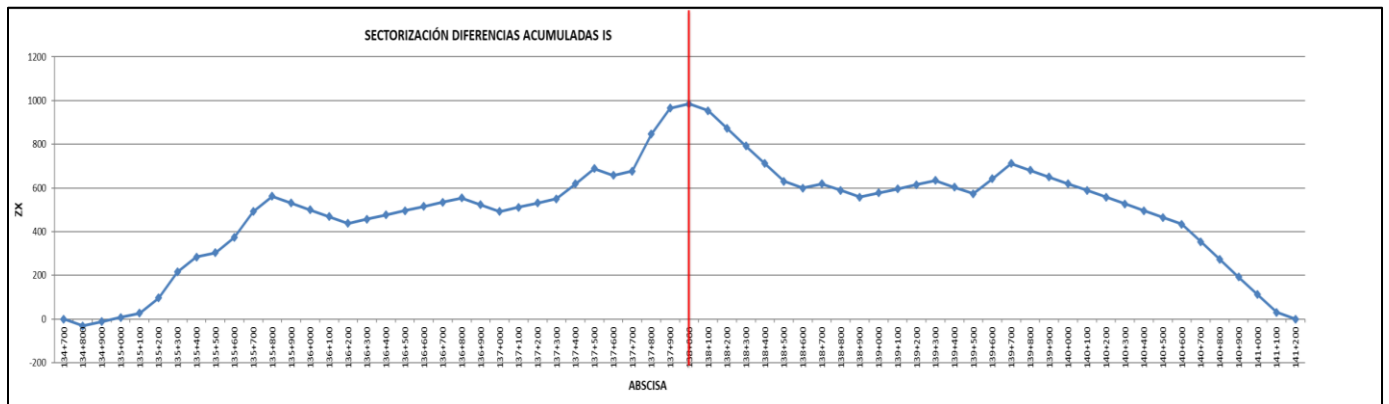
En el anexo 5 se observa la sectorización definida para la vía evaluada en este informe sectorización de tramos homogéneos mediante tabulación aproximada sucesiva de las diferencias acumuladas.

12.1. Sectorización PR134+700 AL PR141+285.

A continuación se presentan las diferentes sectorizaciones de acuerdo con los parámetros tomados en campo:

12.1.1. Sectorización del inventario de daños.

Grafica 10. Sectorización Inventar de daños a partir del IS



Fuente: Elaboración propia

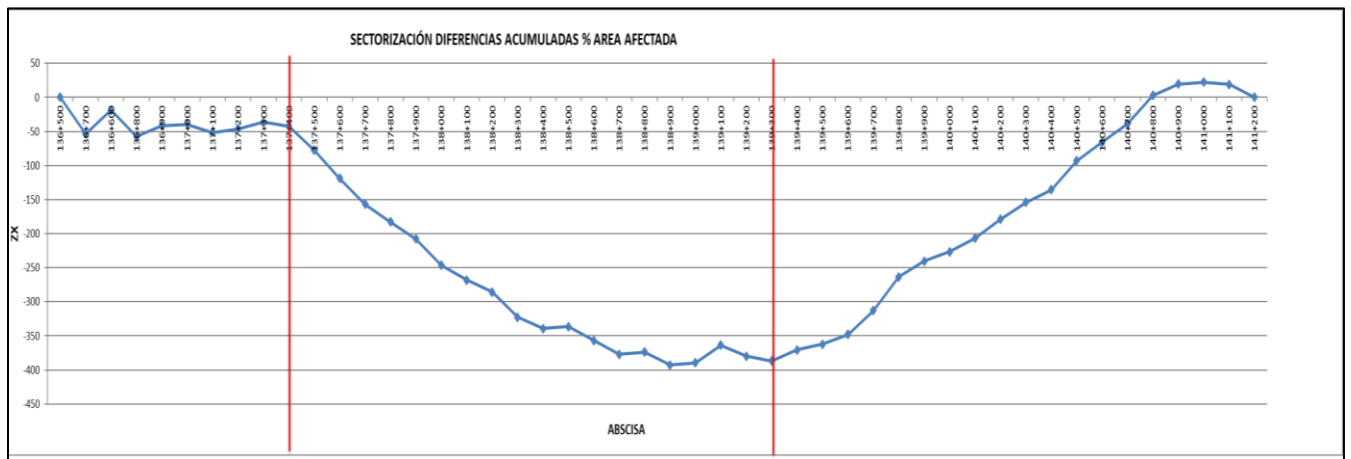
Tabla 15. Sectorización IS

Sector	1	2
PR I.	134+700	138+000
PR F.	138+000	141+285

Fuente: Elaboración propia

- En el sector 1 del PR134+700 al PR138+000 la predomina una pendiente positiva en el cuadrante positivo.
- En el sector 2 del PR138+000 al PR141+285 una pendiente negativa en el cuadrante positivo.

Grafica 11. Sectorización Inventar de daños a partir del % de área afectada.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Sectorización % área afectada

Sector	1	2	3
PR I.	134+700	137+400	139+300
PR F.	137+400	139+300	141+285

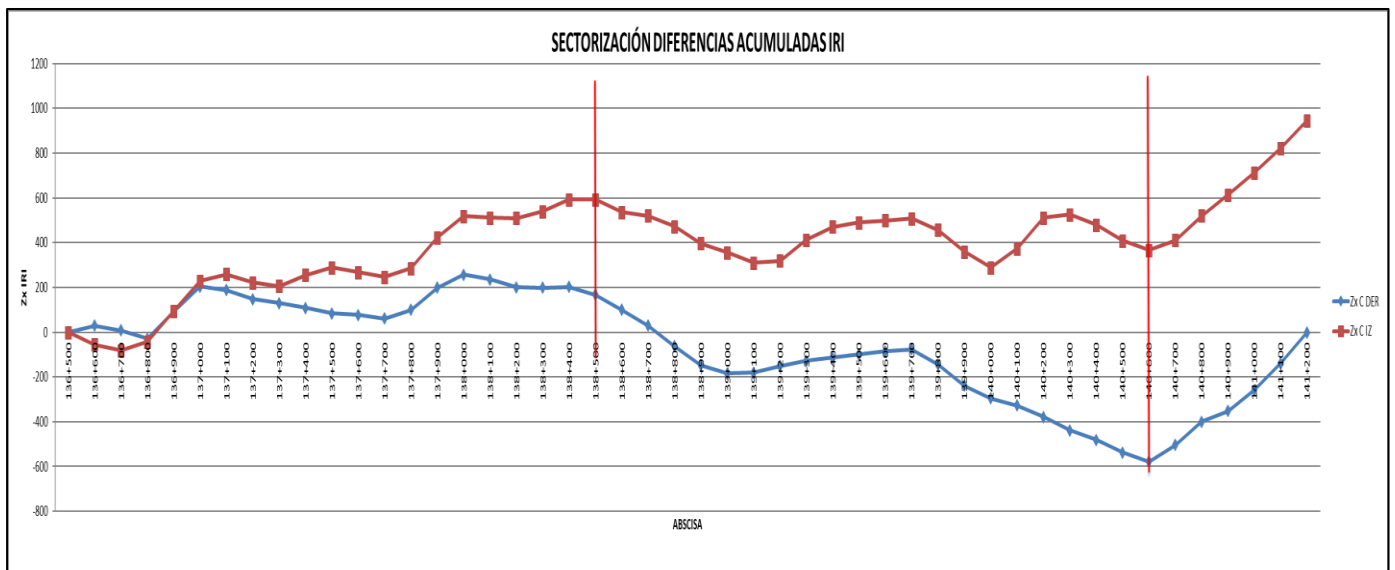
Fuente: Elaboración propia

- En el sector 1 del PR134+700 al PR137+400 la predomina una pendiente negativa en el cuadrante negativo.
- En el sector 2 del PR137+400 al PR139+300 una pendiente negativa en el cuadrante negativo.

- En el sector 3 del PR139+300 al PR141+285 una pendiente positiva en el cuadrante negativo.

12.1.2. Sectorización a partir del IRI

Grafica 12. Sectorización a partir del IRI.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Sectorización a partir del IRI

Sector	1	2	3
PR I.	134+700	138+500	140+600
PR F.	138+500	140+600	141+285

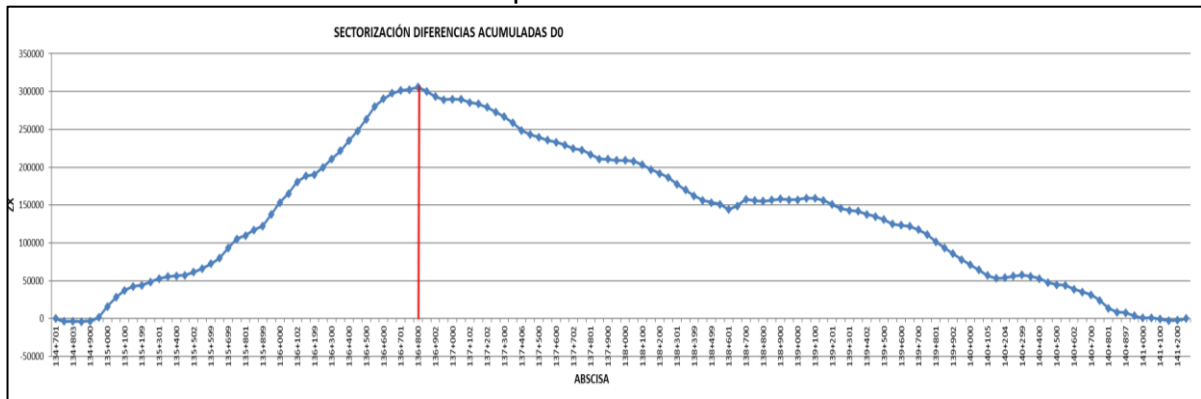
Fuente: Elaboración propia

- En el sector 1 del PR134+700 al PR138+500 la predomina una pendiente positiva en el cuadrante negativo.

- En el sector 2 del PR138+500 al PR140+600 predomina una pendiente negativa en el cuadrante negativo y positivo.
- En el sector 3 del PR140+600 al PR141+285 predomina una pendiente positiva en el cuadrante negativo y positivo.

12.1.3. Sectorización D0.

Grafica 13. Sectorización a partir del D0.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Sectorización del D0

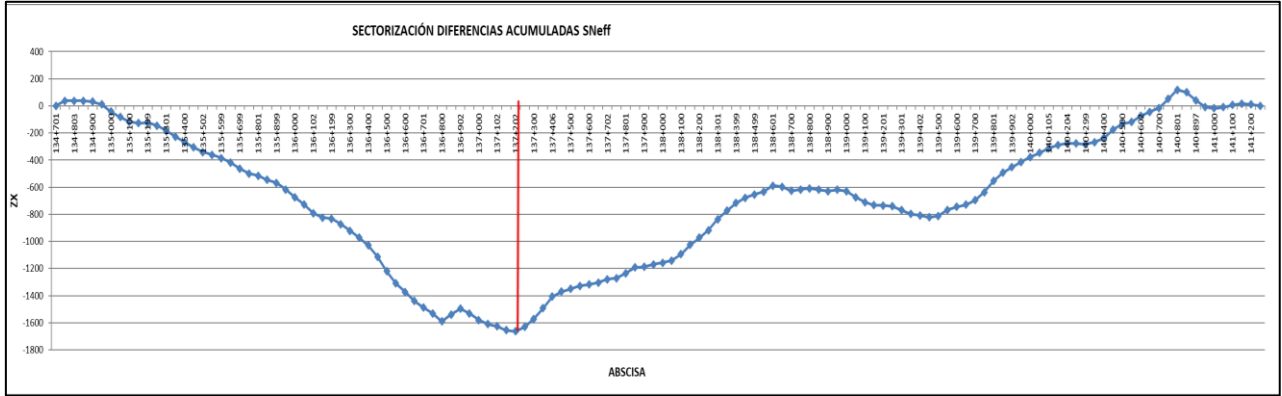
Sector	1	2
PR I.	134+700	136+800
PR F.	136+800	141+285

Fuente: Elaboración propia

- En el sector 1 del PR134+700 al PR136+800 la predomina una pendiente positiva en el cuadrante positivo.
- En el sector 2 del PR136+800 al PR141+285 una pendiente negativa en el cuadrante positivo.

12.1.4. Sectorización a partir del SNeff.

Grafica 14. Sectorización a partir del SNeff subrasante.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Sectorización del SNeff

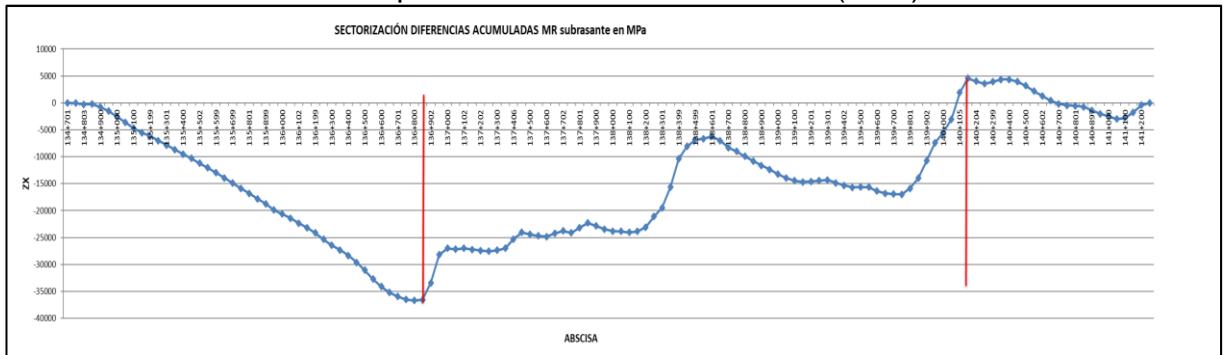
Sector	1	2
PR I.	134+700	137+400
PR F.	137+200	139+300

Fuente: Elaboración propia

- En el sector 1 del PR134+700 al PR137+200 la predomina una pendiente negativa en el cuadrante negativo.
- En el sector 2 del PR137+200 al PR141+285 la predomina positiva en el cuadrante negativo y un pico en el cuadrante positivo.

12.1.5. Sectorización a partir del MR subrasante en MPa.

Grafica 15. Sectorización a partir del MR de la subrasante (MPa)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Sectorización MR (MPa)

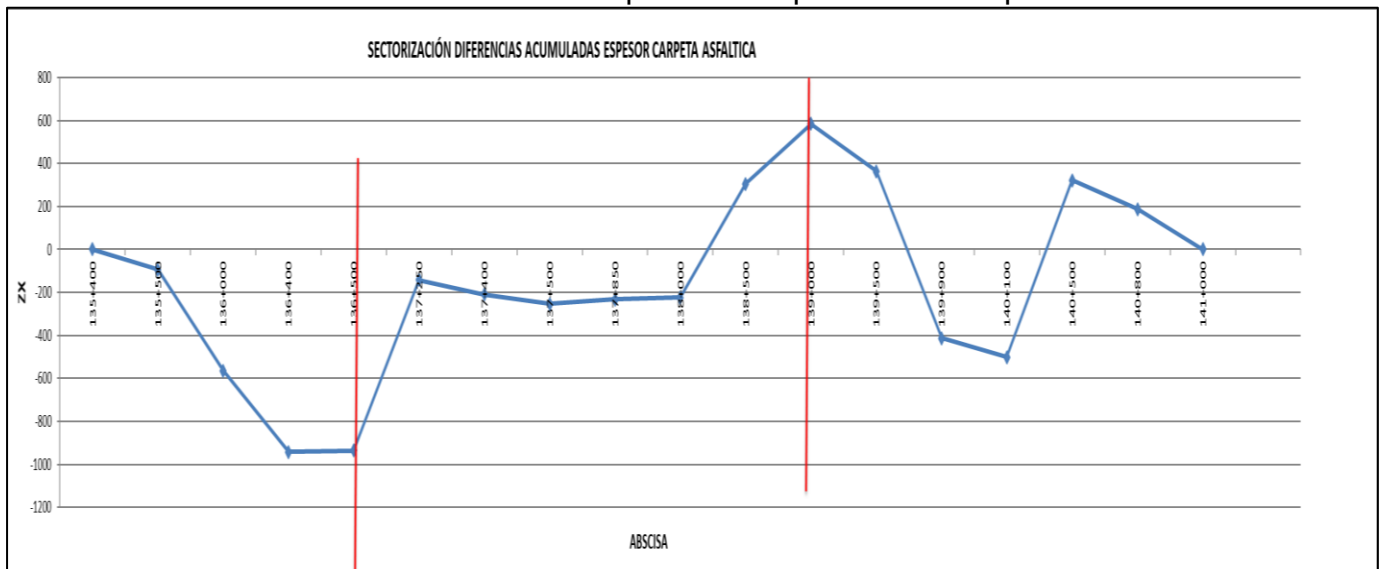
Sector	1	2	3
PR I.	134+700	136+800	140+150
PR F.	136+800	140+150	141+285

Fuente: Elaboración propia

- En el sector 1 del PR134+700 al PR136+800 la predomina una pendiente negativa en el cuadrante negativo.
- En el sector 2 del PR136+800 al PR140+150 la predomina una pendiente positiva en el cuadrante negativo.
- En el sector 5 del PR140+150 al PR141+285 la predomina una pendiente negativa en el cuadrante negativo y positivo.

12.1.6. Sectorización a partir de los espesores

Grafica 16. Sectorización a partir del espesor de la carpeta Asfáltica



Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Espesores Carpeta asfáltica.

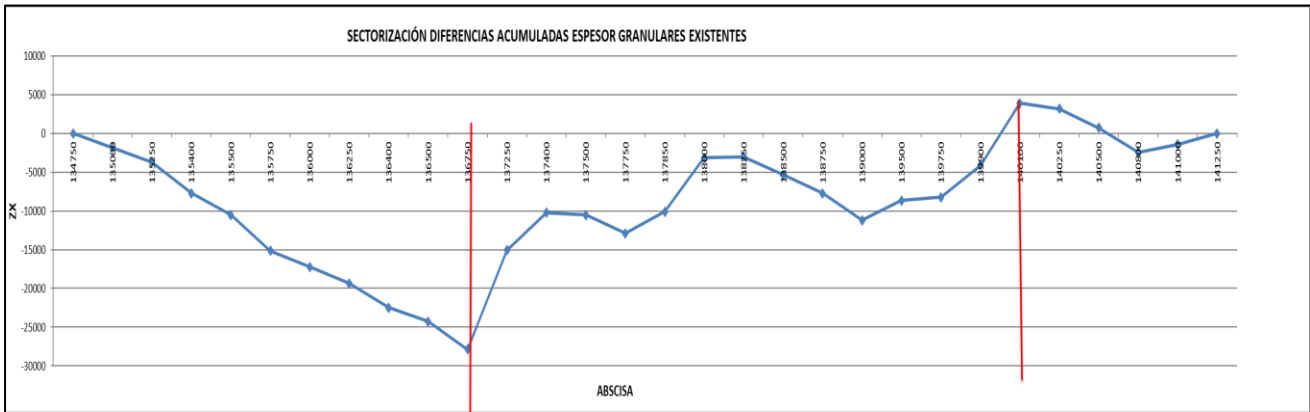
Sector	1	2	3
PR I.	134+700	136+500	139+000

PR F.	136+500	139+000	141+285
-------	---------	---------	---------

Fuente: Elaboración propia

- En el sector 1 del PR134+700 al PR136+500 la predomina una pendiente negativa en el cuadrante negativo.
- En el sector 2 del PR136+500 al PR139+000 la predomina positiva en el cuadrante negativo y positivo.
- En el sector 3 del PR139+000 al PR141+285 la predomina una pendiente negativa en el cuadrante negativo y positivo.

Grafica 17. Sectorización a partir del espesor de material granular existente.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Sectorización Granulares Existentes.

Sector	1	2	3
PR I.	134+700	136+750	140+100
PR F.	136+750	140+100	141+285

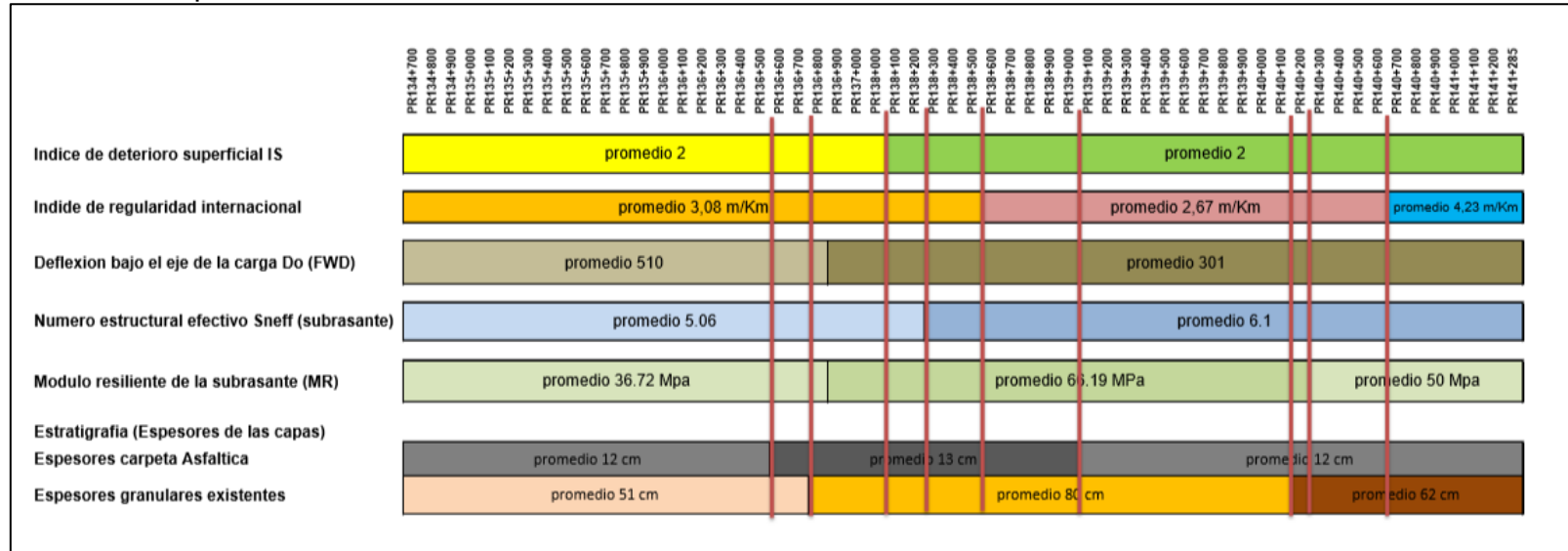
Fuente: Elaboración propia

- En el sector 1 del PR134+700 al PR136+750 la predomina una pendiente negativa en el cuadrante negativo.
- En el sector 2 del PR136+700 al PR140+100 la predomina positiva en el cuadrante negativo.
- En el sector 3 del PR140+100 al PR141+285 la predomina una pendiente negativa en el cuadrante negativo y positivo.

12.2. Sectorización según parámetros estructurales y funcionales.

A continuación, se resumen los parámetros encontrados una vez hecha la evaluación estructural y funcional para la vía en diagnóstico para la rehabilitación. Se evaluaron parámetros estructurales tales como: SNEff (Numero Estructural Efectivo de la subrasante), Mr (Modulo Resiliente de la Subrasante), Deflexión bajo el eje de la carga Do (FWD), parámetros funcionales como el IRI (Índice de Rugosidad Internacional), Is (Índice de deterioro Superficial del pavimento).

Tabla 23. Esquema Itinerario



Fuente: Elaboración propia

Como se puede evidenciar en el grafico itinerario se obtienen diez sectores, algunos con longitudes de 100m como se muestra a continuación.

Tabla 24. Sectores obtenidos.

	INICIO	FIN	LONGITU (m)	SECTOR
PR	134+700	136+500	1800	1
PR	136+500	136+800	300	2
PR	136+800	138+000	1200	3

	INICIO	FIN	LONGITU (m)	SECTOR
PR	138+000	138+200	200	4
PR	138+200	138+500	300	5
PR	138+500	139+000	500	6
PR	139+000	140+100	1100	7
PR	140+100	140+200	100	8
PR	140+200	140+600	400	9
PR	140+600	141+285	685	10

Fuente: Elaboración propia

Para homogeneizar la vía por efectos de construcción se recomienda que la longitud de intervención en lo posible no sea inferior a 1 km, por tal razón se proponen los siguientes sectores:

Tabla 25. Sectores finales propuestos.

	INICIO	FIN	LONGITU (m)	SECTOR
PR	134+700	136+800	2100	1
PR	136+800	139+000	2200	2
PR	139+000	140+600	1600	3
PR	140+600	141+285	685	4

Fuente: Elaboración propia

13. DIAGNOSTICO DE LA CONDICIÓN ACTUAL DE LA VÍA DE ESTUDIO

La vía de estudio del proyecto, actualmente se encuentra pavimentado flexible.

La vía en estudio tiene una longitud de 6,585 m y se encuentra en su totalidad en pavimento asfáltico; inicia en el PR134+700 y finaliza en el PR141+285.

13.1. Sector 1 PR134+700 al PR136+800

Desde el PR134+700 y hasta el PR136+800, el pavimento superficialmente se encuentra en un estado bueno, presenta fallas de tipo piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y la pérdida de película de ligante, cabezas duras, se considera que en algunos sitios puntuales pueden requerirse intervenciones profundas para el retiro de los daños, debido a que se evidenciaron fallas de tipo piel de cocodrilo combinados con hundimientos del pavimento.

Estructuralmente el sector 1 el pavimento se encuentra subdimensionado para el tránsito que debe soportar, razón por la cual presenta unas deflexiones altas, es preciso recomendar el refuerzo de este sector.

La condición de drenaje del sector 1 presenta una condición que puede generar daño a la estructura por efectos del agua, por tal motivo se recomienda instalar obras hidráulicas para garantizar un buen drenaje.

Fotografía 1. PR134+700. Se observa el límite de la vía (en afirmado).



Fuente: Información suministrada por la empresa GICA SAS.

Fotografía 2. PR135+050: Contaminación en la calzada generada por trenes cañeros provenientes de cultivo con acceso en el PR134+700



Fuente: Información suministrada por la empresa GICA SAS.

13.2. Sector 2 PR136+800 al PR139+000

Desde el PR136+900 y hasta el PR139+000 el pavimento se encuentra superficialmente en un estado bueno, presentan algunas fisuras longitudinales, algunas áreas con fallas tipo piel de cocodrilo y la pérdida de ligante progresada a cabezas duras es generalizada a lo largo del sector. En algunos sitios puntuales se evidenciaron daños de severidad alta que se considera pueden requerir intervención profunda.

Posiblemente este sector solo requiera trabajos de restauración para corregir los defectos de origen superficial y otros daños localizados.

La condición de drenaje del sector 2 presenta una condición que puede generar daño a la estructura por efectos del agua, por tal motivo se recomienda instalar obras hidráulicas para garantizar un buen drenaje.

Fotografía 3. PR137+300 - PR137+500. Fallas PC y hundimiento



Fuente: Información suministrada por la empresa GICA SAS.

Fotografía 4. PR137+800-PR137+900: Fisuramiento PC y hundimiento



Fuente: Información suministrada por la empresa GICA SAS.

13.3. Sector 3 PR139+000 al PR140+600

Desde el PR139+700 y hasta el PR140+600, el pavimento se encuentra en buen según su índice de deterioro superficial, presenta fallas tipo piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y la pérdida de película de ligante progresada a cabezas duras es generalizada. En algunos sitios puntuales de este sector, principalmente en las zonas de curvas, se considera pueden requerirse intervenciones profundas para el retiro de los daños, dado que se evidenciaron fallas tipo piel de cocodrilo combinados con hundimientos del pavimento y afloramiento de agua en la superficie del pavimento.

Actualmente su condición visual deteriorada es debido al mal estado de sus parámetros funcionales.

Posiblemente este sector solo requiera trabajos de restauración para corregir los defectos de origen superficial y otros daños localizados.

La condición de drenaje del sector 3 presenta una condición que puede generar daño a la estructura por efectos del agua, por tal motivo se recomienda instalar obras hidráulicas para garantizar un buen drenaje.

Fotografía 5. PR139+900: Sitio con fisuras en medialuna en la margen derecha



Fuente: Información suministrada por la empresa GICA SAS.

13.1. Sector 4 PR140+600 al PR141+285

Desde el PR140+600 y hasta el PR141+285, el pavimento se encuentra en buen según su índice de deterioro superficial, presenta fallas tipo piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y la pérdida de película de ligante progresada a cabezas duras es generalizada, su índice de rugosidad internacional es el

más elevado de 4.23 m/km lo que indica que el confort del usuario no es el requerido.

Actualmente su condición visual deteriorada es debido al mal estado de sus parámetros funcionales y sus espesor granular menor.

Tabla 26. Diagnóstico para la rehabilitación

Sector	Abscisa Inicial	Abscisa Final	Longitud (Km)	Recomendación de rehabilitación
1	134+700	136+800	2.10	Rehabilitación de la estructura de pavimentos incluyendo las capas profundas.
2	136+800	139+000	2.20	Restauración de la carpeta asfáltica, con reciclado del pavimento y posible refuerzo en carpeta asfáltica.
3	139+000	140+600	1.60	Restauración de la carpeta asfáltica, con reciclado del pavimento y posible refuerzo en carpeta asfáltica.
4	139+000	140+600	0.68	Rehabilitación de la carpeta asfáltica, con reciclado del pavimento y posible refuerzo en carpeta asfáltica y primera capa de granulares.

Fuente: Elaboración propia

14. CONCLUSIONES

- En el sector 1 se propone una rehabilitación de la estructura de pavimentos, con un tratamiento previo de bacheo y parcheo en las zonas localizadas relacionadas con fallas estructurales, posiblemente la intervención requerida en este sector necesite la intervención de mejorar los granulares existentes y su carpeta asfáltica.
- Para el sector 2 y 3 se propuso una restauración enfocada en solucionar sus deficiencias funcionales suministrando una nueva superficie de rodadura, se debe verificar antes de realizar cualquier tipo de restauración el tratamiento previo en zonas puntuales en las cuales se requiere algún tipo de bacheo o parcheo.
- En el sector 2 y 3 se considera óptimo realizar un reciclado del pavimento asfáltico con una sobre capa que sirva de refuerzo e incremente su capacidad estructural.
- Para el sector 4 se propuso una rehabilitación de la carpeta asfáltica por medio del reciclado del pavimento y refuerzo del mismo enfocada en solucionar sus deficiencias funcionales suministrando una nueva superficie de rodadura, se debe verificar antes de realizar cualquier tipo de restauración el tratamiento previo en zonas puntuales en las cuales se requiere algún tipo de bacheo o parcheo.
- En la Tabla 29 se presenta el cuadro de resumen del diagnóstico de pavimentos en el cual se presenta la recomendación de rehabilitación finalmente concluido por sector.

15. BIBLIOGRAFÍA

Carlos Hernando Higuera Sandoval. (2011) *universidad pedagógica y tecnológica de Colombia Tunja*) Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras.

Metodología de diseño pca 84, volumen vii

Montejo Fonseca, a. (2008). ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Aashto. (1993). guide for desing pavement structures. wasington d.c.: aashto

E. J. Yoder ; M. W. Witczak. (January 1975). Principles of Pavement Design, 2nd Edition , Arizona : Arizona State University

Yang H. Huang. (2004) , Pavement Analysis and Design, 2nd Edition , Kentucky : University of Kentucky

Nick Thom. (2013), Principles of Pavement Engineering, Second edition , Nottingham : University of Nottingham

Rajib B. Mallick and Tahar El-Korchi (2013), Pavement Engineering, principles and practice Second edition , CRC Press.

Montejo Fonseca (2002). Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá , Agora editores

Fredy Alberto Reyes (2003) , Diseño Racional de Pavimentos.

Cipriano A. Londoño (2000), Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto (ICPC)

Hugo Alexander Rondón, Fredy Alberto Reyes (Ecoe ediciones 2005), Pavimentos Materiales, construcción y diseño.

LONDOÑO NARANJO, Cipriano y ÁLVAREZ PABÓN, Jorge Alberto. Manual de diseño de pavimentos de concreto: para vías con bajos, médios y altos volúmenes de tránsito / Cipriano Alberto Londoño Naranjo; Jorge Alberto Álvarez Pabón; Instituto Colombiano de Productores de Cemento. – Medellín: ICPC; 2008. 114p

Alfonso Montejo Fonseca, Julia Ruiz Estrada, Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito, Ministério de transporte, instituto nacional de vías.

Miguel ángel TAPIA, Pavimentos, Universidad nacional autónoma de México (DECDFI).

Hugo Alexander Rondón Quintana, Wilmar Darío Fernández G.,Luís G. Fuentes P. Evaluación de pavimentos Flexibles, (EAE 2012).

Braja, M. D. (2001). Fundamentos de Ingeniería geotécnica. México D.F.: Cengage Learning latín AM.

Instituto Nacional de Vías. (2014). Especificaciones generales para la construcción de carreteras. Bogotá D.C: INVIAS.

Montejo, A. (2006). Ingeniería de pavimentos. (3 ed). Bogotá: Universidad Católica de Colombia

Rico, A y Del Castillo, H. (1976). La ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles y aeropistas. México: Limusa

Instituto Nacional de Vías. (2008). Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del INVIAE segunda edición.

ANEXO 1 INSPECCIÓN VISUAL METODOLOGÍA VIZIR

INVENTARIO DE DAÑOS METODOLOGIA VIZIR

TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO CALZADA (m)	TIPO DE FALLA	tipo }	LONGITUD FALLA (m)	ANCHO FALLA (m)	AREA FALLA	AREA	%Ae	% Ae TOTAL	GRAVEDAD	observacion	EXTENSIÓN	DAÑO	if o id	valor if o id	is	is con correccion	CONDICION
DESDE	HASTA																			
136+500	136+600	100	7,3	PC	A	3,00	1,71	5,13	730	1%	25%	1		0,70	1	if	2	2	2	CONDICION BUENA
			7,3	PC	A	1,65	0,95	1,568		0%		1	0,21	1						
			7,3	FLF	A	12,00	0,40	4,8		1%		1	0,66	1						
			7,3	FLF	A	8,00	0,40	3,2		0%		1	0,44	1						
			7,3	PC	A	16,00	1,29	20,64		3%		1	2,83	1						
			7,3	PC	A	6,00	3,28	19,68		3%		1	2,70	1						
			7,3	PC	A	4,00	1,72	6,88		1%		1	0,94	1						
			7,3	FLF	A	3,00	0,40	1,2		0%		1	0,16	1						
			7,3	PC	A	2,00	1,83	3,66		1%		2	0,50	2						
			7,3	FLF	A	2,00	0,40	0,8		0%		1	0,11	1						
			7,3	PC	A	3,52	2,62	9,222		1%		2	1,26	2						
			7,3	PC	A	2,00	3,70	7,4		1%		2	1,01	2						
			7,3	FLF	A	8,00	0,40	3,2		0%		1	0,44	1						
			7,3	PA	B	5,00	1,19	5,95		1%		2	0,82	2						
			7,3	PA	B	20,00	1,05	21		3%		1	2,88	1						
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1	0,00	1						
			7,3	FT	B	0,40	1,42	0,568		0%		1	0,08	1						
			7,3	FT	B	0,40	0,85	0,34		0%		1	0,05	1						
			7,3	PA	B	45,00	1,28	57,6		8%		2	7,89	2						
			7,3	PL	B	3,00	2,30	6,9		1%		2	0,95	2						
136+600	136+700	100	7,3	FLF	A	59,00	0,40	23,6	730	3%	15%	1		3,23	1	if	2	2	2	CONDICION BUENA
			7,3	PC	A	1,00	1,51	1,51		0%		2	0,21	2						
			7,3	FLF	A	19,00	0,40	7,6		1%		1	1,04	1						
			7,3	B	A	59,00	0,40	23,6		3%		1	3,23	0						
			7,3	PC	A	1,00	1,51	1,51		0%		1	0,21	1						
			7,3	B	A	1,02	1,08	1,102		0%		2	0,15	2						
			7,3	B	A	4,00	0,93	3,72		1%		1	0,51	1						
			7,3	FLF	A	0,40	3,70	1,48		0%		1	0,20	1						
			7,3	B	A	59,00	0,40	23,6		3%		2	3,23	0						
			7,3	B	A	19,00	0,40	7,6		1%		1	1,04	0						
			7,3	B	A	4,00	0,93	3,72		1%		1	0,51	0						
			7,3	FLF	A	0,40	3,70	1,48		0%		2	0,20	2						
			7,3	FLF	A	0,40	0,66	0,264		0%		1	0,04	1						
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1	0,00	1						
			7,3	FT	B	19,00	0,40	7,6		1%		2	1,04	2						
			7,3	O	B	1,00	1,51	1,51		0%		1	0,21	1						
			7,3	O	B	1,02	1,08	1,102		0%		1	0,15	1						
136+700	136+800	100	7,3	FLF	A	11,00	0,40	4,4	730	1%	9%	2		0,60	2	if	2	2	2	CONDICION BUENA
			7,3	FLF	A	2,00	0,40	0,8		0%		1	0,11	1						
			7,3	B	A	1,14	0,78	0,889		0%		1	0,12	0						
			7,3	B	A	1,22	0,80	0,976		0%		1	0,13	0						
			7,3	PC	A	2,50	2,06	5,15		1%		2	0,71	2						
			7,3	PC	A	2,50	1,60	4		1%		2	0,55	2						
			7,3	B	A	1,97	0,89	1,753		0%		1	0,24	0						
			7,3	FLF	A	16,00	0,40	6,4		1%		1	0,88	1						
			7,3	FT	B	0,40	1,66	0,664		0%		1	0,09	1						
			7,3	PA	B	16,00	2,60	41,6		6%		3	5,70	2						
			7,3	FT	B	0,40	0,76	0,304		0%		1	0,04	1						

INVENTARIO DE DAÑOS METODOLOGIA VIZIR

TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO CALZADA (m)	TIPO DE FALLA	tipo }	LONGITUD FALLA (m)	ANCHO FALLA (m)	AREA FALLA	AREA	%Ae	% Ae TOTAL	GRAVEDAD	observacion	EXTENSIÓN	DAÑO	if o id	valor if o id	is	is con correccion	CONDICION								
DESDE	HASTA																											
136+800	136+900	100	7,3	FLF	A	52,00	0,40	20,8	730	3%	45%	1		2,85	1	if	2	2	2	CONDICION BUENA								
			7,3	FLF	A	8,00	0,40	3,2		0%		3	Fisura ramificada	0,44	2													
			7,3	PC	A	1,00	3,70	3,7		1%		3		0,51	2													
			7,3	FLF	A	2,00	0,40	0,8		0%		3		0,11	2													
			7,3			K136+856						0	0%		Inicio puente													
			7,3			K136+857						0	0%		Inicio puente													
			7,3			K136+888						0	0%		Fin puente													
			7,3			K136+892						0	0%		Fin puente													
			7,3	PL	B	48,00	3,60	172,8					24%		1		23,67				2	id	0					
			7,3	FT	B	0,40	3,70	1,48					0%		3		0,20				2							
			7,3	FT	B	0,40	3,70	1,48					0%		2		0,20				2							
			7,3	PL	B	34,00	3,60	122,4					17%		1		16,77				2							
			7,3	FT	B	0,40	3,70	1,48					0%		2		0,20				2							
			7,3	FT	B	0,40	3,70	1,48					0%		2		0,20				2							
136+900	137+000	100	7,3	PA	B	56,00	3,70	207,2	730	28%	81%	2	Con Descascaramiento	28,38	3	id	0	1	1	CONDICION BUENA								
			7,3	PL	B	90,00	3,60	324		44%		1		44,38	2													
			7,3	FLJ	B	14,00	0,40	5,6		1%		1		0,77	1													
			7,3	FT	B	0,40	1,63	0,652		0%		1		0,09	1													
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1		0,00	1													
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1		0,00	1													
			7,3	PA	B	44,00	1,19	52,36		7%		3		7,17	2													
			7,3	B	A	2,21	0,57	1,26		0%		1		0,17	0						if	0						
137+000	137+100	100	7,3	PA	B	28,00	1,31	36,68	730	5%	15%	3		5,02	2	id	0	2	2	CONDICION BUENA								
			7,3	PA	B	40,00	1,37	54,8		8%		1		7,51	1													
			7,3	FLJ	B	16,00	0,40	6,4		1%		1		0,88	1													
			7,3	FLF	A	12,00	0,40	4,8		1%		1		0,66	1													
			7,3	PC	A	6,00	1,42	8,52		1%		3	Con Descascaramiento	1,17	2	if	2											
137+100	137+200	100	7,3	PC	A	10,00	0,60	6	730	1%	54%	1	Fisura ramificada	0,82	1	id	0	2	2	CONDICION BUENA								
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%		1		49,32	2													
			7,3	FLJ	B	16,00	0,40	6,4		1%		1		0,88	1	if	1											
			7,3	PA	B	14,00	1,28	17,92		2%		1		2,45	1													
			7,3	FLJ	B	8,00	0,40	3,2		0%		1	Fisura ramificada	0,44	1													
137+200	137+300	100	7,3	FLF	A	16,00	0,40	6,4	730	1%	50%	1		0,88	1	id	0	2	2	CONDICION BUENA								
			7,3	B	A	2,40	0,60	1,44		0%		1		0,20	1													
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%		1		49,32	2	if	1											
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1		0,00	1													
137+300	137+400	100	7,3	FLF	A	8,00	0,40	3,2	730	0%	63%	1		0,44	1	id	0	2	2	CONDICION BUENA								
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%		1		49,32	2													
			7,3	PA	B	12,00	0,90	10,8		1%		1		1,48	1	if	1											
			7,3	FLJ	B	24,00	0,40	9,6		1%		2		1,32	2													
			7,3	PA	B	20,00	3,70	74		10%		1		10,14	2													

INVENTARIO DE DAÑOS METODOLOGIA VIZIR

TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO CALZADA (m)	TIPO DE FALLA	tipo }	LONGITUD FALLA (m)	ANCHO FALLA (m)	AREA FALLA	AREA	%Ae	% Ae TOTAL	GRAVEDAD	observacion	EXTENSIÓN	DAÑO	if o id	valor if o id	is	is con correccion	CONDICION		
DESDE	HASTA																					
137+400	137+500	100	7,3	DM	A	100,00	1,13	113	730	15%	41%	1		15,48	2	if	2	3	3	CONDICION REGULAR		
			7,3	FLF	A	15,00	0,40	6		1%		2	0,82	2								
			7,3	FLF	A	48,00	0,40	19,2		3%		2	Fisura ramificada	2,63	2							
			7,3	PC	A	8,00	1,40	11,2		2%		1		1,53	1							
			7,3	FLF	A	4,00	0,40	1,6		0%		1		0,22	1							
			7,3	PA	B	36,00	3,70	133,2		18%		1	Con parche	18,25	2							
			7,3	PA	B	12,00	1,49	17,88		2%		1		2,45	1							
137+500	137+600	100	7,3	FLF	A	20,00	0,40	8	730	1%	5%	1		1,10	1	id	0	2	2	CONDICION BUENA		
			7,3	FLF	A	20,00	0,40	8		1%		1	1,10	1								
			7,3	PA	B	28,00	0,76	21,28		3%		1		2,92	1							
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1		0,00	1							
137+600	137+700	100	7,3	sin fallas	A				730	0%	4%				0	if	0	1	1	CONDICION BUENA		
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1	0,00	1								
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1	0,00	1								
			7,3	PA	B	32,00	0,99	31,68		4%		1		4,34	1							
137+700	137+800	100	7,3	DM	A	52,00	1,42	73,84	730	10%	13%	1		10,12	2	id	2	3	3	CONDICION REGULAR		
			7,3	PC	A	4,00	1,27	5,08		1%		3	0,70	2								
			7,3	PC	A	1,93	1,72	3,32		0%		3	0,45	2								
			7,3	PA	B	8,00	0,80	6,4		1%		1	0,88	1								
			7,3	FLJ	B	20,00	0,40	8		1%		1		1,10	1							
137+800	137+900	100	7,3	PC	A	9,00	1,49	13,41	730	2%	29%	3		1,84	2	id	0	4	4	CONDICION REGULAR		
			7,3	PC	A	6,00	1,76	10,56		1%		1	1,45	1								
			7,3	PC	A	1,44	1,08	1,555		0%		2	0,21	2								
			7,3	PC	A	27,00	3,70	99,9		14%		3	13,68	4								
			7,3	PC	A	1,85	0,74	1,369		0%		2	0,19	2								
			7,3	PA	B	8,00	1,02	8,16		1%		1	1,12	1								
			7,3	PA	B	31,00	1,00	31		4%		1	4,25	1								
			7,3	O	B	0,20	0,20	0,04		0%		3	0,01	2								
7,3	PA	B	12,00	3,70	44,4	6%	3	6,08	2													
137+900	138+000	100	7,3	PC	A	8,00	3,58	28,64	730	4%	15%	3		3,92	2	id	0	2	2	CONDICION BUENA		
			7,3	PC	A	4,00	1,36	5,44		1%		3	0,75	2								
			7,3	B	A	4,00	3,70	14,8		2%		1	2,03	0								
			7,3	B	A	1,70	3,70	6,29		1%		1	0,86	0								
			7,3	B	A	2,00	3,70	7,4		1%		1	1,01	0								
			7,3	PC	A	7,00	2,52	17,64		2%		1	2,42	1								
			7,3	FT	B	0,40	3,70	1,48		0%		1	Fin puente	0,20	1							
			7,3	FB	B	6,00	0,40	2,4		0%		2	Inicio puente	0,33	2							
7,3	PA	B	6,00	3,70	22,2	3%	2		3,04	2												
138+000	138+100	100	7,3	FLF	A	8,00	0,40	3,2	730	0,4%	0,4%	1		0,44	1	id	0	2	2	CONDICION BUENA		
			7,3	sin fallas	B									0	if						1	
138+100	138+200	100	7,3	sin fallas	A				730		49%				0	if	0	1	1	CONDICION BUENA		
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%		1		49,32	2						id	0
138+200	138+300	100	7,3	sin fallas	A				730		9%				0	if	0	1	1	CONDICION BUENA		
			7,3	PA	B	52,00	1,24	64,48		9%		2		8,83	2						id	0
			7,3	FT	B	0,40	0,67	0,268		0,0%		1		0,04	1						id	0
138+300	138+400	100	7,3	sin fallas	A			0	730		11%			0,00	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA		
			7,3	PA	B	44,00	1,40	61,6		8%		2		8,44	2							
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1		0,00	1							
			7,3	PA	B	12,00	1,33	15,96		2%		2		2,19	2							

INVENTARIO DE DAÑOS METODOLOGIA VIZIR

TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO CALZADA (m)	TIPO DE FALLA	tipo)	LONGITUD FALLA (m)	ANCHO FALLA (m)	AREA FALLA	AREA	%Ae	% Ae TOTAL	GRAVEDAD	observacion	EXTENSIÓN	DAÑO	if o id	valor if o id	is	is con correccion	CONDICION			
DESDE	HASTA																						
138+400	138+500	100	7,3	sin fallas	A			0	730		49%	49%			0,00	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA		
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%			1		49,32	2	id	0					
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%			1		0,00	1							
138+500	138+600	100	7,3	sin fallas	A			0	730		49%	49%			0,00	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA		
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%			1		49,32	2	id	0					
138+600	138+700	100	7,3	FLF	A	40,00	0,40	16	730	2%	3%	3%	1		2,19	1	id	0	2	2	CONDICION BUENA		
			7,3	FLF	A	12,00	0,40	4,8		1%			1		0,66	1							
			7,3	sin fallas	B			0		0%					0,00	0						if	1
138+700	138+800	100	7,3	FLF	A	12,00	0,40	4,8	730	1%	50%	50%	1		0,66	1	id	0	2	2	CONDICION BUENA		
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%			1		49,32	2						if	1
138+800	138+900	100	7,3	sin fallas	A			0	730		49%	49%			0,00	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA		
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%			1		49,32	2						id	0
138+900	139+000	100	7,3	FLF	A	100,00	0,40	40	730	5%	6%	6%	1		5,48	1	if	2	2	2	CONDICION BUENA		
			7,3	PC	A	6,00	1,07	6,42		1%			2	Con parche	0,88	2							
			7,3	FT	B	0,40	1,76	0,704		0%			1		0,10	1						id	0
139+000	139+100	100	7,3	FLF	A	40,00	0,40	16	730	2%	93%	93%	1		2,19	1	if	1	2	2	CONDICION BUENA		
			7,3	PC	A	10,00	1,64	16,4		2%			1		2,25	1							
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%			2		49,32	3						id	0
			7,3	PL	B	80,00	3,60	288		39%			1		39,45	2						id	0
139+100	139+200	100	7,3	FLF	A	4,00	0,40	1,6	730	0%	52%	52%	1		0,22	1	if	1	2	2	CONDICION BUENA		
			7,3	PA	B	52,00	1,43	74,36		10%			3		10,19	4							
			7,3	PL	B	84,00	3,60	302,4		41%			1		41,42	2						id	0
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%			1		0,00	1							
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%			1		0,00	1							
139+200	139+300	100	7,3	FLF	A	2,00	0,40	0,8	730	0%	9%	9%	3	Fisura ramificada	0,11	2	if	2	2	2	CONDICION BUENA		
			7,3	B	A	14,00	2,67	37,38		5%			1		5,12	0							
			7,3	PC	A	0,93	0,80	0,744		0%			2		0,10	2							
			7,3	B	A	5,00	3,02	15,1		2%			1		2,07	0							
			7,3	B	A	4,00	3,00	12		2%			1		1,64	0							
			7,3	PC	A	2,00	0,50	1		0%			3	Con parche	0,14	2							
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%			1		0,00	1						id	0
139+300	139+400	100	7,3	PC	A	5,00	3,38	16,9	730	2%	70%	70%	3	Con parche	2,32	2	if	2	2	2	CONDICION BUENA		
			7,3	B	A	4,00	3,02	12,08		2%			1		1,65	0							
			7,3	B	A	8,00	2,01	16,08		2%			1		2,20	0							
			7,3	B	A	32,00	3,51	112,3		15%			1		15,39	0							
			7,3	PC	A	6,00	1,15	6,9		1%			3		0,95	2							
			7,3	PC	A	6,00	1,55	9,3		1%			1		1,27	1							
			7,3	PL	B	80,00	3,60	288		39%			2		39,45	3						id	0
			7,3	O	B	0,15	0,15	0,023		0%			2		0,00	2							
			7,3	PL	B	32,00	1,46	46,72		6%			1		6,40	1							
139+400	139+500	100	7,3	sin fallas	A			0	730	0%	56%	56%			0,00	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA		
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%			2		49,32	3						id	0
			7,3	PL	B	44,00	1,14	50,16		7%			1		6,87	1							

INVENTARIO DE DAÑOS METODOLOGIA VIZIR

TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO CALZADA (m)	TIPO DE FALLA	tipo }	LONGITUD FALLA (m)	ANCHO FALLA (m)	AREA FALLA	AREA	%Ae	% Ae TOTAL	GRAVEDAD	observacion	EXTENSIÓN	DAÑO	if o id	valor if o id	is	is con correccion	CONDICION
DESDE	HASTA																			
139+500	139+600	100	7,3	FLF	A	32,00	0,40	12,8	730	2%	53%	1		1,75	1	if	2	2	2	CONDICION BUENA
			7,3	FLF	A	9,00	0,40	3,6		0%		1	0,49	1						
			7,3	PC	A	5,00	1,34	6,7		1%		2	0,92	2						
			7,3	FLF	A	7,00	0,40	2,8		0%		1	0,38	1						
			7,3	FLF	A	12,00	0,40	4,8		1%		1	0,66	1						
			7,3	PC	A	4,00	1,09	4,36		1%		2	0,60	2						
			7,3	PC	A	1,00	1,53	1,53		0%		2	0,21	2						
			7,3	PC	A	4,00	0,97	3,88		1%		1	0,53	1						
			7,3	PC	A	6,00	1,44	8,64		1%		1	Fisura ramificada	1,18	1					
			7,3	PL	B	94,00	3,60	338,4		46%		2		46,36	3					
139+600	139+700	100	7,3	FLF	A	11,00	0,40	4,4	730	1%	69%	1		0,60	1	if	1	2	3	CONDICION BUENA
			7,3	PC	A	7,00	1,05	7,35		1%		1	1,01	1						
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%		2	49,32	3						
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1	0,00	1						
			7,3	PL	B	12,00	3,60	43,2		6%		1	5,92	1						
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1	0,00	1						
			7,3	O	B	0,15	0,15	0,023		0%		2	0,00	2						
			7,3	PL	B	24,00	3,60	86,4		12%		1	11,84	2						
139+700	139+800	100	7,3	FLF	A	36,00	0,40	14,4	730	2%	95%	1		1,97	1	if	1	2	2	CONDICION BUENA
			7,3	PL	B	100,00	3,20	320		44%		2	43,84	3						
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%		1	49,32	2	id					
139+800	139+900	100	7,3	sin fallas	A			0	730	0%	96%			0,00	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%		1	49,32	2						
			7,3	PL	B	92,00	3,60	331,2		45%		3	45,37	4						
			7,3	PA	B	8,00	1,49	11,92		2%		2	1,63	2	id					
139+900	140+000	100	7,3	B	A	1,68	1,60	2,688	730	0%	44%	1		0,37	0	if	2	2	2	CONDICION BUENA
			7,3	B	A	0,59	0,65	0,384		0%		1	0,05	0						
			7,3	B	A	0,41	1,04	0,426		0%		1	0,06	0						
			7,3	PC	A	8,00	2,75	22		3%		3	Con parche	3,01	2					
			7,3	PC	A	2,87	1,28	3,674		1%		3	Con parche	0,50	2					
			7,3	FLF	A	16,00	0,40	6,4		1%		1		0,88	1					
			7,3	PA	B	72,00	3,14	226,1		31%		3		30,97	4					
			7,3	FLJ	B	16,00	0,40	6,4		1%		1		0,88	1					
			7,3	PL	B	16,00	1,37	21,92		3%		1		3,00	1					
			7,3	PA	B	16,00	1,64	26,24		4%		3		3,59	2					
			7,3	FT	B	0,40	3,70	1,48		0%		2		0,20	2					
			7,3	FT	B	0,40	3,70	1,48		0%		3	Fisura ramificada	0,20	2					
7,3	FT	B	0,40	2,00	0,8	0%	2		0,11	2										
140+000	140+100	100	7,3	B	A	55,00	3,70	203,5	730	28%	76%	1		27,88	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA
			7,3	PA	B	20,00	1,34	26,8		4%		3	3,67	2						
			7,3	PL	B	13,00	3,60	46,8		6%		1	6,41	1						
			7,3	O	B	0,15	0,15	0,023		0%		2	0,00	2						
			7,3	PL	B	78,00	3,60	280,8		38%		2	38,47	3						
			7,3	O	B	0,15	0,15	0,023		0%		2	0,00	2	id					
140+100	140+200	100	7,3	FLF	A	4,00	0,40	1,6	730	0%	56%	1		0,22	1	if	2	2	2	CONDICION BUENA
			7,3	PC	A	13,00	1,04	13,52		2%		1	1,85	1						
			7,3	PC	A	6,00	0,72	4,32		1%		2	0,59	2						
			7,3	PL	B	94,00	3,60	338,4		46%		3	46,36	4						
			7,3	PL	B	15,00	3,60	54		7%		1	7,40	1	id					

INVENTARIO DE DAÑOS METODOLOGIA VIZIR

TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO CALZADA (m)	TIPO DE FALLA	tipo }	LONGITUD FALLA (m)	ANCHO FALLA (m)	AREA FALLA	AREA	%Ae	% Ae TOTAL	GRAVEDAD	observacion	EXTENSIÓN	DAÑO	if o id	valor if o id	is	is con correccion	CONDICION
DESDE	HASTA																			
140+200	140+300	100	7,3	B	A	12,00	1,34	16,08	730	2%	92%	1		2,20	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA
			7,3	B	A	3,00	2,23	6,69		1%		1	0,92	0						
			7,3	PL	B	100,00	3,50	350		48%		2	47,95	3						
			7,3	PL	B	84,00	3,60	302,4		41%		1	41,42	2						
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1	0,00	1						
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1	0,00	1						
140+300	140+400	100	7,3	B	A	1,06	0,65	0,689	730	0%	50%	2		0,09	0	if	1	2	2	CONDICION BUENA
			7,3	B	A	1,11	1,00	1,11		0%		1	0,15	0						
			7,3	FLF	A	12,00	0,40	4,8		1%		1	0,66	1						
			7,3	B	A	1,27	1,02	1,295		0%		1	0,18	0						
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%		2	49,32	3						
140+400	140+500	100	7,3	B	A	0,50	0,65	0,325	730	0%	80%	2		0,04	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA
			7,3	B	A	1,00	0,94	0,94		0%		1	0,13	0						
			7,3	B	A	0,98	0,65	0,637		0%		2	0,09	0						
			7,3	PL	B	98,00	3,60	352,8		48%		2	48,33	3						
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1	0,00	1						
			7,3	O	B	0,10	0,10	0,01		0%		1	0,00	1						
			7,3	PL	B	63,00	3,60	226,8		31%		1	31,07	2						
140+500	140+600	100	7,3	FLF	A	8,00	0,40	3,2	730	0%	98%	2	Con Descascaramiento	0,44	2	if	2	2	2	CONDICION BUENA
			7,3	FLF	A	36,00	0,40	14,4		2%		1	1,97	1						
			7,3	PL	B	100,00	3,50	350		48%		2	47,95	3						
			7,3	PL	B	100,00	3,50	350		48%		1	47,95	2						
			7,3	O	B	0,20	0,20	0,04		0%		3	0,01	2						
140+600	140+700	100	7,3	B	A	1,27	0,35	0,445	730	0%	49%	1		0,06	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%		2	49,32	3						
			7,3	O	B	0,20	0,20	0,04		0%		3	0,01	2						
140+700	140+800	100	7,3	B	A	0,95	0,67	0,637	730	0%	99%	1		0,09	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%		2	49,32	3						
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%		1	49,32	2						
			7,3	O	B	0,15	0,15	0,023		0%		2	0,00	2						
140+800	140+900	100	7,3	B	A	2,19	0,65	1,424	730	0%	77%	1		0,20	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%		2	49,32	3						
			7,3	PL	B	56,00	3,60	201,6		28%		1	27,62	2						
140+900	141+000	100	7,3	sin fallas	A			0	730	0%	49%			0,00	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA
			7,3	PL	B	100,00	3,60	360		49%		2	49,32	3						
141+000	141+100	100	7,3	sin fallas	A			0	730	0%	49%			0,00	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA
			7,3	PL	B	88,00	3,60	316,8		43%		2	Con Descascaramiento	43,40	3					
			7,3	PL	B	12,00	3,60	43,2		6%		1	5,92	1						
141+100	141+200	100	7,3	sin fallas	A			0	730	0%	38%			0,00	0	if	0	1	1	CONDICION BUENA
			7,3	PL	B	32,00	3,60	115,2		16%		2	15,78	3						
			7,3	PA	B	20,00	2,38	47,6		7%		3	6,52	2						
			7,3	PA	B	16,00	1,88	30,08		4%		2	4,12	2						
			7,3	PA	B	32,00	2,60	83,2		11%		3	11,40	4						

INVENTARIO DE DAÑOS METODOLOGIA VIZIR

TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO CALZADA (m)	TIPO DE FALLA	tipo }	LONGITUD FALLA (m)	ANCHO FALLA (m)	AREA FALLA	AREA	%Ae	% Ae TOTAL	GRAVEDAD	observacion	EXTENSIÓN	DAÑO	if o id	valor if o id	is	is con correccion	CONDICION
DESDE	HASTA																			
141+200	141+300	100	7,3	PC	A	3,00	2,05	6,15	730	1%	17%	3	Con Descascarami ento	0,84	2	if	2	2	2	CONDICION BUENA
			7,3	PA	B	44,00	2,64	116,2		16%		3	Con Descascarami ento	15,91	4	id	0			

ANEXO 2 MEDICIÓN DE IRI.



ANSERMANUEVO - LA VIRGINIA

ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD (IRI)

Determinación Continua Cada 100 metros

K136+500 - K141+250



Abscisa Inicial	Abscisa Final	Carril Izquierdo		Carril Derecho	
		Velocidad de Operación Equipo (km/h)	IRI Promedio (m/km)	Velocidad de Operación Equipo (km/h)	IRI Promedio (m/km)
K136+500	K136+600	26.0	3.2	31.7	3.0
K136+600	K136+700	31.7	3.6	32.9	2.5
K136+700	K136+800	39.1	2.2	34.2	2.8
K136+800	K136+900	41.0	3.3	35.2	4.2
K136+900	K137+000	38.0	5.3	33.1	4.8
K137+000	K137+100	39.5	3.2	37.6	4.1
K137+100	K137+200	39.9	2.7	40.8	2.7
K137+200	K137+300	40.7	2.7	40.8	2.8
K137+300	K137+400	36.8	3.2	40.2	3.1
K137+400	K137+500	39.0	2.6	40.8	4.1
K137+500	K137+600	42.6	3.1	39.9	2.8
K137+600	K137+700	42.5	3.0	40.3	3.0
K137+700	K137+800	41.0	2.9	39.1	2.8
K137+800	K137+900	40.9	4.1	38.9	4.2
K137+900	K138+000	43.5	4.1	41.5	4.8
K138+000	K138+100	42.8	3.3	41.0	3.3
K138+100	K138+200	45.3	2.5	40.5	2.8
K138+200	K138+300	44.9	3.0	38.2	3.4
K138+300	K138+400	42.4	3.2	37.9	3.4
K138+400	K138+500	42.9	3.1	38.9	3.9
K138+500	K138+600	43.6	2.4	38.4	2.3
K138+600	K138+700	43.6	2.5	38.3	2.8
K138+700	K138+800	45.0	2.3	37.9	3.1
K138+800	K138+900	45.8	2.1	37.3	2.2
K138+900	K139+000	41.5	2.4	36.9	2.5
K139+000	K139+100	37.6	3.1	36.9	2.9
K139+100	K139+200	36.4	3.2	38.4	2.4
K139+200	K139+300	36.6	3.6	40.9	4.0
K139+300	K139+400	35.9	3.1	41.2	4.1
K139+400	K139+500	35.2	3.4	39.6	3.3
K139+500	K139+600	39.1	3.1	42.3	3.3
K139+600	K139+700	40.2	3.4	41.5	3.1
K139+700	K139+800	41.0	3.0	40.5	3.3
K139+800	K139+900	40.3	1.9	41.9	1.9
K139+900	K140+000	37.4	2.4	40.9	2.4
K140+000	K140+100	37.3	2.7	42.4	2.4
K140+100	K140+200	38.3	2.9	42.6	5.5
K140+200	K140+300	37.1	2.3	39.5	3.5
K140+300	K140+400	35.4	2.7	37.8	3.0
K140+400	K140+500	36.1	2.7	36.4	2.3
K140+500	K140+600	38.5	2.4	36.9	2.5
K140+600	K140+700	38.1	3.0	36.2	2.9
K140+700	K140+800	37.6	4.7	37.0	4.2
K140+800	K140+900	37.5	3.6	37.3	4.2
K140+900	K141+000	36.5	3.6	38.8	3.9
K141+000	K141+100	35.4	4.5	38.5	4.3
K141+100	K141+200	32.7	4.1	36.3	4.1
K141+200	K141+250	25.4	4.9	28.5	4.6

ANEXO 3 RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE DEFLECTOMETRIA.

EVALUACION CUALITATIVA

Segmento	Calzada	D0	CALIFICACION (D0)	D1 (0,3 m)	D2 (0,6m)	D3 (0,9m)	AREA CUENCO	ICS = D0 - D300		IDB = D300 - D600		ICB = D600 - D900	
								VALOR	CALIFICACION	VALOR	CALIFICACION	VALOR	CALIFICACION
PR134+701	Derecho	176	Buena	106	74	50	500	70	Buena	32	Buena	24	Buena
PR134+751	Izquierdo	413	Buena	295	170	113	529	117	Buena	125	Regular	57	Regular
PR134+803	Derecho	330	Buena	199	89	50	435	131	Buena	109	Regular	39	Buena
PR134+850	Izquierdo	387	Buena	241	125	77	463	146	Buena	117	Regular	47	Buena
PR134+900	Derecho	391	Buena	296	172	102	548	95	Buena	125	Regular	70	Regular
PR134+950	Izquierdo	531	Regular	367	190	105	494	164	Buena	178	Regular	85	Regular
PR135+000	Derecho	785	Mala	525	254	130	472	261	Regular	270	Mala	125	Mala
PR135+050	Izquierdo	443	Buena	345	212	125	570	98	Buena	133	Regular	87	Regular
PR135+100	Derecho	665	Regular	481	257	140	514	184	Buena	224	Mala	117	Mala
PR135+151	Izquierdo	279	Buena	203	119	74	536	76	Buena	84	Buena	45	Buena
PR135+199	Derecho	517	Regular	389	213	118	534	128	Buena	176	Regular	95	Regular
PR135+249	Izquierdo	402	Buena	301	173	100	541	101	Buena	128	Regular	73	Regular
PR135+301	Derecho	498	Buena	366	195	114	523	132	Buena	171	Regular	81	Regular
PR135+348	Izquierdo	365	Buena	275	162	100	550	90	Buena	112	Regular	63	Regular
PR135+400	Derecho	411	Buena	302	170	99	531	109	Buena	132	Regular	71	Regular
PR135+449	Izquierdo	362	Buena	272	157	96	545	91	Buena	114	Regular	62	Regular
PR135+502	Derecho	524	Regular	369	201	116	509	155	Buena	168	Regular	85	Regular
PR135+550	Izquierdo	415	Buena	299	167	96	521	117	Buena	132	Regular	71	Regular
PR135+599	Derecho	583	Regular	428	233	130	524	155	Buena	194	Regular	103	Mala
PR135+650	Izquierdo	445	Buena	335	191	103	539	110	Buena	144	Regular	88	Regular
PR135+699	Derecho	841	Mala	470	249	136	431	371	Regular	220	Mala	114	Mala
PR135+750	Izquierdo	365	Buena	261	146	84	519	104	Buena	115	Regular	62	Regular
PR135+801	Derecho	560	Regular	432	249	138	552	128	Buena	183	Regular	111	Mala
PR135+850	Izquierdo	476	Buena	347	183	100	515	130	Buena	164	Regular	83	Regular
PR135+899	Derecho	465	Buena	366	212	125	564	99	Buena	154	Regular	88	Regular
PR135+950	Izquierdo	890	Mala	622	280	138	477	268	Regular	342	Mala	143	Mala
PR136+000	Derecho	463	Buena	341	183	96	521	122	Buena	158	Regular	87	Regular
PR136+053	Izquierdo	720	Mala	500	262	134	496	220	Regular	237	Mala	129	Mala
PR136+102	Derecho	666	Regular	436	220	109	470	230	Regular	215	Mala	111	Mala
PR136+152	Izquierdo	374	Buena	285	172	114	562	90	Buena	113	Regular	58	Regular
PR136+199	Derecho	445	Buena	337	200	117	551	108	Buena	138	Regular	83	Regular
PR136+251	Izquierdo	659	Regular	475	253	137	512	184	Buena	223	Mala	115	Mala
PR136+300	Derecho	536	Regular	395	228	125	533	141	Buena	167	Regular	102	Mala
PR136+350	Izquierdo	634	Regular	427	219	112	482	207	Regular	207	Mala	107	Mala
PR136+400	Derecho	638	Regular	512	297	158	567	126	Buena	215	Mala	139	Mala
PR136+448	Izquierdo	632	Regular	466	256	135	525	166	Buena	210	Mala	120	Mala
PR136+500	Derecho	710	Mala	541	308	163	543	169	Buena	233	Mala	145	Mala
PR136+553	Izquierdo	664	Regular	554	361	219	613	110	Buena	193	Regular	142	Mala
PR136+600	Derecho	505	Regular	406	255	150	588	99	Buena	150	Regular	105	Mala
PR136+653	Izquierdo	511	Regular	349	191	103	497	162	Buena	157	Regular	88	Regular
PR136+701	Derecho	375	Buena	292	181	105	570	83	Buena	111	Regular	76	Regular
PR136+750	Izquierdo	418	Buena	305	160	85	514	112	Buena	146	Regular	75	Regular

EVALUACION CUALITATIVA

Segmento	Calzada	D0	CALIFICACION (D0)	D1 (0,3 m)	D2 (0,6m)	D3 (0,9m)	AREA CUENCO	ICS = D0 - D300		IDB = D300 - D600		ICB = D600 - D900	
								VALOR	CALIFICACION	VALOR	CALIFICACION	VALOR	CALIFICACION
PR136+800	Derecho	449	Buena	327	172	87	513	121	Buena	155	Regular	85	Regular
PR136+862	Izquierdo	109	Buena	92	75	58	691	16	Buena	18	Buena	17	Buena
PR136+902	Derecho	284	Buena	121	29	17	317	163	Buena	91	Buena	13	Buena
PR136+950	Izquierdo	292	Buena	182	70	30	424	110	Buena	112	Regular	40	Buena
PR137+000	Derecho	480	Buena	310	162	95	475	170	Buena	148	Regular	67	Regular
PR137+050	Izquierdo	243	Buena	140	70	54	443	103	Buena	70	Buena	17	Buena
PR137+102	Derecho	339	Buena	203	96	59	441	136	Buena	107	Regular	37	Buena
PR137+151	Izquierdo	325	Buena	208	116	78	486	116	Buena	92	Buena	38	Buena
PR137+202	Derecho	236	Buena	134	73	56	449	102	Buena	60	Buena	17	Buena
PR137+250	Izquierdo	245	Buena	172	100	67	525	73	Buena	72	Buena	33	Buena
PR137+300	Derecho	233	Buena	141	69	43	449	92	Buena	72	Buena	26	Buena
PR137+351	Izquierdo	190	Buena	123	76	52	505	67	Buena	47	Buena	24	Buena
PR137+406	Derecho	189	Buena	90	52	42	409	98	Buena	39	Buena	10	Buena
PR137+451	Izquierdo	305	Buena	209	115	74	505	96	Buena	94	Buena	41	Buena
PR137+500	Derecho	293	Buena	178	96	65	464	115	Buena	82	Buena	31	Buena
PR137+549	Izquierdo	278	Buena	178	101	70	488	100	Buena	77	Buena	31	Buena
PR137+600	Derecho	368	Buena	178	84	61	388	191	Buena	94	Buena	22	Buena
PR137+651	Izquierdo	226	Buena	119	60	43	417	107	Buena	59	Buena	17	Buena
PR137+702	Derecho	326	Buena	206	108	71	472	120	Buena	98	Buena	37	Buena
PR137+751	Izquierdo	327	Buena	228	125	80	511	99	Buena	103	Regular	45	Buena
PR137+801	Derecho	182	Buena	89	36	28	379	93	Buena	53	Buena	8	Buena
PR137+851	Izquierdo	319	Buena	222	129	83	520	97	Buena	93	Buena	46	Buena
PR137+900	Derecho	409	Buena	230	119	79	435	179	Buena	111	Regular	40	Buena
PR137+951	Izquierdo	265	Buena	169	95	68	488	96	Buena	74	Buena	28	Buena
PR138+000	Derecho	469	Buena	242	104	66	393	227	Regular	138	Regular	38	Buena
PR138+048	Izquierdo	238	Buena	122	71	55	427	117	Buena	51	Buena	17	Buena
PR138+100	Derecho	311	Buena	212	111	74	496	100	Buena	101	Regular	37	Buena
PR138+149	Izquierdo	162	Buena	110	59	47	508	52	Buena	51	Buena	13	Buena
PR138+200	Derecho	383	Buena	205	88	49	399	178	Buena	117	Regular	39	Buena
PR138+251	Izquierdo	145	Buena	92	40	25	450	53	Buena	51	Buena	16	Buena
PR138+301	Derecho	248	Buena	164	79	52	475	84	Buena	86	Buena	27	Buena
PR138+347	Izquierdo	157	Buena	94	33	16	408	63	Buena	61	Buena	18	Buena
PR138+399	Derecho	280	Buena	158	67	36	411	122	Buena	91	Buena	31	Buena
PR138+448	Izquierdo	211	Buena	138	62	31	456	74	Buena	75	Buena	31	Buena
PR138+499	Derecho	421	Buena	244	123	77	439	177	Buena	120	Regular	46	Buena
PR138+550	Izquierdo	220	Buena	122	60	43	427	98	Buena	62	Buena	17	Buena
PR138+601	Derecho	250	Buena	160	86	57	479	90	Buena	74	Buena	28	Buena

EVALUACION CUALITATIVA

Segmento	Calzada	D0	CALIFICACION (D0)	D1 (0,3 m)	D2 (0,6m)	D3 (0,9m)	AREA CUENCO	ICS = D0 - D300		IDB = D300 - D600		ICB = D600 - D900	
								VALOR	CALIFICACION	VALOR	CALIFICACION	VALOR	CALIFICACION
PR138+648	Izquierdo	696	Regular	507	318	198	548	189	Buena	189	Regular	119	Mala
PR138+700	Derecho	377	Buena	262	144	89	509	114	Buena	118	Regular	56	Regular
PR138+746	Izquierdo	293	Buena	220	129	84	551	72	Buena	92	Buena	45	Buena
PR138+800	Derecho	419	Buena	273	148	97	487	146	Buena	125	Regular	51	Regular
PR138+849	Izquierdo	378	Buena	263	146	89	510	115	Buena	117	Regular	58	Regular
PR138+900	Derecho	415	Buena	286	152	93	500	129	Buena	133	Regular	60	Regular
PR138+950	Izquierdo	277	Buena	190	112	78	519	87	Buena	78	Buena	34	Buena
PR139+000	Derecho	466	Buena	340	192	114	529	126	Buena	148	Regular	78	Regular
PR139+050	Izquierdo	354	Buena	236	122	72	483	118	Buena	115	Regular	50	Regular
PR139+100	Derecho	377	Buena	252	141	89	499	125	Buena	111	Regular	52	Regular
PR139+150	Izquierdo	263	Buena	165	82	55	462	99	Buena	83	Buena	27	Buena
PR139+201	Derecho	251	Buena	176	96	63	514	74	Buena	80	Buena	33	Buena
PR139+248	Izquierdo	274	Buena	178	92	55	476	97	Buena	85	Buena	37	Buena
PR139+301	Derecho	367	Buena	205	107	69	433	162	Buena	98	Buena	38	Buena
PR139+350	Izquierdo	327	Buena	224	135	97	524	103	Buena	89	Buena	38	Buena
PR139+402	Derecho	256	Buena	158	83	60	468	98	Buena	75	Buena	23	Buena
PR139+449	Izquierdo	350	Buena	247	127	84	508	103	Buena	120	Regular	43	Buena
PR139+500	Derecho	236	Buena	143	68	44	446	93	Buena	74	Buena	25	Buena
PR139+548	Izquierdo	262	Buena	202	130	85	579	60	Buena	72	Buena	46	Buena
PR139+600	Derecho	418	Buena	267	143	89	477	150	Buena	125	Regular	53	Regular
PR139+650	Izquierdo	252	Buena	134	64	48	414	118	Buena	70	Buena	17	Buena
PR139+700	Derecho	310	Buena	183	93	63	448	126	Buena	90	Buena	30	Buena
PR139+750	Izquierdo	180	Buena	104	62	52	471	76	Buena	42	Buena	11	Buena
PR139+801	Derecho	187	Buena	120	56	32	457	67	Buena	65	Buena	24	Buena
PR139+850	Izquierdo	213	Buena	140	68	36	468	73	Buena	72	Buena	32	Buena
PR139+902	Derecho	230	Buena	148	54	26	431	81	Buena	94	Buena	29	Buena
PR139+951	Izquierdo	193	Buena	131	63	32	477	62	Buena	69	Buena	30	Buena
PR140+000	Derecho	264	Buena	200	108	56	532	64	Buena	92	Buena	52	Regular
PR140+051	Izquierdo	209	Buena	149	78	32	499	60	Buena	72	Buena	45	Buena
PR140+105	Derecho	261	Buena	158	61	23	414	103	Buena	97	Buena	38	Buena
PR140+151	Izquierdo	318	Buena	234	120	65	514	85	Buena	113	Regular	56	Regular
PR140+204	Derecho	438	Buena	335	206	134	567	103	Buena	129	Regular	72	Regular
PR140+249	Izquierdo	411	Buena	297	151	69	502	114	Buena	145	Regular	83	Regular
PR140+299	Derecho	388	Buena	251	122	64	464	136	Buena	130	Regular	57	Regular
PR140+350	Izquierdo	276	Buena	199	110	61	519	77	Buena	89	Buena	49	Buena
PR140+400	Derecho	339	Buena	232	120	74	494	107	Buena	113	Regular	46	Buena
PR140+449	Izquierdo	197	Buena	147	85	59	549	50	Buena	61	Buena	26	Buena
PR140+500	Derecho	426	Buena	319	183	110	543	106	Buena	136	Regular	73	Regular
PR140+548	Izquierdo	283	Buena	221	141	97	585	62	Buena	80	Buena	44	Buena
PR140+602	Derecho	258	Buena	174	101	71	510	84	Buena	73	Buena	29	Buena
PR140+650	Izquierdo	334	Buena	256	164	113	578	78	Buena	92	Buena	51	Regular
PR140+700	Derecho	255	Buena	162	88	60	480	92	Buena	74	Buena	28	Buena
PR140+750	Izquierdo	184	Buena	142	92	65	586	41	Buena	50	Buena	27	Buena
PR140+801	Derecho	154	Buena	103	64	49	525	50	Buena	39	Buena	16	Buena
PR140+849	Izquierdo	369	Buena	218	114	81	453	151	Buena	103	Regular	33	Buena

EVALUACION CUALITATIVA

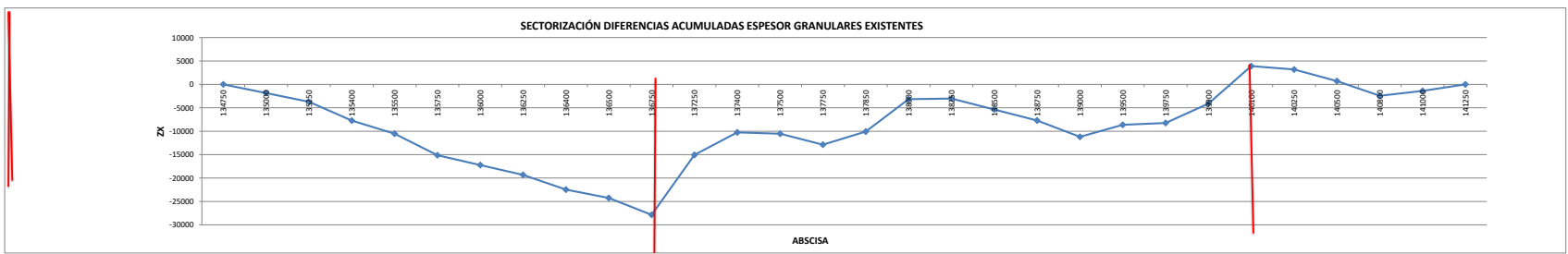
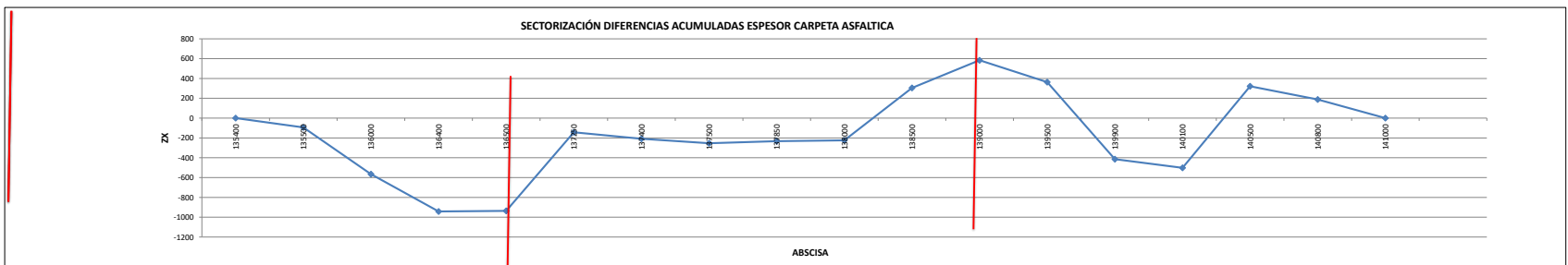
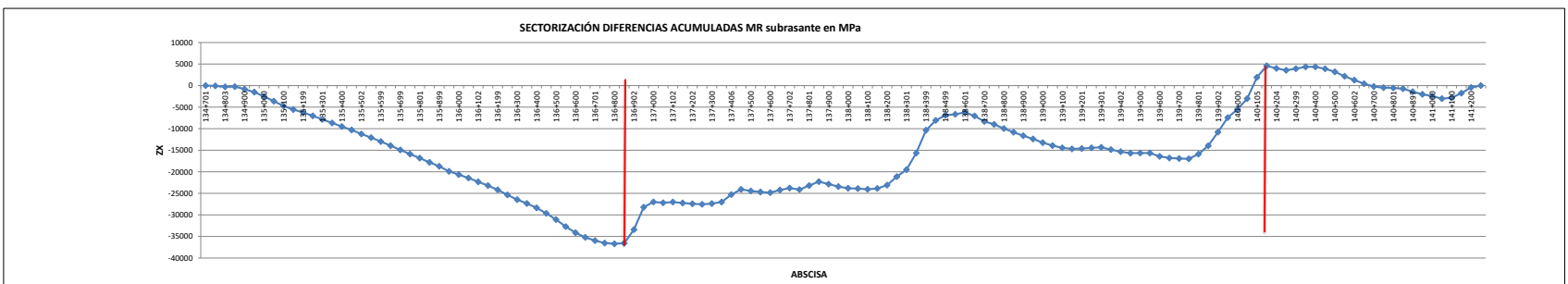
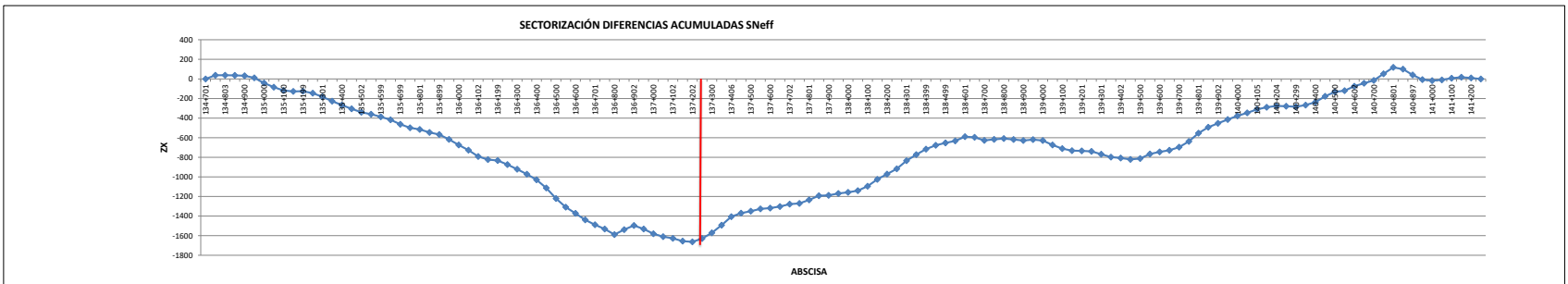
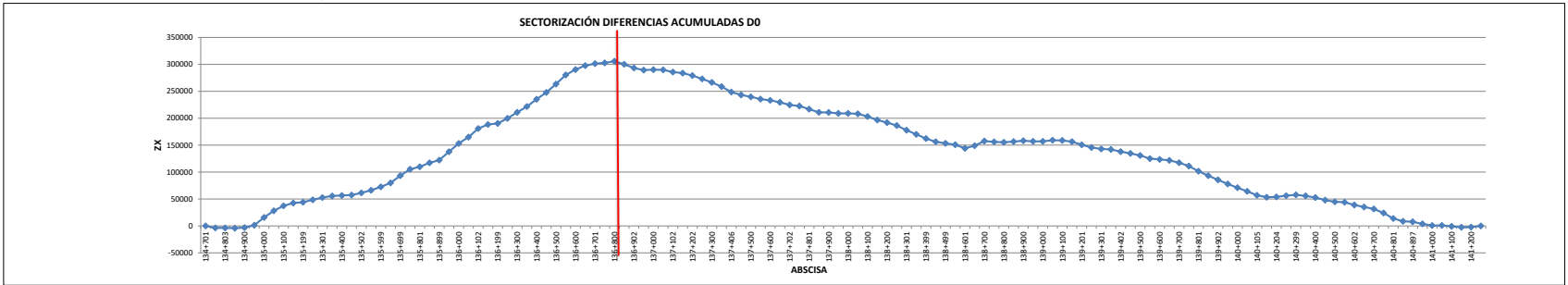
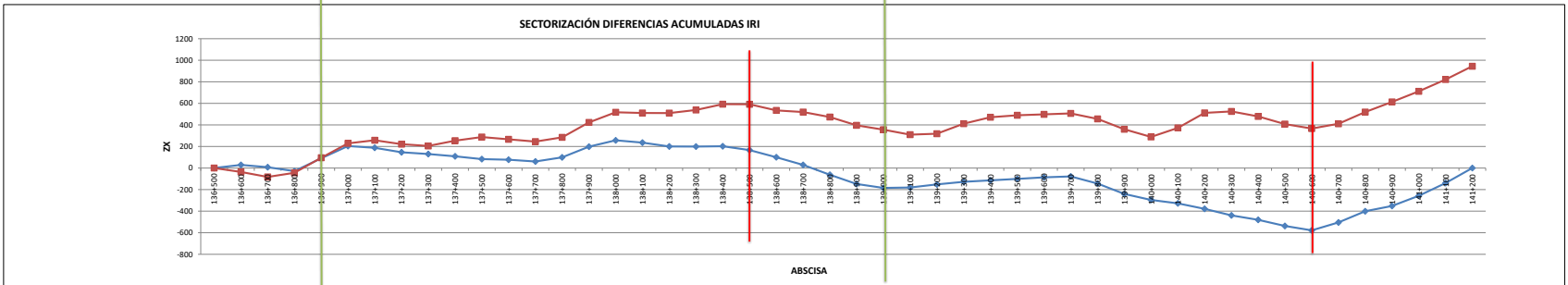
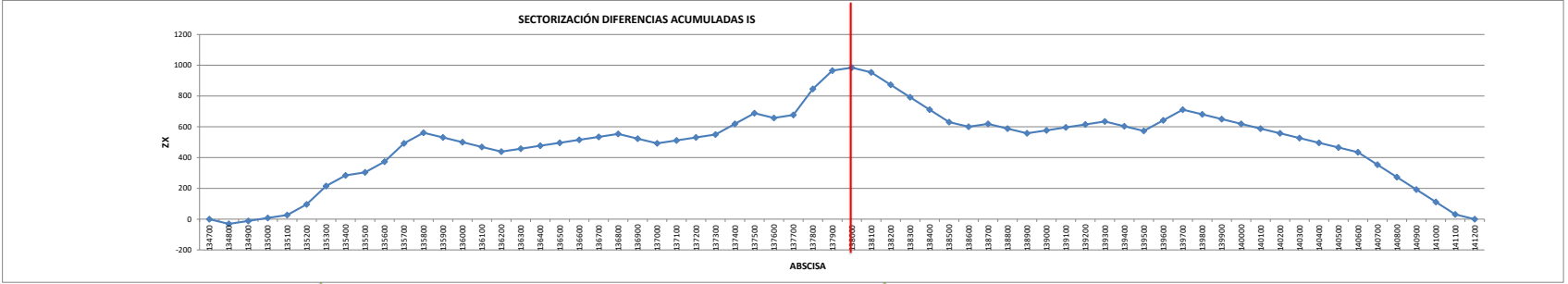
Segmento	Calzada	D0	CALIFICACION (D0)	D1 (0,3 m)	D2 (0,6m)	D3 (0,9m)	AREA CUENCO	ICS = D0 - D300		IDB = D300 - D600		ICB = D600 - D900	
								VALOR	CALIFICACION	VALOR	CALIFICACION	VALOR	CALIFICACION
PR140+897	Derecho	334	Buena	232	135	90	520	102	Buena	97	Buena	45	Buena
PR140+951	Izquierdo	265	Buena	183	104	70	515	82	Buena	79	Buena	34	Buena
PR141+000	Derecho	347	Buena	207	107	73	453	141	Buena	100	Buena	34	Buena
PR141+049	Izquierdo	401	Buena	243	125	78	455	158	Buena	118	Regular	46	Buena
PR141+100	Derecho	264	Buena	169	70	37	443	95	Buena	99	Buena	33	Buena
PR141+150	Izquierdo	409	Buena	210	74	42	374	199	Buena	136	Regular	32	Buena
PR141+200	Derecho	346	Buena	188	77	41	398	158	Buena	111	Regular	36	Buena
PR141+250	Izquierdo	479	Buena	283	133	88	438	197	Buena	150	Regular	45	Buena

ANEXO 4 RESULTADOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.

ANEXO 1. CONSOLIDADO INFORMACIÓN GEOTÉCNICA DE REFERENCIA Y RESULTADOS EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA PARA COMPLEMENTACIÓN, VERIFICACIÓN Y/O VALIDACIÓN

Apique o Sondeo No.	MUESTRA	ABSCISA	PROCEDENCIA	PROF DESDE (m)	PROF HASTA (m)	ESPESOR (m)	USCS	AASHTO	IG	%GRAVA	%ARENA	%FINOS	% wn	LL %	LP %	IP %	LC %	CBR % (SPT)	Expansión Total %	CBR a W Nat %	CBR despues de inmersión %	PDC %	CBR LABORATORIO 95%	CBR LABORATORIO 100%
65	3	PR139+250	Estudio de referencia	1.00	1.50	0.50	MH			0.00	15.90	84.10	27.20	50.00	33.00	17.00		1.22						
65	4	PR139+250	Estudio de referencia	1.50	2.00	0.50	Sin información											1.43						
66	1	PR139+500	Estudio de referencia	0.00	0.12	0.12	C.A.																	
66	2	PR139+500	Estudio de referencia	0.12	1.00	0.88	GM			57.10	21.20	21.70	2.00	2.00	2.00	0.00								
66	3	PR139+500	Estudio de referencia	1.00	1.20	0.20	ML			0.00	11.30	88.70	28.70	43.00	27.00	16.00		0.10	8.85	1.75				
67	1	PR139+750	Estudio de referencia	0.00	0.50	0.50	GW-GM			55.40	38.30	6.30	4.10	2.00	2.00	0.00		11.49						
67	2	PR139+750	Estudio de referencia	0.50	1.00	0.50	Sin información											4.00						
67	3	PR139+750	Estudio de referencia	1.00	1.50	0.50	MH			0.00	14.00	86.00	37.90	56.00	33.00	23.00		1.43						
67	4	PR139+750	Estudio de referencia	1.50	2.00	0.50	MH			0.00	12.90	87.10	40.60	59.00	36.00	23.00		3.79						
15	1	PR139+900	Verificación GICA	0.00	0.10	0.10	C.A.																	
15	2	PR139+900	Verificación GICA	0.10	0.28	0.18	GP - GM	A-1a	0.00	57.20	35.62	7.18	2.87			NP								
15	3	PR139+900	Verificación GICA	0.28	1.50	1.22	GW - GM	A-1a	0.00	49.62	44.54	5.84	3.50			NP								
68	1	PR140+100	Estudio de referencia	0.00	0.15	0.15	C.A.																	
68	2	PR140+100	Estudio de referencia	0.15	0.90	0.75	GP-GM			78.40	15.50	6.10	1.90	2.00	2.00	0.00								
68	3	PR140+100	Estudio de referencia	0.90	1.00	0.10	Sin información																	
68	4	PR140+100	Estudio de referencia	1.00	1.20	0.20	MH			11.40	23.50	65.10	18.90	66.00	47.00	19.00		0.10	6.07	1.24				
69	1	PR140+250	Estudio de referencia	0.00	0.50	0.50	SM			14.80	43.10	42.10	13.20					9.27						
69	2	PR140+250	Estudio de referencia	0.50	1.00	0.50	Sin información											3.14						
69	3	PR140+250	Estudio de referencia	1.00	1.50	0.50	CL			31.50	9.80	58.70	14.50	39.00	25.00	14.00		3.57						
69	4	PR140+250	Estudio de referencia	1.50	2.00	0.50	Sin información											3.57						
70	1	PR140+500	Estudio de referencia	0.00	0.15	0.15	C.A.																	
70	2	PR140+500	Estudio de referencia	0.15	0.80	0.65	GW			84.20	13.80	2.00	1.50	2.00	2.00	0.00								
70	3	PR140+500	Estudio de referencia	0.80	1.00	0.20	CH			0.80	6.50	92.70	33.60	131.00	38.00	93.00		0.14	6.45	1.72				
71	1	PR140+750	Estudio de referencia	0.00	0.50	0.50	MH			0.00	4.10	95.90	31.30	55.00	31.00	24.00		2.92						
71	2	PR140+750	Estudio de referencia	0.50	1.00	0.50	Sin información											2.07						
71	3	PR140+750	Estudio de referencia	1.00	1.50	0.50	MH			0.00	5.20	94.80	35.30	65.00	37.00	28.00		2.07						
71	4	PR140+750	Estudio de referencia	1.50	2.00	0.50	MH			0.00	8.90	91.10	38.80	70.00	40.00	30.00		2.28						
16	1	PR140+800	Verificación GICA	0.00	0.10	0.10	C.A.																	
16	2	PR140+800	Verificación GICA	0.10	0.37	0.27	GW	A-1a	0.00	58.99	36.58	4.43	3.10			NP								
16	3	PR140+800	Verificación GICA	0.37	0.59	0.22	GW																	
16	4	PR140+800	Verificación GICA	0.59	1.20	0.61	MH	A-7-5	20.00	0.00	2.92	97.08	40.94	78.22	40.12	38.09	25.77		8.69	6.22				
16	5	PR140+800	Verificación GICA	1.20	1.50	0.30	MH															7.70		
72	1	PR141+000	Estudio de referencia	0.00	0.14	0.14	C.A.																	
72	2	PR141+000	Estudio de referencia	0.14	1.10	0.96	GP			70.10	25.30	4.60	3.80	2.00	2.00	0.00								
72	3	PR141+000	Estudio de referencia	1.10	1.50	0.40	CL			37.40	12.00	50.60	15.90	49.00	23.00	26.00		0.12	8.25	1.89				
73	1	PR141+250	Estudio de referencia	0.00	0.50	0.50	SW-SC			41.80	47.40	10.80	20.20	27.00	17.00	10.00		6.18						
73	2	PR141+250	Estudio de referencia	0.50	1.00	0.50	Sin información											8.16						
73	3	PR141+250	Estudio de referencia	1.00	1.50	0.50	GP-GM			66.10	22.00	11.90	10.50	68.00	27.00	41.00		8.60						
73	4	PR141+250	Estudio de referencia	1.50	2.00	0.50	Sin información											12.61						
74	1	PR141+500	Estudio de referencia	0.00	0.60	0.60	SM			39.60	48.20	12.20	1.90	2.00	2.00	0.00								
74	2	PR141+500	Estudio de referencia	0.60	0.90	0.30	GM			45.60	16.20	38.20	5.00	2.00	2.00	0.00								
74	3	PR141+500	Estudio de referencia	0.90	1.10	0.20	ML			2.20	24.40	73.40	29.50	37.00	25.00	12.00		0.14	5.77	1.68				
74	4	PR141+500	Estudio de referencia	1.1	1.5	0.40	Sin Información																	
17	1	PR141+600	Verificación GICA	0.00	0.30	0.30	GP - GM	A-1a	0.00	57.22	34.91	7.87	5.45			NP								
17	2	PR141+600	Verificación GICA	0.3	0.55	0.25	GM																	
17	3	PR141+600	Verificación GICA	0.55	0.9	0.35	MH	A-7-5	17.00	0.00	48.29	51.71	37.71	78.24	40.61	37.63	27.30		0.12	9.16	1.01			
17	4	PR141+600	Verificación GICA	0.9	1.3	0.40	MH															8.80		
17	5	PR141+600	Verificación GICA	1.3	1.5	0.20	CH	A-7-6	20.00	0.00	4.51	95.49	6.50	57.66	23.27	34.39								
75	1	PR141+750	Estudio de referencia	0.00	0.50	0.50	SM			19.20	52.40	28.40	5.50	2.00	2.00	0.00		1.86						
75	2	PR141+750	Estudio de referencia	0.5	1	0.50	Sin Información											1.43						
75	3	PR141+750	Estudio de referencia	1	1.5	0.50	SC			21.60	41.50	36.90	16.70	58.00	37.00	21.00		2.50						
75	4	PR141+750	Estudio de referencia	1.5	2	0.50	Sin Información											1.01						
76	1	PR142+050	Estudio de referencia	0.00	0.70	0.70	GW-GM			62.20	29.00	8.80	3.50	2.00	2.00	0.00								
76	2	PR142+050	Estudio de referencia	0.70	0.90	0.20	ML			6.90	9.10	84.00	38.30	41.00	32.00	9.00		0.12	12.82	2.47				
18	1	PR142+200	Verificación GICA	0.00	0.30	0.30	GP	A-1a	0.00	54.38	40.66	4.96	3.88			NP						52.0%	75.0%	
18	2	PR142+200	Verificación GICA	0.3	0.57	0.27	GP - GC	A-2-4	0.00	57.75	36.06	6.20	5.92	23.57	15.84	7.74								
18	3	PR142+200	Verificación GICA	0.57	1.5	0.93	ML	A-7-6	14.00	0.00	14.17	85.83	26.24	41.24	25.74	15.51	17.97		0.14	2.53	0.77	5.00		
77	1	PR142+350	Estudio de referencia	0	0.5	0.50	MH			0.00	14.30	85.70	29.10	50.00	32.00	18.00		2.50						
77	2	PR142+350	Estudio de referencia	0.5	1	0.50	SW-SC			29.90	65.00	5.10	14.80	46.00	25.00	21.00		2.50						
77	3	PR142+350	Estudio de referencia	1	1.5	0.50	MH			0.00	21.00	79.00	32.00	69.00	39.00	30.00		3.35						
77	4	PR142+350	Estudio de referencia	1.5	2	0.50	Sin Información											4.00						

ANEXO 5 SECTORIZACIÓN.



	PR134+700	PR134+800	PR134+900	PR135+000	PR135+100	PR135+200	PR135+300	PR135+400	PR135+500	PR135+600	PR135+700	PR135+800	PR135+900	PR136+000	PR136+100	PR136+200	PR136+300	PR136+400	PR136+500	PR136+600	PR136+700	PR136+800	PR136+900	PR137+000	PR138+000	PR138+100	PR138+200	PR138+300	PR138+400	PR138+500	PR138+600	PR138+700	PR138+800	PR138+900	PR139+000	PR139+100	PR139+200	PR139+300	PR139+400	PR139+500	PR139+600	PR139+700	PR139+800	PR139+900	PR140+000	PR140+100	PR140+200	PR140+300	PR140+400	PR140+500	PR140+600	PR140+700	PR140+800	PR140+900	PR141+000	PR141+100	PR141+200	PR141+285
Indice de deterioro superficial IS	promedio 2										promedio 2																																															
Indice de regularidad internacional	promedio 3,08 m/Km										promedio 2,67 m/Km															promedio 4,23 m/Km																																
Deflexion bajo el eje de la carga Do (FWD)	promedio 510										promedio 301																																															
Numero estructural efectivo Sneff (subrasante)	promedio 5.06										promedio 6.1																																															
Modulo resiliente de la subrasante (MR)	promedio 36.72 Mpa										promedio 63.19 MPa															promedio 50 Mpa																																
Estratigrafia (Espesores de las capas)	promedio 12 cm										promedio 13 cm										promedio 12 cm																																					
Espesores carpeta Asfaltica	promedio 12 cm										promedio 13 cm										promedio 12 cm																																					
Espesores granulares existentes	promedio 51 cm										promedio 80 cm															promedio 62 cm																																

