



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

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

**TEMA:**

---

**“PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO  
ASFÁLTICO LAS VÍAS PATATE - BAÑOS, PELILEO - PATATE  
CEVALLOS – MOCHA Y AMBATO - TISALEO PERTENECIENTES A LA  
RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

---

**Autor:** Josafat Alejandro Sánchez López

**Tutor:** Ing. Alex Xavier Frías Torres, Mg.

**AMBATO – ECUADOR**

**Agosto – 2023**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO LAS VÍAS PATATE - BAÑOS, PELILEO - PATATE CEVALLOS – MOCHA Y AMBATO - TISALEO PERTENECIENTES A LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. Josafat Alejandro Sánchez López, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1850028299, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, agosto 2023



---

**Ing. Alex Xavier Frías Torres, Mg.**

**TUTOR**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Josafat Alejandro Sánchez López**, con C.I 1850028299 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO LAS VÍAS PATATE - BAÑOS, PELILEO - PATATE CEVALLOS – MOCHA Y AMBATO - TISALEO PERTENECIENTES A LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, agosto 2023



---

**Josafat Alejandro Sánchez López**

**C.I. 1850028299**

**AUTOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, agosto 2023



---

**Josafat Alejandro Sánchez López**

**C.I. 1850028299**

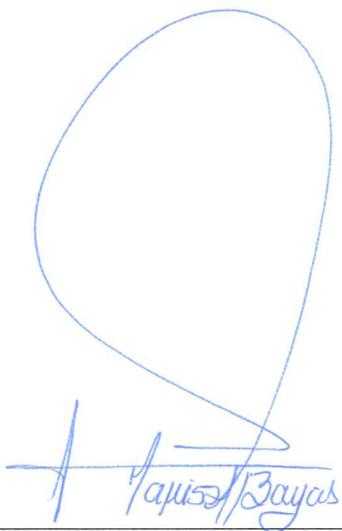
**AUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Josafat Alejandro Sánchez López de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO LAS VÍAS PATATE - BAÑOS, PELILEO - PATATE CEVALLOS – MOCHA Y AMBATO - TISALEO PERTENECIENTES A LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

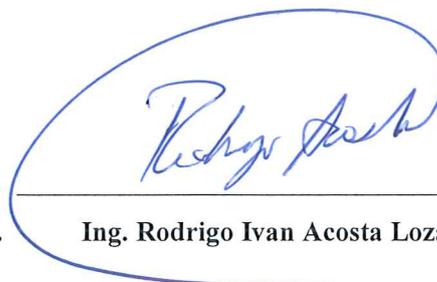
Ambato, agosto 2023

Para constancia firman:



Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**



Ing. Rodrigo Ivan Acosta Lozada, Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## DEDICATORIA

El presente proyecto técnico de investigación se lo dedico primeramente a mis **padres Olarte Sánchez y Tereza López** por su gran esfuerzo para brindarme todo el apoyo necesario en el transcurso de toda la carrera.

A mis hermanos por estar al pendiente de mi guiándome y apoyándome.

Por último, a mi hermana la **Abg. Karina Sanchez** la cual ha sido un apoyo fundamental en mi vida inspirándome para ser un profesional con ética y de calidad.

Josafat Alejandro Sánchez López

## AGRADECIMIENTO

A la facultad de Ingeniería civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, a todo el personal docente por todas sus enseñanzas en el transcurso de la vida universitaria.

A mi tutor **Ing. Mg. Alex Xavier Frías Torres** quien me brindo sus conocimientos y apoyo para la culminación de este proyecto técnico.

A todos mis amigos con los cuales hemos compartido cada momento en la vida Universitaria y a toda mi familia que de alguna manera han sabido apoyarme, en especial a mi gran amigo Alexander Zambrano con el cual llevamos varios años de amistad desde el colegio.

Josafat Alejandro Sánchez López

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEORICO.....	1
1.1. Antecedentes investigativos .....	1
1.2. Justificación.....	6
1.3. Objetivos .....	7
1.3.1. Objetivo General .....	7
1.3.2. Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II .....	8
METODOLOGÍA .....	8
2.1. Materiales .....	8
2.2. Métodos .....	9
ETAPA 1: Análisis PCI.....	11
2.2.1. Índice de Condición del Pavimento (PCI) .....	11
2.2.1.1. Unidades de Muestra.....	12
2.2.1.2. Longitud de la muestra (L) .....	12

2.2.1.3.	Número mínimo de muestras (n).....	13
2.2.1.4.	Número máximo de muestras (N).....	13
2.2.1.5.	Área de tramo (A).....	13
2.2.1.6.	Intervalo de muestreo.....	14
2.2.1.7.	Longitud de la vía (Lt).....	14
2.2.1.8.	Ancho promedio de la vía (An).....	14
2.2.1.9.	Desviación estándar del PCI ( $\sigma$ ) .....	14
2.2.1.10.	Error admisible estimado para el PCI (e).....	15
2.2.1.11.	Tipos de fallas en pavimentos flexibles.....	15
2.2.1.12.	Calculo del PCI.....	24
ETAPA 2: Deflexiones Viga de Benkelman .....		26
2.2.2.	Medida de deflexiones Viga Benkelman .....	26
2.2.2.1.	Corrección por el brazo con relación 1:2 .....	28
2.2.2.2.	Corrección de las deflexiones por temperatura .....	29
2.2.2.3.	Corrección por estacionalidad .....	29
2.2.2.4.	Radio de curvatura .....	30
2.2.2.5.	Desviación estándar .....	30
2.2.2.6.	Deflexión Característica .....	30
2.2.2.7.	Ejes Equivalentes.....	31
2.2.2.8.	Deflexión Admisible: .....	32
2.2.2.9.	Deflexión Crítica: .....	32
2.2.2.10.	Tipos de deflexiones .....	32
ETAPA 3: Plan de Mantenimiento Vial.....		34
2.2.3.	Mantenimiento Rutinario .....	34
2.2.3.1.	Procedimiento para mantenimiento Rutinario.....	34
2.2.4.	Mantenimiento Periódico .....	35
2.2.4.1.	Procedimiento para mantenimiento Periódico .....	36

2.2.5.	Rehabilitación .....	36
2.2.5.1.	Procedimiento para Rehabilitación.....	36
2.2.6.	Reconstrucción .....	37
2.2.6.1.	Procedimiento para Reconstrucción.....	37
2.2.7.	Mantenimiento según el tipo de falla .....	37
ETAPA 4: Presupuesto Referencial y Especificaciones Técnicas .....		40
2.2.8.	Presupuesto Referencial .....	40
2.2.8.1.	Elaboración de APUS.....	40
2.2.9.	Normativa Legal.....	40
2.2.9.1.	Especificaciones Técnicas.....	41
CAPITULO III.....		42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		42
3.1.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS VÍAS .....	42
3.1.1.	Geolocalización de las vías.....	42
3.1.2.	Población de las vías.....	44
3.1.3.	Determinación de número de muestras de las vías.....	44
3.1.4.	Longitud de la unidad de Muestreo .....	45
3.1.5.	Número mínimo de unidades de muestreo .....	45
3.1.6.	Número máximo de unidades de muestreo.....	46
3.1.7.	Intervalo de muestreo.....	47
3.1.7.	Análisis del índice de Condición del Pavimento (PCI) de las vías:.....	47
3.1.7.1.	Calculo de la densidad .....	47
3.1.7.2.	Calculo del valor deducido.....	48
3.1.7.3.	Calculo del PCI de la primera unidad de muestra vía Patate-Baños.....	50
3.2.	Deflexiones Viga Benkelman.....	51
3.2.1.	Corrección por el brazo con relación 1:2.....	51
3.2.2.	Corrección por Temperatura .....	52

3.2.3. Corrección por Estacionalidad.....	53
3.2.4. Radio de Curvatura .....	53
3.2.5. Deflexión Característica .....	54
3.2.6. Ejes Equivalentes .....	55
3.2.6. Deflexión Admisible:.....	55
3.2.7. Deflexión Crítica: .....	56
3.2.8. Tipo de Deflexión .....	56
3.2.9 Deflectograma.....	56
3.3. Plan de Mantenimiento vial.....	58
3.3.1. Mantenimiento según el tipo de falla Presente .....	58
3.4. Presupuesto Referencial .....	63
A3.4.1. Vía Patate – Baños .....	63
3.4.2. Vía Pelileo -Patate .....	64
3.4.3. Vía Cevallos -Mocha .....	65
3.4.4. Vía Ambato –Tisaleo .....	66
3.4.5. Resumen del Presupuesto Referencial para cada vía.....	67
3.5. Especificaciones Técnicas .....	68
CAPITULO IV.....	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
4.1. Conclusiones .....	93
4.2. Recomendaciones .....	94
BIBLIOGRAFÍA .....	95
ANEXO A.....	101
CALCULOS DE LAS UNIDADES DE MUESTREO .....	101
ANEXO B .....	106
VALORES DEL PCI DE CADA UNIDAD DE MUESTREO POR VIA .....	106
ANEXO C.....	113

CURVAS DE VALORES DEDUCIDOS PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS .	113
ANEXO D.....	123
CORRECCIONES EN LAS DEFLEXIONES DE LA VIGA BENKELMAN .....	123
ANEXO E .....	165
APUS .....	165
ANEXO F .....	174
FOTOGRAFICO.....	174
ANEXO G.....	190
MAPAS DE UBICACIÓN DE LAS VÍAS EN ESTUDIO DE LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.....	190

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	Formato Para La Recolección De Datos Del Pci .....	11
<b>Figura 2:</b>	Piel De Cocodrilo .....	16
<b>Figura 3:</b>	Exudación.....	16
<b>Figura 4:</b>	Agrietamiento en bloque .....	17
<b>Figura 5:</b>	bombeo y hundimiento.....	17
<b>Figura 6:</b>	corrugación.....	18
<b>Figura 7:</b>	Depresiones .....	18
<b>Figura 8:</b>	Agrietamiento DE Borde.....	19
<b>Figura 9:</b>	Agrietamiento Reflejo De Juntas .....	19
<b>Figura 10:</b>	Caida Externa De Via/Hombarrera .....	20
<b>Figura 11:</b>	Agrietamiento Longitudinal Y Transversal .....	20
<b>Figura 12:</b>	Parchado .....	20
<b>Figura 13:</b>	Agregados Pulidos .....	21
<b>Figura 14:</b>	Baches .....	21
<b>Figura 15:</b>	Cruze De Ferrocarril .....	22
<b>Figura 16:</b>	RUTEO .....	22
<b>Figura 17:</b>	Empellones .....	23
<b>Figura 18:</b>	Agrietamiento Media Luna .....	23
<b>Figura 19:</b>	Protuberancia.....	24
<b>Figura 20:</b>	Intemperismo.....	24
<b>Figura 21:</b>	Curva Deducida De Pavimento Para Anomalía Piel De Cocodrilo .....	25
<b>Figura 22:</b>	Curvas De Corrección Para Pavimentos De Concreto Asfaltico .....	26
<b>Figura 23:</b>	Viga Benkelman.....	27
<b>Figura 24:</b>	Plano General de las vías .....	43
	.....	43
<b>Figura 25:</b>	Valores deducidos para Ahuellamiento unidad de muestreo 1 .....	48

<b>Figura 26:</b>	Deflectograma ABS 0+000 a 2+350 Patate-Baños.....	129
<b>Figura 27:</b>	Deflectograma ABS 2+350 a 4+700 Patate-Baños.....	129
<b>Figura 28:</b>	Deflectograma ABS 0+000 a la 2+085 .....	137
<b>Figura 29:</b>	Deflectograma ABS 2+085 a la 4+170 .....	137
<b>Figura 30:</b>	Deflectograma ABS 4+170 a 8+260.....	138
<b>Figura 31:</b>	Deflectograma ABS 0+000 a la 2+120 .....	146
<b>Figura 32:</b>	Deflectograma ABS 2+120 a la 4+960 .....	147
<b>Figura 33:</b>	Deflectograma ABS 4+960 a 7+460.....	147
<b>Figura 34:</b>	Deflectograma ABS 7+460 a 9+480.....	148
<b>Figura 35:</b>	Deflectograma ABS 9+480 a 9+920 .....	148
<b>Figura 36:</b>	Deflectograma ABS 0+000 a la 3+200 .....	162
<b>Figura 37:</b>	Deflectograma ABS 3+200 a la 6+400 .....	163
<b>Figura 38:</b>	Deflectograma ABS 6+400 a la 9+600 .....	163
<b>Figura 39:</b>	Deflectograma ABS 9+600 a la 12+800 .....	164
<b>Figura 40:</b>	Deflectograma ABS 12+800 a la 16+200 .....	164

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Longitudes De Unidades De Muestreo .....	12
<b>Tabla 2:</b> Clasificación según el PCI.....	26
<b>Tabla 3:</b> Ubicación del punto de ensayo .....	28
<b>Tabla 4:</b> Factores de corrección .....	29
<b>Tabla 5:</b> Deflexión característica .....	31
<b>Tabla 6:</b> Tipos de Deflexiones .....	33
<b>Tabla 7:</b> Intervención Según El PCI .....	34
<b>Tabla 8:</b> Mantenimiento para cada tipo de falla según su nivel de severidad parte 1 .....	38
<b>Tabla 9:</b> Mantenimiento para cada tipo de falla según su nivel de severidad parte 2 .....	39
<b>Tabla 10:</b> Coordenadas de las vías .....	42
<b>Tabla 11:</b> Población en cada vía.....	44
<b>Tabla 12:</b> Datos de cada vía .....	44
<b>Tabla 13:</b> Resultados de Longitud de la muestra .....	45
<b>Tabla 14:</b> Numero minino de muestreo para cada vía.....	46
<b>Tabla 15:</b> Resultados número máximo de muestreo .....	46
<b>Tabla 16:</b> Intervalos de muestreo .....	47
<b>Tabla 17:</b> Resumen de la densidad y valor de deducido de la primera unidad de muestra Vía Patate-Baños Abs 0+000 a 4+700 .....	50
<b>Tabla 18:</b> Cuadro comparativo de PCI de las vías .....	50
<b>Tabla 19:</b> Deflexiones corregidas por Relación de Brazos de la viga Benkelman via Patate-Baños.....	51
<b>Tabla 20:</b> Deflexiones corregidas por efecto de la Temperatura vía Patate-Baños .....	52
<b>Tabla 21:</b> Deflexiones Corregidas Estacionalidad vía Patate-Baños .....	53
<b>Tabla 22:</b> Radio de curvatura .....	54

<b>Tabla 23:</b>	Numero de ejes equivalentes por via .....	55
<b>Tabla 24:</b>	Tipo de deflexión obtenida en la vía Patate-Baños ABS 0+000 a 2+350 .....	56
<b>Tabla 25:</b>	Resumen de las deflexiones mediante la Viga Benkelman.....	57
<b>Tabla 26:</b>	Intervención de mantenimiento vial en las vías propuestas .....	58
<b>Tabla 27:</b>	Fallas y cantidades en la vía Patate-Baños.....	59
<b>Tabla 28:</b>	Fallas y cantidades en la vía Pelileo-Patate .....	60
<b>Tabla 29:</b>	Fallas y cantidades en la vía Cevallos-Mocha .....	61
<b>Tabla 30:</b>	Fallas y cantidades en la vía Ambato-Tisaleo.....	62
<b>Tabla 31:</b>	Normativa legal para Rubros en Especificaciones Técnicas.....	68
<b>Tabla 32:</b>	Granulometría de la arena para sellado de grietas .....	72
<b>Tabla 33:</b>	Porcentaje de los Agregados que pasan (405-5-1).....	77
<b>Tabla 34:</b>	Ensayo Método Marshall (405-5-4).....	78

## RESUMEN EJECUTIVO

En Ecuador existen problemas relacionados con el mal estado de las vías debido al abandono de las políticas de mantenimiento vial por parte de las instituciones nacionales y regionales, con el fin de brindar confort y seguridad a los usuarios, además de promover la economía de los diversos cantones que se conectan a través de las vías Patate-Baños, Pelileo-Patate, Cevallos – Mocha y Ambato- Tisaleo de la red Intercantonal de Tungurahua, se realizó un proyecto para generar un proceso de mantenimiento vial.

Para ello se llevó a cabo una revisión bibliográfica de documentación técnica con el fin de obtener una visión sobre el estado actual del pavimento con la ayuda del ensayo visual denominado Índice de Condición del Pavimento PCI identificando el tipo de fallas presentes, su grado de severidad y cantidades, por otra parte, mediante los datos obtenidos del ensayo de la viga Benkelman se analizó el tipo de deflexión que presenta cada vía.

Como resultados, se obtuvo que las vías se encuentran en un rango de “Bueno” a “Excelente”, siendo las fallas más representativas Piel de Cocodrilo, Agrietamiento Longitudinal y Transversal, Desprendimiento de Agregados y Agrietamiento en Bloque, las cuales requieren un mantenimiento en su mayor parte periódico, mediante la viga Benkelman la deflexión en el pavimento es del Tipo I y Tipo III, por último, se realizó un análisis de precios unitarios con sus respectivas especificaciones Técnicas donde se obtuvo un presupuesto referencial de \$ 34.601,36 dólares según el tipo de fallas y cantidades obtenidas del PCI.

**Palabras clave:** PCI, Viga Benkelman, Deflexiones, Mantenimiento vial, Precios Unitarios, Especificaciones Técnicas, Presupuesto Referencial.

## ABSTRACT

In Ecuador there are problems related to the poor condition of roads due to the neglect of road maintenance policies by national and regional institutions, in order to provide comfort and safety to users, in addition to promoting the economy of the various cantons that are connected through the Patate-Baños, Pelileo-Patate, Cevallos - Mocha and Ambato- Tisaleo roads of the Intercantonal network of Tungurahua, a project was carried out to generate a road maintenance process.

For this purpose, a bibliographic review of technical documentation was carried out in order to obtain a vision of the current state of the pavement with the help of the visual test called Pavement Condition Index PCI, identifying the type of faults present, their degree of severity and quantities, on the other hand, by means of the data obtained from the Benkelman beam test, the type of deflection that each road presents was analyzed.

As results, it was obtained that the roads are in a range from "Good" to "Excellent", being the most representative faults Crocodile Skin, Longitudinal and Transversal Cracking, Detachment of Aggregates and Block Cracking, which require periodic maintenance for the most part, through the Benkelman beam the deflection in the pavement is Type I and Type III, finally, an analysis of unit prices with their respective technical specifications was performed where a referential budget of \$ 34. 601.36 dollars according to the type of failures and quantities obtained from the PCI.

Key words: PCI, Benkelman Beam, Deflections, Road Maintenance, Unit Prices, Technical Specifications, Referential Budget.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEORICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

A nivel mundial desde la antigüedad las vías de comunicación se han convertido en el principal medio de conexión entre pueblos y ciudades siendo así el medio más eficaz para el desarrollo socio-económico en el ámbito comercial a nivel local, nacional e internacional. La optimización de la red de carreteras abre la puerta al progreso desde las grandes capitales a todos los rincones de un país, aportando cada vez mayores beneficios mediante el intercambio y la transmisión de ideas, tendencias, esperanzas y sueños entre residentes y sectores. [1]

En los últimos años, el desarrollo de las infraestructuras viales, especialmente de la red de carreteras, se ha convertido en una prioridad para los gobiernos de todo el mundo. Esto se debe a que se ha reconocido que las condiciones óptimas de las carreteras no sólo son un factor importante para la competitividad y la capacidad de exportación, sino también para promover el desarrollo regional y mejorar la calidad de vida de las personas. Por este motivo, los países latinoamericanos están realizando grandes esfuerzos para optimizar su vialidad básica.. [2]

La construcción moderna de carreteras comenzó en EE.UU. en 1869. Allí se utilizaron por primera vez máquinas para lograr una buena compactación, que resultaba más rápida y sencilla que el trabajo manual. Más tarde, con el desarrollo del automóvil, surgió la necesidad de un mejor tratamiento de las carreteras, que se solucionó con el uso de asfalto y materiales cementosos en la construcción: La primera carretera asfaltada se construyó en 1909, y por la misma época se construyó la primera carretera rural con cemento Portland. [3]

En Estados Unidos, la investigación sobre el pavimento de las carreteras comenzó en 1920 con el fin de mejorar el diseño, el mantenimiento y la construcción de las mismas. Esta investigación incluyó diversos estudios empíricos y teóricos. Los más conocidos son los estudios realizados por la “American Association of State Highway Official”, en Ottawa ,Illinois en las décadas de 1950 y 1960. [3]

De los estudios realizados en Ottawa Illinois surgió la “Guía AASHTO para Diseño de Pavimentos Rígidos y Flexibles. Desde entonces, se han realizado varias revisiones, hasta llegar a la “Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento”, conocida en inglés como la “AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures 1993”. [4]

La metodología PCI es conocida como la más completa para la evaluación y calificación de pavimentos flexibles. Al haber una variada cantidad de combinaciones, este método utiliza factores de ponderación a los que conocemos como “valores deducidos”, así indica en qué grado afecta la condición del pavimento de acuerdo con cada combinación de deterioro, nivel de severidad (alto, medio y bajo) y densidad. Es decir, en esta metodología se establecen los resultados de una descripción visual en el cual se obtienen clase, severidad y cantidad que representan el estado en el que se encuentra el pavimento. [5]

La construcción de vías en los países en desarrollo de América Latina es ineficiente, ya que se tarda cinco veces más en construir un kilómetro de carretera que en la Unión Europea. Se calcula que invertir en el mantenimiento de carreteras rurales podría crear entre 200.000 y 500.000 puestos de trabajo al año (considerando sólo el empleo directo), por una inversión de 1.000 millones de dólares. Además, los costes medios anuales de mantenimiento de las carreteras rurales se estiman en 125.000 y 300.000 dólares por kilómetro, respectivamente.. [6]

La Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito-CONASET en Chile en el año 2020 ha elaborado la Estrategia Nacional de Seguridad Vial 2021-2030, Dado que las autoridades están preocupadas por el hecho de que una media de cinco personas mueran cada día en accidentes de tráfico, la estrategia se basa en un enfoque de sistema de seguridad y propone una metodología participativa dividida en dos fases, la primera de las cuales se basa en reuniones de un grupo de trabajo compuesto por ingenieros y expertos en seguridad vial, en la segunda etapa se realizó un taller participativo para conocer iniciativas respecto a los 5 ejes estratégicos mediante la recopilación de información. La finalidad de esta estrategia es de reducir en un 30% el índice de fallecidos por accidentes de tránsito para el año 2030. [7]

En 2017, la Comisión Presidencial para la Seguridad Vial de la República Dominicana elaboró el Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial (PENSV) 2017-2020, en el que el gobierno dominicano aborda la problemática utilizando información y experiencias de otros países. Analiza y adopta acciones y medidas que corresponden a la realidad dominicana y aborda la problemática con políticas públicas y medidas concretas para crear y promover un cambio cultural en materia de seguridad vial. [8]

Este Plan Estratégico Nacional para la Seguridad Vial 2017- 2020 pretende registrar y sistematizar las acciones exitosas que contribuyan a reducir la siniestralidad vial en la República Dominicana, con el objetivo principal de promover una cultura de seguridad vial en beneficio de todos los ciudadanos. [8]

La red de carreteras de un país sustenta el desarrollo social, cultural y económico de sus habitantes. El análisis del estado actual de los pavimentos de las carreteras ha sido y sigue siendo un mecanismo importante para mantener unos niveles de servicio adecuados y vincular la integridad estructural de los pavimentos con la comodidad de conducción de los usuarios de las vías. [9]

La falta de infraestructuras de transporte adecuadas afecta a la competitividad de los países y al desarrollo de la región. En los últimos años, muchos países de la región han desarrollado y mejorado sus infraestructuras, especialmente en el sector vial. Sin embargo, el mantenimiento de estas infraestructuras exige prestar mayor atención a este aspecto, ya que requiere instituciones, organización, recursos financieros y herramientas técnicas adecuadas para una ejecución eficaz y eficiente. [10]

En la última década, Ecuador ha incrementado su patrimonio vial (red provincial de carreteras) mediante la construcción de nuevos tramos, que se han convertido en uno de los factores influyentes en el proceso de crecimiento económico de Ecuador. Estos proyectos viales requieren medidas para mantener el correcto desempeño del sistema vial, preservar las características definidas en el diseño, evitar la aceleración del proceso de degradación estructural y prolongar la vida útil del sistema.

El mantenimiento y mejora de las conexiones viales está reconocido desde la Constitución de la República de Ecuador de 2008. El artículo 262 del Decreto Supremo establece que la obligación de planificar, construir y mantener la red vial regional es responsabilidad exclusiva del gobierno regional. [11]

En el país existen varios problemas relacionados con el mal estado de las carreteras debido al abandono de las políticas de mantenimiento vial por parte de las instituciones nacionales y regionales. Sin embargo, también hay factores que pueden hacer que los pavimentos flexibles fallen antes de llegar al final de su vida útil, como volúmenes de tráfico inesperadamente elevados, cargas excesivas y una construcción deficiente.

Es bien sabido que las autoridades suelen esperar a que el pavimento de una carretera esté completamente destruido, tanto desde el punto de vista funcional como estructural, las mejoras de las carreteras deben tener en cuenta varios factores, como las características del pavimento existente, las repercusiones medioambientales y sociales, la viabilidad económica y la financiación de las obras. [12]

Los accidentes de tránsito se han convertido en un severo problema social, que ha venido aumentando con el crecimiento del parque automotor nacional. Entre las causas probables de los accidentes a escala nacional en el 2022 según el INEC son: 38.3% Imprudencia del conductor, 21.6% no respetar las señales de tráfico, 17.6% exceso del límite de velocidad, 8.6 % Embriaguez, 13.9 % factores climáticos, mal rebasamiento, daños mecánicos, mal estado de la carretera, desprendimientos y obstáculos en la calzada. [13]

Ecuador y todas sus provincias se encuentran en pleno desarrollo productivo de acuerdo con el Plan Nacional para el Buen Vivir, que establece varios objetivos clave. Entre ellos destaca el objetivo "3" (mejorar la calidad de vida de la población). Muestra la existencia de un equilibrio entre las zonas urbanas y rurales, garantizando el acceso a asentamientos adecuados y promoviendo la movilidad sostenible y segura de la población. [14]

La provincia de Tungurahua cuenta con una extensa red vial asfaltada; la cual se identifica como intercantonal, interparroquial y comunitaria, siendo administrada por el Gobierno Provincial del lugar. El sistema vial de la provincia de Tungurahua está conformado de la siguiente manera en San Pedro de Pelileo con de 280.47 km, Patate con 199.45 km, Ambato con 842.18 km, Baños de Agua Santa 86.63 km, Cevallos con 27.8 km, Mocha con 62.25 km, Quero con 206,35 km, Santiago de Pillaro con 265,94 km y Tisaleo con 65,8 km, dándonos un total de 2036,87 km. [15]

La economía de la mayoría de las provincias de la región Sierra se basa en la agricultura y la ganadería, desarrollándose indicadores como el turismo y la gastronomía. Por lo tanto, el desarrollo del proyecto debe centrarse en la mejora inmediata de las carreteras rurales y terciarias y de la red vial rural, complementando la red vial urbana para permitir a la población llegar a todos los puntos estratégicos y facilitar plenamente la actividad empresarial y económica. Aunque Tungurahua es uno de los estados más pequeños, cuenta con la infraestructura vial más desarrollada. Sin embargo, existen varias carreteras en mal estado debido a la alta demanda rural, demanda que actualmente es la necesidad básica de la población rural. [15]

Los pavimentos flexibles constan de varias capas (capa asfáltica, capa base y subbase) y tienen funciones importantes como la distribución adecuada de las cargas de tráfico, la resistencia a los cambios climáticos, la impermeabilización del pavimento y la garantía de la comodidad y seguridad del tráfico. Sin embargo, el aumento de las cargas de tráfico, las fluctuaciones de temperatura y los procesos de fabricación inadecuados reducen la vida útil de los pavimentos, lo que conlleva una reducción de la usabilidad y una serie de problemas. [16]

La red intercantonal de la provincia de Tungurahua presenta varios problemas en conservar sus principales vías entre las que están Patate - Baños, Pelileo – Patate, Cevallos – Mocha y Ambato – Tisaleo, las cuales no han recibido un adecuado mantenimiento por ello se debe realizar un estudio general para evaluar el estado en que se encuentra la estructura del pavimento asfáltico.

## **1.2. Justificación**

La infraestructura vial en la actualidad es un factor de gran importancia para el desarrollo social y económico de una región, una buena viabilidad permite conectar desde pequeñas ciudades hasta Países, el gran deterioro que surge en estas vías es debido a varios factores como cambios climáticos, excesivas cargas vehiculares para las que no fue diseñado el pavimento y en gran parte a un mantenimiento inadecuado causando accidentes y pérdidas económicas. [17]

Un inadecuado mantenimiento tiene varios inconvenientes a futuro si no se trata a tiempo pequeñas fallas como grietas, depresiones, baches en el pavimento asfáltico estos con el tiempo van empeorando y ya no será suficiente un mantenimiento rutinario o periódico, al estar en pésimas condiciones se deberá llevar a cabo una rehabilitación o en el peor del caso una reconstrucción total y sin haber aprovechado la vida útil para la cual fue diseñada el pavimento. [17]

La provincia de Tungurahua ha crecido expandiendo sus vías por todos sus cantones, sin embargo, a pesar de contar con una gran infraestructura vial estas no tienen un adecuado mantenimiento por ello se están deteriorando antes de lo previsto, entre estas están las vías Patate-Baños, Pelileo-Patate, Cevallos-Mocha y Ambato Tisaleo, las cuales son esenciales para la economía de estos cantones.

Por tanto, se recopiló la información de cada uno de los proyectos ya ejecutados de cada una de las vías, los datos del Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y la medida de deflexiones de la Viga de Benkelman en los cuales se obtuvo las fallas que se presentan, sus cantidades, nivel severidad y el tipo de deflexión para con estos datos proponer un plan de mantenimiento que abarque la reparación y rehabilitación oportuna de los pavimentos flexibles, lo que evitará daños mayores y costosos reemplazos en el futuro, con este proyecto se conocerá como debe ser un adecuado proceso de conservación del pavimento para que las autoridades pertinentes no descuiden el mantenimiento de las mismas

### **1.3.Objetivos**

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

- Analizar el desempeño del proceso de conservación de la estructura del pavimento asfáltico para el mantenimiento de las vías Patate - Baños, Pelileo – Patate, Cevallos – Mocha y Ambato - Tisaleo pertenecientes a la red intercantonal de la provincia de Tungurahua

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Clasificar el estado PCI y deflexiones (Viga Benkelman) de la capa de rodadura de las vías Patate - Baños, Pelileo - Patate Cevallos – Mocha y Ambato - Tisaleo pertenecientes a la red intercantonal de la provincia de Tungurahua
- Desarrollar un plan generalizado de mantenimiento vial en función de las características físicas y geométricas de las vías en base al estado de la capa de rodadura
- Proponer un presupuesto referencial para la implementación del plan generalizado de mantenimiento vial de las vías estudiadas
- Describir las especificaciones técnicas de los daños encontrados en el PCI

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1. Materiales

El proyecto técnico se basó principalmente en una investigación documental que implicó recopilar información bibliográfica enfocada en la evaluación de procesos de conservación vial. Para lograr esto, se diseñó un plan de procesamiento de la información que se dividió en etapas factibles. El objetivo era cumplir con los cuatro objetivos establecidos y obtener resultados confiables basados en la información de proyectos anteriores relacionados con las vías analizadas. A continuación, se presenta una lista de la instrumentación utilizada:

- **Laptop:** Un equipo personal que puede ser transportado fácilmente, contiene variedad de Softwares para ejecución de proyectos.
- **Microsoft Excel:** Es una hoja de cálculo la cual nos permite analizar datos numéricos
- **Microsoft Word:** Hoja de Cálculo que nos ayuda a digitalizar información.
- **Google Earth:** Software que facilita datos geográficos de todo el Mundo
- **Software Cartográfico de formato SIG:** Proporciona herramientas y funcionalidades para la captura, almacenamiento, análisis, gestión y visualización de datos geoespaciales.
- **Software de Análisis de Precios Unitarios:** Software que nos facilita la elaboración de precios Unitarios
- **GPS portátil Garmin eTrex 10:** Este modelo eTrex está equipado con un receptor GPS de alta sensibilidad, una pantalla monocromática de 2,2 pulgadas y un mapa base mundial que facilita más que nunca ver dónde se encuentra y dónde ha estado. Compatible con Garmin Connect (comunidad en línea donde se analizan, clasifican y comparten datos).

## **2.2. Métodos**

### **Investigación Documental o Bibliográfica**

Es una técnica de investigación que se basa en el análisis y estudio de documentos existentes como fuente principal de información. Esta técnica implica la recolección y recopilación de diversos tipos de documentos relevantes para el tema de investigación, como libros, artículos científicos, informes, archivos históricos, material audiovisual, entre otros. El objetivo de utilizar este tipo de investigación fue obtener una visión amplia de fuentes confiables acerca del tema y de revisar investigaciones previas que sean de base y ayuda para la elaboración del proyecto [18]

### **Investigación de campo**

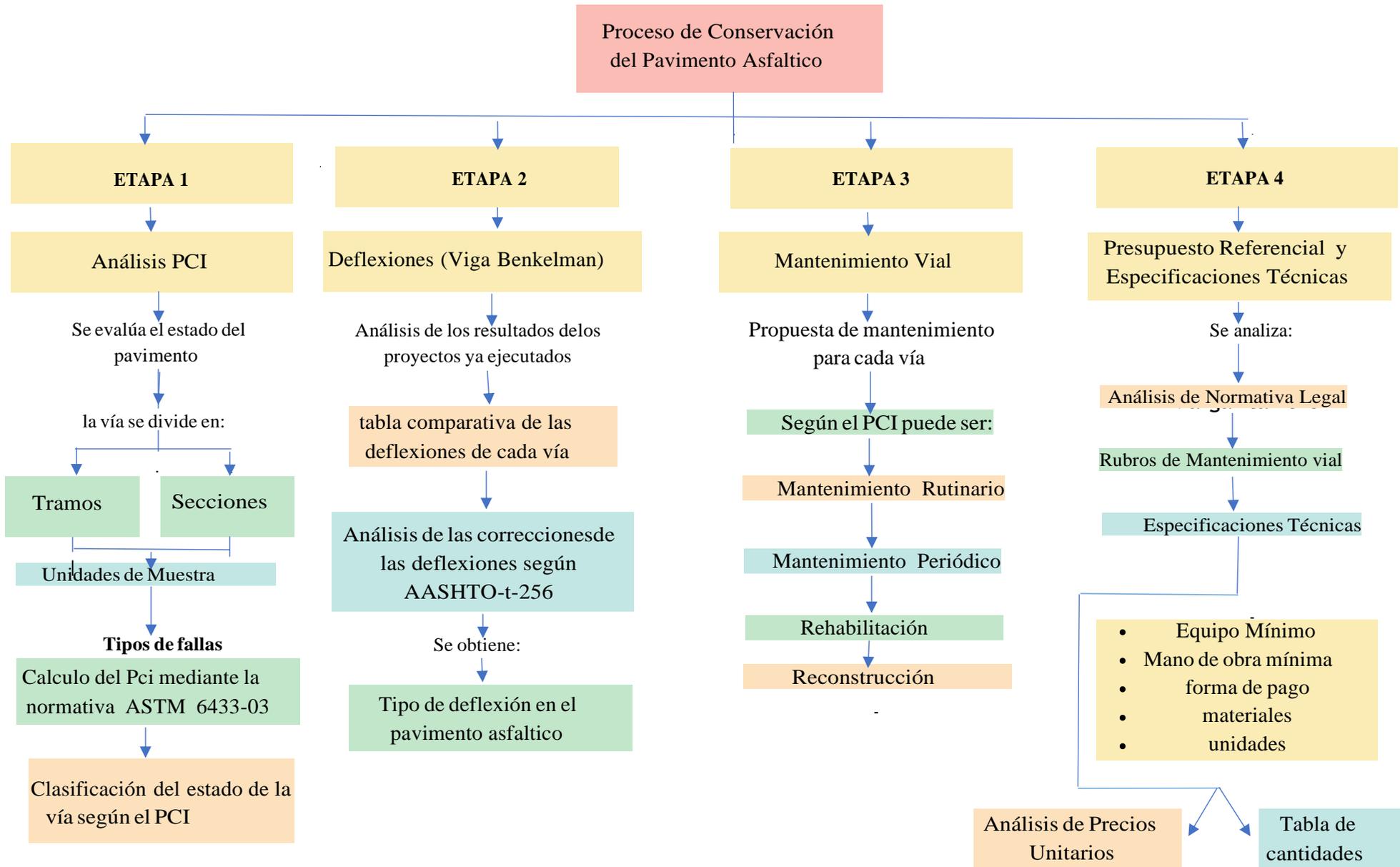
La investigación de campo o exploratoria se lleva a cabo en el lugar específico donde se está realizando la investigación. Su objetivo principal es obtener información directa y conocer las características del área de estudio. Esta investigación se realiza antes que otros tipos de investigación y se complementa con ellos. [19]

Durante la investigación de campo se verifico los datos geométricos de las vías y el estado en el que se encuentran las mismas, de igual forma sirvió para la elaboración del presupuesto referencial en el que se obtuvo precios actuales de distintas fuentes.

### **Investigación descriptiva**

Es una metodología de investigación que tiene como objetivo principal describir y analizar de manera objetiva y sistemática las características, comportamientos y fenómenos presentes en un determinado contexto. Esta metodología se enfoca en recolectar datos relevantes y describirlos de manera precisa, sin intervenir o manipular las variables del estudio. Al contar con este tipo de investigación se pudo analizar más detalladamente el estado en que se encuentra cada vía y con esto poder proponer el plan de mantenimiento describiendo el tipo de falla encontrado con su nivel de severidad y cantidad. [20]

Para la comprensión y guía en la elaboración de este proyecto se realizó el siguiente flujograma en el cual se explica las etapas que se llevaron a cabo para el cumplimiento de los objetivos





Una vez que se ha identificado la red de pavimento a intervenir, es necesario definir los "tramos" y "secciones" que la componen. Un tramo se refiere a una parte continua de la red de pavimento y puede estar dividido en una o más secciones. Estas secciones son subdivisiones del tramo y se utilizan para ejecutar las funciones de administración de pavimentos. [22]

### 2.2.1.1. Unidades de Muestra

La vía se divide en secciones o unidades de muestreo con dimensiones que se ajustan a los diferentes tipos de vía y capas de rodadura existentes.

Según las especificaciones para carreteras con capa de rodadura asfáltica y un ancho menor que 7.30 m, el área de la unidad de muestreo debe estar entre  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$ . En la Tabla 1 se proporcionan algunas relaciones de longitud-ancho de calzada pavimentada que pueden ser útiles para determinar las dimensiones de las secciones o unidades de muestreo. [21]

*Tabla 1: Longitudes De Unidades De Muestreo*

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	32.5

*Fuente: Código ASTM D6433-03 (PCI-Pavement Condition Index)*

En la "Evaluación De Una Red vial", puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

### 2.2.1.2. Longitud de la muestra (L)

Para llevar a cabo el estudio de campo, se debe dividirse en longitudes de muestras [21]:

$$L = \frac{A}{Av}$$

*Ecuación 1*

Donde:

A: Área de la unidad de muestreo

L: Longitud de la unidad de muestreo

Av: Ancho promedio del carril

### 2.2.1.3. Número mínimo de muestras (n)

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico y de 15 para pavimentos rígidos [21]:

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

*Ecuación 2*

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo.

e: Error admisible en el PCI (e = 5%)

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI

### 2.2.1.4. Número máximo de muestras (N)

$$N = \frac{Lt}{L}$$

*Ecuación 3*

Donde:

Lt: Longitud de la vía

L: Longitud de la muestra

N: Número máximo de muestras

### 2.2.1.5. Área de tramo (A)

Para determinar el área de la unidad de muestreo se utiliza la siguiente formula [21]:

$$A = L * Av$$

*Ecuación 4*

Donde:

A: Área de la unidad de muestreo

L: Longitud de la muestra

$A_v$ : Ancho promedio del carril

#### **2.2.1.6. Intervalo de muestreo**

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) [21]:

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

*Ecuación 5*

Donde:

$i$ : intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior

$N$ : número total de unidades de muestreo disponible

$n$ : número mínimo de unidades para evaluar

#### **2.2.1.7. Longitud de la vía ( $L_t$ )**

La longitud de la vía se define como la distancia del tramo en estudio y la longitud de este será la que se tome para realizar los cálculos posteriores relacionados con deflexiones. [21]

#### **2.2.1.8. Ancho promedio de la vía ( $A_n$ )**

El ancho de la vía se define como la longitud transversal de los carriles en varios puntos de los tramos de una vía y sacando un promedio se obtiene el ancho promedio de la misma. [21]

#### **2.2.1.9. Desviación estándar del PCI ( $\sigma$ )**

Desviación estándar del PCI al realizar la inspección inicial se asume que la desviación estándar es 10 para pavimento de capas asfálticas y 15 para pavimentos de concreto, este dato nos sirve para posteriormente calcular el número mínimo de unidades de muestra. [21]

$$\sigma = \sqrt{\frac{(Dm - Do)^2}{(n - 1)}}$$

*Ecuación 6*

#### **2.2.1.10. Error admisible estimado para el PCI (e)**

Según la norma ATMS 6433-03 el error admisible en el cálculo del PCI de la sección, comúnmente se toma e=5% debido a que es el rango más aceptable. [21]

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

Según la norma ASTM 6433-03 existen 19 tipos de fallas en los pavimentos flexibles las cuales se clasifican según su nivel de severidad.

#### **Nivel de severidad de las fallas en pavimentos flexibles**

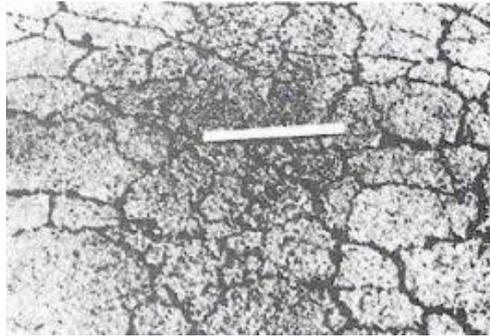
- **LOW – BAJO (L):** No causan incomodidad al usuario al momento de atravesarlas, no son significativas, por lo tanto, no es necesaria la reducción de velocidad del vehículo. [21]
- **MEDIUM – MEDIO (M):** Causan incomodidad y vibraciones significativas al usuario al momento de atravesarlas por lo que es necesaria una reducción de velocidad del vehículo. [21]
- **HIGH – ALTO (H):** Causan incomodidad y vibraciones excesivas al usuario de tal manera que se debe reducir significativamente la velocidad del vehículo. [21]

**Las fallas que se presentan son las siguientes:**

#### **Piel de Cocodrilo**

Es un tipo de agrietamiento interconectado en la superficie de un pavimento de concreto asfáltico, causado por fallas de fatiga debido a cargas repetidas de tráfico. Su apariencia característica se asemeja a la piel de un cocodrilo, con grietas longitudinales que se conectan y forman ángulos rectos. Es importante abordar este tipo de agrietamiento para mantener la integridad y durabilidad del pavimento. [22]

**Figura 2:** Piel De Cocodrilo



*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Exudación o Sangrado**

Exceso de cemento asfáltico o alquitrán en la mezcla: Cuando se agrega una cantidad excesiva de cemento asfáltico o alquitrán durante la producción de la mezcla asfáltica, puede ocurrir una sobre saturación del material en la superficie, lo que resulta en la exudación. [22]

**Figura 3:** Exudación



*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Agrietamiento en Bloque**

A diferencia de otros tipos de grietas, las "grietas en bloque" no están directamente asociadas con cargas de tráfico, sino que son el resultado de las tensiones y contracciones que experimenta el pavimento debido a cambios de temperatura. Durante el ciclo diario de calentamiento y enfriamiento, el concreto asfáltico se expande y se contrae, lo que puede generar tensiones en el pavimento. Con el tiempo, estas tensiones pueden provocar la formación de grietas en forma de bloques. [22]

**Figura 4:** Agrietamiento en bloque



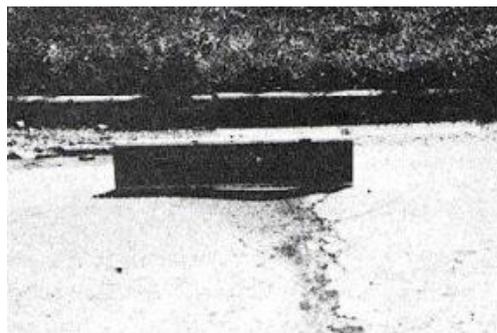
*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Bombeo y Hundimiento**

Los "bombeos" son desplazamientos pequeños y localizados hacia arriba de la superficie pavimentada. A diferencia de los "empellones", que son movimientos repentinos y más pronunciados, los "bombeos" son causados por diferentes factores, como asentamiento diferencial y efecto de cargas. [22]

Los "hundimientos" son desplazamientos pequeños y abruptos hacia abajo de la superficie pavimentada, lo que resulta en depresiones o protuberancias en el pavimento. Estos desplazamientos pueden ser causados por asentamiento del suelo, falta de compactación, problemas de drenaje o efecto de cargas pesadas. [22]

**Figura 5:** bombeo y hundimiento

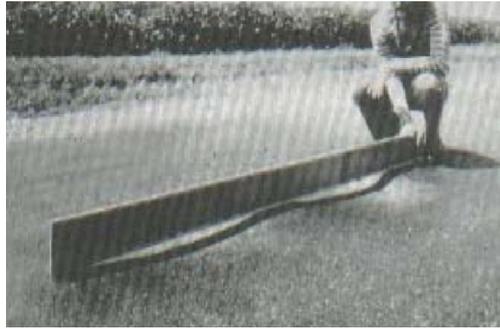


*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Corrugación**

Es una anomalía que se caracteriza por la presencia de lomos espaciados en el pavimento, que forman ondas perpendiculares a la dirección del tráfico. Estos lomos u ondas ocurren a intervalos regulares, generalmente menores a 10 pies (3 m) a lo largo del pavimento. [22]

**Figura 6:** corrugación

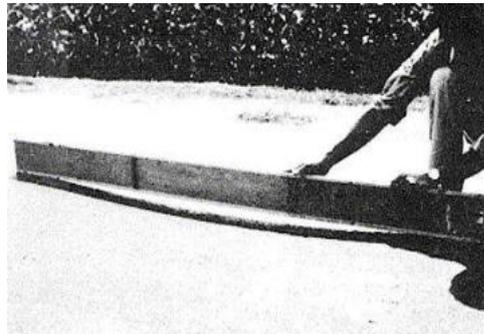


*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Depresiones**

Las depresiones son áreas de la superficie del pavimento que presentan una elevación ligeramente más baja. Estas depresiones pueden no ser notorias hasta después de una lluvia, cuando el agua estancada crea charcos. Las causas de las depresiones pueden variar y van desde el asentamiento diferencial hasta la erosión y el daño por carga. [22]

**Figura 7:** Depresiones



*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Agrietamiento de Borde**

Son grietas que se desarrollan de forma paralela al borde del pavimento, generalmente en un rango de 1 a 2 pies (0.3 m a 0.6 m) de distancia desde el borde. Estas grietas son una anomalía común en los pavimentos y su formación puede ser acelerada por las cargas del tráfico. [22]

**Figura 8:** Agrietamiento DE Borde



*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Agrietamiento Reflejo de Juntas**

Son un tipo específico de grietas que ocurren en pavimentos asfálticos construidos sobre losas de concreto de cemento. Estas grietas son diferentes de las grietas de borde u otras grietas que pueden ocurrir en diferentes tipos de bases, los cambios de temperatura y la expansión y contracción resultantes pueden causar tensiones en la superficie asfáltica, lo que lleva a la formación de estas grietas. [22]

**Figura 9:** Agrietamiento Reflejo De Juntas

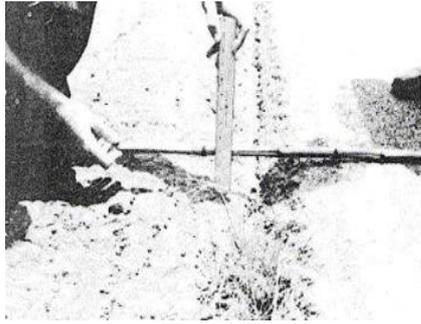


*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Caída Externa de Vía/Hombrera**

Es el desnivel que existe entre el pavimento y la hombrera, debido asentamiento de la hombrera o por no construir el camino ajustándolo al nivel de la hombrera. [22]

**Figura 10:** Caida Externa De Via/Hombrera



*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Agrietamiento Longitudinal y Transversal**

Las longitudinales van en paralelo al eje del pavimento o en sentido del flujo vehicular por otro lado las transversales pasan por el eje del pavimento aproximadamente en ángulos rectos. [22]

**Figura 11:** Agrietamiento Longitudinal Y Transversal



*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Parchados**

Es una parte del pavimento que ya fue dada mantenimiento, remplazada por un nuevo material. [22]

**Figura 12:** Parchado

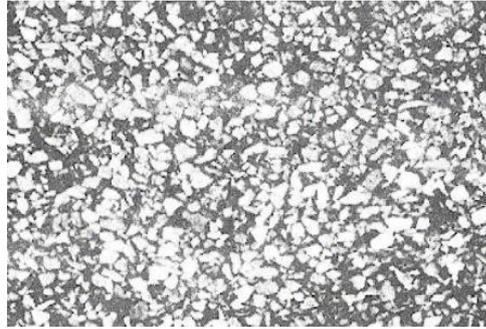


*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Agregados Pulidos**

El agregado en la superficie del pavimento se vuelve liso al contacto con la mano y la adherencia con las llantas de los vehículos se reduce considerablemente, es causado por la acción repetitiva del tráfico sobre la superficie del pavimento. [22]

*Figura 13: Agregados Pulidos*



*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Baches**

Los baches son el resultado de la abrasión causada por el tráfico vehicular. Con el tiempo, el pavimento comienza a perder pequeñas piezas debido a esta acción de desgaste, lo que lleva a un deterioro adicional del pavimento. Esto puede ser causado por una mezcla superficial deficiente, áreas débiles en la base o subbase del pavimento, o por no haber tratado adecuadamente las grietas tipo "piel de cocodrilo" de alta severidad. [22]

*Figura 14: Baches*



*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Cruce de Ferrocarril**

En el cruce de ferrocarril se producen bombeos o depresiones alrededor de las vías.

**Figura 15:** Cruce De Ferrocarril

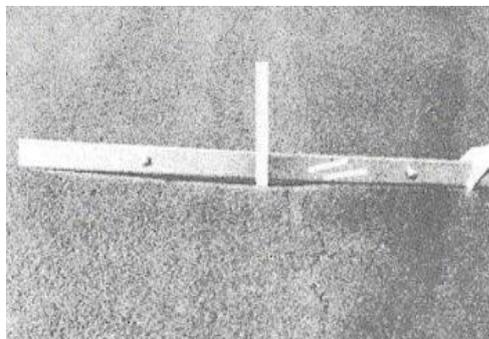


*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Ruteo**

El ruteo es provocado principalmente por la consolidación o los movimientos laterales de los materiales del pavimento debido a la carga del tráfico. A medida que los vehículos pasan repetidamente por una determinada área del pavimento, se ejerce presión sobre los materiales subyacentes, lo que puede provocar su compactación o desplazamiento lateral. Esto a su vez resulta en una depresión superficial en la ruta de la rueda. [22]

**Figura 16:** RUTEO

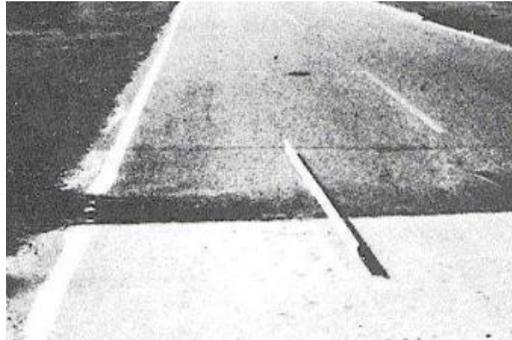


*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Empellones**

Suele ocurrir en pavimentos que están compuestos por mezclas inestables de asfalto líquido. Estas mezclas pueden carecer de la estabilidad necesaria para soportar las cargas del tráfico, lo que conduce a un desplazamiento y deformación de la superficie pavimentada. [22]

**Figura 17:** Empellones



*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Agrietamiento Media Luna**

Son grietas que presentan una forma curva similar a una media luna. Estas grietas se producen cuando las ruedas de los vehículos frenan o giran, lo que genera deslizamiento o deformación en la superficie del pavimento. [22]

**Figura 18:** Agrietamiento Media Luna



*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Protuberancia**

Es una anomalía en la superficie del pavimento que se caracteriza por una elevación gradual y alargada de más de 10 pies (3 metros) de longitud. En esta anomalía, la superficie del pavimento presenta una especie de joroba hacia arriba, que puede estar acompañada por grietas en la superficie. [22]

**Figura 19:** *Protuberancia*



*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

### **Desprendimiento de Agregados o Intemperismo**

Es una anomalía en la superficie del pavimento que se produce cuando hay una pérdida de adherencia del asfalto o alquitrán que recubre el pavimento, lo que resulta en el desalojo de las partículas de agregado que conforman la capa superficial. Esta anomalía puede ser indicativa de una serie de problemas, como el endurecimiento del asfalto, una mala calidad de mezcla o la presencia de derrames de combustible. [22]

**Figura 20:** *Intemperismo*



*Fuente: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

#### **2.2.1.12. Cálculo del PCI**

##### **Paso 1: Determinar los valores deducidos**

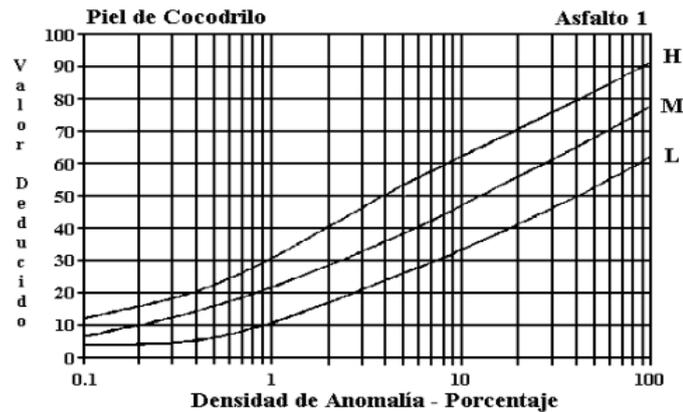
- Se sumó todos los totales de cada tipo de anomalía presentada según su nivel de severidad respetando sus unidades. [22]
- Se dividió la cantidad de cada tipo de falla para el área total de la unidad de prueba, luego multiplicar por 100 para obtener la densidad en porcentaje. [22]

$$\text{Densidad \%} = \frac{\text{Área total de la falla}}{\text{Área de la unidad de muestreo}} * 100$$

Ecuación 7

- Se determinó el valor deducido para cada tipo de anomalía con su nivel de severidad con la ayuda de los ábacos de la norma Astm 6433-03. [22]

**Figura 21:** Curva Deducida De Pavimento Para Anomalía Piel De Cocodrilo



*Fuente:* Código ASTM D6433-03 (PCI-Pavement Condition Index)

### Paso 2: Determinación del número máximo aceptable de deducción (m)

- Si al calcular el valor deducido solo uno o ninguno es >2 se toma este para el cálculo del PCI, en caso de no cumplirse esa condición se debe seguir los siguientes pasos. [22]
- Se ordenó de forma descendiente los valores deducidos de cada anomalía
- Se determinó el numero aceptable de deducciones con la fórmula [22]:

$$mi = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$$

Ecuación 8

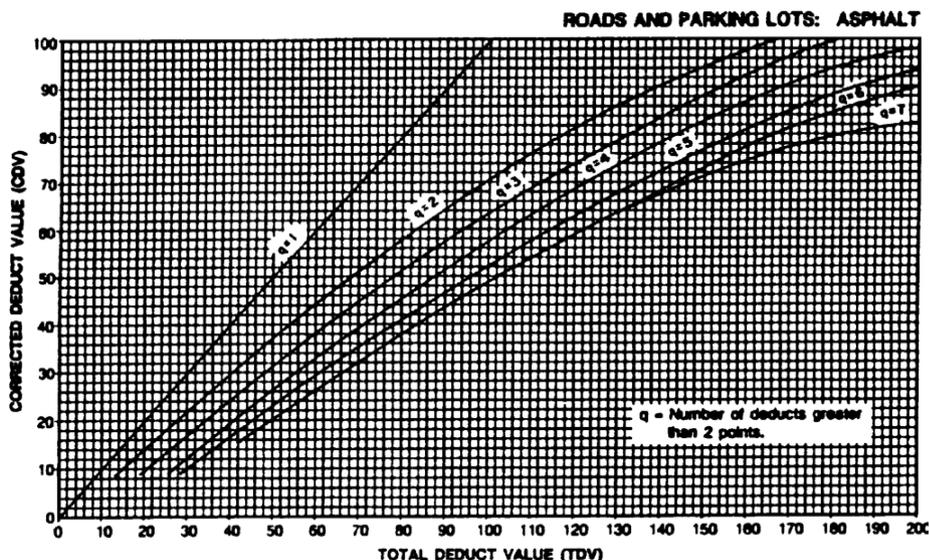
Donde:

mi= número aceptable de deducciones

### Paso 3: Determinación del Valor deducido Máximo Compensado (CDV)

- Con los sumatorios totales se entra al Abaco siguiente para determinar el valor Deducido Corregido (CDV). [22]
- El máximo CDV es el valor más grande de CDV determinados. [22]

Figura 22: Curvas De Corrección Para Pavimentos De Concreto Asfáltico



Fuente: Código ASTM D6433-03 (PCI-Pavement Condition Index)

#### Paso 4: Obtener el PCI

El PCI se calculó restando de 100 el valor máximo de CDV

Tabla 2: Clasificación según el PCI

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

Fuente: Código ASTM D6433-03 (PCI-Pavement Condition Index)

### ETAPA 2: Deflexiones Viga de Benkelman

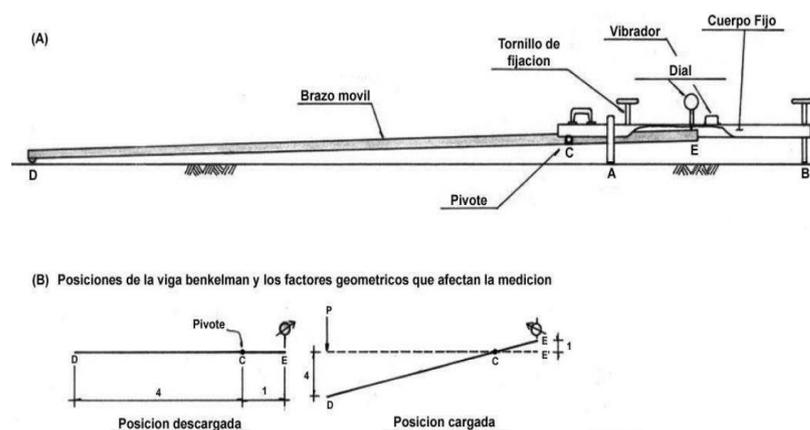
#### 2.2.2. Medida de deflexiones Viga Benkelman

La viga Benkelman fue desarrollada por el Dr. A.C. Benkelman en Estados Unidos, es una herramienta práctica y precisa para medir la deformación elástica de los pavimentos flexibles y resulta muy útil para el diseño, la construcción y el mantenimiento de sus estructuras. Mediante una investigación Bibliográfica se clasifico los datos obtenidos para conocer el tipo de deflexión que tiene el pavimento asfáltico de la red vial intercantonal.

La viga Benkelman es una herramienta valiosa para evaluar la estructura de superficies asfálticas, ya que permite medir las deflexiones a diferentes distancias. Para realizar estas mediciones, se requiere aplicar una carga de 18000 lb, proveniente de las llantas dobles del eje trasero de un camión de configuración simple. Estas deflexiones se registran en un punto de referencia inicial y en cada distancia a medida que el camión avanza, lo que permite obtener una curva de deflexiones. [23]

El deflectómetro Benkelman funciona según el principio de la palanca. Es un instrumento completamente mecánico y de diseño simple. Según se esquematiza en la figura 22, la viga consta esencialmente de dos partes: (1) Un cuerpo de sostén que se sitúa directamente sobre el terreno mediante tres apoyos (dos delanteros fijos "A" y uno trasero regulable "B") y (2) Un brazo móvil acoplado al cuerpo fijo mediante una articulación de giro o pivote "C", uno de cuyos extremos apoya sobre el terreno (punto "D") y el otro se encuentra en contacto sensible con el vástago de un micrómetro de movimiento vertical (punto "E"). Adicionalmente el equipo posee un vibrador incorporado que, al ser accionado, durante la realización de los ensayos, evita que el indicador del dial se trabe y/o que cualquier interferencia exterior afecte las lecturas. [24]

**Figura 23:** Viga Benkelman



**Fuente:** *Manual de Carreteras: Ensayo de Materiales*, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

### Calculo de deflexiones Viga Benkelman

Para la viga de Benkelman se deben fijar puntos a 0,25, 0,50, 1,0, 5,0 y 8,0 m. A una distancia de 0 m, se activa el tensiómetro, se pone a cero la escala y, desplazándose

muy lentamente, se utiliza una barra fijada en la parte trasera del carro para determinar la primera y la segunda marca adicionales, y tomar medidas cuando el carro se ha alejado tanto del punto de partida de la prueba que el reloj comparador ya no se mueve. [25]

El punto de referencia desde el borde del pavimento deberá ser marcado a una distancia especificada en la siguiente tabla:

**Tabla 3:** Ubicación del punto de ensayo

Ancho del Carril (m)	Distancia desde el borde del pavimento (m)
2,70	0,45
3,00	0,60
3,30	0,75
3,60 o mas	0,90

*Fuente: INVIAS (2012)*

Para medir la temperatura del pavimento se realiza un orificio de 40 a 50 mm de profundidad y 10 mm de diámetro, sobre el eje de la vía este se lo llena de glicerina o aceite por lómenos 10 minutos antes de iniciar el ensayo y se lee la temperatura antes de colocar el camión. Esta temperatura debe estar en un rango de 5°C a 35 °C. [26]

Una vez realizado el ensayo de la viga Benkelman se realizó varias correcciones que están estipuladas en la normativa las cuales son las siguientes:

#### **2.2.2.1. Corrección por el brazo con relación 1:2**

La primera corrección en relación 1:2 que corrige el brazo de la viga al momento de ejecutar el ensayo en campo por ello se lo realiza de la siguiente manera [27]:

$$D = RB * (Df - Do)$$

*Ecuación 10*

Donde:

D: Deflexión corregida

RB: Relación brazo – viga

Df: Deflexión Final

Do: Deflexión inicial

### 2.2.2.2. Corrección de las deflexiones por temperatura

Debido a los cambios de temperatura al momento de realizar el ensayo se pueden presentar variaciones por ello se realiza una corrección utilizando una temperatura estándar de 20 °C. [27]:

$$D_{20\text{ C}} = \frac{D_0}{0.001 * (t - 20\text{ C}) * (h) + 1}$$

Dónde:

*Ecuación 11*

$D_{20\text{ C}}$  : Deflexión corregida por temperatura

$D_0$  : Deflexión inicial corregida por brazo 1:2

$t$ : Temperatura en sitio

$h$ : Espesor de la carpeta asfáltica

### 2.2.2.3. Corrección por estacionalidad

Para calcular la corrección por estacionalidad se debe tener en cuenta las deflexiones por temperatura y el “Factor por estacionalidad” que según CONREVIAl se utilizó los factores de la siguiente tabla dependiendo el tipo de suelo. [27]

**Tabla 4:** Factores de corrección

TIPO DE SUELO (SUBRASANTE)	ESTACIÓN LLUVIOSA	ESTACIÓN SECA
Arenosa - permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcillosa - sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

*Fuente: CONREVIAl, 2014*

Formula e emplearse para realizar la corrección por estacionalidad:

$$D = 1.2 * D_{20\text{ C}}$$

*Ecuación 12*

Donde:

$D$ : Deflexión corregida por estacionalidad

$D_{20\text{ C}}$  : Deflexión inicial corregida por temperatura

#### 2.2.2.4. Radio de curvatura

Se tomó en cuenta las correcciones por estacionalidad iniciales y sus valores en la posición de  $D_0$  y  $D_{25}$ . Este radio de curvatura establece una relación entre deflexiones y comportamiento del pavimento [27]:

$$Rc = \frac{3125}{D_o - D_{25}}$$

*Ecuación 13*

Donde:

Rc: Radio de curvatura (m)

$D_o$  : Deflexión máxima a los 0 metros.

$D_{25}$ : Deflexión a los 0.25 metros.

#### 2.2.2.5. Desviación estándar

Calculo previo a obtener la deflexión característica con la siguiente formula [27]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{(n - 1)}}$$

*Ecuación 14*

Donde:

$\sigma$ : Desviación estándar

$D_i$ : Deflexión máxima corregida

$\bar{D}$ : Deflexión media

$n$ : Número de datos

#### 2.2.2.6. Deflexión Característica

Una vez obtenidos los datos se procede a seleccionar el tipo de deflexión característica a utilizar esto en base al valor de diseño que para todas las vías será al **95%** y un valor de extensión del pavimento de **5**, datos obtenidos del método CONREVIAL [27]:

**Tabla 5:** Deflexión característica

VALOR DE DISEÑO (%)	DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA $D_c$	EXTENSIÓN DEL PAVIMENTO $\bar{D} > D_c$
50	$\bar{D}$	50
75	$\bar{D} + 0.674 * \sigma$	25
85	$\bar{D} + \sigma$	15
90	$\bar{D} + 1.3 * \sigma$	10
<b>95</b>	<b><math>\bar{D} + 1.645 * \sigma</math></b>	<b>5</b>
98	$\bar{D} + 2 * \sigma$	2
99	$\bar{D} + 2.33 * \sigma$	1
99.9	$\bar{D} + 3 * \sigma$	0.1

Fuente: CONREVIAl, 2014

Ecuación para el cálculo de la deflexión característica [27]:

$$D_c = \bar{D} + 1.645 * \sigma$$

Ecuación 15

Donde:

$\sigma$ : Desviación estándar

$\bar{D}$ : Deflexión media

$D_c$ : Deflexión característica

### 2.2.2.7.Ejes Equivalentes

Para la obtención del número de ejes equivalentes mediante una investigación bibliográfica de los proyectos realizados en cada vía se agrupó la información del conteo vehicular, datos del Trafico promedio diario anual actual (TPDA) para cada tipo de vehículo y Trafico Futuro, con lo que se obtuvo el número de ejes equivalentes para cada vía.

$$W_{18} = ((\sum_{i=1}^n FD * TPDA) * 365) * Fd * DI$$

Donde:

$W_{18}$ : Valor de los ejes equivalentes

FD: Factor de daño

TPDA: Tráfico promedio diario anual de diseño con periodo de 20 años.

Fd: Factor de distribución direccional

DI: Porcentaje de  $W_{18}$  en carril DI

#### **2.2.2.8. Deflexión Admisible:**

Empleando la siguiente ecuación y el dato de ejes equivalentes calculado anteriormente se calcula la deflexión admisible. [27]:

$$D_{adm} = \left( \frac{1.15}{W_{18}} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

Dónde:

Ecuación 16

$D_{adm}$ : Deflexión admisible en millones

$W_{18}$ : Número de ejes equivalentes

#### **2.2.2.9. Deflexión Crítica:**

Se calcula la deflexión crítica por medio de la ecuación presentada a continuación [27]:

$$D_{cr} = \left( \frac{1.9}{W_{18}} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

Dónde:

Ecuación 17

$D_{cr}$ : Deflexión crítica en millones

$W_{18}$ : Número de ejes equivalentes

#### **2.2.2.10. Tipos de deflexiones**

Con los datos obtenidos del radio de curvatura, deflexión crítica y deflexión admisible se obtuvo el tipo de deflexión que se presenta en el pavimento.

**Tabla 6:** Tipos de Deflexiones

Tipo De Deflexión	Comportamiento De La Subrasante	Comportamiento Del Pavimento
Tipo I	Bueno $D_c < D_a$	Bueno $R_c > 100$
Tipo II	Malo $D_c > D_a$	Bueno $R_c > 100$
Tipo III	Bueno $D_c < D_a$	Malo $R_c < 100$
Tipo IV	Malo $D_c > D_a$	Malo $R_c < 100$

*Fuente: CONREVIAl 2014*

**Tipo I:** Este patrón de deflexión exhibe un radio de curvatura moderado y una deflexión mínima, lo que indica un rendimiento estructural satisfactorio de la base de la carretera y del pavimento. Esto se atribuye al hecho de que el pavimento se mantiene en un estado de deterioro periódico y la subrasante cuenta con materiales de alta calidad según los requisitos establecidos. [27]

**Tipo II:** Este tipo de deformación presenta un radio de curvatura moderado y una deflexión significativa, lo que resulta en un comportamiento estructural deficiente de la base de la carretera, pero un buen comportamiento estructural del pavimento. Esto se debe a la falta de calidad en algunos materiales de la subrasante, a pesar de que la capa de pavimento suele sufrir deterioro periódico. [27]

**Tipo III:** Estos patrones de deformación revelan un pavimento con un comportamiento estructural deficiente, caracterizado por un radio de curvatura reducido y una deflexión mínima. Esto se debe a que el pavimento presenta un espesor insuficiente o un deterioro significativo en la capa, lo cual hace que no cumpla con los estándares de calidad requeridos, como la granulometría, la compactación o el CBR. [27]

**Tipo IV:** Esta configuración de deformación evidencia un rendimiento estructural deficiente tanto en el pavimento como en el recubrimiento debido a un radio de curvatura reducido y una deflexión elevada. Esto se atribuye a diversos factores, como un espesor insuficiente en la capa de pavimento, un deterioro significativo de dicha

capa, valores bajos de CBR en el material de base, una compactación deficiente y un drenaje insuficiente. [27]

### **ETAPA 3: Plan de Mantenimiento Vial**

Para el desarrollo del plan de mantenimiento vial se utilizó un tipo de investigación descriptiva con la cual se analizó los datos obtenidos del ensayo PCI según los tipos de fallas que se presentan con su nivel de severidad para su respectivo mantenimiento. Con los Datos obtenidos del PCI se determinó el tipo de intervención que debe tener cada vía mediante la siguiente tabla la cual según la norma ASTM 6433-03 se divide en Mantenimiento Rutinario, Mantenimiento Periódico, Rehabilitación y Reconstrucción.

*Tabla 7: Intervención Según El PCI*

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Intervención</b>
100 – 86	Muy Bueno	Mantenimiento Rutinario
85 – 56	Regular	Mantenimiento Periódico
55 – 25	Malo	Rehabilitación
0 - 25	Fallado	Reconstrucción

*Fuente: Código ASTM D6433-03 (PCI-Pavement Condition Index)*

#### **2.2.3. Mantenimiento Rutinario**

Reparación localizada de pequeños defectos en la superficie de rodadura, en la nivelación de la misma y de las bermas, en el mantenimiento regular de los sistemas de drenaje (zanjas, cunetas, alcantarillas, etc.), de los taludes laterales, de los bordes y otros elementos accesorios de las vías; en el control del polvo y de la vegetación, la limpieza de las zonas de descanso y de los dispositivos de señalización. Se aplica con regularidad una o más veces al año, dependiendo de las condiciones específicas de la vía. [28]

El mantenimiento rutinario es aquel que se realiza de manera anticipada con el fin de prevenir el surgimiento de daños, por ello también se considera un tipo de mantenimiento preventivo, que, con la ejecución de tareas establecidas, estos trabajos extienden la vida útil de la infraestructura vial. [28]

##### **2.2.3.1. Procedimiento para mantenimiento Rutinario**

###### **Bacheo:**

- Demarcación del área de la superficie de carpeta asfáltica deteriorado.

- Corte del Área afectada
- Limpieza y desalo del material
- Compactación
- Riego de imprimación.
- Colocación de mezcla asfáltica en caliente.
- Compactación del área que se realizó el bacheo.

#### **Sellado de grietas:**

- Instalar señales de prevención y dispositivos de seguridad para prevenir accidentes.
- Limpieza de fisuras
- Las fisuras cuyo ancho sea superior a 20 mm se considerarán grietas y deberán ser limpiadas de todo material suelto y extraño en una profundidad, cuando menos, igual a su ancho. [29]
- Por ningún motivo se permitirá el empleo de barras, cinceles o equipos neumáticos de percusión que puedan afectar la mezcla asfáltica como tampoco solventes que puedan disolver el asfalto o degradar o transportar los elementos contaminantes hacia el fondo de la fisura e impedir la adecuada adherencia del material sellante. [29]
- El material sellante deberá ser colocado dentro de la fisura o grieta en un término no mayor de 2 minutos desde que la lanza de aire caliente haya pasado por las fisuras, grietas, y sus superficies aledañas. [29]

#### **2.2.4. Mantenimiento Periódico**

El mantenimiento es una serie de acciones que generalmente se llevan a cabo durante un periodo de un año o más para prevenir la aparición o el deterioro de defectos importantes, mantener las propiedades de la superficie de la carretera, preservar la integridad estructural de la carretera, reparar algunos daños en la estructura de rodadura, prevenir el deterioro prematuro de los daños de la carretera y evitar el empeoramiento de los defectos existentes, como baches, grietas, hundimientos y deformaciones. El objetivo es evitar el deterioro del estado del pavimento asfáltico, mantener el rendimiento de la superficie de la carretera en servicio, preservar su integridad y reparar los defectos importantes. [30]

#### **2.2.4.1.Procedimiento para mantenimiento Periódico**

Para este tipo de mantenimiento de igual forma se realizan trabajo de bacheo sellado de grietas, sellos asfálticos los cuales se ejecutan al transcurrir un año de la vida útil del pavimento para conservar su estructura. [30]

#### **Sellos asfálticos:**

El sellado asfáltico es el recubrimiento de superficies flexibles de carreteras con un riego bituminoso, ya sea solo o en combinación con áridos. El objetivo de esta actividad es proteger las pequeñas grietas y fisuras de la superficie de la carretera en una fase temprana y evitar que se deterioren y se conviertan en otro tipo de defectos. También restablece el estado superficial de las calzadas pulidas, lo que contribuye a un tráfico de vehículos fluido, seguro y rápido. Existen los siguientes tipos de selladores: tratamiento superficial simple, selladores asfálticos de arena, esparcidores de emulsión y lechadas asfálticas. [30]

#### **2.2.5. Rehabilitación**

La rehabilitación incluye la eliminación de maleza y arbustos a ambos lados de la calzada y la reparación o reconstrucción de los sistemas de drenaje longitudinal y transversal existentes. [31] Además, se sustituyó todo el pavimento asfáltico dañado por un nuevo pavimento de hormigón asfáltico para restablecer la anchura de la carretera. La geometría de la carretera no se modificó y las obras se realizaron utilizando la base de la carretera existente, por lo que no se ocupó ninguna superficie de la calzada. [32]

##### **2.2.5.1.Procedimiento para Rehabilitación**

**Recapeo:** La operación consiste en colocar una capa de mezcla asfáltica en caliente sobre cualquier superficie existente ya sea pavimento flexible o rígido, previa reparación de las fallas presentes en el pavimento. Esto con el fin de realizar la rehabilitación o manteniendo de la vía. El espesor corresponderá a una mezcla compactada con precisión después de haberse realizado el estudio de tráfico. [32]

El objetivo es recuperar las condiciones estructurales y superficiales del pavimento, para alcanzar una adecuada circulación vehicular con seguridad, comodidad, rapidez y economía. [31]:

- Colocar señales de precaución garantizando la seguridad del personal y evitar congestiones vehiculares.
- Personal con el uniforme y medidas de seguridad adecuadas.
- Identificar las zonas a intervenir
- Adecuar la superficie a intervenir realizando trabajos de bacheo y sellado de grietas si se lo amerita.
- Limpieza de la superficie a recapear.
- En algunos casos se realiza un fresado hasta llegar a la profundidad estipulada en el contrato.
- Verificar que los equipos se encuentren en buen estado y revisar las condiciones climáticas (evitar la lluvia).
- Se aplica el riego de imprimación
- Colocación y compactación de la capa asfáltica de acuerdo a los estudios técnicos
- Limpieza del material sobrante.
- Retirar las señales de seguridad.

#### **2.2.6. Reconstrucción**

La reconstrucción es la actividad necesaria para devolver a la estructura de pavimento las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se construyó, así como su nivel de servicio en términos de seguridad y comodidad, consiste en la remoción de capas y el reemplazo parcial o total del pavimento, para mejorar su capacidad estructural, adaptándolo a las necesidades del tránsito futuro. [33]

##### **2.2.6.1. Procedimiento para Reconstrucción**

El procedimiento de diseño consiste en escoger una adecuada combinación de espesores de capas y características de materiales para que los esfuerzos y deformaciones causados por las sollicitaciones a que se somete la estructura, permanezcan dentro de los límites admisibles durante la vida útil de la estructura que están constituyendo, el diseño se lo realiza según la norma AASHTO 93. [33]

##### **2.2.7. Mantenimiento según el tipo de falla**

En las siguientes tablas se presenta el mantenimiento que se debe aplicar según el tipo de falla y severidad de la misma:

**Tabla 8:** Mantenimiento para cada tipo de falla según su nivel de severidad parte 1

Tipo de falla	u	S	Mantenimiento
Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	L	No hacer nada, Sello Superficial
Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	M	Parchado parcial o completo, Reconstrucción
Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	H	Parchado parcial o completo, Reconstrucción
Exudación o Sangrado	m <sup>2</sup>	L	No haga nada.
Exudación o Sangrado	m <sup>2</sup>	M	Aplique arena / agregado y rodillo
Exudación o Sangrado	m <sup>2</sup>	H	Aplique arena / agregado y rodillo
Agrietamiento en Bloque	m <sup>2</sup>	L	Sellar grietas sobre 1/8 pulgadas (3.2 mm); Sello Superficial
Agrietamiento en Bloque	m <sup>2</sup>	M	Sellar grietas; Reciclar superficie; Escarificar en caliente y recubrir
Agrietamiento en Bloque	m <sup>2</sup>	H	Sellar grietas; Reciclar superficie; Escarificar en caliente y recubrir
Abultamientos y hundimientos	m <sup>2</sup>	L	No haga nada.
Abultamientos y hundimientos	m <sup>2</sup>	M	Molido en frío (Cold mill); Parchado longitudinal superficial, parcial o totalmente.
Abultamientos y hundimientos	m <sup>2</sup>	H	Molido en frío (Cold mill); Parchado longitudinal superficial, parcial o totalmente.
Corrugación	m <sup>2</sup>	L	No haga nada.
Corrugación	m <sup>2</sup>	M	Reconstrucción
Corrugación	m <sup>2</sup>	H	Reconstrucción
Depresión	m <sup>2</sup>	L	No haga nada.
Depresión	m <sup>2</sup>	M	Parchado profundo superficial, parcial o total.
Depresión	m <sup>2</sup>	H	Parchado profundo superficial, parcial o total.
Grieta de Borde	m	L	No haga nada; Sellar las grietas mayores a 1/8 pulgadas (3 mm).
Grieta de Borde	m	M	Sellado de grietas; Parchado profundo parcial.
Grieta de Borde	m	H	Parchado profundo parcial.
Grieta de reflexión de junta	m	L	Sellado de grietas mayores a 1/8 pulgadas (3 mm)
Grieta de reflexión de junta	m	M	Sellado de grietas; Parchado profundo parcial
Grieta de reflexión de junta	m	H	Parchado profundo parcial; Reconstrucción de Juntas
Berma/ caída externa de vía	m	L	Rellenar las hombreras hasta emparejar con el borde del pavimento
Berma/ caída externa de vía	m	M	Rellenar las hombreras hasta emparejar con el borde del pavimento
Berma/ caída externa de vía	m	H	Rellenar las hombreras hasta emparejar con el borde del pavimento
longitudinales y transversales	m	L	No haga nada; Sellado de grietas mayores a 1/8 pulgadas (3 mm)

*Autor: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

**Tabla 9:** Mantenimiento para cada tipo de falla según su nivel de severidad parte 2

<b>Tipo de falla</b>	<b>u</b>	<b>S</b>	<b>Mantenimiento</b>
<b>longitudinales y transversales</b>	<b>m</b>	<b>M</b>	Sellado de grietas
<b>longitudinales y transversales</b>	<b>m</b>	<b>H</b>	Sellado de grietas; Parchado profundo parcial
<b>Parcheo</b>	<b>m2</b>	<b>L</b>	No haga nada.
<b>Parcheo</b>	<b>m2</b>	<b>M</b>	No haga nada; Reemplazar el parchado.
<b>Parcheo</b>	<b>m2</b>	<b>H</b>	Reemplazar el parchado.
<b>Pulimiento de agregados</b>	<b>m2</b>	<b>L</b>	No haga nada; Tratamiento Superficial; Recubrimiento; Moler y recubrir
<b>Pulimiento de agregados</b>	<b>m2</b>	<b>M</b>	No haga nada; Tratamiento Superficial; Recubrimiento; Moler y recubrir
<b>Pulimiento de agregados</b>	<b>m2</b>	<b>H</b>	No haga nada; Tratamiento Superficial; Recubrimiento; Moler y recubrir
<b>Huecos</b>	<b>u</b>	<b>L</b>	No haga nada; Parchado profundo parcial o total.
<b>Huecos</b>	<b>u</b>	<b>M</b>	Parchado profundo parcial o total.
<b>Huecos</b>	<b>u</b>	<b>H</b>	Parchado profundo total.
<b>Cruce de vía férrea</b>	<b>m2</b>	<b>L</b>	No haga nada.
<b>Cruce de vía férrea</b>	<b>m2</b>	<b>M</b>	Parchado próximo y profundo, Superficial o Parcial; Reconstrucción del Cruce.
<b>Cruce de vía férrea</b>	<b>m2</b>	<b>H</b>	Parchado próximo y profundo, Superficial o Parcial; Reconstrucción del Cruce.
<b>Ahuellamiento</b>	<b>m2</b>	<b>L</b>	No haga nada; Moler y recubrir
<b>Ahuellamiento</b>	<b>m2</b>	<b>M</b>	Parchado profundo superficial, parcial o total; Moler y recubrir
<b>Ahuellamiento</b>	<b>m2</b>	<b>H</b>	Parchado profundo superficial, parcial o total; Moler y recubrir
<b>Desplazamiento</b>	<b>m2</b>	<b>L</b>	No haga nada; Moler.
<b>Desplazamiento</b>	<b>m2</b>	<b>M</b>	Moler; Parchado profundo parcial o total.
<b>Desplazamiento</b>	<b>m2</b>	<b>H</b>	Moler; Parchado profundo parcial o total.
<b>Grietas parabólicas</b>	<b>m2</b>	<b>L</b>	No haga nada; Parchado profundo parcial.
<b>Grietas parabólicas</b>	<b>m2</b>	<b>M</b>	Parchado profundo parcial.
<b>Grietas parabólicas</b>	<b>m2</b>	<b>H</b>	Parchado profundo parcial.
<b>Hinchamiento</b>	<b>m2</b>	<b>L</b>	No haga nada.
<b>Hinchamiento</b>	<b>m2</b>	<b>M</b>	No haga nada; Reconstrucción.
<b>Hinchamiento</b>	<b>m2</b>	<b>H</b>	Reconstrucción.
<b>Desprendimiento de Agregados</b>	<b>m2</b>	<b>L</b>	No haga nada; Sello Superficial; Tratamiento Superficial.
<b>Desprendimiento de Agregados</b>	<b>m2</b>	<b>M</b>	Sello Superficial; Tratamiento Superficial; Recubrimiento.
<b>Desprendimiento de Agregados</b>	<b>m2</b>	<b>H</b>	Tratamiento Superficial; Recubrimiento; Reciclaje; Reconstrucción.

*Autor: Manual Completo Diseño de Pavimentos (2019)*

## **ETAPA 4: Presupuesto Referencial y Especificaciones Técnicas**

### **2.2.8. Presupuesto Referencial**

Según la ley Orgánica Del Sistema Nacional de Contratación Pública (LOSNP) un presupuesto referencial según el Art. 6 es: “monto del objeto de contratación determinado por la Entidad Contratante al inicio de un proceso precontractual”; en el mismo documento en el Art 40 establece que: “Por presupuesto referencial del contrato se entenderá aquel que haya determinado la institución, dependencia, entidad u organismo interesados, a la fecha de inicio del proceso” [34]

Por otro lado, para la elaboración de un presupuesto referencial se debe tomar en cuenta varios factores tales como la ubicación del proyecto debido a que no es lo mismo realizar un proyecto en zonas rurales alejadas de la ciudad debido a que incrementarían costos en transporte y logística se tomaría en cuenta variaciones de los índices económicos, factores climáticos del sector que afecten en la ejecución de los trabajos y rendimientos del personal. [35]

#### **2.2.8.1.Elaboración de APUS**

Mediante el **método Bibliográfico y de campo** se investigó y cotizo precios actuales de todo el material necesario en la ejecución de un proyecto de mantenimiento vial según la necesidad de cada vía, se tomó precios referenciales, salarios mínimos y rendimientos de la revista de la cámara de la industria de la construcción (CAMICON) y de procesos de contratación Pública del Gobierno Provincial de Tungurahua.

Por último, se realizó una tabla agrupando el presupuesto referencial obtenido para cada tipo de mantenimiento a implementarse en cada vía.

### **2.2.9. Normativa Legal**

Existen gran variedad de normativas que nos ayudan a realizar controles de calidad tanto de materiales y equipos, así como también para realizar ensayos y tolerancias, para ello se realizó una recopilación de cada una de estas normas según los rubros de cada vía.

### **2.2.9.1.Especificaciones Técnicas**

Las Especificaciones Técnicas consisten en un conjunto de disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que se establecen para la ejecución del proyecto. Su objetivo es detallar las actividades que se llevarán a cabo en cada rubro de trabajo involucrado, así como establecer las normas técnicas que deben seguirse para cada uno de estos rubros. Además, se incluyen todas las normas necesarias para garantizar la obtención de los resultados deseados. [29]

Estas Especificaciones Deben cubrir por lo mínimo con los siguientes puntos. [29]:

**Definición:** Se describe de forma técnica el rubro.

**Equipo Mínimo:** En este apartado se detalla el equipo Mínimo para la ejecución de cada rubro, donde se debe detallar la marca y la capacidad con la que debe contar cada equipo.

**Mano de Obra Mínima:** Es el personal que va ejecutar cada trabajo, donde dependiendo la actividad se utilizara albañiles, peones, operadores de maquinaria, etc.

**Forma de pago:** Se detalla cómo será pagado, los precios serán los establecidos en el contrato que representan una compensación total por concepto de mano de obra, materiales, herramientas, equipo e imprevistos.

**Materiales:** Utilizados para ejecutar una tarea específica, donde se detalla el tipo, la calidad y normas que debe cumplir.

**Procedimiento de ejecución:** Se describe la forma de forma detallada como ejecutar el rubro.

**Medición:** Se detalla la unidad en la que se pagara cada rubro, por ejemplo, el fresado se paga por metro cubico.

Para el proyecto se utilizó las Especificaciones Generales Para La Construcción Para La Construcción De Caminos Y Puentes (MOP 2002) y la norma NEVI-12-MTOP Volumen 6 conservación vial. [29] [36]

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS VÍAS

##### 3.1.1. Geolocalización de las vías

Para las vías de estudio que conforman parte de la red intercantonal de la provincia de Tungurahua se ha tomado a consideración las coordenadas UTM WGS-84 pertenecientes a la zona 17 SUR de los puntos estratégicos donde empiezan y terminan dichas vías:

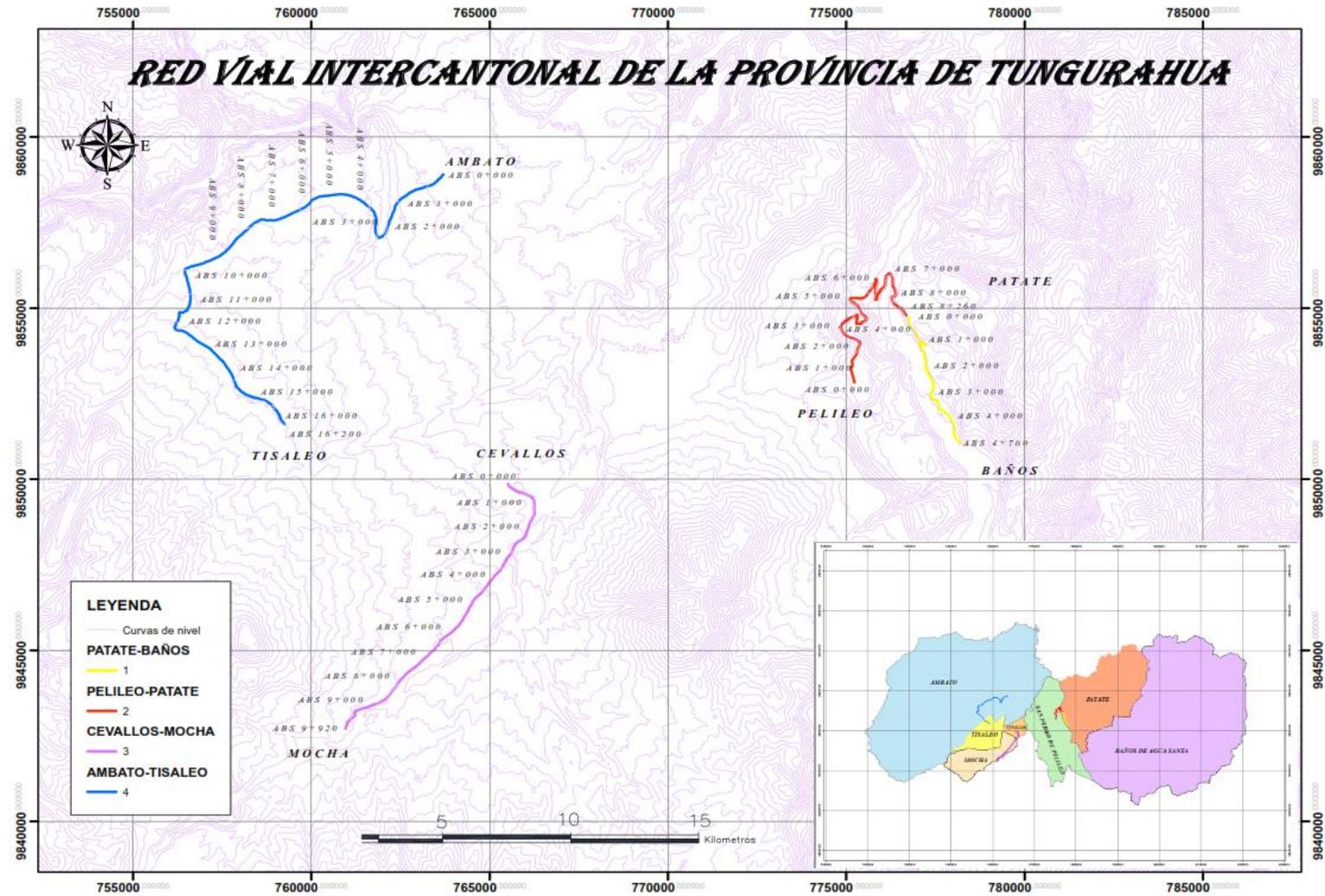
*Tabla 10: Coordenadas de las vías*

UBICACIÓN	ABSCISA	NORTE	ESTE
Patate-Baños	0+000	9854762,00	776749,00
Patate-Baños	4+700	9851033.86	778222.09
Pelileo-Patate	0+000	9852803,00	775250,00
Pelileo-Patate	8+260	9854753,00	776853,00
Cevallos-Mocha	0+000	9849886,00	765492,00
Cevallos-Mocha	9+920	9842800.2	761002,00
Ambato-Tisaleo	0+000	9858937,00	763669,00
Ambato-Tisaleo	16+200	9851463,00	759344,00

*Fuente: Autor*

A continuación, se muestra un plano general de las vías estudiadas el cual se realizó en el software ArcGIS 10:

Figura 24: Plano General de las vías



Fuente: Autor

### 3.1.2. Población de las vías

La población aledaña en la que influyen las vías se obtuvo del INEC:

*Tabla 11: Población en cada vía*

LOCALIDADES	POBLACION
Patate	13497
Baños	25000
Pelileo	56573
Cevallos	8163
Ambato	329856
Tisaleo	12137

*Fuente: INEC,2010*

### 3.1.3. Determinación de número de muestras de las vías

Se obtuvo para cada una de las vías según su ancho de calzada:

*Tabla 12: Datos de cada vía*

Ubicación	Abscisa	Ancho de la vía (An) (m)	Longitud de la vía (Lt) (m)
Patate - Baños	0+000 a 4+700	6.5	4700
Pelileo - Patate	0+000 a 2+085	9	2085
Pelileo - Patate	2+085 a 4+170	8	2085
Pelileo - Patate	4+170 a 8+260	9	4090
Cevallos - Mocha	0+000 a 2+120	7.3	2120
Cevallos - Mocha	2+120 a 4+960	7.3	2840
Cevallos - Mocha	4+960 a 7+460	7.8	2500
Cevallos - Mocha	7+460 a 9+480	7	2020
Cevallos - Mocha	9+480 a 9+920	8	431
Ambato-Tisaleo	0+000 a 3+200	6.5	3200
Ambato-Tisaleo	3+200 a 6+400	7.6	3200
Ambato-Tisaleo	6+400 a 9+600	7.5	3200
Ambato-Tisaleo	9+600 a 12+800	5	3200
Ambato-Tisaleo	12+800 a 16+200	7	3200

*Fuente: Autor*

### 3.1.4. Longitud de la unidad de Muestreo

En base al área de muestreo estipulada en la norma ASTM 6433-03 de  $230 \pm 93$  y que dicho valor es variable dependiendo la composición de la vía con el ancho del carril, se obtuvo la longitud de la unidad de muestreo que se presenta en la Tabla 12:

*Tabla 13: Resultados de Longitud de la muestra*

Ubicación	Abscisa	Longitud (m)
Patate - Baños	0+000 a 2+350	35
Patate - Baños	2+350 a 4+700	35.4
Pelileo - Patate	0+000 a 2+085	26
Pelileo - Patate	2+085 a 4+170	30
Pelileo - Patate	4+170 a 8+260	26
Cevallos - Mocha	0+000 a 2+120	31.5
Cevallos - Mocha	2+120 a 4+960	31.5
Cevallos - Mocha	4+960 a 7+460	35
Cevallos - Mocha	7+460 a 9+480	35
Cevallos - Mocha	9+480 a 9+920	35
Ambato-Tisaleo	0+000 a 3+200	20
Ambato-Tisaleo	3+200 a 6+400	22
Ambato-Tisaleo	6+400 a 9+600	25
Ambato-Tisaleo	9+600 a 12+800	32
Ambato-Tisaleo	12+800 a 16+200	31

*Fuente: Autor*

### 3.1.5. Número mínimo de unidades de muestreo

Para el cálculo del número mínimo de muestro se tomó en cuenta el número máximo de muestreo, el error admisible que para pavimentos flexibles tiene un valor de 5% y la desviación estándar con un valor de “10” según la norma ASTM 6433-03, mediante la siguiente ecuación:

**Tabla 14:** Numero minimo de muestreo para cada vía

Ubicación	Abscisa	n
Patate - Baños	0+000 a 2+350	13
Patate - Baños	2+350 a 4+700	13
Pelileo - Patate	0+000 a 2+085	14
Pelileo - Patate	2+085 a 4+170	13
Pelileo - Patate	4+170 a 8+260	15
Cevallos - Mocha	0+000 a 2+120	13
Cevallos - Mocha	2+120 a 4+960	14
Cevallos - Mocha	4+960 a 7+460	13
Cevallos - Mocha	7+460 a 9+480	13
Cevallos - Mocha	9+480 a 9+920	13
Ambato-Tisaleo	0+000 a 3+200	15
Ambato-Tisaleo	3+200 a 6+400	15
Ambato-Tisaleo	6+400 a 9+600	15
Ambato-Tisaleo	9+600 a 12+800	14
Ambato-Tisaleo	12+800 a 16+200	15

*Fuente: Autor*

### 3.1.6. Número máximo de unidades de muestreo

**Tabla 15:** Resultados número máximo de muestreo

Ubicación	Abscisa	N
Patate - Baños	0+000 a 2+350	67
Patate - Baños	2+350 a 4+700	66
Pelileo - Patate	0+000 a 2+085	80
Pelileo - Patate	2+085 a 4+170	70
Pelileo - Patate	4+170 a 8+260	157
Cevallos - Mocha	0+000 a 2+120	67
Cevallos - Mocha	2+120 a 4+960	92
Cevallos - Mocha	4+960 a 7+460	71
Cevallos - Mocha	7+460 a 9+480	55
Cevallos - Mocha	9+480 a 9+920	15
Ambato-Tisaleo	0+000 a 3+200	156
Ambato-Tisaleo	3+200 a 6+400	142
Ambato-Tisaleo	6+400 a 9+600	128
Ambato-Tisaleo	9+600 a 12+800	100
Ambato-Tisaleo	12+800 a 16+200	108

*Fuente: Autor*

### 3.1.7. Intervalo de muestreo

El cálculo del intervalo es el resultado del cociente entre el número máximo y mínimo de muestreo para cada vía:

*Tabla 16: Intervalos de muestreo*

Ubicación	Abscisa	i
Patate - Baños	0+000 a 2+350	5
Patate - Baños	2+350 a 4+700	5
Pelileo - Patate	0+000 a 2+085	6
Pelileo - Patate	2+085 a 4+170	5
Pelileo - Patate	4+170 a 8+260	10
Cevallos - Mocha	0+000 a 2+120	4
Cevallos - Mocha	2+120 a 4+960	6
Cevallos - Mocha	4+960 a 7+460	5
Cevallos - Mocha	7+460 a 9+480	5
Cevallos - Mocha	9+480 a 9+920	5
Ambato-Tisaleo	0+000 a 3+200	10
Ambato-Tisaleo	3+200 a 6+400	9
Ambato-Tisaleo	6+400 a 9+600	9
Ambato-Tisaleo	9+600 a 12+800	7
Ambato-Tisaleo	12+800 a 16+200	7.5

*Fuente: Autor*

El cálculo para las unidades de muestreo de cada vía se presenta en el Anexo A.

### 3.1.7. Análisis del índice de Condición del Pavimento (PCI) de las vías:

#### 3.1.7.1. Calculo de la densidad

La densidad para cada falla es el resultado del cociente entre el área total de cada ramo para para el área de la unidad de muestreo representado en portaje:

#### Ejemplo de cálculo densidad de la primera unidad de muestra vía Patate-Baños

**Abs 0+000 a 4+700:**

**Densidad falla N<sup>a</sup> 15**

$$Densidad \% = \frac{2.80}{241.22} * 100$$

$$Densidad \% = 1.16$$

**Densidad falla N<sup>a</sup> 12**

$$Densidad \% = \frac{1.23}{241.22} * 100$$

$$Densidad \% = 0.51$$

### Densidad falla N° 10

$$\text{Densidad \%} = \frac{11}{241.22} * 100$$

$$\text{Densidad \%} = 4.56$$

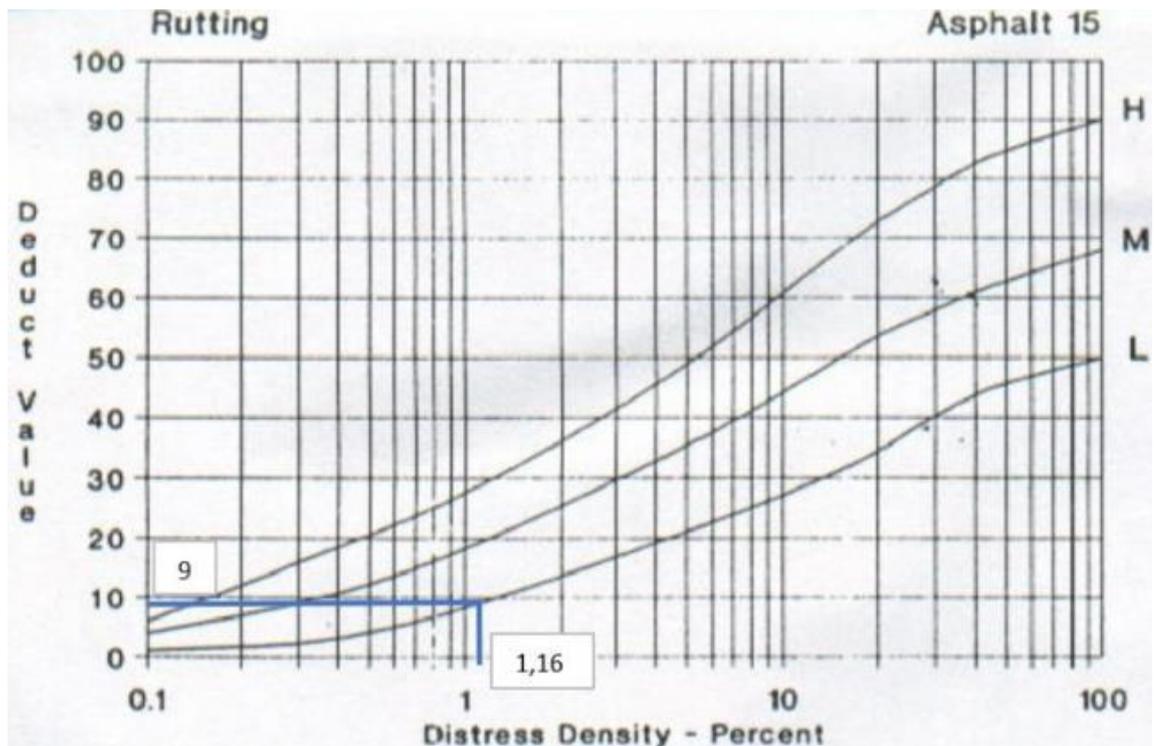
### 3.1.7.2. Cálculo del valor deducido

Con el valor obtenido en el cálculo de la densidad se determinó el valor deducido para cada tipo de falla presente utilizando nomogramas específicos para cada tipo de vías

**Ejemplo de cálculo del valor deducido de la primera unidad de muestra vía Patate-Baños Abs 0+000 a 4+700:**

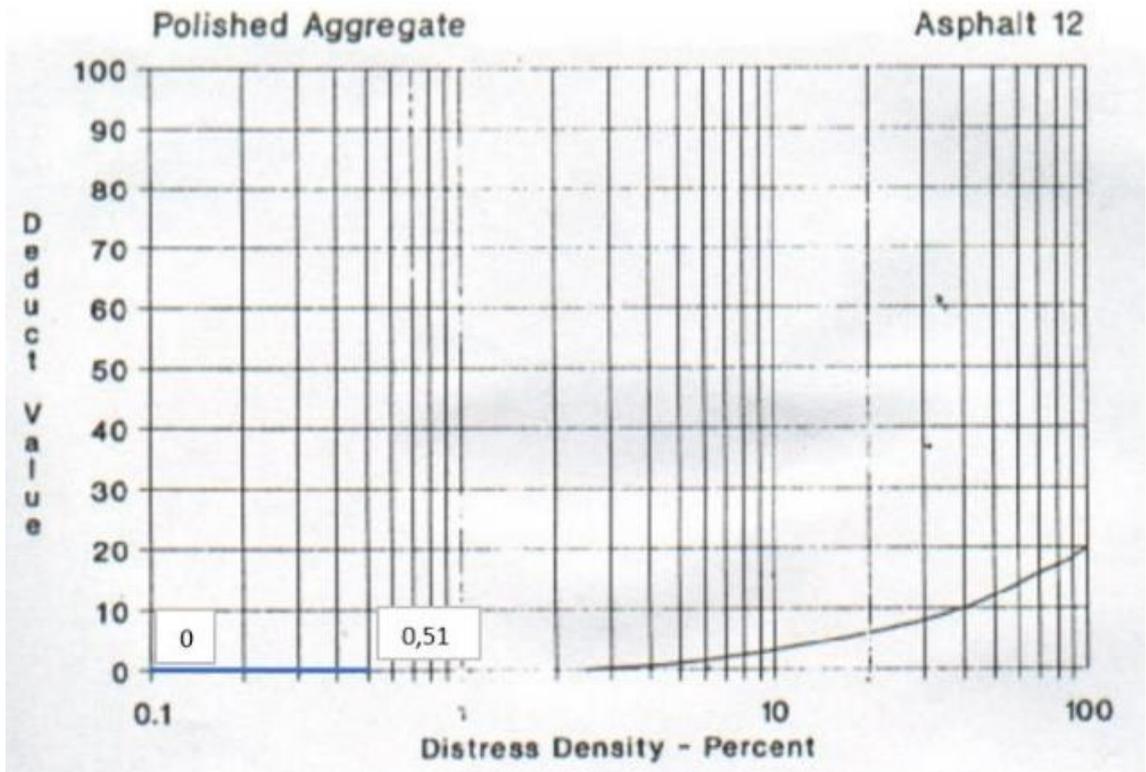
### Valor deducido falla N° 15

*Figura 25: Valores deducidos para Ahuellamiento unidad de muestreo 1*



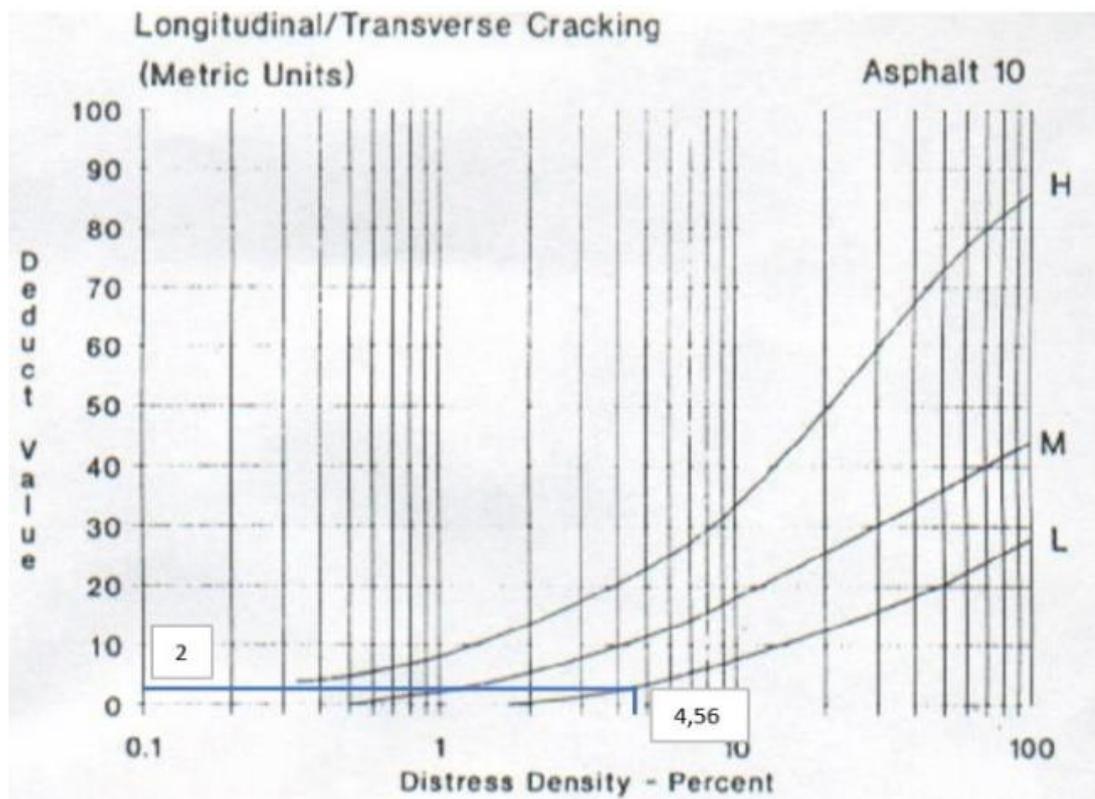
*Fuente: Código ASTM D6433-03 (PCI-Pavement Condition Index)*

### Valor deducido falla N° 12



Fuente: Código ASTM D6433-03 (PCI-Pavement Condition Index)

Valor deducido falla N<sup>a</sup> 10



Fuente: Código ASTM D6433-03 (PCI-Pavement Condition Index)

**Tabla 17:** Resumen de la densidad y valor de deducido de la primera unidad de muestra Vía Patate-Baños Abs 0+000 a 4+700

<b>Tabla resumen densidad y valor deducido de la primera unidad de muestra</b>	
<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
1.16	9
0.51	0
4.56	2
<b>TOTAL (VDT)</b>	<b>11</b>

*Fuente: Autor*

### 3.1.7.3. Calculo del PCI de la primera unidad de muestra vía Patate-Baños

El PCI se lo calcula mediante la siguiente formula:

**Ejemplo de la primera unidad de muestra:**

$$PCI = 100 - 11$$

$$PCI = 89$$

Se calculó para todas las vías del proyecto sus unidades de muestreo y los valores de PCI de las mismas, una vez realizado ese proceso se procedió a obtener un promedio del PCI con el cual clasificamos el estado en el que se encuentra cada vía, en algunos casos se realizó varios estudios por ende se encuentra separado en varios tramos.

**Tabla 18:** Cuadro comparativo de PCI de las vías

<b>ABSISAS</b>	<b>VIA</b>	<b>PCI</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
0+00 a 2+350	Patate-Baños	82.77	Muy Bueno
2+350 a 4+700	Patate-Baños	85.36	Excelente
0+000 a 2+085	Pelileo-Patate	72.57	Muy Bueno
2+085 a 4+170	Pelileo-Patate	83.82	Muy Bueno
4+170 a 8+260	Pelileo-Patate	78.98	Muy Bueno
0+00 a 2+120	Cevallos-Mocha	85.00	Muy Bueno
2+120 a 5+000	Cevallos-Mocha	85.00	Muy Bueno
4+960 a 7+460	Cevallos-Mocha	70.00	Muy Bueno
7+460 a 9+480	Cevallos-Mocha	57.00	Bueno
9+480 a 9+920	Cevallos-Mocha	63.00	Bueno
0+00 a 3+200	Ambato - Tisaleo	69.25	Bueno
3+200 a 6+400	Ambato - Tisaleo	90.38	Excelente
6+400 a 9+600	Ambato - Tisaleo	82.27	Muy Bueno
9+600 a 12+800	Ambato - Tisaleo	83.71	Muy Bueno
12+800 a 16+200	Ambato - Tisaleo	84.79	Muy Bueno

*Fuente: Autor*

El cálculo del PCI de cada vía se presenta en el Anexo B.

### 3.2. Deflexiones Viga Benkelman

#### 3.2.1. Corrección por el brazo con relación 1:2

Para la corrección de la muestra de la primera estación se lo realiza de la siguiente manera:

$$D0 = 2 * (22 - 0) = 44 \times 10^{-2} mm$$

**Tabla 19:** Deflexiones corregidas por Relación de Brazos de la viga Benkelman via Patate-Baños

DEFLEXIONES OBETENIDAS DE LA VIGA BENKELMAN									
N <sup>a</sup>	ABSCISAS	Deflexiones Reales (x-10-2) mm						Temperatura (°C)	Espesor del Asfalto (cm)
		d0	d25	d50	d100	d500	D800		
<b>ABS 0+000 a 2+350</b>									
1	km 0+260	44	24	16	8	2	0	26	10
2	km 0+380	16	10	6	4	2	0	32	10
3	km 0+720	74	44	34	14	2	0	33	10
4	km 0+920	66	62	28	6	2	0	32	10
5	km 1+140	34	28	0	2	0	0	32	10
6	km 1+340	24	18	10	6	2	0	32	10
7	km 1+520	36	30	18	6	2	0	32	10
8	km 1+780	52	42	20	12	2	0	33	10
9	km 1+980	58	34	20	8	2	0	30	10
10	km 2+220	64	42	28	6	2	0	31	10
11	km 2+340	72	64	24	4	0	0	32	10
<b>ABS 2+350 a 4+700</b>									
12	km 2+500	58	48	40	28	14	0	32	10
13	km 2+700	94	68	52	32	2	0	33	9
14	km 2+960	50	22	12	6	4	0	32	10
15	km 3+260	96	72	38	8	2	0	34	10
16	km 3+460	102	74	48	20	2	0	33	8
17	km 3+660	46	28	12	6	0	0	33	8
18	km 3+960	86	68	34	8	2	0	34	10
19	km 4+080	108	90	52	28	2	0	34	10
20	km 4+220	80	56	26	10	4	0	34	9
21	km 4+420	96	70	30	6	2	0	34	10
22	km 4+680	78	54	22	8	2	0	36	10

Fuente: Autor

### 3.2.2. Corrección por Temperatura

$$D_c = \frac{44}{0.001 * (26 - 20 C) * (10) + 1}$$

$$D_c = 41.51$$

Este mismo proceso de cálculo se lo realizo para cada una de las muestras en cada vía, con el fin de obtener las deflexiones corregidas por efecto de la Temperatura que se las puede visualizar a continuación para la vía Patate-Baños:

**Tabla 20:** Deflexiones corregidas por efecto de la Temperatura vía Patate-Baños

N <sup>a</sup>	ABSCISAS	Deflexiones Corregidas por Temperatura (x-10-2) mm					
		d0	d25	d50	d100	d500	D800
<b>ABS 0+000 a 2+350</b>							
1	km 0+260	41.51	22.64	15.09	7.55	1.89	0
2	km 0+380	14.29	8.93	5.36	3.57	1.79	0
3	km 0+720	65.49	38.94	30.09	12.39	1.77	0
4	km 0+920	58.93	55.36	25	5.36	1.79	0
5	km 1+140	30.36	25	0	1.79	0	0
6	km 1+340	21.43	16.07	8.93	5.36	1.79	0
7	km 1+520	32.14	26.79	16.07	5.36	1.79	0
8	km 1+780	46.02	37.17	17.7	10.62	1.77	0
9	km 1+980	52.73	30.91	18.18	7.27	1.82	0
10	km 2+220	57.66	37.84	25.23	5.41	1.8	0
11	km 2+340	64.29	57.14	21.43	3.57	0	0
<b>ABS 2+350 a 4+700</b>							
12	km 2+500	51.79	42.86	35.71	25	12.5	0
13	km 2+700	84.15	60.88	46.55	28.65	1.79	0
14	km 2+960	44.64	19.64	10.71	5.36	3.57	0
15	km 3+260	84.21	63.16	33.33	7.02	1.75	0
16	km 3+460	92.39	67.03	43.48	18.12	1.81	0
17	km 3+660	41.67	25.36	10.87	5.43	0	0
18	km 3+960	75.44	59.65	29.82	7.02	1.75	0
19	km 4+080	94.74	78.95	45.61	24.56	1.75	0
20	km 4+220	71.05	49.73	23.09	8.88	3.55	0
21	km 4+420	84.21	61.4	26.32	5.26	1.75	0
22	km 4+680	67.24	46.55	18.97	6.9	1.72	0

*Fuente: Autor*

### 3.2.3. Corrección por Estacionalidad

El factor de estacionalidad varía según la temperatura y tipo de suelo, en este caso en la vía Patate baños se ocupó un valor de 1.2 por estación seca:

$$D_T = 1.2 (41.51 \times 10^{-2} \text{mm}) = 49.81 \times 10^{-2} \text{mm}$$

**Tabla 21:** Deflexiones Corregidas Estacionalidad vía Patate-Baños

N <sup>a</sup>	ABSCISAS	Deflexiones Corregidas por Estacionalidad (x-10-2) mm					
		d0	d25	d50	d100	d500	D800
<b>ABS 0+000 a 2+350</b>							
1	km 0+260	49.81	27.17	18.11	9.06	2.26	0
2	km 0+380	17.14	10.71	6.43	4.29	2.14	0
3	km 0+720	78.58	46.73	36.11	14.87	2.12	0
4	km 0+920	70.71	66.43	30	6.43	2.14	0
5	km 1+140	36.43	30	0	2.14	0	0
6	km 1+340	25.71	19.29	10.71	6.43	2.14	0
7	km 1+520	38.57	32.14	19.29	6.43	2.14	0
8	km 1+780	55.22	44.6	21.24	12.74	2.12	0
9	km 1+980	63.27	37.09	21.82	8.73	2.18	0
10	km 2+220	69.19	45.41	30.27	6.49	2.16	0
11	km 2+340	77.14	68.57	25.71	4.29	0	0
<b>ABS 2+350 a 4+700</b>							
12	km 2+500	62.14	51.43	42.86	30	15	0
13	km 2+700	100.98	73.05	55.86	34.38	2.15	0
14	km 2+960	53.57	23.57	12.86	6.43	4.29	0
15	km 3+260	101.05	75.79	40	8.42	2.11	0
16	km 3+460	110.87	80.43	52.17	21.74	2.17	0
17	km 3+660	50	30.43	13.04	6.52	0	0
18	km 3+960	90.53	71.58	35.79	8.42	2.11	0
19	km 4+080	113.68	94.74	54.74	29.47	2.11	0
20	km 4+220	85.26	59.68	27.71	10.66	4.26	0
21	km 4+420	101.05	73.68	31.58	6.32	2.11	0
22	km 4+680	80.69	55.86	22.76	8.28	2.07	0

*Fuente: Autor*

### 3.2.4. Radio de Curvatura

$$R = \frac{10 * 25^2}{2 * (49.81 - 27.17)}$$

$$R = 138.03$$

**Tabla 22: Radio de curvatura**

Nº	ABSCISAS	LECTURA DEL DEFLECTOMETRO (X10e-2 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		DO	D25	
<b>ABS 0+000 a 2+350</b>				
1	km 0+260	49.81	27.17	138.03
2	km 0+380	17.14	10.71	486
3	km 0+720	78.58	46.73	98.12
4	km 0+920	70.71	66.43	730.14
5	km 1+140	36.43	30	486
6	km 1+340	25.71	19.29	486.76
7	km 1+520	38.57	32.14	486
8	km 1+780	55.22	44.6	294.26
9	km 1+980	63.27	37.09	119.37
10	km 2+220	69.19	45.41	131.41
11	km 2+340	77.14	68.57	364.64
<b>ABS 2+350 a 4+700</b>				
12	km 2+500	62.14	51.43	291.78
13	km 2+700	100.98	73.05	111.89
14	km 2+960	53.57	23.57	104.17
15	km 3+260	101.05	75.79	123.71
16	km 3+460	110.87	80.43	102.66
17	km 3+660	50	30.43	159.68
18	km 3+960	90.53	71.58	164.91
19	km 4+080	113.68	94.74	164.99
20	km 4+220	85.26	59.68	122.17
21	km 4+420	101.05	73.68	114.18
22	km 4+680	80.69	55.86	125.86

*Fuente: Autor*

### 3.2.5. Deflexión Característica

Una vez obtenido el radio de curvatura promedio de las vías se procedió a determinar la desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{4446.75}{(11 - 1)}}$$

$$\sigma = 21.09$$

Una vez obtenidos los datos se procede a seleccionar el tipo de deflexión característica a utilizar esto en base al valor de diseño que para todas las vías será al **95%** y un valor

de extensión del pavimento de 5, por lo cual cumpliendo estos parámetros se propone la siguiente fórmula correspondiente de la deflexión característica obteniendo:

$$D_C = 52.89 + 1.645 * 21.09$$

$$D_C = 87.58$$

### 3.2.6. Ejes Equivalentes

*Tabla 23: Numero de ejes equivalentes por vía*

Ubicación	Abscisa	W18
Patate - Baños	0+000 a 2+350	0.113778
Patate - Baños	2+350 a 4+700	0.109069224
Pelileo - Patate	0+000 a 2+085	0.165081
Pelileo - Patate	2+085 a 4+170	0.35432457
Pelileo - Patate	4+170 a 8+260	0.35432457
Cevallos - Mocha	0+000 a 2+120	0.327064
Cevallos - Mocha	2+120 a 4+960	0.114811
Cevallos - Mocha	4+960 a 7+460	0.235915
Cevallos - Mocha	7+460 a 9+480	0.235915
Cevallos - Mocha	9+480 a 9+920	0.235915
Ambato – Tisaleo	0+000 a 3+200	0.1673645
Ambato – Tisaleo	3+200 a 6+400	0.208003
Ambato – Tisaleo	6+400 a 9+600	0.267277
Ambato – Tisaleo	9+600 a 12+800	0.090885
Ambato – Tisaleo	12+800 a 16+200	0.108783

*Fuente: Autor*

### 3.2.6. Deflexión Admisible:

$$D_C = \left( \frac{1.15}{0.113778} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$D_C = 178.30 \text{ mm} \times 10^{-2}$$

### 3.2.7. Deflexión Crítica:

$$D_{cr} = \left( \frac{1.9}{0.113778} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_C = 170.10 \text{ mm} \times 10^{-2}$$

### 3.2.8. Tipo de Deflexión

*Tabla 24: Tipo de deflexión obtenida en la vía Patate-Baños ABS 0+000 a 2+350*

RESULTADOS		
<b>Deflexión Promedio (Dm)</b>	52.89	mm x10-2
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	21.09	mm x10-2
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	87.58	mm x10-2
<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	178.30	mm x10-2
<b>Deflexión crítica (Dcr)</b>	170.10	mm x10-2
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	223.75	m
CLASIFICACION		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	87.58	< 178.30
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Rc &gt; 100</b>	223.75	> 100
<b>TIPO DE DEFLEXION</b>	Tipo I: Curva corta poco pronunciada clasificada	

*Fuente: Autor*

### 3.2.9 Deflectograma

Los Deflectogramas que muestran el comportamiento de las deflexiones en cada uno de los tramos estudiados de cada vía se los presenta en el Anexo D.

Se realizó el mismo proceso para cada una de las vías y sus tramos respectivamente con el fin de obtener el Tipo de deflexión que se presenta en el pavimento según la Tabla 6, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 25:** Resumen de las deflexiones mediante la Viga Benkelman

RESULTADOS DEFLEXIONES VIGA DE BENKELMAN DE LAS VÍAS									
ABS	Dm ( $\times 10^{-2}$ mm)	$\sigma$	Dc ( $\times 10^{-2}$ mm)	D adm ( $\times 10^{-2}$ mm)	D cr ( $\times 10^{-2}$ mm)	Rc (m)	Comportamiento subrasante	Comportamiento pavimento	Tipo de Deflexión
<b>PATATE - BAÑOS</b>									
0+000 – 2+350	52.89	21.09	87.58	178.30	170.10	223.75	$D_c < D_{adm}$	$R_c > 100$	I
2+350 – 4+700	86.35	22.42	123.23	180.20	171.46	132.43	$D_c < D_{adm}$	$R_c > 100$	I
<b>PELILEO – PATATE</b>									
0+000 - 2+085	47.72	10.2	64.5	162.46	158.56	103.65	$D_c < D_{adm}$	$R_c > 100$	I
2+085 - 4+170	56.04	12.34	76.34	162.46	158.56	94.50	$D_c < D_{adm}$	$R_c > 100$	I
4+170 - 8+260	81.30	26.69	125.21	134.22	137.28	106.08	$D_c < D_{adm}$	$R_c > 100$	I
<b>CEVALLOS - MOCHA</b>									
0+000 - 2+120	115.03	12.27	135.21	136.94	139.37	97.74	$D_c < D_{adm}$	$R_c < 100$	III
2+120 - 5+000	113.06	17.94	142.57	177.90	169.81	83.39	$D_c < D_{adm}$	$R_c < 100$	III
4+960 - 7+460	74.79	25.49	116.72	148.59	148.23	186.08	$D_c < D_{adm}$	$R_c > 100$	I
7+460 - 9+480	108.80	34.73	165.93	148.59	148.23	92.59	$D_c < D_{adm}$	$R_c < 100$	III
9+480 - 9+920*	42.60	5.02	50.86	148.59	148.23	146.75	$D_c < D_{adm}$	$R_c > 100$	I
<b>AMBATO - TISALEO</b>									
0+000 - 3+200	105.25	5	113.48	161.90	158.15	153.39	$D_c < D_{adm}$	$R_c > 100$	I
3+200 - 6+400	57.86	9	72.66	153.34	151.80	224.49	$D_c < D_{adm}$	$R_c > 100$	I
6+400 - 9+600*	47.95	10.83	65.76	144.02	144.78	214.17	$D_c < D_{adm}$	$R_c > 100$	I
9+600 – 12+800	87.86	24.64	128.4	188.6	177.46	85.58	$D_c < D_{adm}$	$R_c > 100$	I
12+800 – 16+200	72.67	5	80.89	180.32	171.54	100.26	$D_c < D_{adm}$	$R_c > 100$	I

Fuente: Autor

Las correcciones realizadas a las deflexiones de cada vía se presentan en el Anexo D

### 3.3. Plan de Mantenimiento vial

Con los datos obtenidos del PCI y Viga Benkelman se procede a determinar el tipo de intervención que se requiere para cada vía en la cual según la tabla 8, se requiere el siguiente tipo de Intervención que se presenta a continuación:

*Tabla 26: Intervención de mantenimiento vial en las vías propuestas*

<b>Abcisas</b>	<b>Vía</b>	<b>PCI</b>	<b>Intervención</b>
0+00 a 2+350	Patate-Baños	82.77	Mantenimiento Periódico
2+350 a 4+700	Patate-Baños	85.36	Mantenimiento Rutinario
0+000 a 2+085	Pelileo-Patate	72.57	Mantenimiento Periódico
2+085 a 4+170	Pelileo-Patate	83.82	Mantenimiento Periódico
4+170 a 8+260	Pelileo-Patate	78.98	Mantenimiento Periódico
0+00 a 2+120	Cevallos-Mocha	85.00	Mantenimiento Periódico
2+120 a 5+000	Cevallos-Mocha	85.00	Mantenimiento Periódico
4+960 a 7+460	Cevallos-Mocha	70.00	Mantenimiento Periódico
7+460 a 9+480	Cevallos-Mocha	57.00	Mantenimiento Periódico
9+480 a 9+920	Cevallos-Mocha	63.00	Mantenimiento Periódico
0+00 a 3+200	Ambato - Tisaleo	69.25	Mantenimiento Periódico
3+200 a 6+400	Ambato - Tisaleo	90.38	Mantenimiento Periódico
6+400 a 9+600	Ambato - Tisaleo	82.27	Mantenimiento Periódico
9+600 a 12+800	Ambato - Tisaleo	83.71	Mantenimiento Periódico
12+800 a 16+200	Ambato - Tisaleo	84.79	Mantenimiento Periódico

*Fuente: Autor*

#### 3.3.1. Mantenimiento según el tipo de falla Presente

Una vez que se obtuvo el tipo de intervención que se debe realizar para cada vía, se procedió analizar el mantenimiento para cada tipo de falla el cual se lo realizara según las tablas 8 y 9 que se mostraron anteriormente, para ello a continuación se muestra el tipo de falla encontrado con sus respectivas cantidades a las cuales se requiere intervenir con su adecuado mantenimiento.

*Tabla 27: Fallas y cantidades en la vía Patate-Baños*

<b>Falla</b>	<b>U</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Piel de cocodrilo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	31,76
<b>Piel de cocodrilo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	32,76
<b>Piel de cocodrilo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	H	2,24
<b>Agrietamiento en bloque</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	10,56
<b>Grieta de borde o Agrietamiento de Borde</b>	<b>m</b>	M	11,45
<b>Grieta de borde o Agrietamiento de Borde</b>	<b>m</b>	H	5,00
<b>Grietas longitudinales y transversales</b>	<b>m</b>	L	95,28
<b>Grietas longitudinales y transversales</b>	<b>m</b>	M	52,85
<b>Grietas longitudinales y transversales</b>	<b>m</b>	H	35,80
<b>Pulimiento de agregados</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	106,23
<b>Pulimiento de agregados</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	8,42
<b>Huecos</b>	<b>u</b>	L	1,00
<b>Huecos</b>	<b>u</b>	H	0,33
<b>Ahuellamiento o Ruteo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	2,85
<b>Ahuellamiento o Ruteo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	H	15,00
<b>Desplazamiento o Empellones</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	112,50
<b>Desprendimiento de Agregados o Intemperismo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	18,96
<b>Desprendimiento de Agregados o Intemperismo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	0,90
<b>Desprendimiento de Agregados o Intemperismo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	H	78,07

*Fuente: Autor*

**Tabla 28:** Fallas y cantidades en la vía Pelileo-Patate

<b>Falla</b>	<b>U</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidad</b>
Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	L	164,48
Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	M	43,88
Exudación o Sangrado	m <sup>2</sup>	L	27,31
Agrietamiento en Bloque	m <sup>2</sup>	L	21,48
Agrietamiento en Bloque	m <sup>2</sup>	M	39,79
Abultamientos y hundimientos	m <sup>2</sup>	L	13,71
Abultamientos y	m <sup>2</sup>	H	0,26
Grieta de Borde	m	L	13,05
Grieta de Borde	m	M	11
Grieta de Borde	m	H	0,8
Berma/ caída externa de vía	m	L	29
Berma/ caída externa de vía	m	M	51
Grietas longitudinales y transversales	m	L	225,56
Grietas longitudinales y transversales	m	M	80,09
Grietas longitudinales y transversales	m	H	17,65
Parcheo	m <sup>2</sup>	L	24
Parcheo	m <sup>2</sup>	M	81,67
Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>	L,M,H	135
Huecos	u	L	9
Huecos	u	M	2,41
Huecos	u	H	2
Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	L	46,5
Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	M	14,8
Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	H	16,04
Desprendimiento de Agregados	m <sup>2</sup>	L	8,1

*Fuente: Autor*

**Tabla 29:** Fallas y cantidades en la vía Cevallos-Mocha

<b>Fallas</b>	<b>U</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Piel de cocodrilo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	302,01
<b>Piel de cocodrilo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	108,30
<b>Agrietamiento en Bloque</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	115,00
<b>Agrietamiento en Bloque</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	8,91
<b>Abultamientos y hundimientos</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	3,00
<b>Depresión</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	7,20
<b>Grieta de Borde</b>	<b>m</b>	L	5,80
<b>Grieta de Borde</b>	<b>m</b>	M	16,90
<b>Berma/ caída externa de vía</b>	<b>m</b>	L	160,30
<b>Berma/ caída externa de vía</b>	<b>m</b>	M	192,00
<b>Berma/ caída externa de vía</b>	<b>m</b>	H	329,00
<b>Grietas longitudinales y transversales</b>	<b>m</b>	L	313,25
<b>Grietas longitudinales y transversales</b>	<b>m</b>	M	54,00
<b>Grietas longitudinales y transversales</b>	<b>m</b>	H	35,00
<b>Parcheo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	49,25
<b>Parcheo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	117,22
<b>Huecos</b>	<b>u</b>	L	1,00
<b>Huecos</b>	<b>u</b>	M	13,25
<b>Cruce de vía férrea</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	25,00
<b>Ahuellamiento</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	0,96
<b>Grietas parabólicas</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	29,92
<b>Desprendimiento de Agregados</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	165,35

*Fuente: Autor*

*Tabla 30: Fallas y cantidades en la vía Ambato-Tisaleo*

<b>Falla</b>	<b>U</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Piel de cocodrilo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	93,20
<b>Piel de cocodrilo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	205,04
<b>Agrietamiento en Bloque</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	6,81
<b>Agrietamiento en Bloque</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	22,25
<b>Abultamientos y hundimientos</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	2,60
<b>Abultamientos y hundimientos</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	3,00
<b>Depresión</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	0,39
<b>Depresión</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	3,12
<b>Grieta de Borde</b>	<b>m</b>	L	5,60
<b>Grietas longitudinales y transversales</b>	<b>m</b>	L	201,18
<b>Grietas longitudinales y transversales</b>	<b>m</b>	M	174,09
<b>Parcheo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	69,47
<b>Parcheo</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	23,23
<b>Huecos</b>	<b>u</b>	L	17,00
<b>Huecos</b>	<b>u</b>	M	20,00
<b>Grietas parabólicas</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	H	3,04
<b>Desprendimiento de Agregados</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	L	109,51
<b>Desprendimiento de Agregados</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	M	62,02

*Fuente: Autor*

Con las cantidades obtenidas de cada tipo de falla se procedió a realizar el presupuesto referencial para cada una de las vías del proyecto.

### 3.4. Presupuesto Referencial

#### A3.4.1. Vía Patate – Baños

En base a su análisis determinado por su PCI requiere de un mantenimiento “Periódico”, además de que presenta una deflexión del tipo I, siendo las fallas longitudinales y transversales, piel de cocodrilo y agregados pulidos las más representativas por ellos requiere de los siguientes rubros para su mantenimiento.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**PRESUPUESTO PATATE - BAÑOS**



PROYECTO: "PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LAS VÍAS PATATE - BAÑOS, PELILEO – PATATE, CEVALLOS – MOCHA Y AMBATO – TISALEO, PERTENECIENTES A LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
<u>No.</u>	<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio global</u>
	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	Limpieza Del Pavimento	ml	195,38	1,22	238,76
1.2	Replanteo y Nivelación con Equipo de alta precisión	m2	145,30	1,15	167,10
	<b>TRABAJOS DE EJECUCIÓN</b>				0,00
1.3	Sellado de fisuras con Asfalto RC-250	ml	195,38	1,89	369,91
1.4	Bacheo en Hormigón Asfáltico en Caliente (e=5cm)	m2	67,23	16,28	1.094,79
1.5	Imprimación con emulsión asfáltica	m2	134,51	1,80	242,70
1.6	Fresado De Pavimento Asfáltico (e=5cm) Incl. Transporte 5 Km	m2	67,23	8,69	584,27
1.7	Carpeta Asfáltica en Caliente (e=5cm)	m2	78,07	15,63	1.219,85
	<b>TOTAL:</b>				<b>3.917,38</b>

**Son :** Tres Mil Novecientos Diecisiete, 38/100 Centavos

**Estos Precios No Incluyen Iva**

**Elaborado Por:** Josafat Alejandro Sánchez López

**Revisado Por:** Ing. Mg. Alex Frías Torres

**Aprobado Por:** Ing. Mg. Alex Frías Torres

### 3.4.2. Vía Pelileo -Patate

En base a su análisis determinado por su PCI requiere de un mantenimiento “Periódico”, además de que este mismo presenta una deflexión del tipo I, siendo las fallas longitudinales y transversales, piel de cocodrilo y agregados pulidos, las más representativas según la normativa, por ellos requiere de los siguientes rubros para su mantenimiento.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**PRESUPUESTO PELILEO - PATATE**



**PROYECTO: "PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LAS VÍAS PATATE - BAÑOS, PELILEO – PATATE, CEVALLOS – MOCHA Y AMBATO – TISALEO, PERTENECIENTES A LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"**

**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

<u>No.</u>	<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio global</u>
	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
2.1	Limpieza Del Pavimento	ml	347,35	1,22	424,48
2.2	Replanteo y Nivelación con Equipo de alta precisión	m2	231,73	1,15	266,50
	<b>TRABAJOS DE EJECUCIÓN</b>				0,00
2.3	Sellado de fisuras con Asfalto RC-250	ml	347,35	1,89	657,63
2.4	Bacheo en Hormigón Asfaltico en Caliente (e=5cm)	m2	231,73	16,28	3.773,56
2.5	Imprimación con emulsión asfáltica	m2	354,08	1,80	638,88
2.6	Fresado De Pavimento Asfaltico (e=5cm) Incl. Transporte 5 Km	m2	231,73	8,69	2.013,88
				<b>TOTAL:</b>	<b>7.774,91</b>

**Son :** Siete Mil Setecientos Setenta Y Cuatro, 91/100 Centavos

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

**ELABORADO POR:** JOSAFAT ALEJANDRO SÁNCHEZ LÓPEZ

**REVISADO POR:** ING. MG. ALEX FRÍAS TORRES

**APROBADO POR:** ING. MG. ALEX FRÍAS TORRES

### 3.4.3. Vía Cevallos -Mocha

En base a su análisis determinado por su PCI requiere de un mantenimiento “Periódico”, además de que este mismo una deflexión del tipo III, siendo las fallas longitudinales y transversales, piel de cocodrilo y Agrietamiento en Bloque, las más representativas según la normativa, por ellos se requiere los siguientes rubros para su mantenimiento.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**PRESUPUESTO CEVALLOS - MOCHA**



<b>PROYECTO: "PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LAS VÍAS PATATE - BAÑOS, PELILEO – PATATE, CEVALLOS – MOCHA Y AMBATO – TISALEO, PERTENECIENTES A LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>					
<b>TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS</b>					
<u>No.</u>	<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio global</u>
<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
3.1	Limpieza Del Pavimento	ml	424,95	1,22	519,31
3.2	Replanteo y Nivelación con Equipo de alta precisión	m2	426,76	1,15	490,80
<b>TRABAJOS DE EJECUCIÓN</b>					
3.3	Sellado de fisuras con Asfalto RC-250	ml	424,95	1,89	804,55
3.4	Bacheo en Hormigón Asfaltico en Caliente (e=5cm)	m2	426,76	16,28	6.949,48
3.5	Imprimación con emulsión asfáltica	m2	467,36	1,80	843,27
3.6	Fresado De Pavimento Asfaltico (E=5cm) Incl. Transporte 5 Km	m2	426,76	8,69	3.708,81
<b>TOTAL:</b>					<b>13.316,21</b>

**Son:** Trece Mil Trescientos Dieciséis, 21/100 Centavos

**Estos Precios No Incluyen Iva**

**Elaborado Por:** Josafat Alejandro Sánchez López

**Revisado Por:** Ing. Mg. Alex Frías Torres

**Aprobado Por:** Ing. Mg. Alex Frías Torres

### 3.4.4. Vía Ambato –Tisaleo

Esta vía en base a su análisis determinado por su PCI requiere de un mantenimiento “Periódico”, además de que este mismo presenta una deflexión del tipo I, siendo las fallas longitudinales y transversales, piel de cocodrilo y Desprendimiento de Agregados, las más representativas según la normativa, por ellos se requiere de los siguientes rubros para su mantenimiento.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**PRESUPUESTO AMBATO - TISALEO**



PROYECTO: "PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO DE LAS VÍAS PATATE - BAÑOS, PELILEO – PATATE, CEVALLOS – MOCHA Y AMBATO – TISALEO, PERTENECIENTES A LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
<u>No.</u>	<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio global</u>
<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
4.1	Limpieza Del Pavimento	ml	380,87	1,22	465,44
4.2	Replanteo y Nivelación con Equipo de alta precisión	m2	303,49	1,15	349,03
<b>TRABAJOS DE EJECUCIÓN</b>					
4.3	Sellado de fisuras con Asfalto RC-250	ml	380,87	1,89	721,09
4.4	Bacheo en Hormigón Asfáltico en Caliente (e=5cm)	m2	303,49	16,28	4.942,12
4.5	Imprimación con emulsión asfáltica	m2	264,73	1,80	477,66
4.6	Fresado De Pavimento Asfáltico (e=5cm) Incl. Transporte 5 Km	m2	303,49	8,69	2.637,52

<b>TOTAL:</b>	<b>9.592,85</b>
---------------	-----------------

**Son :** Nueve mil quinientos noventa y dos, 85/100 Centavos

**Estos Precios No Incluyen Iva**

**Elaborado Por:** Josafat Alejandro Sánchez López

**Revisado Por:** Ing. Mg. Alex Frías Torres

**Aprobado Por:** Ing. Mg. Alex Frías Torres

### 3.4.5. Resumen del Presupuesto Referencial para cada vía



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**PRESUPUESTO GENERAL**



PROYECTO: "PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LAS VÍAS PATATE-BAÑOS, PELILEO-PATATE, CEVALLOS-MOCHA, AMBATO-TISALEO PERTENECIENTES A LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
RESUMEN DE TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS A INTERVENIR POR VÍAS					
<i>No.</i>	<i>Vía / Descripción</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>Falla Benkelman</i>	<i>Fallas principales (ASTM D6433)</i>	<i>Precio global</i>
1	PATATE BAÑOS -	Periódico	TIPO I	1, 10, 12	3.917,38
2	PELILEO PATATE -	Periódico	TIPO I	1, 10, 12	7.774,91
3	CEVALLOS MOCHA -	Periódico	TIPO III	1, 3, 10	13.316,21
4	AMBATO - TISALEO	Periódico	TIPO I	1, 10, 19	9.592,85
<b>TOTAL:</b>					<b>34.601,36</b>

SON :Treinta Y Cuatro Mil Seiscientos Uno, 36/100 CENTAVOS

**Estos Precios No Incluyen Iva**

**Elaborado Por:** Josafat Alejandro Sánchez López

**Revisado Por:** Ing. Mg. Alex Frías Torres

**Aprobado Por:** Ing. Mg. Alex Frías Torres

El análisis de los precios Unitarios (APUS) se presenta en el Anexo E

### 3.5. Especificaciones Técnicas

#### 3.5.1. Normativa legal

*Tabla 31: Normativa legal para Rubros en Especificaciones Técnicas*

Rubros De Mantenimiento	Normativa Vigente
<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	
LIMPIEZA DEL PAVIMENTO	-----
REPLANTEO Y NIVELACION	-----
<b>TRABAJOS DE EJECUCIÓN</b>	
SELLADO DE FISURAS CON ASFALTO RC-250	-AASHTO M20 (Material Asfáltico) - ASTM D5329 (Ensayos y Tolerancias)
BACHEO EN HORMIGON ASFALTICO EN CALIENTE (E=5CM)	-AASHTO M20 (Material Asfáltico) -MTOP-001-F-2002, Tomo II (Agregados) -ASSHTO M PI-93(Ensayos y Tolerancias) MTOP-001-F-2002, Tomo II INEN 696 AASHTO T-11 AASHTO T-27
IMPRIMACIÓN ASFALTICA CON EQUIPO DISTRIBUIDOR DE ASFALTO, ESCOBA MECANICA	- ASTM D 977 (Emulsión Asfáltica) - MOP-001-F 2000 (Emulsión Asfáltica) - AASHTO T 59 (Contenido de Asfalto) - AASHTO T 49. (Dureza del asfalto)
FRESADO DE PAVIMENTO ASFALTICO INCLUYE TRANSPORTE 5KM	- (NC-MN-OCO5-01) (Corte o Fresado) - ASTM E950 (perfilómetro láser)
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE (E=5CM)	-AASHTO M20 (Material Asfáltico) -MTOP-001-F-2002, Tomo II (Agregados) -ASSHTO M PI-93(Ensayos y Tolerancias) MTOP-001-F-2002, Tomo II INEN 696 AASHTO T-11 AASHTO T-27

**Fuente:** Autor

## **Trabajos Preliminares**

### **1. Limpieza del Pavimento**

**Descripción.** - Se llevará a cabo la eliminación y extracción manual de cualquier tipo de vegetación, árboles, desechos u otros materiales presentes en el área de trabajo, a fin de dejarla completamente limpia y despejada para la ejecución adecuada de la obra. Se deberá disponer de un área de construcción libre de elementos que puedan interferir con la obra en cuestión, lo que implica una limpieza completa del terreno y su despeje en aquellos lugares donde se considere necesario, se incluye la limpieza de las fisuras sin las fisuras o grietas que se encuentren formando bloques interconectados como las de piel de cocodrilo. [29]

**Unidad:** Metro lineal (m).

**Materiales mínimos:** ninguno.

**Equipo mínimo:** Equipo de protección persona, Herramienta menor, Hidrolavadora, Compresor de Aire de 260 cfm.

El compresor deberá tener trampas capaces de mantener el aire comprimido libre de agua y aceite y deberá producir una corriente continua de aire limpio y seco a una presión no inferior a seiscientos kilos pascales (600 kPa) y en un volumen no menor de cuatro y medio metros cúbicos (4.5 m<sup>3</sup>) por minuto. La lanza de aire comprimido deberá ser capaz de suministrar una corriente continua de aire a alta presión y a una temperatura que garantice el secado de la fisura en caso de que exista humedad. [29]

**Mano de obra mínima calificada:** EO E2 y EO C1

#### **Actividades a realizarse**

- Realizar una inspección del pavimento donde se necesita la limpieza para determinar sus características. [29]
- Establecimiento de medidas preventivas para evitar daños en las propiedades aledañas. [29]
- Identificación del área a intervenir ya sea mediante planos detallados o con las instrucciones por parte de fiscalización.

#### **Durante la ejecución**

- Constatación de que los trabajos se hayan ejecutado correctamente. [29]
- Si se identifica materiales o elementos retirados que puedan ser utilizados en la construcción, se podrá almacenar en un área aprobada por el fiscalizador
- Se debe llevar acabo el transporte de los materiales retirados a su lugar designado para su eliminación. [29]

### **Posterior a la ejecución**

- Aprobación de los trabajos correctamente ejecutados
- Mantenimiento del pavimento limpio, libre de escombros y limpiado las fisuras a intervenir.

### **Medición y Pago**

Se medirá el área del terreno limpiada (área que indique en el rubro) y su pago se lo efectuará por metro lineal (m).

## **2. Replanteo y Nivelación**

### **Descripción**

El término "replanteo" se refiere al proceso de trazar y marcar puntos clave en el terreno, utilizando información de los planos y tomando en cuenta las bases de medición (B.M.) y (B.R.). Este paso se lleva a cabo antes de iniciar la construcción del proyecto. Se utilizarán herramientas de precisión, como teodolitos, niveles y estaciones totales, y se colocarán hitos de ejes que no serán movidos durante la construcción y serán verificados por la fiscalización. La nivelación también se llevará a cabo durante este proceso. [29]

**Unidad:** Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales mínimos:** madera, puntales, clavos, pintura esmalte.

**Equipo mínimo:** Equipo de protección personal conforme el rubro, equipo topográfico, herramienta menor.

**Mano de obra mínima calificada:** EO C1 y EO D2

**Actividades a realizarse**

- Antes de la ejecución del proyecto, se debe asegurar que el área de trabajo esté limpia y libre de escombros, maleza y otros elementos que puedan obstaculizar su desarrollo. [29]
- Verificación del levantamiento topográfico existente en el pavimento, incluyendo la forma, linderos, superficies, ángulos y niveles. [29]
- Se determinará con fiscalización el método o forma en que se ejecutarán los trabajos y se elaborarán planos de taller si es necesario.
- Se recomienda el uso de estacas de madera. [29]

### **Durante la ejecución**

- Antes de proceder con la ejecución, se debe obtener la aprobación de fiscalización, replanteo de ejes viales, bordillos y alineamientos del pavimento y se debe verificar periódicamente. [29]
- Para fijar puntos de referencia en la obra, utilizando elementos precisos como estacas y spray en una disposición clara y estable.

### **Posterior a la ejecución**

- Después de la ejecución, es importante mantener referencias fijas desde una estación de referencia externa, que se mantenga visible. [29]
- Si es necesario se deberá realizar el replanteo y nivelación varias veces hasta lograr concordancia con los planos o indicaciones del fiscalizador

### **Medición y Pago**

Para la cuantificación del rubro se medirá el área del terreno replanteada y su pago se realizará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

### **Trabajos de Mantenimiento vial**

#### **3. Sellado de fisuras con asfalto RC-250**

**Descripción.** – Este trabajo consiste en un sellado con asfalto de algunas de las fisuras presentes en el pavimento, con el de evitar filtraciones de agua que perjudican al mismo. Se trata a los siguientes tipos de grietas [36]:

- **Grietas de fatiga:** Serie de grietas y fisuras, pero casi sin conexión entre ellas ya que si son más severas se debe realizar un trabajo de Bacheo.

- Grieta de borde: Forma semicircular localizada a unos 300 mm del borde del pavimento, sellar cuando se presentan perdidas no más del 10 % del material
- Grietas que forman bloques casi rectangulares de 0,1 y 10 m<sup>2</sup>, se debe sellar cualquiera que sea su ancho.
- Grietas Longitudinales y transversales, longitudinales surgen por una mala construcción del pavimento, transversales por fallas en la subrasante u origen térmico.
- Grietas entre la berma y el pavimento.

**Materiales. -**

**Ligantes.** En los riegos de liga se utilizarán emulsiones asfálticas tipo CSS-1 o SS-1

**Arena:** Se debe ajustar a las granulometrías que se indican en la siguiente tabla

**Tabla 32:** Granulometría de la arena para sellado de grietas

Tamiz mm (ASTM)	A	B	C
12.5-(1/2'')			100
10-(3/8'')	100	100	85-100
5-(No 4)	85-100	85-100	55-85
2.5-(No 8)	80-90	65-90	35-65
0.63-(No 30)	55-80	30-50	15-35
0.16-(No 100)	5-15	5-15	2-10

*Fuente:* NEVI 12 [36]

**Equipo. -** El Constructor deberá poner a disposición de los trabajos el equipo necesario para su correcta ejecución, incluyendo una caldera de doble fondo para el calentamiento del producto sellante, elementos para el sello de las fisuras, vehículos de transporte y herramientas adicionales tales como escobas, palas, etc. El equipo deberá ser mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que duren los trabajos y deberá ser operado por personal capacitado. [36]

Si el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, el Fiscalizador ordenará la suspensión inmediata de los trabajos hasta que el Constructor corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador, según corresponda. La caldera deberá ser de doble fondo y el espacio entre los dos fondos deberá estar lleno

de aceite para la transferencia de calor, de manera de impedir que la llama entre en contacto directo con el recipiente que contiene el producto sellante. El aceite deberá tener un punto de inflamación no menor de 280° C. La caldera deberá disponer de un dispositivo de control automático de temperatura y un equipo de agitación que prevenga variaciones localizadas de la temperatura del sellante. Deberá estar dotada, además de dos (2) termómetros para controlar la temperatura del sellante y la del aceite. Además, deberá estar montada sobre llantas neumáticas y deberá tener una placa metálica bajo el fogón, para proteger el pavimento. [36]

El equipo de aplicación del producto sellante deberá trabajar a presión y tener la capacidad suficiente para inyectar en flujo continuo el volumen requerido de sellante, hasta la profundidad adecuada. Deberá estar equipado con una boquilla cuya forma se ajuste dentro de las fisuras por sellar y dispondrá de un termómetro para verificar la temperatura de aplicación. [29]

**Transporte y almacenamiento.** - El transporte y el almacenamiento de todos los productos requeridos para la ejecución de los trabajos son de responsabilidad exclusiva del Constructor, quien deberá realizarlos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y de manera que no se produzcan alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra. El transporte se ajustará en todo lo que corresponda a la reglamentación vigente en cuanto a cargas, dimensiones y a protección ambiental. [29]

**Labores previas.** - Antes de iniciar los trabajos de sello de fisuras, el Constructor deberá instalar señales de prevención y dispositivos de seguridad para prevenir accidentes.

**Preparación de las fisuras.** - Las fisuras cuyo ancho sea superior a 20 mm se considerarán grietas y deberán ser limpiadas de todo material suelto y extraño en una profundidad, cuando menos, igual a su ancho. Siempre que en el interior de una fisura se encuentren atrapados materiales incompresibles, ellos deberán ser removidos cuidadosamente. Por ningún motivo se permitirá el empleo de barras, cinces o equipos neumáticos de percusión que puedan afectar la mezcla asfáltica como tampoco solventes que puedan disolver el asfalto o degradar o transportar los elementos contaminantes hacia el fondo de la fisura e impedir la adecuada adherencia del material sellante. [36]

Antes de proceder al sellado, todo material suelto que quede en la superficie del pavimento, como resultado de las operaciones de limpieza de las fisuras, deberá ser removido mediante barrido o soplado con aire comprimido, de una manera que resulte satisfactoria para el Fiscalizador y no produzca molestias a los usuarios ni a los vecinos de la vía.

**Sellado de las fisuras.** - El material sellante deberá ser colocado dentro de la fisura o grieta en un término no mayor de 2 minutos desde que la lanza de aire caliente haya pasado por las fisuras, grietas, y sus superficies aledañas. Este tiempo es crítico y, por lo tanto, entre más breve sea, el trabajo quedará mejor ejecutado. [36]

El sellante deberá ser calentado y aplicado dentro de los rangos de temperatura especificados, en acuerdo con las recomendaciones del fabricante. La temperatura del sellante en el instante de su descarga en el depósito deberá ser tal, que le permita fluir libremente a través de la fisura. El sellado de las fisuras no podrá comenzar mientras no se haya determinado que el producto ha alcanzado la temperatura correcta de colocación. El sellante se aplicará desde el fondo de la fisura hacia la superficie. [36]

La operación de sellado deberá ser limpia, rellenando únicamente las áreas requeridas, sin dejar manchas en el pavimento fuera de la fisura, evitando derrames y pérdidas de material. Ningún sellante que se haya calentado en exceso de 10° C o más, por encima de la temperatura de calentamiento seguro especificada por el fabricante, podrá ser empleado para estos trabajos. [36]

Una vez concluido el sellado, la superficie de rodamiento deberá presentar una textura uniforme, sin rebordes que impidan el libre escurrimiento del agua superficial sobre la carpeta.

**Control del tránsito.** - No se permitirá la circulación del tránsito automotor mientras el sellante no haya curado, para evitar que pueda ser desprendido. En sitios tales como intersecciones, donde el control del tránsito no resulte práctico, el Constructor deberá prevenir el levantamiento del sellante o la formación de huellas en él, aplicando arena u otro producto secante aprobado por el Fiscalizador. Esta aplicación no se podrá realizar hasta que el sellante haya enfriado lo suficiente como para impedir la inclusión del producto de protección dentro del sellante. [36]

**Limitaciones en la ejecución.** - No se permitirá la realización de los trabajos cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie del pavimento sean inferiores a cinco grados Celsius ( $5^{\circ}\text{C}$ ), la superficie se encuentre húmeda o haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra. Los trabajos se deberán realizar preferentemente en condiciones de luz solar. [36]

**Medida.** - La unidad de medida del sello de fisuras será el metro lineal (m), aproximado al entero, de fisura sellada para cualquier ancho y profundidad de ella, en acuerdo con los documentos del proyecto y a plena satisfacción del Fiscalizador.

Cuando el cómputo de la fracción decimal de la obra aceptada resulte mayor o igual a cinco décimas de metro lineal ( $\geq 0.5$  ml), la aproximación al entero se realizará por exceso y si resulta menor de cinco décimas de metro lineal ( $< 0.5$  ml), la aproximación se realizará por defecto. [36]

**Forma de pago.** - El pago se hará al precio unitario del contrato, por la longitud de fisuras correctamente sellada y recibida a satisfacción por el Fiscalizador.

<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>
SELLADO DE GRIETAS CON ASFALTO RC-250	m

#### **4. Bacheo en Hormigón Asfáltico en caliente (e=5 cm)**

##### Descripción

Estas tareas involucran la restauración de la superficie de asfalto en un área severamente dañada, a través de la remoción parcial o completa de la capa afectada y su reemplazo con una mezcla de asfalto. El objetivo es corregir los problemas estructurales que se evidencian con grietas graves y moderadas, deformaciones pronunciadas, grietas de desplazamiento, baches, fracturas y hundimientos. [37]

Para llevar a cabo la reparación, se procede a quitar parcial o completamente la capa de asfalto dañada, utilizando técnicas como el fresado o el corte y delimitación del área afectada. Se realiza una limpieza y nivelación de la superficie de soporte, seguido de la aplicación de una imprimación para mejorar la adherencia. Luego se rellena el área con una mezcla de asfalto de reposición y se compacta adecuadamente. [37]

Las zonas de reparación deben tener forma cuadrada o rectangular, y los bordes de remoción deben ser verticales. Es esencial asegurar una compactación adecuada de la mezcla de asfalto utilizada para el relleno del hueco, cumpliendo con las normas de calidad aplicables. [37]

La metodología de trabajo debe garantizar una correcta adherencia entre la nueva capa de asfalto y la capa subyacente, evitando problemas como exudación, desplazamientos u otras fallas. En caso de que surja algún problema, el contratista es responsable de corregirlo. [37]

### **Hormigón asfáltico mezclado en planta**

**Material Asfáltico:** El material asfáltico utilizado será el AP3 85-100 o su equivalente y deberá ser homogéneo, libre de agua y residuos obtenidos por destilación artificial del carbón o alquitrán de carbón. Además, no debe producir espuma al calentarse a 175 °C y cumplir con los requerimientos AASHTO M20. El fiscalizador puede cambiar el grado del asfalto durante la construcción si es necesario, siempre y cuando no haya modificación en el precio unitario del contrato. [37]

### **Agregados:**

Se empleará el material asfáltico AP3 85-100, o un equivalente, el cual debe cumplir con ciertas características. Este material debe ser homogéneo, sin presencia de agua ni residuos provenientes de la destilación artificial del carbón o alquitrán de carbón. Además, al ser calentado a 175 °C, no debe generar espuma y debe cumplir con los requisitos establecidos en el estándar AASHTO M20. [37]

Es importante tener en cuenta que, durante la construcción, el supervisor de la obra tiene la facultad de cambiar el grado del asfalto si es necesario. Sin embargo, dicho cambio no debe implicar una modificación en el precio unitario estipulado en el contrato. [37]

El agregado fino puede ser arena natural o triturada la cual debe cumplir las exigencias de la tabla 405-5-1, los agregados gruesos deberán tener cierta angularidad, el 85 % de agregado grueso deberá tener por lómenos una cara fracturada y el 80 % deberá tener por lo menos dos caras fracturadas. [37]

**Tabla 33:** Porcentaje de los Agregados que pasan (405-5-1)

Tamiz		Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1"	(25.4 mm)	100
3/4"	(19.0 mm)	90-100
3/8"	(9.5 mm)	56-80
#4	(4.75 mm)	35-65
#8	(2.36 mm)	23-49
#50	(0.30 mm)	05-19
#200	(0.075 mm)	02-08

*Fuente: MOP 2002*

### **Ensayos y Tolerancias:**

Para garantizar la calidad del material asfáltico, se realizarán pruebas de acuerdo con la norma AASHTO M PI-93, la cual establece los requisitos principales. Estos requisitos se detallan en la tabla 810-2 de las especificaciones generales del MTOP-001-F-2002, Tomo II. A través de estos ensayos, se verificará que el material cumpla con los estándares establecidos y que posea las propiedades necesarias para su correcto desempeño en la reparación de la capa asfáltica. [37]

Para verificar la granulometría de los agregados utilizados en el hormigón asfáltico, se llevará a cabo el ensayo INEN 696 AASHTO T-11 y T-27. Este ensayo implica tomar muestras de forma periódica de los acopios de agregados existentes, así como de las tolvas de recepción en caliente y la mezcla asfáltica preparada. [37]

Estas muestras serán sometidas al ensayo mencionado para evaluar su granulometría y asegurarse de que se encuentren dentro de las tolerancias establecidas para la fórmula maestra de obra. Este proceso de verificación garantiza que los agregados cumplan con los requisitos de tamaño y distribución necesarios para lograr una mezcla asfáltica de calidad. [37]

El hormigón asfáltico producido en planta debería acatar la fórmula maestra de obra indicada en el numeral 405-5.05.1, de la MTOP, dentro de las siguientes tolerancias [29]:

Peso de agregados secos que pasen el tamiz 1/2" (12,5 mm) y tamices mayores: ±8%

Peso de agregados secos que pasen tamices de 3/8"(9,5 mm) y No. 4(4,75 mm):  $\pm 7\%$ .

Peso de agregados secos que pasen tamices No.8 (2,36 mm) y No.16(1,18mm):  $\pm 6\%$ .

Peso de agregados secos que pasen tamices No.30(0,60mm) y No.50(0,30mm):  $\pm 5\%$ .

Peso de los agregados secos que pasen el tamiz No. 100 (0,15 mm):  $\pm 4\%$ .

Peso de los agregados secos que pasen el tamiz No. 200 (0,075 mm):  $\pm 3\%$ .

Dosificación del material asfáltico en peso:  $\pm 0.3\%$ .

Temperatura de la mezcla al salir de la mezcladora:  $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperatura de la mezcla antes de colocarlo en el camino:  $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Los espesores de la capa de hormigón asfáltico no pueden sufrir variaciones y el promedio no puede ser inferior al espesor especificado en el contrato. Si se lleva a cabo un bacheo que abarque un ancho mayor al correspondiente a un carril, se deberá tener en cuenta la cantidad adecuada de bombeo necesario para cubrir dicho espacio adicional. Es fundamental respetar las especificaciones y dimensiones establecidas en el contrato para garantizar la calidad y uniformidad de la capa de hormigón asfáltico. [29]

Si durante la medición se detecta una variación en el espesor de la capa de hormigón asfáltico que supere los límites establecidos en las especificaciones, o si los ensayos de densidad indican un valor por debajo del 97% de la densidad máxima establecida en el laboratorio, o si la composición de la mezcla no cumple con las tolerancias permitidas, el contratista deberá reconstruir el área afectada cubriendo los gastos. [29]

Requisitos que debe cumplir la mezcla:

**Tabla 34:** Ensayo Método Marshall (405-5-4)

Ensayo Método Marshall		
Descripción	Mínimo	Máximo
N° de golpes	75	75
Estabilidad (libras)	1800	
Flujo (pulg/100)	8	14
% de vacíos	3	5

*Fuente:* MTOP, 2002

### ***Equipos:***

***Planta mezcladora:*** debe ser capaz de mezclar los materiales de forma efectiva, asegurando una distribución uniforme de los agregados, el asfalto y otros aditivos necesarios. Además, debe contar con sistemas de control y monitoreo adecuados para garantizar que se cumplan los parámetros de temperatura, tiempo de mezcla y proporciones de los componentes. [29]

***Equipo de transporte:*** Los camiones volquete utilizados para el transporte de hormigón bituminoso deben estar equipados con cubos metálicos inclinados, cerrados y en buen estado. Es importante que estos cubos se mantengan limpios y sean recubiertos con aceite u otro material similar, de acuerdo con las especificaciones establecidas. Esto ayuda a prevenir la contaminación por polvo y otros contaminantes en el medio ambiente. [29]

***Equipo de distribución:*** La cargadora compacta desempeñará un papel crucial en el proceso de extendido, asegurándose de distribuir de manera uniforme y controlada el hormigón asfáltico sobre la superficie de la carretera. Debe contar con sistemas y controles adecuados que permitan ajustar y mantener los parámetros requeridos durante el proceso de extendido. [29]

***Equipo de compactación:*** Rodillo mixto autopropulsado. Como mínimo el Contratista deberá proveer con cada mini cargadora un rodillo mixto autopropulsado. [29]

### ***Procedimientos de trabajo***

***Fórmula Maestra de Obra:*** Antes de iniciar los trabajos el contratista debe presentar el diseño de la formula maestra de obra.

La fórmula maestra establecerá [37]:

- Las cantidades de las diversas fracciones definidas para los agregados en la dosificación del hormigón asfáltico deben seguir las proporciones establecidas en la fórmula maestra de obra
- El porcentaje de material asfáltico utilizado en la dosificación del hormigón asfáltico se establece en relación al peso total de los agregados
- La temperatura que deberá tener el hormigón al salir de la mezcladora.

- La temperatura que deberá tener la mezcla al colocarla en el sitio.

**Dosificación y Mezclado:** Los agregados para la preparación de las mezclas de hormigón asfáltico deberán almacenarse separadamente en tolvas individuales, antes de entrar en la planta, se secarán en el horno secador por el tiempo y a la temperatura necesaria para reducir la humedad a un máximo del 1 %. [37]

**Dosificación:** La mezcla de los agregados y el asfalto se llevará a cabo en una planta central de mezcla, ya sea de forma continua o por paradas, dependiendo de las necesidades del proyecto y las especificaciones establecidas. [37]

La temperatura del cemento asfáltico al momento de la mezcla estará entre los 135°C y 160°C, y la temperatura de los agregados, al momento de recibir el asfalto, deberá estar entre 120°C y 160°C. En ningún caso se introducirá en la mezcladora el árido a una temperatura mayor en más de 10 °C que la temperatura del asfalto. [29]

**Distribución:** Debe colocarse sobre la capa subyacente, sobre una superficie limpia, con su riego de imprimación para adherencia y seca. [37]

Una vez que la mezcla asfáltica ha sido transportada al sitio de trabajo, se verterá de manera adecuada y se esparcirá sobre la superficie previamente preparada y seca. Es importante tener en cuenta que las condiciones climáticas pueden afectar el proceso de distribución y ocasionar desperdicio de la mezcla, especialmente en caso de lluvias repentinas. [29]

**Compactación:** La temperatura óptima para iniciar la compactación de las mezclas recién pavimentadas varía de 163-110°C [29]:

- Se debe alcanzar casi la totalidad de la densidad en obra.
- Para la compactación de capas de poco espesor no se debe usar la vibración y no mayor a una velocidad de 5 km/hora
- En zonas donde no llegue el rodillo liso se debe utilizar pisones mecánicos.
- La capa asfáltica debe llegar a tener una textura lisa y uniforme, sin fisuras ni rugosidades.

**Medición y pago:** Serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor de 5 cm. [29]:

### **Actividades a realizarse**

- Corte y cuadro del bache.
- Remoción del área deteriorada.
- Compactación.
- Limpieza y barrido
- Riego de imprimación.
- Colocación de hormigón asfáltico en caliente preparado en planta.
- Compactación.
- Verificación que se encuentre a nivel de la capa existente

### ***Material mínimo:***

Asfalto, diésel, ripio triturado, arena para asfalto.

### ***Equipo Mínimo:***

Mini cargadora (con acople de fresado), rodillo mixto autopropulsado, cortadora de asfalto o amoladora, tanquero distribuidor de asfalto, camión o volqueta

### ***Personal mínimo:***

Operador mini cargador, operador rodillo mixto autopropulsado, peón, chofer tanquero distribuidor de asfalto, chofer de camión o volqueta,

### ***Medición:***

Las cantidades a pagarse por este rubro serán los metros cuadrados, debidamente ejecutados, aceptados y medidos en obra por la fiscalización.

### **Forma de Pago:**

Se pagará por m<sup>2</sup>.

## **5. Imprimación con emulsión Asfáltica**

### ***Riego de Imprimación.***

***Descripción.*** – Este trabajo implica el suministro y la distribución de material bituminoso, utilizando asfalto diluido de curado medio o asfalto emulsificador, sobre la superficie de una base o subbase de acuerdo con los anchos, alineamientos y

pendientes especificados en los planos. El proceso de aplicación incluye la limpieza de la superficie justo antes de la aplicación del asfalto. Además, se contempla el suministro y la distribución uniforme de una capa delgada de arena secante, si el Fiscalizador lo considera necesario, para absorber cualquier exceso de aplicación de asfalto y proteger el riego bituminoso, permitiendo así la circulación de vehículos o maquinaria antes de colocar la capa de rodadura. [29]

**Materiales.** – El material bituminoso utilizado estará compuesto por asfalto diluido o emulsiones asfálticas, cuyo tipo será especificado en las disposiciones especiales del contrato. La calidad del asfalto diluido deberá cumplir con los requisitos establecidos en la subsección 810-3 de las especificaciones MOP 2002. Por otro lado, las emulsiones asfálticas utilizadas serán del tipo de rotura lenta y deberán cumplir con las especificaciones establecidas en la subsección 810-4. Estas especificaciones garantizan que el material bituminoso cumpla con los estándares de calidad requeridos para su adecuado desempeño en la aplicación y durabilidad en la superficie de la carretera. [29]

Durante las aplicaciones de asfalto, es posible que surja la necesidad de cambiar el grado del asfalto establecido en las disposiciones generales con el fin de mejorar la eficiencia del riego de imprimación. En tales casos, el Fiscalizador tiene la autoridad para permitir el cambio de grado, siempre y cuando se cambie al grado inmediatamente más cercano y no se modifique el precio unitario establecido en el contrato.. [29]

En caso de ser necesario aplicar una capa de secado, esta estará compuesta por arena natural o arena proveniente de trituración. La arena debe estar libre de polvo, suciedad, arcilla u otras impurezas, y debe cumplir con las granulometrías establecidas en la subsección 405-6 de las especificaciones. [29]

**Equipo.** - El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de una barredora mecánica, un soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado. El distribuidor de asfalto a presión estará equipado con neumáticos y una rueda adicional que accionará el tacómetro, permitiendo un control constante por parte del operador durante la aplicación. El riego asfáltico se realizará mediante una bomba de presión

independiente, lo que facilitará la regulación de la misma. El asfalto se aplicará de manera uniforme a través de una barra equipada con boquillas diseñadas para evitar la atomización. [29]

***Procedimientos de trabajo.*** –El riego de imprimación solo se podrá aplicar si la superficie cumple con todos los requisitos necesarios de densidad y acabado. Antes de la distribución de asfalto, la superficie deberá ser barrida y mantenerse libre de cualquier material extraño. En algunos casos, el Fiscalizador puede ordenar la realización de un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto. [29]

***Distribución del material bituminoso.*** – El asfalto para imprimación se distribuirá de manera uniforme sobre la superficie preparada, la cual debe estar seca o ligeramente húmeda. La distribución se realizará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más franjas, de modo que se pueda mantener el tránsito en la parte de la vía que no ha sido imprimada. Durante la distribución, se deben tomar las precauciones necesarias para asegurar que las uniones entre las franjas se solapen ligeramente o se empalmen correctamente. En caso de ser necesario, se utilizará el rociador manual para hacer retoques en los lugares que lo requieran. [29]

Es responsabilidad del Contratista asegurarse de que no se produzcan manchas de la distribución asfáltica en obras de arte, bordillos, aceras o árboles adyacentes. En caso necesario, se deberán tomar las precauciones adecuadas para proteger estas áreas antes de proceder con el riego de asfalto. [29]

La cantidad de asfalto a aplicar será determinada por el Fiscalizador, teniendo en cuenta la naturaleza del material a ser impregnado y el tipo de asfalto utilizado. Cuando se utilice asfalto diluido de curado medio, la cantidad estará dentro del rango de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado. En el caso de asfalto emulsionado, como SS-1, SS-1h, CSS-1 o CSS-1h, la cantidad variará entre 0.5 y 1.4 litros por metro cuadrado (según el Manual del Instituto del Asfalto). Los valores exactos de aplicación serán determinados por el ingeniero fiscalizador. [29]

***Aplicación de la arena.*** - La colocación de una capa de arena sobre el riego de imprimación no es necesaria en todos los casos; es preferible que la cantidad de asfalto establecida para la imprimación, sea absorbida totalmente en la superficie. La capa de arena tiene varios propósitos. En primer lugar, ayuda a proteger la penetración del

asfalto, especialmente si se requiere permitir el tránsito vehicular o evitar posibles daños causados por lluvias. Además, la capa de arena puede absorber cualquier exceso de asfalto, evitando así la formación de charcos o acumulación de material en la superficie. La distribución de la arena deberá ser uniforme en toda la superficie que se requiere cubrir, de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador. Durante la aplicación, se deberá evitar la formación de corrugaciones en el material de secado y no se permitirá dejar montones de arena sobre la capa. [29]

**Circulación de vehículos.** –No se permitirá el tránsito sobre una capa de imprimación hasta que se haya completado la penetración del asfalto en la superficie. Sin embargo, en situaciones excepcionales donde sea absolutamente necesario permitir la circulación de vehículos, se deberá esperar al menos cuatro horas desde la aplicación del asfalto antes de cubrirlo con la capa de arena. Una vez cubierto con la capa de arena, se podrá autorizar el tránsito, pero con una velocidad máxima de 20 km/h. [29]

**Medición.** - El pago por el riego de imprimación deberá realizarse considerando por separado las cantidades de asfalto y arena efectivamente utilizadas y aceptadas por el Fiscalizador.

La unidad de medida para el asfalto será el litro y la medición se efectuará reduciendo el volumen empleado a la temperatura de la aplicación, al volumen a 15.6 C. Las tablas de reducción y conversión al peso se encuentran en la subsección 810-5. O La cantidad de arena empleada será medida en metros cúbicos. [29]

**Pago.** –Las cantidades de obra determinadas de acuerdo con las especificaciones anteriores se pagarán a los precios establecidos en el contrato. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por los siguientes rubros: Preparación previa de la superficie para la imprimación, Suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico, Mano de obra involucrada en la realización del trabajo, Equipos y herramientas utilizados en el proceso, Materiales necesarios para llevar a cabo la tarea, Operaciones conexas relacionadas con el trabajo descrito en esta sección. [29]

<b>Nºdel Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
405-1 (1) Asfalto RC para imprimación.....	Gal (gl)
405-1 (2) Arena para protección y secado.....	Metro cúbico (m 3)

## **6. Fresado de pavimento Asfáltico, e=5cm(Incluye Transporte 5 km)**

**Descripción:** Este trabajo implica obtener un nuevo perfil longitudinal y transversal de un pavimento asfáltico existente mediante el proceso de fresado en frío. El fresado en frío se realizará de acuerdo con los alineamientos y dimensiones especificados en los documentos del proyecto y las instrucciones proporcionadas por el fiscalizador. [36]

**Materiales.** - Este requisito no es aplicable en la presente especificación.

**Equipo.** - El equipo para la ejecución de los trabajos deberá ser una fresadora auto cargable de pavimento cuyo estado, potencia y capacidad garantice el trabajo, [36]

### ***Procedimiento de trabajo***

#### ***Preparación de la superficie existente***

Antes de llevar a cabo las operaciones de fresado, es necesario que la superficie del pavimento esté limpia y libre de cualquier tipo de suciedad, escombros u obstrucciones. Por lo tanto, es responsabilidad del Constructor realizar las operaciones de barrido y/o soplado necesarias para lograr esta condición adecuada. [36]

#### ***Fresado del pavimento***

El fresado se llevará a cabo en el área aprobada por el fiscalizador, sin la adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto existente. Este proceso se realizará a temperatura ambiente, sin la necesidad de aplicar calor adicional. [36]

Durante la manipulación del material fresado, es importante evitar su contaminación con suelos u otros materiales extraños. En áreas donde la maquinaria de fresado no pueda acceder fácilmente, como en proximidades de bocas de pozos u otros sitios inaccesibles, se utilizarán métodos alternativos para remover el pavimento existente y garantizar una superficie adecuada. [36]

El trabajo de fresado se podrá realizar en varias capas, hasta alcanzar el espesor del proyecto, debiendo quedar una superficie nivelada y sin fracturas. [36]

El Constructor es responsable de asegurar que los trabajos de fresado no causen daños a objetos, estructuras y plantas que se encuentren cerca de la zona de acción de sus

equipos. Para ello, el Constructor deberá tomar todas las precauciones necesarias y adecuadas para evitar cualquier daño durante el desarrollo de los trabajos. En caso de que se produzcan daños a objetos, estructuras o plantas debido a los trabajos de fresado, el Constructor será responsable de compensar los daños y perjuicios ocasionados. Es su responsabilidad asumir cualquier responsabilidad por los daños causados a dichos elementos durante el proceso de fresado. [36]

***Condiciones para recepción de trabajos***

El Fiscalizador evaluará el cumplimiento de estas tolerancias y tomará las medidas necesarias para asegurar que el resultado final se encuentre dentro de los límites permitidos. Cualquier diferencia en las cotas deberá ser reportada y documentada adecuadamente. Se permitirá una tolerancia de hasta cinco milímetros (5 mm), ya sea en defecto o en exceso, en las cotas de la superficie resultante en comparación con las cotas del proyecto. [36]

**Medición.** - La unidad de medida del pavimento asfáltico fresado será el metro cúbico (m<sup>3</sup>).

**Pago.** - El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y a satisfacción plena del Fiscalizador.

<b><i>No del Rubro de Pago y Designación</i></b>	<b><i>Unidad de medida</i></b>
--	--------------------------------

Fresado de pavimento asfáltico .....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
--------------------------------------	--------------------------------

## 7. Carpeta Asfáltica en Caliente (e= 5cm)

### *Reposición de la estructura fallada*

Este trabajo implica la remoción y desalojo de la estructura deteriorada del pavimento que no ha sido intervenido mediante bacheo de hormigón asfáltico. Una vez completada esta remoción, se llevará a cabo el riego de imprimación sobre la superficie debidamente preparada. Posteriormente, se procederá a colocar una carpeta asfáltica con un espesor mínimo de 5.00 cm. [37]

El corte del pavimento se llevará a cabo utilizando el equipo especificado y solicitado en los pliegos del proyecto. Antes de realizar el corte, se coordinará con la Fiscalización para garantizar una correcta ejecución. Durante el corte, se prestará especial atención a que los bordes del pavimento existente presenten caras rectas y perpendiculares. Se tomarán medidas para asegurar que se adopten formas geométricas regulares, como cuadrados o rectángulos, que sean de fácil medición y proporcionen una apariencia ordenada y uniforme. [37]

### *Uniformización y emporado de vía*

Para comenzar, se realizará la limpieza de la superficie donde se colocará el hormigón asfáltico. Esta superficie deberá ser barrida y estar completamente seca, sin ningún tipo de material extraño que pueda afectar la calidad del trabajo. La corrección de las deformaciones se llevará a cabo utilizando mezcla asfáltica o base granular, según sea necesario y según los requerimientos específicos. Esta elección dependerá de las condiciones de la base existente y del objetivo de lograr una superficie uniforme y adecuada para la posterior colocación del asfalto. [37]

### *Riego de imprimación*

Este trabajo se enfoca en el suministro y distribución del material asfáltico, específicamente la aplicación de asfalto granular diluido de dureza media. Antes de proceder con la aplicación del asfalto, se realizará un estudio del terreno y se tendrán en cuenta todas las características del lugar, como su ubicación, el terreno disponible y las condiciones climáticas. [37]

**Material:** El material bituminoso será asfalto diluido del tipo MC250.

Durante el proceso de construcción, pueden surgir situaciones en las que sea necesario ajustar la compactación de la mezcla asfáltica utilizada para rellenar baches. Estos ajustes pueden implicar cambios en el método de compactación o en la cantidad de compactación necesaria para cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la especificación MTOP. [29]

**Equipo:** El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador. El equipo mínimo deberá constar de una barredora mecánica, un soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado. [37]

**Procedimiento de trabajo:** Antes de la colocación del riego de imprimación la superficie deberá ser barrida y limpiada, eliminando todo material extraño y polvo.

**Distribución de material bituminoso:** La imprimación asfáltica debe ser aplicada de manera uniforme sobre la superficie preparada, la cual debe encontrarse seca o ligeramente húmeda. Se realizará la aplicación en dos o más franjas, siguiendo las dimensiones especificadas, con el objetivo de mantener el tráfico en la parte de la superficie que aún no ha sido imprimada. Para asegurar la calidad de las operaciones, todos los materiales, equipos y accesorios utilizados serán refrescados con pulverizadores manuales si es necesario. Estos elementos serán colocados y utilizados en las diversas etapas del proceso de imprimación. [37]

### ***Hormigón asfáltico mezclado en planta***

**Descripción:** El trabajo consiste en la construcción de la capa de rodadura utilizando hormigón asfáltico. Esta capa estará compuesta por agregados que cumplen con la granulometría especificada, así como material asfáltico. La mezcla de estos materiales se realizará en caliente en una planta central y luego se colocará sobre la subrasante de la vía, la cual está conformada por una base granular clase 2 debidamente compactada. [37]

### ***Materiales:***

**Material Asfáltico:** El asfalto será cemento asfáltico con un grado de penetración de 60-70 para carpeta asfáltica. En caso de ser necesario el fiscalizador puede cambiar el grado del asfalto, pero sin modificar el precio unitario.

El asfalto utilizado en la mezcla deberá ser capaz de calentarse a una temperatura de 175 °C, lo cual es importante para asegurar su adecuada aplicación y compactación. Además, el asfalto y cualquier otro aditivo utilizado en la mezcla deberán cumplir con los requerimientos establecidos por la norma ASSHTO M20, lo cual garantiza que los materiales cumplan con estándares de calidad específicos. [37]

**Agregados:** Los agregados a emplearse serán los tipos A, todas las partículas que forman el agregado grueso se obtienen por trituración. El fino puede ser natural o triturado, se puede incluir relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación indicadas en la Tabla 33.

Los agregados utilizados en la pavimentación serán fragmentos limpios, resistentes y duros, sin presencia de materia vegetal ni exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Además, se evitará el uso de materia vegetal cubierta de arcilla u otros minerales que puedan ser inconvenientes en la mezcla. En cuanto a los agregados gruesos, estos deberán someterse a un ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles para determinar su desgaste. El desgaste máximo permitido será del 40% después de 500 revoluciones en la máquina de ensayo, lo cual es un indicador de la resistencia y durabilidad de los agregados. [37]

**Ensayos y Tolerancias.** – Se comprueba la calidad del material asfáltico según la norma AASHTO MPI-93, la granulometría de los agregados para hormigón asfáltico se comprobará mediante el ensayo INEN 696 ASSTHO T-11 y T-27. El hormigón asfáltico que se produzca en planta debe cumplir con la fórmula maestra de obra indicada en el numeral 405-5-05.1 de las especificaciones MTOP dentro de las siguientes tolerancias [37]:

Peso de agregados secos que pasen el tamiz ½"(12,5 mm) y tamices mayores: ±8%

Peso de agregados secos que pasen tamices de 3/8"(9,5 mm) y No. 4(4,75 mm): ±7 %.

Peso de agregados secos que pasen tamices No.8 (2,36 mm) y No.16(1,18mm): ± 6 %.

Peso de agregados secos que pasen tamices No.30(0,60mm) y No.50(0,30mm): ±5%.

Peso de los agregados secos que pasen el tamiz No. 100 (0,15 mm): ±4 %.

Peso de los agregados secos que pasen el tamiz No. 200 (0,075 mm): ± 3 %.

Dosificación del material asfáltico en peso:	± 0.3 %.
Temperatura de la mezcla al salir de la mezcladora:	±10 °C
Temperatura de la mezcla antes de colocarlo en el camino:	±10 °C

Los espesores de la capa de hormigón asfáltico no pueden variar y su promedio no puede ser menor que el espesor establecido en el contrato. La cota de la superficie no podrá variar en más de 1 cm, la superficie debe quedar lisa y uniforme.

El fiscalizador deberá comprobar espesor, densidad de la mezcla y composición a intervalos de 500 m lineales en sitios al azar, mediante extracción de muestras. Comprobará que la densidad máxima no se encuentra inferior al 97 % y si no se encuentra acorde a las especificaciones el contratista deberá reconstruir el área afectada, la mezcla deberá cumplir los requisitos indicados en la tabla 32.

***Equipos:***

***Planta mezcladora:*** debe ser capaz de mezclar los materiales de forma efectiva, asegurando una distribución uniforme de los agregados, el asfalto y otros aditivos necesarios. Además, debe contar con sistemas de control y monitoreo adecuados para garantizar que se cumplan los parámetros de temperatura, tiempo de mezcla y proporciones de los componentes. [29]

***Equipo de transporte:*** Los camiones volquete utilizados para el transporte de hormigón bituminoso deben estar equipados con cubos metálicos inclinados, cerrados y en buen estado. Es importante que estos cubos se mantengan limpios y sean recubiertos con aceite u otro material similar, de acuerdo con las especificaciones establecidas. Esto ayuda a prevenir la contaminación por polvo y otros contaminantes en el medio ambiente. [29]

***Equipo de distribución:*** La cargadora compacta desempeñará un papel crucial en el proceso de extendido, asegurándose de distribuir de manera uniforme y controlada el hormigón asfáltico sobre la superficie de la carretera. Debe contar con sistemas y controles adecuados que permitan ajustar y mantener los parámetros requeridos durante el proceso de extendido. [29]

**Equipo de compactación:** Rodillo mixto autopropulsado. Como mínimo el Contratista deberá proveer con cada mini cargadora un rodillo mixto autopropulsado. [29]

### ***Procedimientos de trabajo***

**Fórmula Maestra de Obra:** Antes de iniciar los trabajos el contratista debe presentar el diseño de la formula maestra de obra.

La fórmula maestra establecerá [37]:

- Las cantidades de las diversas fracciones definidas para los agregados en la dosificación del hormigón asfáltico deben seguir las proporciones establecidas en la fórmula maestra de obra
- El porcentaje de material asfáltico utilizado en la dosificación del hormigón asfáltico se establece en relación al peso total de los agregados
- La temperatura que deberá tener el hormigón al salir de la mezcladora.
- La temperatura que deberá tener la mezcla al colocarla en el sitio.

**Dosificación y Mezclado:** Los agregados para la preparación de las mezclas de hormigón asfáltico deberán almacenarse separadamente en tolvas individuales, antes de entrar en la planta, se secarán en el horno secador por el tiempo y a la temperatura necesaria para reducir la humedad a un máximo del 1 %. [37]

**Dosificación:** La mezcla de los agregados y el asfalto se llevará a cabo en una planta central de mezcla, ya sea de forma continua o por paradas, dependiendo de las necesidades del proyecto y las especificaciones establecidas. [37]

La temperatura del cemento asfáltico al momento de la mezcla estará entre los 135°C y 160°C, y la temperatura de los agregados, al momento de recibir el asfalto, deberá estar entre 120°C y 160°C. En ningún caso se introducirá en la mezcladora el árido a una temperatura mayor en más de 10 °C que la temperatura del asfalto. [29]

**Distribución:** Debe colocarse sobre la capa subyacente, sobre una superficie limpia, con su riego de imprimación para adherencia y seca. [37]

Una vez que la mezcla asfáltica ha sido transportada al sitio de trabajo, se verterá de manera adecuada y se esparcirá sobre la superficie previamente preparada y seca. Es importante tener en cuenta que las condiciones climáticas pueden afectar el proceso de

distribución y ocasionar desperdicio de la mezcla, especialmente en caso de lluvias repentinas. [29]

**Compactación:** La temperatura óptima para iniciar la compactación de las mezclas recién pavimentadas varia de 163-110°C [29]:

- Se debe alcanzar casi la totalidad de la densidad en obra.
- Para la compactación de capas de poco espesor no se debe usar la vibración y no mayor a una velocidad de 5 km/hora
- En zonas donde no llegue el rodillo liso se debe utilizar pisones mecánicos.
- La capa asfáltica debe llegar a tener una textura lisa y uniforme, sin fisuras ni rugosidades.

**Materiales mínimos:** De acuerdo a las especificaciones

**Equipo Mínimo:** Herramienta menor, escoba mecánica, finisher, rodillo neumático, rodillo liso, tanquero imprimador.

**Personal Mínimo:** Peón, Operador acabadora de pavimento asfáltico, operador barredora autopropulsada, chofer, engrasador, operador rodillo autopropulsado.

**Medición.** – Serán los metros cuadrados con un espesor de 5 cm

**Pago.** - Las cantidades determinadas en cualquiera de las formas establecidas en el numeral anterior, serán pagadas a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
Carpeta Asfáltica de e= 5cm	m2

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Se analizó mediante el PCI que las vías propuestas de la red intercantonal de Tungurahua en su mayor parte necesitan un “**Mantenimiento Periódico**” con el cual se conservara la vida útil del pavimento asfáltico.
- Mediante los datos obtenidos del PCI se obtuvo el estado en que se encuentra el pavimento asfáltico, clasificando a la vía Patate-Baños con un valor de PCI de **82.77** como “**Muy Buena**” y la vía **Cevallos-Mocha** en peores condiciones en donde su valor más bajo obtenido en uno de sus tramos es de **57** clasificada como “**Buena**”.
- Con el análisis de las deflexiones mediante la viga de Benkelman se obtuvo las más críticas en la vía Cevallos-Mocha en uno de sus tramos con un valor promedio de **(115.03 x 10<sup>-2</sup>mm)**, en la cual tiene una Deflexión **Tipo III** indicándonos que el pavimento presenta un grosor insuficiente o un grave deterioro, por otra parte, la vía Patate-Baños es una que tiene las mejores condiciones con una deflexión de **(52.89 x 10<sup>-2</sup>mm)** presentando una deflexión del “**Tipo I**” con un buen comportamiento de la subrasante y el pavimento.
- Se desarrolló un plan de mantenimiento según el tipo de fallas presentes en cada vía principalmente dando solución a las fallas más representativas que son grietas longitudinales y transversales, piel de cocodrilo, Desprendimiento de agregados y agrietamiento en bloque.
- Se propuso un presupuesto referencial de \$ 34 601.36 basado en los tipos de fallas y cantidades tomadas mediante el ensayo PCI, para lo cual se realizó un análisis de los precios unitarios de cada uno de los rubros a implementarse para dar el mantenimiento vial.

## 4.2. Recomendaciones

- Al ejecutar el ensayo visual PCI se debe tomar apuntes verídicos con el tipo de falla presente su nivel de severidad y cantidad dependiendo la unidad en la que se mida, si no se obtienen datos con la mayor precisión no se podrá determinar el estado en el que se encuentra realmente el pavimento asfáltico y se producirán errores al tabular los datos.
- Con el ensayo no destructivo de la viga de Benkelman se debe tomar en cuenta varias consideraciones al momento de su cálculo como son las correcciones por el brazo con relación 1:2, correcciones por la Temperatura y las correcciones por Estacionalidad.
- Es importante seguir realizando proyectos del estado del pavimento asfáltico debido a que las autoridades dejan que este se destruya totalmente para intervenir y esto lleva un mayor gasto teniendo que realizar una rehabilitación de la vía o en el peor de los casos una reconstrucción total.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Carlos J. Gonzales Vergara, Mario A. Rincon Villalba, Wilson E. Vargas Vargas, *Ingeniería de Vías Diseño, trazado y localización de carreteras*, Bogota: Alfaomega , 2019.
- [2] A. R. Pezo, "*Gestión de mantenimiento vial y su influencia en la satisfacción del usuario de la carretera Shapaja - Chazuta, 2018*" (Tesis para optar el grado académico de maestro en Ingeniería Civil con Mención en Dirección de empresas de la construcción), Tarapoto - Peru: Escuela de Posgrado Universidad César Vallejo, 2018.
- [3] Hernan de Solminihac T, Tomas Echaveguren N, Alondra Chamorro G., *Gestión De Infraestructura Vial*, Santiago, Chile: Universidad Católica de Chile, 2018.
- [4] W. M. D., «Red Vial de Nicaragua (Optimización y Mantenimiento),» *NEXO*, vol. 26, nº 01, pp. 02-14, 2013.
- [5] Luis Moreno, Glider Parrales, Denny Cobos, Manuel Cordero, Jaime Peralta, Francisco Ponce, Byron Baque., *Mantenimiento y Conservación de Carreteras (TOMO II)*, 3ciencias (Área de Innovación y Desarrollo, S.L), 2018.
- [6] M. López, « Propuestas para la reactivación económica en el sector vial. CAF Banco de Desarrollo de América Latina.,» 11 enero 2021. [En línea]. Available:  
<https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2021/01/propuestas-para-la-reactivacion-economica-en-el-sector-vial/>.
- [7] CONASET, *Estrategia Nacional de Seguridad de Tránsito 2021 - 2030*, Santiago de Chile, 2021.
- [8] *Plan Estratégico Nacional para la Seguridad Vial de la República Dominicana 2017 – 2020.*, REPÚBLICA DOMINICANA: Tony Nuñez y Asociados, 2017.

- [9] Edison Avila, Flavio Albarracion, Jaime Bojorque, «Evaluación de pavimentos en base a métodos no destructivos y análisis inverso,» *MASKANA*, vol. 6, n° 1, p. 150, 2015.
- [10] C. A. d. F. (CAF), *Estudio sobre el mantenimiento vial en América del Sur*, 2010.
- [11] Luis Alfonso Moreno Ponce, Eduardo Eutiquio Díaz Garcia, Jose Arturo Ponce Navarrete, Luis Alfredo Moreno Ponce., «Sistema para la recomendación del mantenimiento vial a partir de las condiciones del pavimento,» *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 13, n° 11, pp. 205-216, 2020.
- [12] J. E. Feliz, *Fundamentos Basicos y Guia en la construccion de carreteras*, Conadex, 2016.
- [13] INEC, *Siniestros de tránsito I y II trimestre Enero-Junio 2022*.
- [14] Senplades, *Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*, Quito,Ecuador, 2013.
- [15] CONGOPE, *Plan de Desarrollo vial Integral de la Provincia de Tungurahua*, Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua , 2019.
- [16] Hugo Alexander Rondón Quintana, Fredy Alberto Reyes Lizcano , *Pavimentos Materiales, Construccion y diseño*, Bogota: ECOE, 2015.
- [17] Jose Arone Huamani, Efrain Orlando Rimayhuaman Taipe , Saraiht Xiomara Tito Catalan, «Influencia del Mantenimiento Vial y Satisfacción del Usuario,» *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, vol. 6, n° 5, p. 1877, 2022.
- [18] G. Davila, *Metodología de la investigación*, Mexico: Patria, 2015.
- [19] Carlos Fernández, Pilar Baptista, Roberto Hernández, *Metodología de la Investigación Sexta Edición*, Mc Graw Hill Education, 2014.

- [20] «Metodologías de investigación educativa (Descriptivas, experimentales, participativas y de investigación-acción),» *RECIMUNDO*, vol. 4, n° 3, pp. 163-173, 2020.
- [21] ASTM D6433-03, Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos, EE.UU: ASTM INTERNACIONAL, 2002.
- [22] *Manual Completo Diseño de Pavimentos*, Universidad Mayor de San Simón (Facultad de Ciencias y Tecnología), 2019.
- [23] Carlos Andrade Neto, Iván Machado López, Jorge Rufino , «Metodología de análisis de la condición del pavimento a partir del cuenco de deflexión,» *LanammeUCR*, vol. 17, n° 29, pp. 24-32, 2014.
- [24] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras: Ensayo de Materiales, Peru, 2016.
- [25] AASHTO T256-01, Medicion de la deflexi{on del pavimento, Asociacion Americana de Funcionarios de Carreteras y Transportes, 2011.
- [26] INV E-795-13, Medida de las Deflexiones de un pavimento Asfáltico empleando la Viga Benkelman, 2012.
- [27] CONREVIAl, MTC y Consorcio de rehabilitacion vial 2014. Estudio de Rehabilitacion de carreteras en el País (Vol C), Lima., 2014.
- [28] A. S. Chavez, «Propuesta de Sistema de Gestión de Pavimentos para Municipalidades y Gobiernos Locales,» *LanammeUC*, vol. 16, n° 28, pp. 13-24, 2014.
- [29] MOP, *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes*, Quito-Ecuador , 2002.
- [30] «Plan de Mantenimiento periodico del pavimento en el tramo paradero Las Retamas - Puente Los Angeles,» *LanammeUCR*, vol. 25, n° 44, 2023.

- [31] Jose Norambuena, David Zamora, Daniel Castro, Angel Vega, «Análisis Térmico de Geosintéticos Utilizados en la Rehabilitación de Pavimentos,» *Revista Chilena de Ingeniería* , vol. 17, nº 1, pp. 95-100, 2009.
- [32] BID, *Programa de Rehabilitación y Mantenimiento de Infraestructura vial en la República Dominicana*, Marco de Gestión Ambiental y Social - MGAS, 2021.
- [33] Hugo Rondoón, Fredy Reyes , «Metodologías de diseño de pavimentos flexibles: Tendencias, Alcance y limitaciones.,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 17, nº 2, pp. 41-65, 2007.
- [34] *Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública*, Suplemento del Registro Oficial No. 395 , 4 de Agosto 2008, 2008.
- [35] J. F. D. Colmacheo, *El Presupuesto Referencial como un elemento esencial para afrontar la crisis económica del Ecuador en las compras públicas*, Quito: Universidad Andina Simón Bolívar, 2016.
- [36] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, Norma ecuatoriana vial NEVI-12-MTOP, Quito, 2013.
- [37] Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, «Sistema Nacional de Contratación Pública, BACHEO EN HORMIGÓN ASFÁLTICO EN CALIENTE EN VÍAS DE LA PROVINCIA, GRUPO 1,» [En línea]. Available:  
[https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=zQ6PtshGox8QmRg\\_id-KLwmUr5O3Q65xWYiy2d08N-c,..](https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=zQ6PtshGox8QmRg_id-KLwmUr5O3Q65xWYiy2d08N-c,..)
- [38] J. G. Romero, Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Patate-Baños En El Tramo Km 0+000 – Km 2+350 De La Provincia De Tungurahua, 2019.

- [39] D. Chicaiza, : Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Patate-Baños En El Tramo Km 2+350 - Km 4+700 De La Provincia De Tungurahua., 2019.
- [40] J. M. E. Tanquino, : Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Pelileo-Patate En El Tramo Del Km 0+000 Al Km 4+170 De La Provincia De Tungurahua., Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2019.
- [41] C. A. S. Chicaiza, Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Pelileo-Patate En El Tramo Del Km 4+170 - Km 8+260 De La Provincia De Tungurahua., Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2019.
- [42] D. A. A. Tapia, Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Cevallos - Mocha En El Tramo Km 0 + 000 Al Km 4 + 960 De La Provincia De Tungurahua., Ambato: Universidad Tecnica de Ambato, 2019.
- [43] B. L. S. Pullupaxi, Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Cevallos - Mocha En El Tramo Km 4 + 960 Al Km 9+920 De La Provincia De Tungurahua., Ambato: Universidad Tecnica de Ambato, 2019.
- [44] E. A. J. Mise, Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Ambato – Tisaleo Sector Huachi La Magdalena En El Tramo De La Abscisa 0+000 Hasta 3+200 De La Provincia De Tungurahua, Ambato-Ecuador: Universidad Tecnica de Ambato, 2020.
- [45] F. C. C. Yumbo, Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Ambato – Tisaleo Sector Huachi La Magdalena En El Tramo De La Abscisa 3+200 Hasta 9+600 De La Provincia De Tungurahua, Ambato - Ecuador: Universidad Tecnica de Ambato, 2021.

- [46] D. I. C. Peralvo, Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Ambato – Tisaleo Sector Huachi La Magdalena En El Tramo De La Abscisa 6+400 Hasta 9+600 De La Provincia De Tungurahua, Ambato-Ecuador: Universidad Tecnica De Ambato, 2021.
- [47] J. B. Y. Barragán, Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato – Tisaleo en el sector Juan Benigno Vela en el tramo de la abscisa 9+600 hasta la abscisa 12+800 de la provincia de Tungurahua, Ambato-Ecuador: Universidad Tecnica De Ambato, 2020.
- [48] J. P. C. Yugcha, Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Ambato – Tisaleo Sector Huachi La Magdalena En El Tramo De La Abscisa 12+800 Hasta 16+200 De La Provincia De Tungurahua, Ambato-Ecuador: Universidad Tecnica De Ambato, 2020.

**ANEXO A**

**CALCULOS DE LAS UNIDADES DE MUESTREO**

**Vía Patate – Baños ABS 0+000 a 4+700**

<b>Número máximo de muestreo</b>	
<b>ABS 0+00 a la 0+2350</b>	<b>ABS 0+2350 a la 4+700</b>
$N = \frac{2350 \text{ m}}{35 \text{ m}}$ $N = 66.89$ $N = 67 \text{ unidades}$	$N = \frac{2350 \text{ m}}{35.4 \text{ m}}$ $N = 66.38$ $N = 66 \text{ unidades}$
<b>Número mínimo de muestreo</b>	
<b>ABS 0+00 a la 0+2350</b>	<b>ABS 0+2350 a la 4+700</b>
$n = \frac{67 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (67 - 1) + 10^2}$ $n = 13.07$ $n = 13 \text{ unidades}$	$n = \frac{66 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (66 - 1) + 10^2}$ $n = 13.03$ $n = 13 \text{ unidades}$
<b>Intervalo de muestreo</b>	
<b>ABS 0+00 a la 0+2350</b>	<b>ABS 0+2350 a la 4+700</b>
$i = \frac{67}{13}$ $i = 5.15$ $i = 5$	$i = \frac{66}{13}$ $i = 5.07$ $i = 5$

Vía Pelileo – Patate ABS 0+000 a 8+200

Número máximo de muestreo		
ABS 0+00 a la 2+085	ABS 2+085 a la 4+170	ABS 4+170 a la 8+260
$N = \frac{2085}{26}$	$N = \frac{2085}{30}$	$N = \frac{4090}{26}$
$N = 80.19$	$N = 69.5$	$N = 157.30$
$N = 80 u$	$N = 70 u$	$N = 157 u$

Numero minimo de muestreo		
ABS 0+00 a la 2+085	ABS 2+085 a la 4+170	ABS 4+170 a la 8+260
$n = \frac{80 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (80 - 1) + 10^2}$	$n = \frac{70 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (70 - 1) + 10^2}$	$n = \frac{157 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (157 - 1) + 10^2}$
$n = 13.5$	$n = 13.17$	$n = 14.60$
$n = 14 unidades$	$n = 13 unidades$	$n = 15 unidades$

Intervalo de muestreo		
ABS 0+00 a la 2+085	ABS 2+085 a la 4+170	ABS 4+170 a la 8+260
$i = \frac{80}{14}$	$i = \frac{70}{13}$	$i = \frac{157}{15}$
$i = 5.71$	$i = 5.38$	$i = 10.46$
$i = 6 intervalo$	$i = 5 intervalo$	$i = 10 intervalo$

Vía Cevallos-Mocha ABS 0+000 a 9+920

Unidades de Muestreo				
Sección del tramo	Abscisa (km)	Ancho Calzada (m)	Longitud de muestra (m)	N
<b>Tramo 1</b>				
1	0+000 a 2+120	> 7.3	31.5	67
2	2+120 a 4+960	> 7.3	31.5	92
<b>Tramo 2</b>				
1	4+960 a 7+460	7.8	35.00	71
2	7+460 a 9+480	7.00	35.00	55
3	9+480 a 9+920	8.00	35.00	15

Sección del tramo	Abscisa (km)	Unidades de Muestreo (N)	Numero minimo (n)	Intervalo (i)
<b>Tramo 1</b>				
1	0+000 a 2+120	67	13	4
2	2+120 a 4+960	92	14	6
<b>Tramo 2</b>				
1	4+960 a 7+460	71	13	5
2	7+460 a 9+480	55	13	5
3	9+480 a 9+920	15	13	5

**Ambato-Tisaleo ABS 0+000 a la 16+200**

<b>Longitud de muestreo</b>				
<b>ABS 0+000 a 3+200</b>	<b>ABS 3+200 a 6+400</b>	<b>ABS 6+400 a 9+600</b>	<b>ABS 9+600 a 12+800</b>	<b>ABS 12+800 a 16+200</b>
$L = \frac{230}{11.20}$	$L = \frac{230}{10.20}$	$L = \frac{230 \pm 93}{10.30}$	$L = \frac{230 \pm 93}{6.84}$	$L = \frac{230}{7.3}$
$L = 20.536$	$L = 22.55$	$L = 22.54 \pm 9.12$	$L = 33.63 \pm 13.59$	$L = 31.50$
<b>L=20 m</b>	<b>L=22 m</b>	<i>L = 13.3 m hasta 31.36 m</i> <b>L=25 m</b>	<i>L = 20 m hasta 47.23 m</i> <b>L = 32 m</b>	<b>L = 31 m</b>

<b>Numero maximo de muestreo</b>				
<b>ABS 0+000 a 3+200</b>	<b>ABS 3+200 a 6+400</b>	<b>ABS 6+400 a 9+600</b>	<b>ABS 9+600 a 12+800</b>	<b>ABS 12+800 a 16+200</b>
$N = \frac{3200}{20.536}$	$N = \frac{3200}{22.55}$	$N = \frac{3200}{25}$	$N = \frac{3200}{32}$	$N = \frac{3200}{31.50}$
$N = 155.83$	$N = 141.91$	<b>N=128 u</b>	<b>N=100 u</b>	$N = 107.94$
<b>N=156 u</b>	<b>N=142 u</b>			<b>N=108 u</b>

<b>Numero minimo de muestreo</b>		
<b>ABS 0+000 a 3+200</b>	<b>ABS 3+200 a 6+400</b>	<b>ABS 6+400 a 9+600</b>
$n = \frac{156 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * 155 + 10^2}$	$n = \frac{142 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * 141 + 10^2}$	$n = \frac{128 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * 155 + 10^2}$
$L = 14.59$	$L = 14.47$	$L = 14.32$
<b>L=15 u</b>	<b>L=15 u</b>	<b>L=15 u</b>

Numero minimo de muestreo	
ABS 9+600 a 12+800	ABS 12+800 a 16+200
$n = \frac{100 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * 155 + 10^2}$ $L = 13.91$ $L=14 \text{ u}$	$n = \frac{108 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * 155 + 10^2}$ $L = 14.05$ $L=15 \text{ u}$

Intervalo de muestreo				
ABS 0+000 a 3+200	ABS 3+200 a 6+400	ABS 6+400 a 9+600	ABS 9+600 a 12+800	ABS 12+800 a 16+200
$i = \frac{156}{15}$	$i = \frac{152}{15}$	$i = \frac{128}{15}$	$i = \frac{100}{14}$	$i = \frac{112}{15}$
$i = 10.4$	$i = 9.47$	$i = 8.53$	$i = 7.4$	$i = 7.42$
$i=10 \text{ u}$	$i=9 \text{ u}$	$i=9 \text{ u}$	$i=7 \text{ u}$	$i=7.5 \text{ u}$

## ANEXO B

### VALORES DEL PCI DE CADA UNIDAD DE MUESTREO POR VIA

#### VIA PATATE – BAÑOS ABS 0+000 A 4+700

CUADRO RESUMEN DEL PCI VIA PATATE-BAÑOS					
Nº	ÁREA(m2)	ABCISA INICIAL	ABCISA FINAL	PCI	DESCRIPCIÓN
<b>ABS 0+000 a 2+350</b>					
<b>1</b>	241.22	0+140	0+175	89.	Excelente
<b>2</b>	220.26	0+315	0+350	80.	Muy Bueno
<b>3</b>	213.97	0+490	0+525	91.	Excelente
<b>4</b>	215.97	0+665	0+700	93.	Excelente
<b>5</b>	196.06	0+840	0+875	94.	Excelente
<b>6</b>	322.27	1+015	1+050	82.	Muy Bueno
<b>7</b>	262.68	1+190	1+225	89.	Excelente
<b>8</b>	209.39	1+365	1+400	77.	Muy Bueno
<b>9</b>	283.73	1+540	1+575	73.	Muy Bueno
<b>10</b>	220.35	1+715	1+750	88.	Excelente
<b>11</b>	208.13	1+890	1+925	78.	Muy Bueno
<b>12</b>	244.56	2+065	2+100	64.	Bueno
<b>13</b>	230.16	2+240	2+275	78.	Muy Bueno

<b>ABS 2+350 a 4+700</b>					
<b>14</b>	197.64	2+350	2+385	88	Excelente
<b>15</b>	190.26	2+525	2+560	90	Excelente
<b>16</b>	200.83	2+700	2+735	78	Muy Bueno
<b>17</b>	232.24	2+875	2+910	97	Excelente
<b>18</b>	188.74	3+050	3+085	91	Excelente
<b>19</b>	213.33	3+225	3+260	97	Excelente
<b>20</b>	251.61	3+400	3+435	79	Muy Bueno
<b>21</b>	229.56	3+575	3+610	83	Muy Bueno
<b>22</b>	183.98	3+750	3+785	75	Muy Bueno
<b>23</b>	200	3+925	3+960	93	Excelente
<b>24</b>	179.4	4+100	4+135	94	Excelente
<b>25</b>	181.57	4+275	4+310	86	Muy Bueno
<b>26</b>	221.08	4+450	4+485	94	Excelente
<b>27</b>	202.87	4+625	4+660	50	Regular

## VIA PELILEO – PATATE ABS 0+000 A 8+260

CUADRO RESUMEN DEL PCI VIA PATATE-BAÑOS					
N <sup>a</sup>	ÁREA(m2)	ABCISA INICIAL	ABCISA FINAL	PCI	DESCRIPCIÓN
<b>ABS 0+000 a 2+085</b>					
<b>1</b>	234	0+026	0+052	87	Excelente
<b>2</b>	234	0+182	0+208	60	Buena
<b>3</b>	234	0+338	0+364	58	Buena
<b>4</b>	234	0+494	0+520	56	Buena
<b>5</b>	234	0+650	0+676	60	Buena
<b>6</b>	234	0+806	0+832	90	Excelente
<b>7</b>	234	0+962	0+988	76	Muy Bueno
<b>8</b>	234	1+118	1+144	80	Muy Bueno
<b>9</b>	234	1+274	1+300	67	Buena
<b>10</b>	234	1+430	1+456	76.5	Muy Bueno
<b>11</b>	234	1+586	1+612	78	Muy Bueno
<b>12</b>	234	1+742	1+768	60	Buena
<b>13</b>	234	1+898	1+924	83.5	Muy Bueno
<b>14</b>	234	2+054	2+080	84	Muy Bueno
<b>ABS 2+085 a 4+170</b>					
<b>15</b>	240	2+085	2+115	69	Buena
<b>16</b>	240	2+235	2+265	72	Muy Bueno
<b>17</b>	240	2+385	2+415	91	Excelente
<b>18</b>	240	2+535	2+565	97.7	Excelente
<b>19</b>	240	2+685	2+715	86	Excelente
<b>20</b>	240	2+835	2+865	76	Muy Bueno
<b>21</b>	240	2+985	3+015	68	BUENA
<b>22</b>	240	3+135	3+165	99.1	Excelente
<b>23</b>	240	3+285	3+315	97.2	Excelente
<b>24</b>	240	3+435	3+465	83	Muy Bueno
<b>25</b>	240	3+585	3+615	60	Muy Bueno
<b>26</b>	240	3+735	3+765	86	Excelente
<b>27</b>	240	3+885	3+915	99.5	Excelente
<b>28</b>	240	4+035	4+065	89	Excelente
<b>ABS 4+170 a 8+260</b>					
<b>29</b>	234	4+178	4+104	88	Excelente
<b>30</b>	234	4+364	4+390	96	Excelente
<b>31</b>	234	4+650	4+676	98	Excelente
<b>32</b>	234	4+936	4+962	79.5	Muy Bueno
<b>33</b>	234	5+226	5+248	98	Excelente

34	234	5+508	5+534	99	Excelente
35	234	5+794	5+820	90.25	Excelente
36	234	6+080	6+106	96	Excelente
37	234	6+366	6+392	77	Muy Bueno
38	234	6+652	6+678	98.5	Excelente
39	234	6+938	6+964	83.5	Muy Bueno
40	234	7+224	7+250	77	Muy Bueno
41	234	7+510	7+536	34	Malo
42	234	7+796	7+822	45	Regular
42	234	8+042	8+068	47	Regular

### VIA CEVALLOS – MOCHA ABS 0+000 A 9+920

CUADRO RESUMEN DEL PCI VIA PATATE-BAÑOS					
N <sup>a</sup>	ÁREA(m <sup>2</sup> )	ABCISA INICIAL	ABCISA FINAL	PCI	DESCRIPCIÓN
<b>ABS 0+000 a 2+120</b>					
1	234	0+220	0+252	95.5	Excelente
2	234	0+283	0+315	93	Excelente
3	234	0+504	0+535	93	Excelente
4	234	0+976	1+008	93	Excelente
5	234	1+291	1+323	97.5	Excelente
6	234	1+323	1+354	66	Buena
7	234	1+512	1+543	60	Buena
<b>ABS 2+120 a 5+000</b>					
8	234	3+276	3+307	79	Muy Buena
9	234	3+685	3+717	91	Excelente
<b>ABS 4+960 a 7+460</b>					
15	273	4+960	4+995	100	Excelente
16	273	4+995	5+030	80	Muy Buena
17	273	5+170	5+205	64	Buena
18	273	5+345	5+380	62	Buena
19	273	5+520	5+555	64	Buena
20	273	5+695	5+730	76	Muy Buena
21	273	5+870	5+905	77	Muy Buena
22	273	6+045	6+080	36	Malo
23	273	6+220	6+255	85	Muy Buena

<b>24</b>	273	6+395	6+430	80	Muy Buena
<b>25</b>	273	6+570	6+605	81	Muy Buena
<b>26</b>	273	6+745	6+780	53	Regular
<b>27</b>	273	6+920	6+955	79	Muy Buena
<b>28</b>	273	7+095	7+130	40	Malo
<b>ABS 7+460 a 9+480</b>					
<b>29</b>	245	7+460	7+495	54	Regular
<b>30</b>	245	7+635	7+670	67	Buena
<b>31</b>	245	7+810	7+845	75	Muy Buena
<b>32</b>	245	7+985	8+020	49	Regular
<b>33</b>	245	8+160	8+195	47	Regular
<b>34</b>	245	8+335	8+370	65	Buena
<b>35</b>	245	8+510	8+545	70	Muy Buena
<b>36</b>	245	8+685	8+720	57	Buena
<b>37</b>	245	8+860	8+895	44	Regular
<b>38</b>	245	9+035	9+070	48	Regular
<b>39</b>	245	9+210	9+245	78	Regular
<b>40</b>	245	9+350	9+385	32	Malo
<b>ABS 9+480 a 9+920</b>					
<b>41</b>	280	9 + 480	9+ 515	56	Buena
<b>42</b>	280	9 + 550	9 + 585	56	Buena
<b>43</b>	280	9 + 620	9 + 655	58	Buena
<b>44</b>	280	9 + 690	9 + 725	65	Buena
<b>45</b>	280	9 + 760	9 + 795	70	Muy Buena
<b>46</b>	280	9 + 830	9 + 865	67	Buena
<b>47</b>	280	9+ 885	9 + 920	70	Muy Buena

## VIA AMBATO – TISALEO ABS 0+000 A 16+200

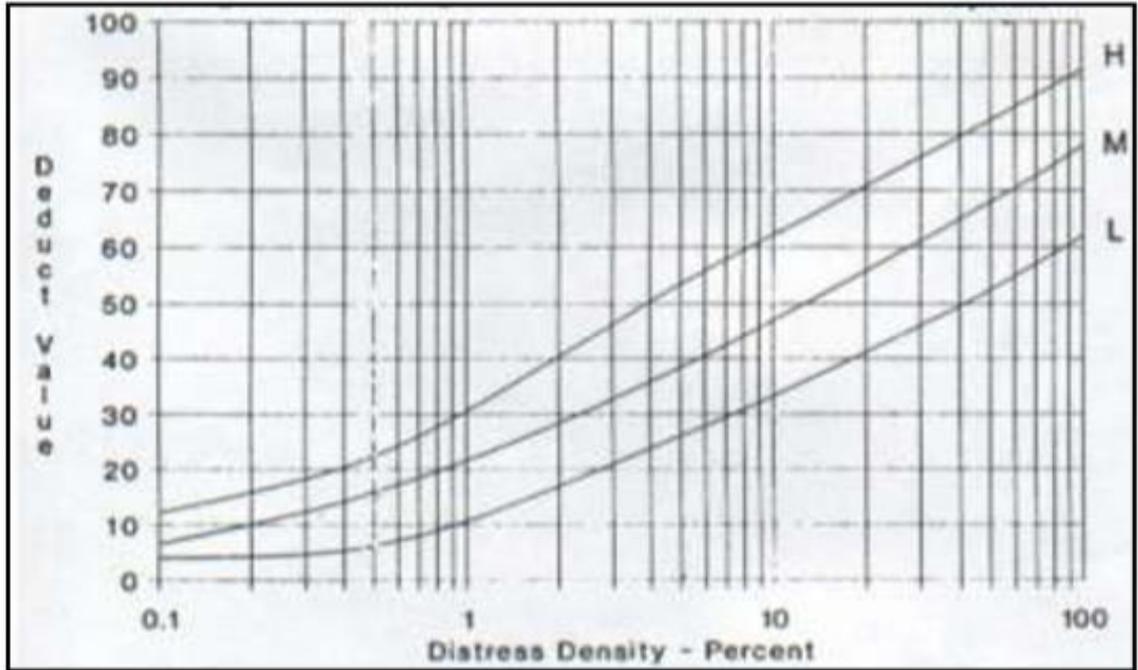
CUADRO RESUMEN DEL PCI VIA AMBATO-TISALEO					
N <sup>a</sup>	ÁREA(m <sup>2</sup> )	ABCISA INICIAL	ABCISA FINAL	PCI	DESCRIPCIÓN
<b>ABS 0+00 a 3+200</b>					
1	224	0+000	0+020	44	Regular
2	224	0+220	0+240	45	Regular
3	224	0+420	0+440	47	Regular
4	224	0+620	0+640	52	Regular
5	224	0+820	0+840	52	Regular
6	224	1+020	1+040	55	Regular
7	224	1+220	1+240	54	Regular
8	224	1+420	1+440	68	Bueno
9	224	1+620	1+640	70	Muy bueno
10	224	1+820	1+840	91	Excelente
11	224	2+020	2+040	78	Muy bueno
12	224	2+220	2+240	92	Excelente
13	224	2+420	2+440	90	Excelente
14	224	2+620	2+640	91	Excelente
15	224	2+820	2+840	88	Excelente
16	224	3+020	3+040	91	Excelente
<b>ABS 3+200 a 6+400</b>					
17	224.4	3+200	3+222	94	Excelente
18	224.4	3+420	3+442	83	Muy bueno
19	224.4	3+640	3+662	87	Excelente
20	224.4	3+860	3+882	98	Excelente
21	224.4	4+080	4+102	87	Excelente
22	224.4	4+300	4+322	87	Excelente
23	224.4	4+520	4+542	85	Excelente
24	224.4	4+740	4+762	95	Excelente
25	224.4	4+960	4+982	89	Excelente
26	224.4	5+180	5+202	87	Excelente
27	224.4	5+400	5+422	93	Excelente
28	224.4	5+620	5+642	97	Excelente
29	224.4	5+840	5+862	91	Excelente
30	224.4	6+060	6+082	93	Excelente
31	224.4	6+280	6+302	89	Excelente
32	224.4	6+378	6+400	91	Excelente
<b>ABS 6+400 a 9+600</b>					
33	257.6	6+400	6+425	81	Muy Bueno

34	259.9	6+625	6+625	77	Muy Bueno
35	256	6+850	6+875	91	Excelente
36	259.4	7+075	7+100	78	Muy Bueno
37	259.4	7+300	7+325	86	Excelente
38	258	7+525	7+550	91	Excelente
39	252	7+750	7+775	85	Muy Bueno
40	257.3	7+975	8+000	82	Muy Bueno
41	257.3	8+200	8+225	86	Muy bueno
42	256.7	8+425	8+450	84	Muy bueno
43	261.3	8+650	8+675	87	Muy bueno
44	257.6	8+875	9+000	76	Muy Bueno
45	254.8	9+100	9+125	83	Excelente
46	257.2	9+325	9+350	80	Muy Bueno
47	259	9+550	9+575	67	Bueno
<b>ABS 9+600 a 12+800</b>					
48	299.2	9+792	9+824	67	Bueno
49	216	10+016	10+048	83	Muy Bueno
50	196.8	10+240	10+272	82	Muy Bueno
51	201.6	10+464	10+496	70	Bueno
52	198.4	10+688	10+720	96	Excelente
53	217.6	10+912	10+944	95	Excelente
54	222.4	11+136	11+168	93	Excelente
55	188.8	11+360	11+392	78	Muy Bueno
56	208	11+584	11+616	82	Muy Bueno
57	192	11+808	11+840	88	Excelente
58	219.2	12+032	12+064	79	Muy Bueno
59	230.4	12+256	12+288	96	Excelente
60	219.2	12+480	12+512	94	Excelente
61	216	12+704	12+736	69	Bueno
<b>ABS 12+800 a 16+200</b>					
62	230	12800	12830	82	Muy Bueno
63	230	13055	13085	88	Excelente
64	230	13310	13340	87	Excelente
65	230	13565	13595	84	Muy Bueno
66	230	13820	13850	92	Excelente
67	230	14075	14105	82	Muy Bueno
68	230	14330	14360	44	Regular
69	230	14585	14615	90	Excelente
70	230	14840	14870	98	Excelente
71	230	15095	15125	97	Excelente
72	230	15350	15380	88	Excelente
73	230	15605	15635	77	Muy Bueno
74	230	15860	15890	88	Excelente
75	230	16115	16145	90	Excelente

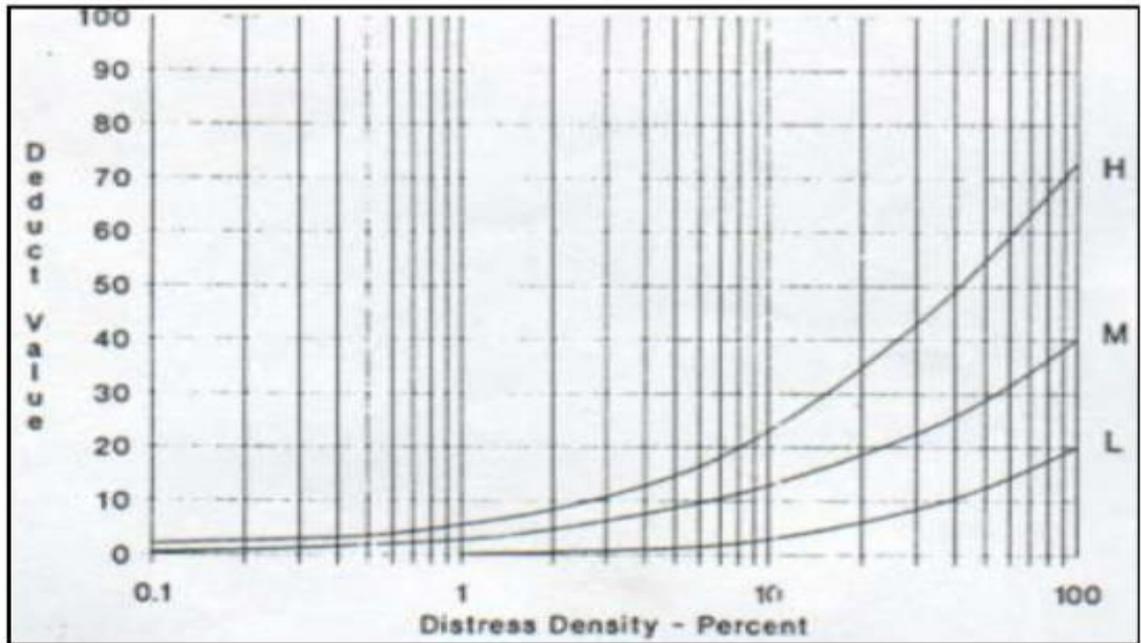
## ANEXO C

### CURVAS DE VALORES DEDUCIDOS PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

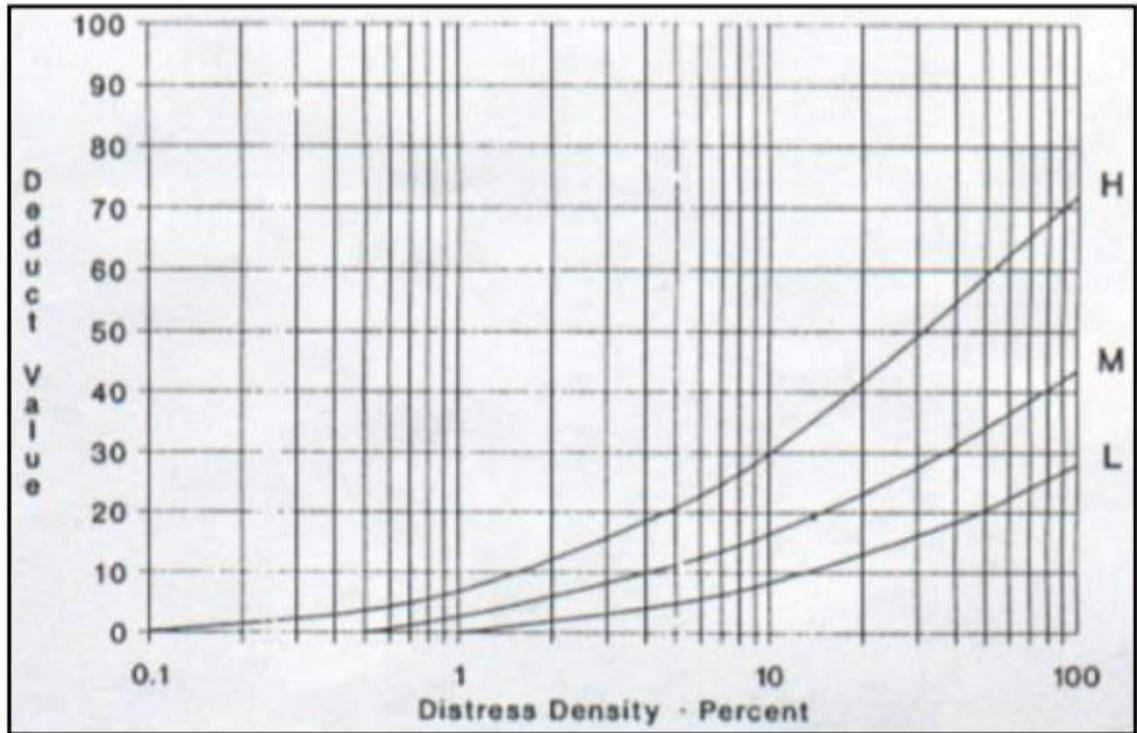
#### 1. Piel de Cocodrilo



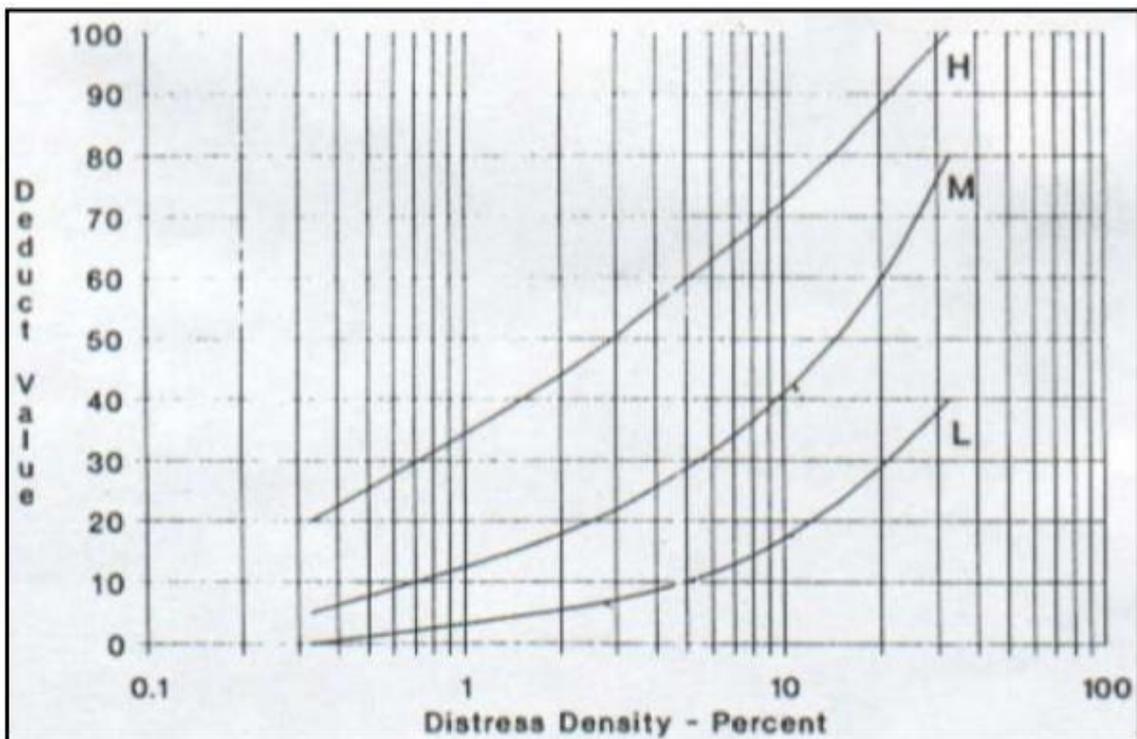
#### 2. Exudación



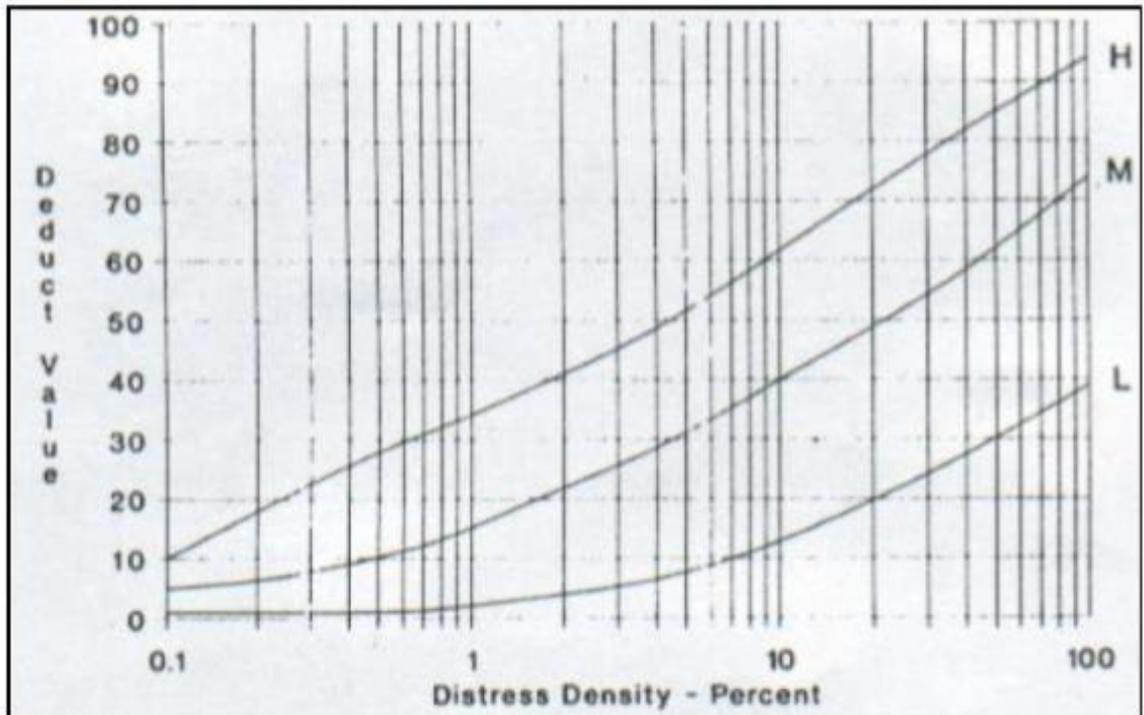
### 3. Agrietamiento de Bloque



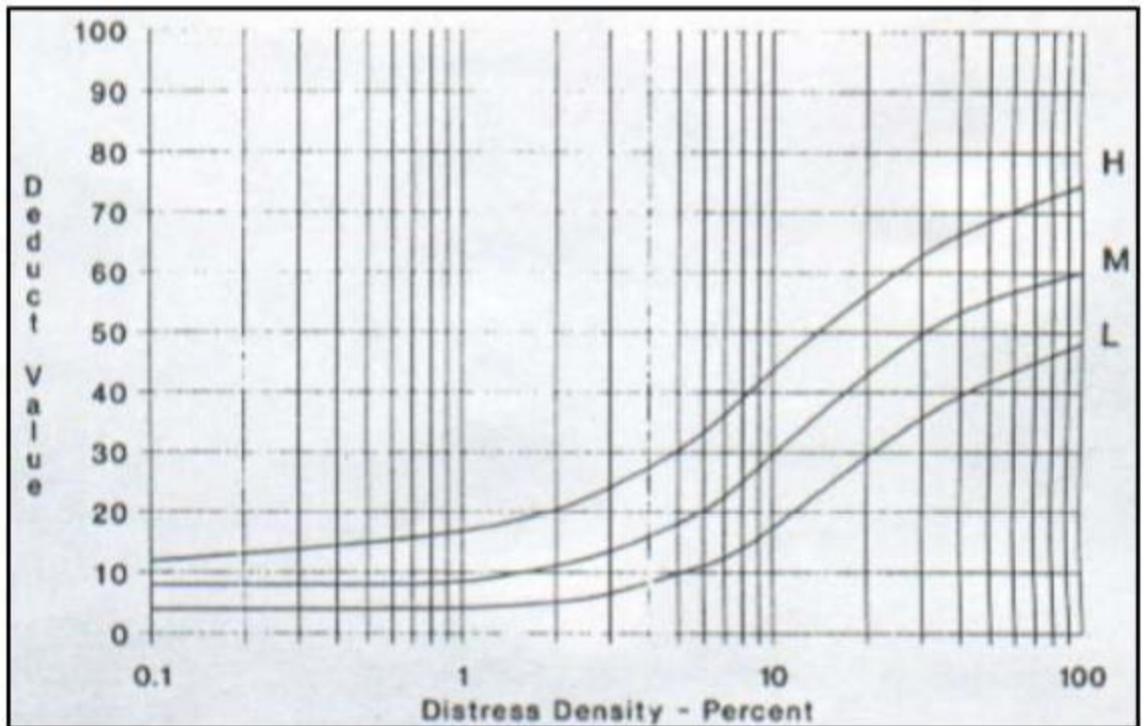
### 4. Abultamientos y Hundimientos



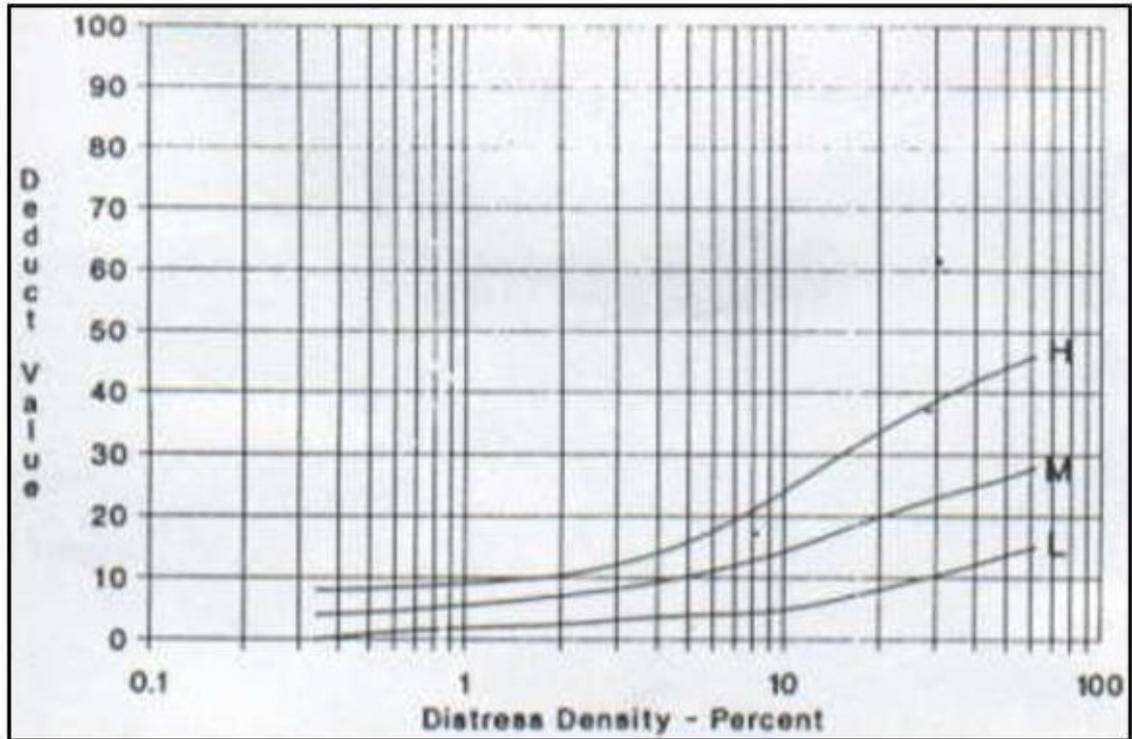
## 5. Corrugación



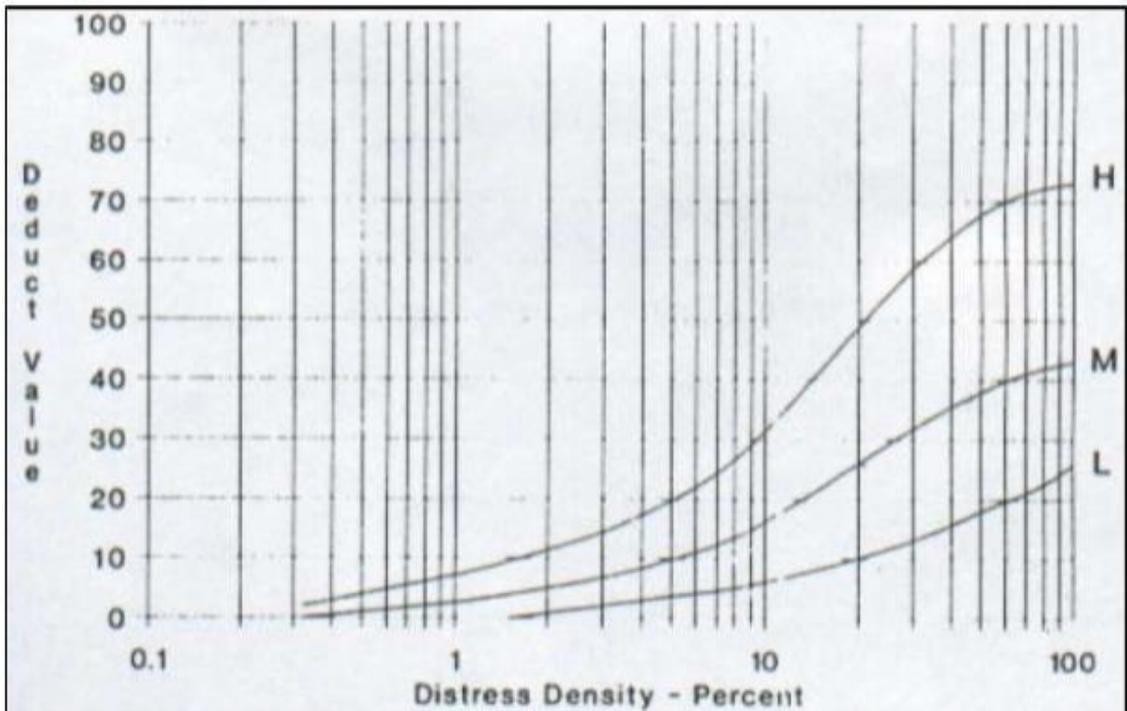
## 6. Depresión



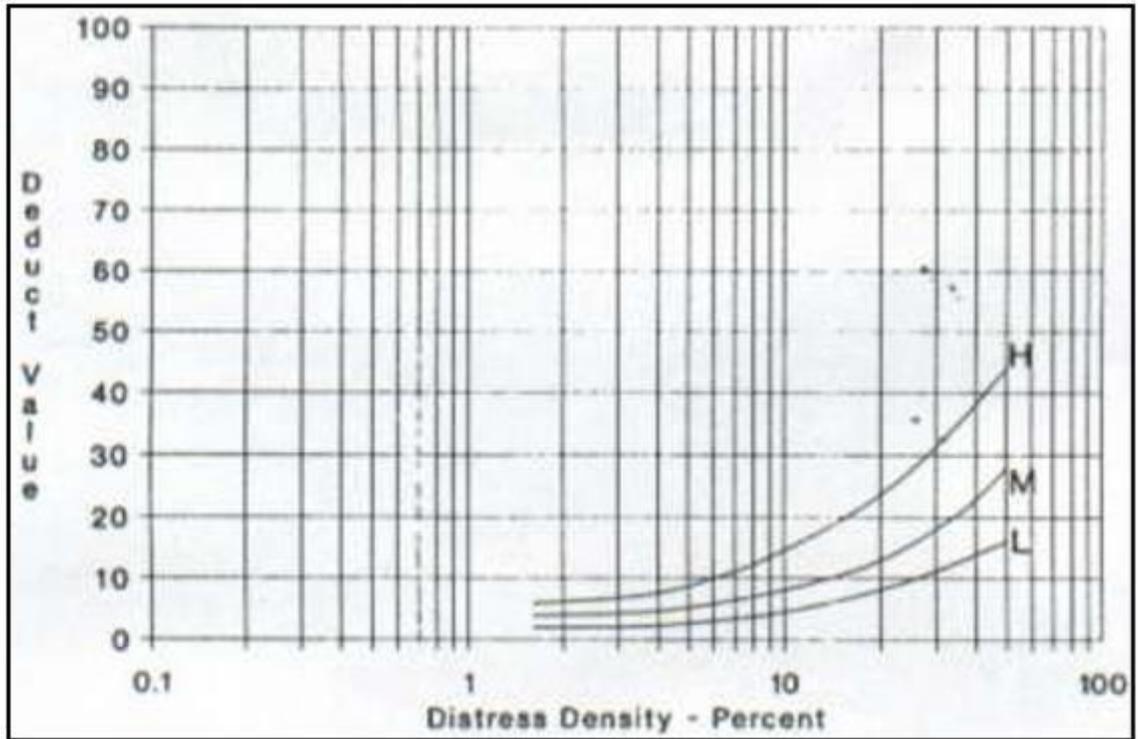
7. Grieta de borde



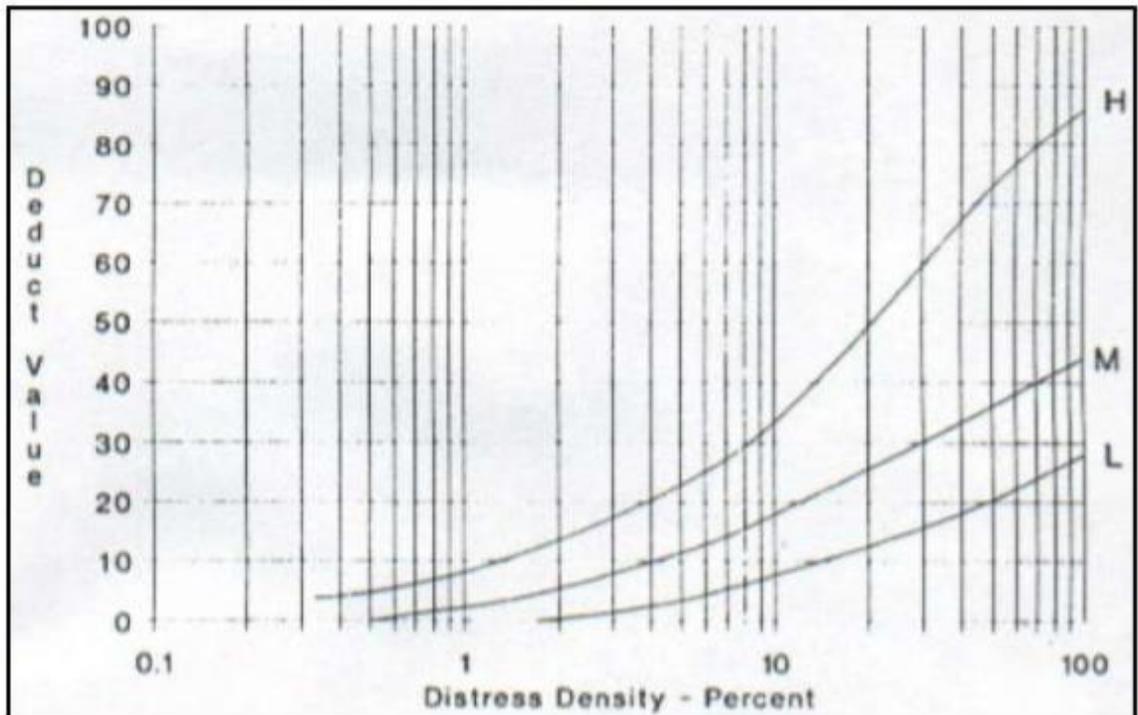
8. Grieta de reflexión de junta



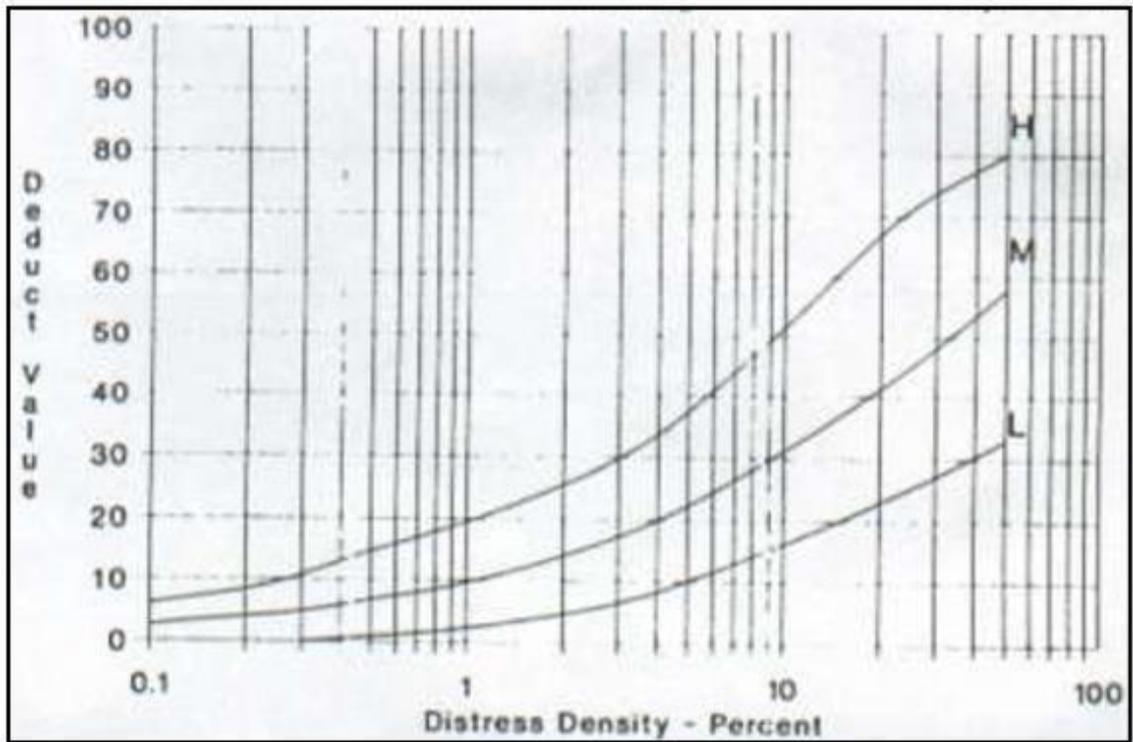
9. Desnivel Carril - Berma



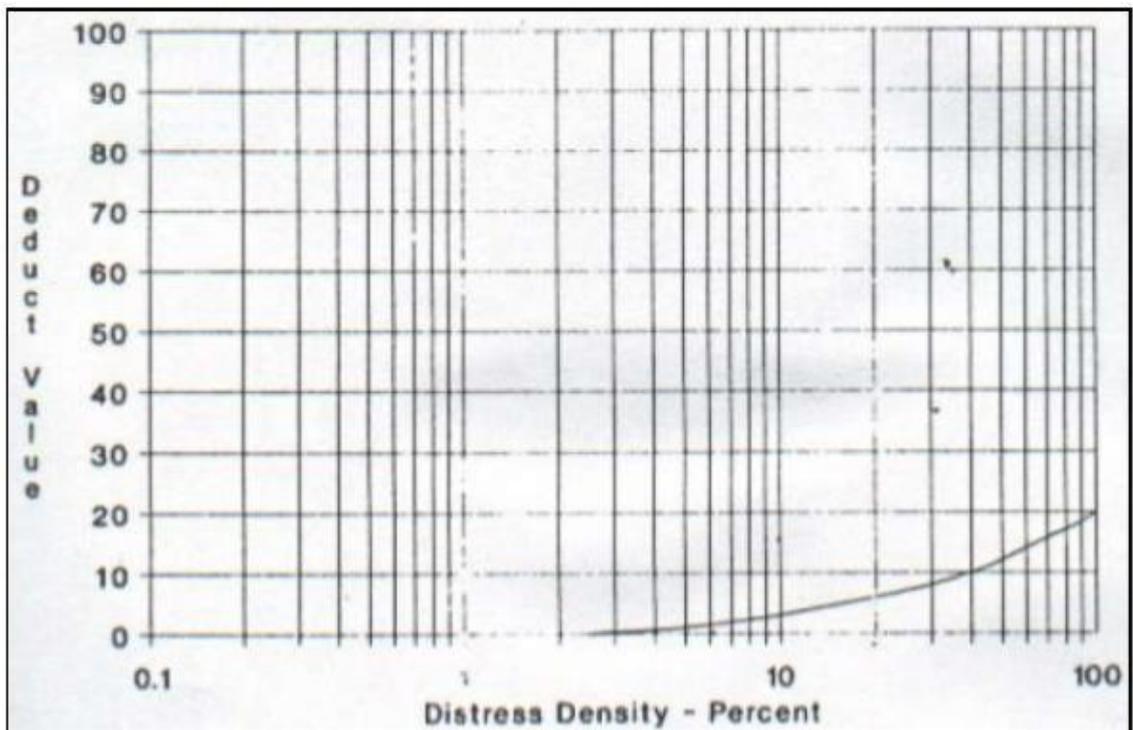
10. Fisuras longitudinales y transversales



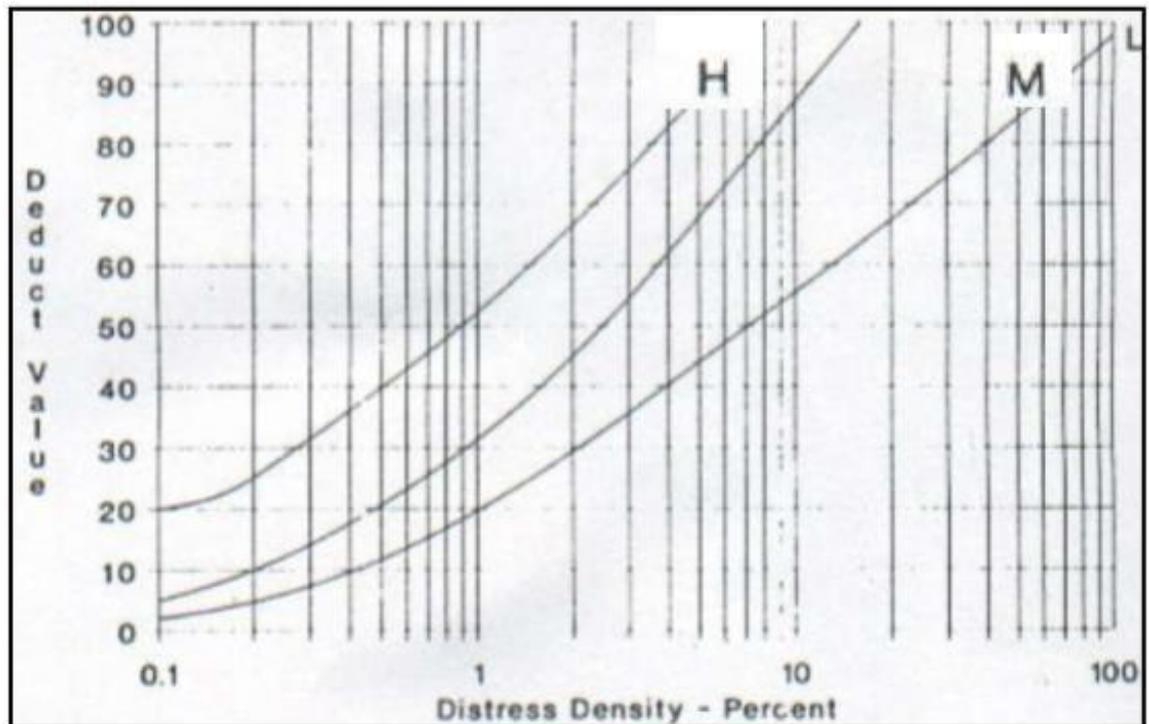
### 11. Parcheo



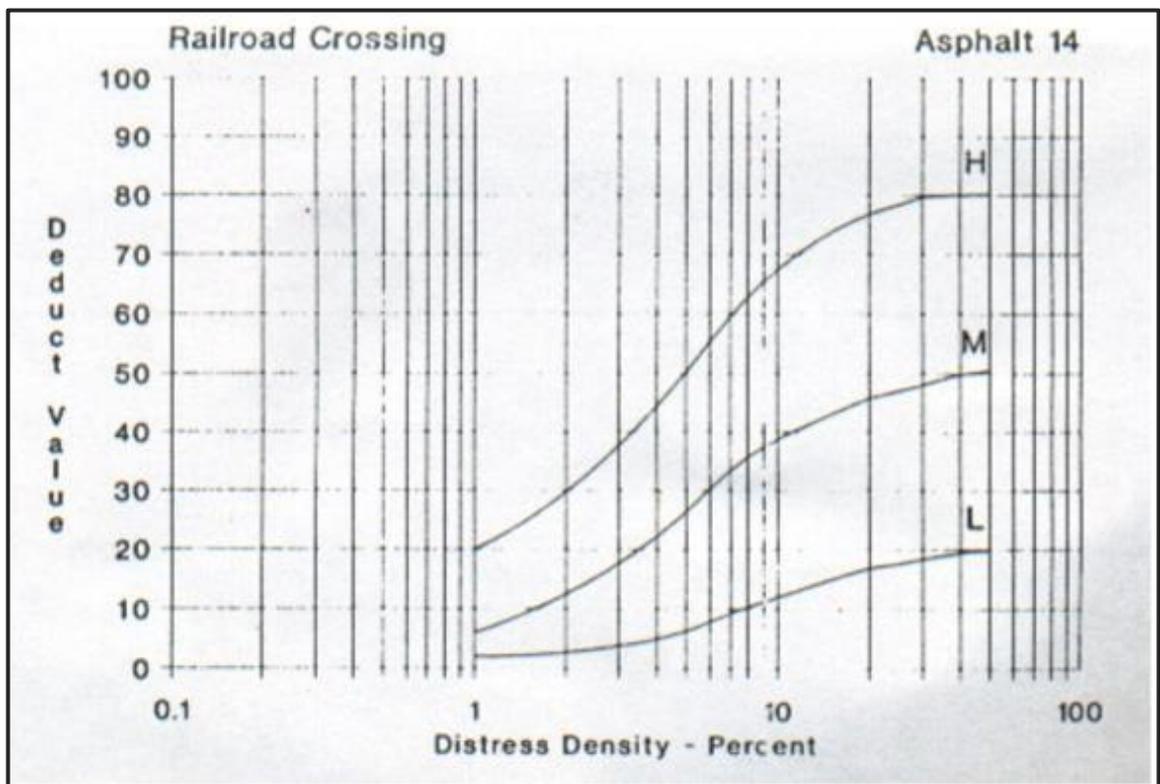
### 12. Pulimiento de agregados



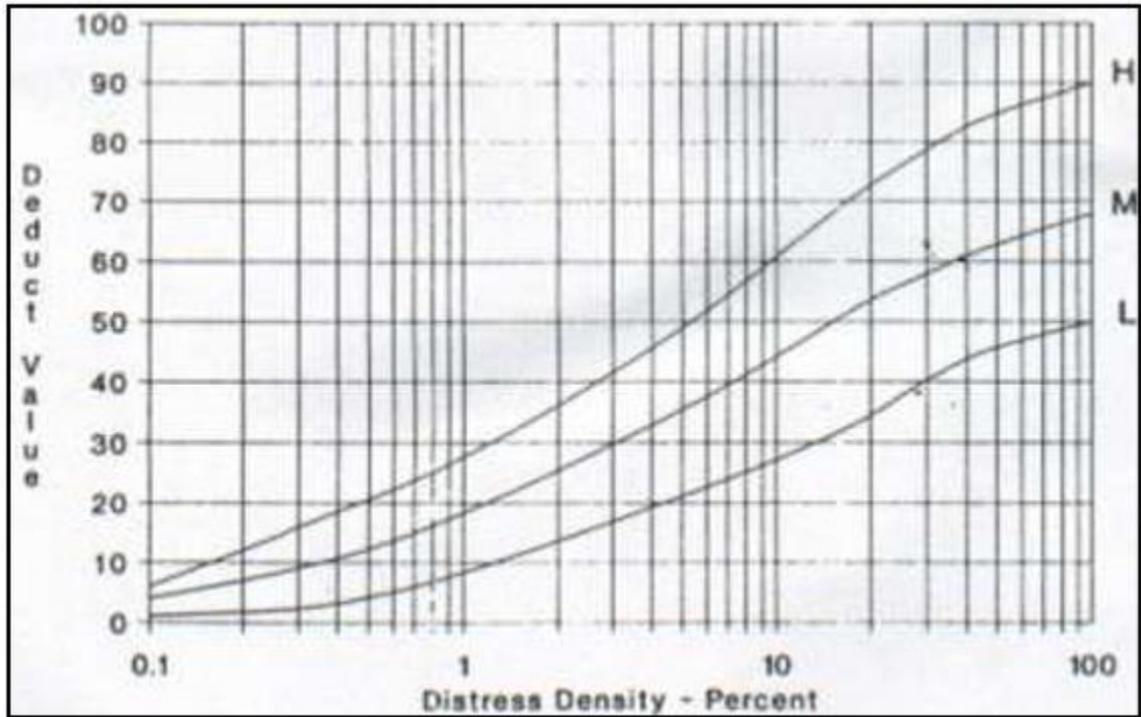
### 13. Huecos



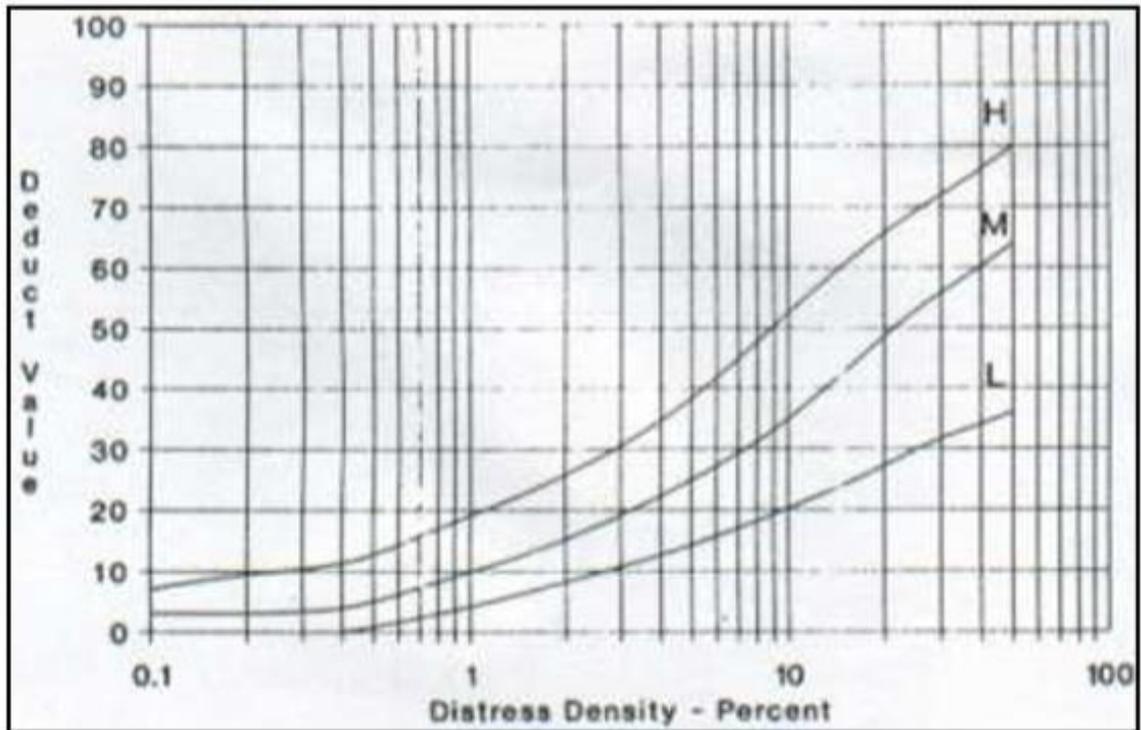
### 14. Cruce de línea férrea



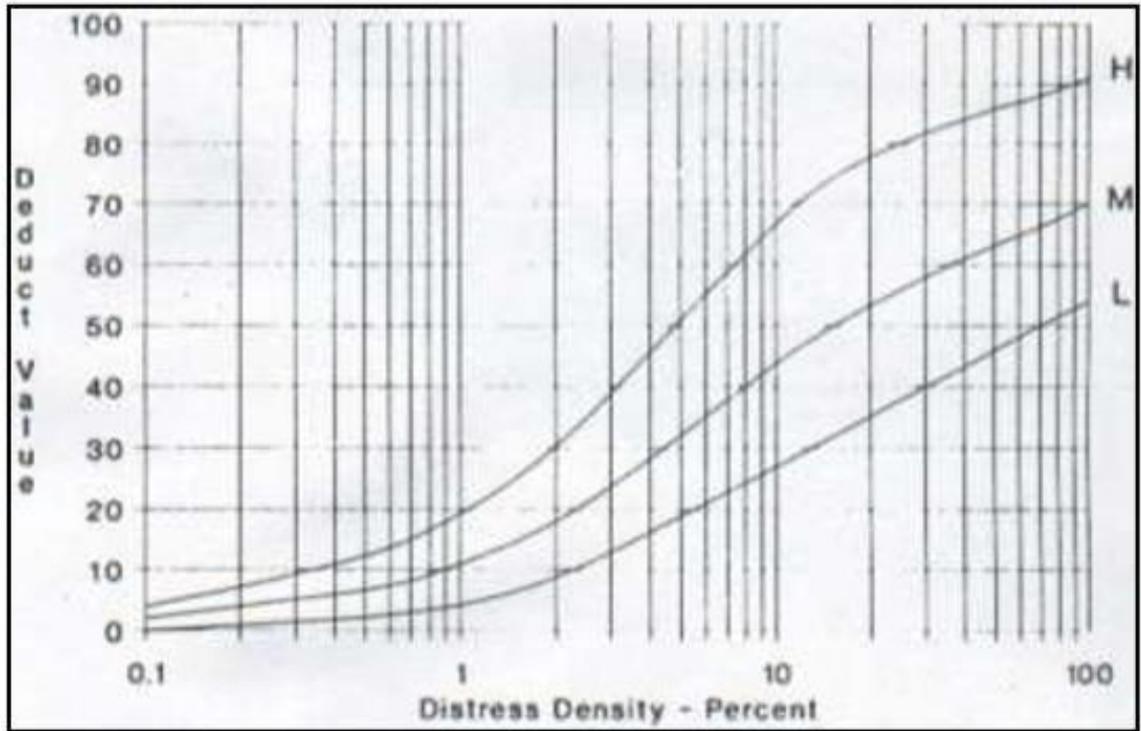
### 15. Ahuellamientos



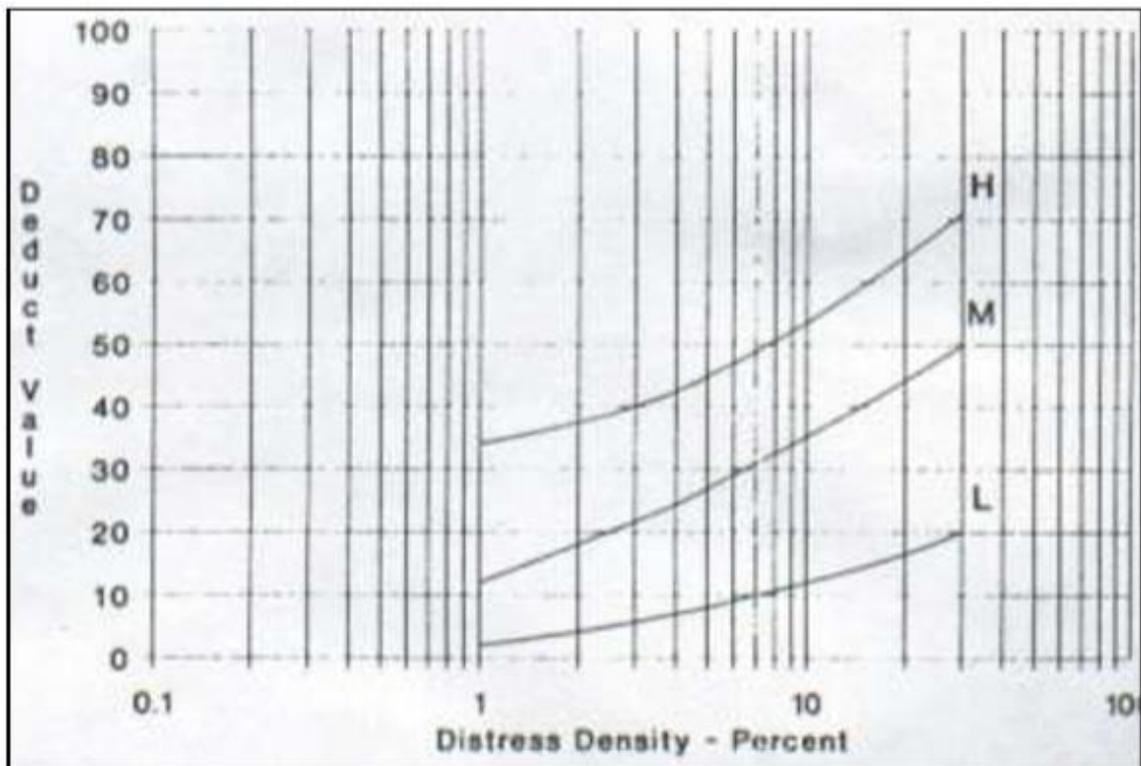
### 16. Desplazamientos



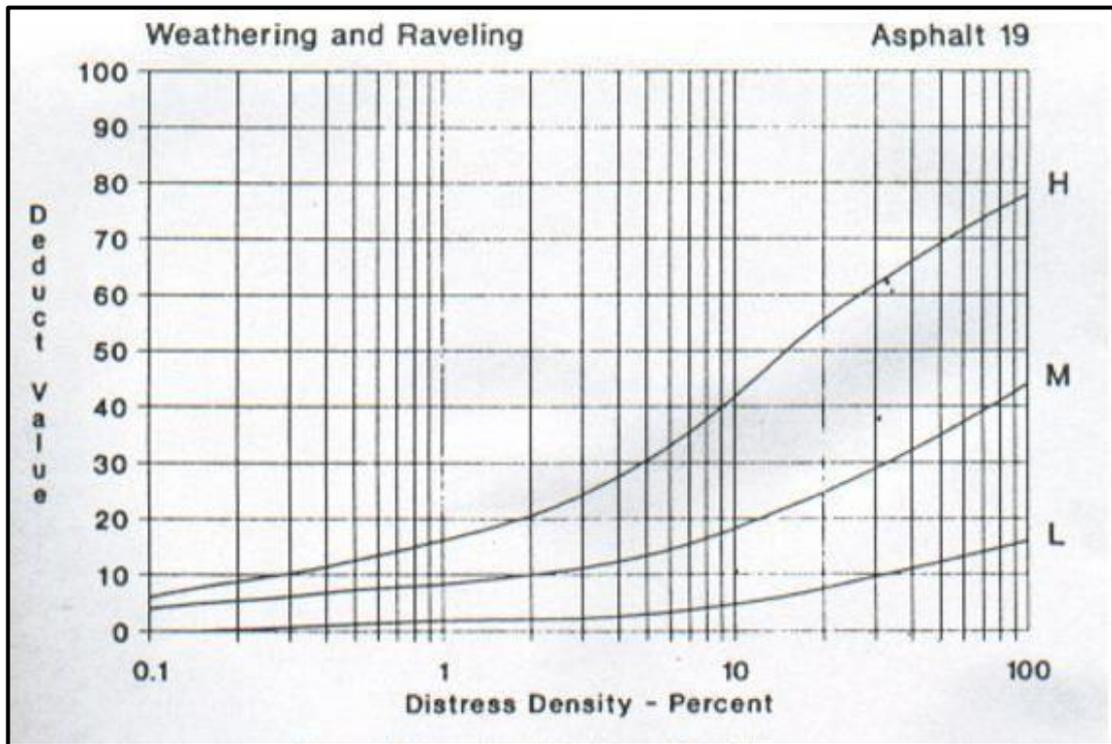
### 17. Grieta Parabólica



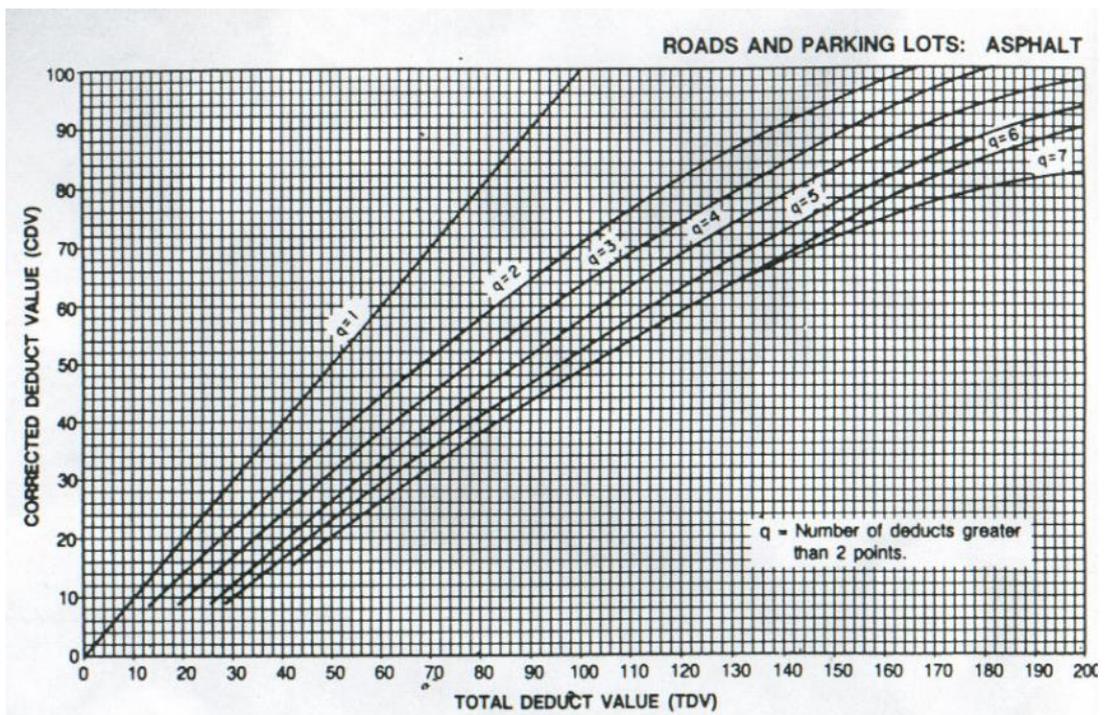
### 18. Hinchamiento



19. Desprendimiento de agregados



20. Curvas para el cálculo del CDV máximo valor deducido



## ANEXO D

### CORRECCIONES EN LAS DEFLEXIONES DE LA VIGA BENKELMAN

#### VIA PATATE-BAÑOS ABS 0+000 A 4+700

#### Corrección por el brazo con relación 1:2

DEFLEXIONES OBTENIDAS DE LA VIGA BENKELMAN									
Nº	ABSCISAS	Deflexiones Reales (x-10-2) mm						Temperatura (°C)	Espesor del Asfalto (cm)
		d0	d25	d50	d100	d500	D800		
<b>ABS 0+000 a 2+350</b>									
1	km 0+260	44	24	16	8	2	0	26	10
2	km 0+380	16	10	6	4	2	0	32	10
3	km 0+720	74	44	34	14	2	0	33	10
4	km 0+920	66	62	28	6	2	0	32	10
5	km 1+140	34	28	0	2	0	0	32	10
6	km 1+340	24	18	10	6	2	0	32	10
7	km 1+520	36	30	18	6	2	0	32	10
8	km 1+780	52	42	20	12	2	0	33	10
9	km 1+980	58	34	20	8	2	0	30	10
10	km 2+220	64	42	28	6	2	0	31	10
11	km 2+340	72	64	24	4	0	0	32	10
<b>ABS 2+350 a 4+700</b>									
12	km 2+500	58	48	40	28	14	0	32	10
13	km 2+700	94	68	52	32	2	0	33	9
14	km 2+960	50	22	12	6	4	0	32	10
15	km 3+260	96	72	38	8	2	0	34	10
16	km 3+460	102	74	48	20	2	0	33	8
17	km 3+660	46	28	12	6	0	0	33	8
18	km 3+960	86	68	34	8	2	0	34	10
19	km 4+080	108	90	52	28	2	0	34	10
20	km 4+220	80	56	26	10	4	0	34	9
21	km 4+420	96	70	30	6	2	0	34	10
22	km 4+680	78	54	22	8	2	0	36	10

## Corrección por temperatura

N <sup>a</sup>	ABSCISAS	Deflexiones Corregidas por Temperatura (x-10 <sup>-2</sup> ) mm					
		d0	d25	d50	d100	d500	D800
<b>ABS 0+000 a 2+350</b>							
1	km 0+260	41.51	22.64	15.09	7.55	1.89	0
2	km 0+380	14.29	8.93	5.36	3.57	1.79	0
3	km 0+720	65.49	38.94	30.09	12.39	1.77	0
4	km 0+920	58.93	55.36	25	5.36	1.79	0
5	km 1+140	30.36	25	0	1.79	0	0
6	km 1+340	21.43	16.07	8.93	5.36	1.79	0
7	km 1+520	32.14	26.79	16.07	5.36	1.79	0
8	km 1+780	46.02	37.17	17.7	10.62	1.77	0
9	km 1+980	52.73	30.91	18.18	7.27	1.82	0
10	km 2+220	57.66	37.84	25.23	5.41	1.8	0
11	km 2+340	64.29	57.14	21.43	3.57	0	0
<b>ABS 2+350 a 4+700</b>							
12	km 2+500	51.79	42.86	35.71	25	12.5	0
13	km 2+700	84.15	60.88	46.55	28.65	1.79	0
14	km 2+960	44.64	19.64	10.71	5.36	3.57	0
15	km 3+260	84.21	63.16	33.33	7.02	1.75	0
16	km 3+460	92.39	67.03	43.48	18.12	1.81	0
17	km 3+660	41.67	25.36	10.87	5.43	0	0
18	km 3+960	75.44	59.65	29.82	7.02	1.75	0
19	km 4+080	94.74	78.95	45.61	24.56	1.75	0
20	km 4+220	71.05	49.73	23.09	8.88	3.55	0
21	km 4+420	84.21	61.4	26.32	5.26	1.75	0
22	km 4+680	67.24	46.55	18.97	6.9	1.72	0

## Corrección por Estacionalidad

N <sup>a</sup>	ABSCISAS	Deflexiones Corregidas por Estacionalidad (x-10-2) mm					
		d0	d25	d50	d100	d500	D800
<b>ABS 0+000 a 2+350</b>							
1	km 0+260	49.81	27.17	18.11	9.06	2.26	0
2	km 0+380	17.14	10.71	6.43	4.29	2.14	0
3	km 0+720	78.58	46.73	36.11	14.87	2.12	0
4	km 0+920	70.71	66.43	30	6.43	2.14	0
5	km 1+140	36.43	30	0	2.14	0	0
6	km 1+340	25.71	19.29	10.71	6.43	2.14	0
7	km 1+520	38.57	32.14	19.29	6.43	2.14	0
8	km 1+780	55.22	44.6	21.24	12.74	2.12	0
9	km 1+980	63.27	37.09	21.82	8.73	2.18	0
10	km 2+220	69.19	45.41	30.27	6.49	2.16	0
11	km 2+340	77.14	68.57	25.71	4.29	0	0
<b>ABS 2+350 a 4+700</b>							
12	km 2+500	62.14	51.43	42.86	30	15	0
13	km 2+700	100.98	73.05	55.86	34.38	2.15	0
14	km 2+960	53.57	23.57	12.86	6.43	4.29	0
15	km 3+260	101.05	75.79	40	8.42	2.11	0
16	km 3+460	110.87	80.43	52.17	21.74	2.17	0
17	km 3+660	50	30.43	13.04	6.52	0	0
18	km 3+960	90.53	71.58	35.79	8.42	2.11	0
19	km 4+080	113.68	94.74	54.74	29.47	2.11	0
20	km 4+220	85.26	59.68	27.71	10.66	4.26	0
21	km 4+420	101.05	73.68	31.58	6.32	2.11	0
22	km 4+680	80.69	55.86	22.76	8.28	2.07	0

## Radio de Curvatura

N <sup>a</sup>	ABSCISAS	LECTURA DEL DEFLECTOMETRO (X10e-2 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		DO	D25	
<b>ABS 0+000 a 2+350</b>				
1	km 0+260	49.81	27.17	138.03
2	km 0+380	17.14	10.71	486
3	km 0+720	78.58	46.73	98.12
4	km 0+920	70.71	66.43	730.14
5	km 1+140	36.43	30	486
6	km 1+340	25.71	19.29	486.76
7	km 1+520	38.57	32.14	486
8	km 1+780	55.22	44.6	294.26
9	km 1+980	63.27	37.09	119.37
10	km 2+220	69.19	45.41	131.41
11	km 2+340	77.14	68.57	364.64
<b>ABS 2+350 a 4+700</b>				
12	km 2+500	62.14	51.43	291.78
13	km 2+700	100.98	73.05	111.89
14	km 2+960	53.57	23.57	104.17
15	km 3+260	101.05	75.79	123.71
16	km 3+460	110.87	80.43	102.66
17	km 3+660	50	30.43	159.68
18	km 3+960	90.53	71.58	164.91
19	km 4+080	113.68	94.74	164.99
20	km 4+220	85.26	59.68	122.17
21	km 4+420	101.05	73.68	114.18
22	km 4+680	80.69	55.86	125.86

## Deflexión Característica

Nº	ABSCISAS	LECTURA DEL DEFLECTOMETRO (X10e-2 mm)		(Dm-D0)^2
		DO	Dm-D0	
<b>ABS 0+000 a 2+350</b>				
1	km 0+260	49.81	3.08	9.48
2	km 0+380	17.14	35.75	1277.93
3	km 0+720	78.58	-25.69	660.07
4	km 0+920	70.71	-17.82	317.62
5	km 1+140	36.43	16.46	270.87
6	km 1+340	25.71	27.18	738.65
7	km 1+520	38.57	14.32	205.01
8	km 1+780	55.22	-2.33	5.44
9	km 1+980	63.27	-10.38	107.78
10	km 2+220	69.19	-16.30	265.75
11	km 2+340	77.14	-24.25	588.15
<b>ABS 2+350 a 4+700</b>				
1	km 2+500	62.14	24.21	585.99
2	km 2+700	100.98	-14.63	214.12
3	km 2+960	53.57	32.78	1074.35
4	km 3+260	101.05	-14.70	216.17
5	km 3+460	110.87	-24.52	601.36
6	km 3+660	50	36.35	1321.12
7	km 3+960	90.53	-4.18	17.5
8	km 4+080	113.68	-27.33	747.08
9	km 4+220	85.26	1.09	1.18
10	km 4+420	101.05	-14.70	216.17
11	km 4+680	80.69	5.66	32

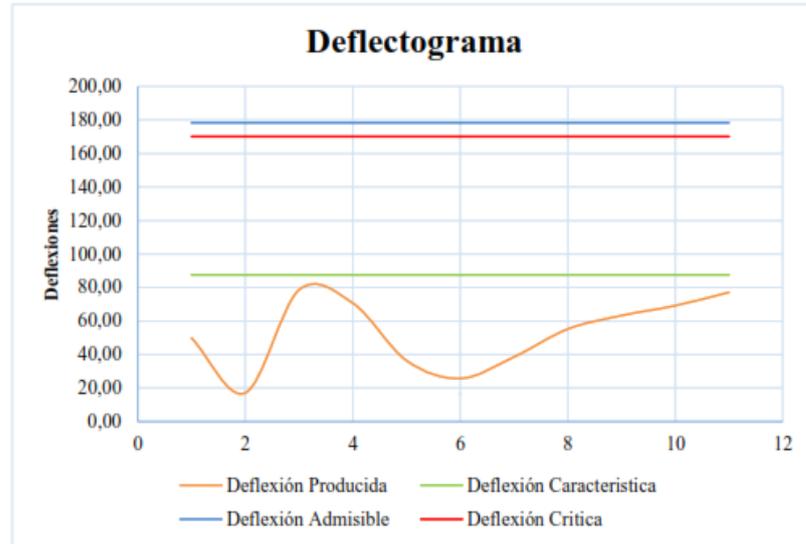
### Tipo de deflexión

RESULTADOS		
<b>Deflexión Promedio (Dm)</b>	52.89	mm x10-2
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	21.09	mm x10-2
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	87.58	mm x10-2
<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	178.30	mm x10-2
<b>Deflexión crítica (Dcr)</b>	170.10	mm x10-2
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	223.75	m
CLASIFICACION		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	87.58	< 178.30
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Rc &gt; 100</b>	223.75	> 100
TIPO DE DEFLEXION	Tipo I: Curva corta poco pronunciada clasificada	

RESULTADOS		
<b>Deflexión Promedio (Dm)</b>	86.35	mm x10-2
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	22.42	mm x10-2
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	123.23	mm x10-2
<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	180.20	mm x10-2
<b>Deflexión crítica (Dcr)</b>	171.46	mm x10-2
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	132.43	m
CLASIFICACION		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	123.23	< 178.30
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Rc &gt; 100</b>	132.43	> 100
TIPO DE DEFLEXION	Tipo I: Curva corta poco pronunciada clasificada	

## Deflectograma

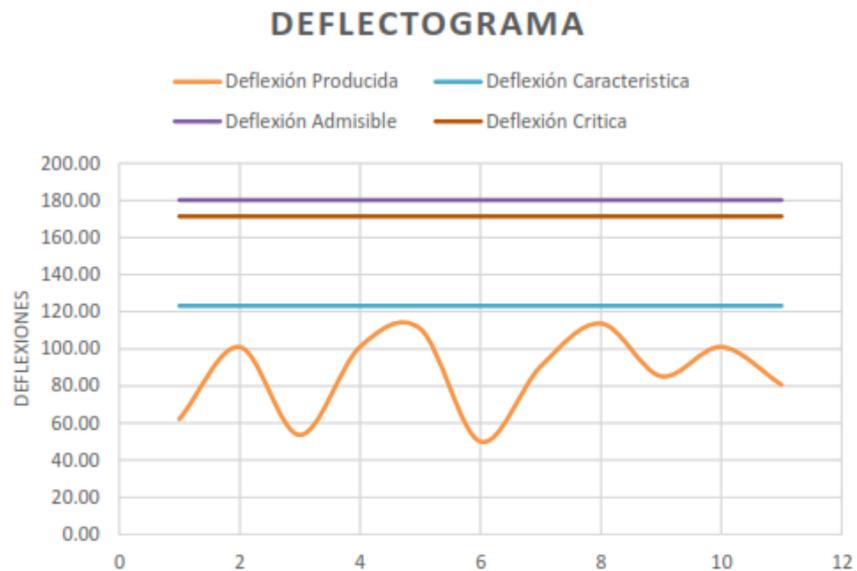
**Figura 26:** Deflectograma ABS 0+000 a 2+350 Patate-Baños



**Fuente:** Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Patate-Baños En El Tramo Km 0+000 – Km 2+350 De La Provincia De Tungurahua.

[38]

**Figura 27:** Deflectograma ABS 2+350 a 4+700 Patate-Baños



**Fuente:** Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Patate-Baños En El Tramo Km 2+350 - Km 4+700 De La Provincia De Tungurahua. [39]

## VIA PELILEO – PATATE ABS 0+000 A 8+260

### Corrección por el brazo con relación 1:2

Nº	Abscisa	Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)						Temperatura (°C)	Espesor cm
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
<b>ABS 0+000 a 2+085</b>									
1	0+040	46	28	18	10	0	0	29	6
2	0+220	48	20	14	8	0	0	30	6
3	0+380	28	6	1	0	0	0	31	6
4	0+620	30	2	1	0	0	0	30	6
5	0+800	48	14	1	0	0	0	29	6
6	1+000	52	10	2	0	0	0	29	6
7	1+180	42	14	4	0	0	0	28	6
8	1+400	46	22	10	0	0	0	29	6
9	1+600	46	28	18	9	0	0	29	6
10	1+820	48	20	14	8	0	0	30	6
11	1+960	28	6	1	0	0	0	30	6
<b>ABS 2+085 a 4+170</b>									
12	2+200	72	42	18	0	0	0	27	5.5
13	2+460	44	12	4	0	0	0	29	5.5
14	2+580	44	8	4	2	0	0	32	5.5
15	2+860	34	6	2	0	0	0	30	5
16	3+020	44	26	8	0	0	0	30	5.5
17	3+180	50	34	19	8	0	0	31	5
18	3+400	44	14	4	0	0	0	28	5
19	3+600	46	13	4	0	0	0	27	5
20	3+820	60	25	6	2	0	0	26,5	5
21	K3+960	50	20	5	2	0	0	27	5.5
<b>ABS 4+170 a 8+260</b>									
22	4+200	106	70	26	14	6	0	30	10
23	4+380	88	34	14	8	2	0	30	9
24	4+600	88	60	22	8	2	0	30	10
25	4+920	60	42	10	6	2	0	30	10
26	5+240	44	20	12	6	2	0	38	8
27	5+360	86	44	12	6	2	0	38	8
28	5+640	54	24	14	8	2	0	38	10
29	5+840	118	88	60	18	2	0	38	10
30	6+060	78	46	14	6	2	0	34	9
31	6+360	96	70	18	8	2	0	34	10
32	6+560	96	54	22	6	2	0	36	10
33	6+740	34	24	14	6	2	0	36	10
34	6+940	44	32	12	6	2	0	36	9

35	7+300	50	28	14	8	2	0	36	10
36	7+480	106	82	24	6	2	0	36	9
37	7+860	74	50	24	10	4	0	36	10
38	8000	88	68	30	18	2	0	34	10

## Corrección por temperatura

Estación	Abscisa	Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
<b>ABS 0+000 a 2+085</b>							
1	0+040	26,57	17,08	9,49	0,00	0,00	0
2	0+220	18,87	13,21	7,55	0,00	0,00	0
3	0+380	5,63	0,94	0,00	0,00	0,00	0
4	0+620	1,89	0,94	0,00	0,00	0,00	0
5	0+800	13,28	0,95	0,00	0,00	0,00	0
6	1+000	9,49	1,90	0,00	0,00	0,00	0
7	1+180	13,36	3,82	0,00	0,00	0,00	0
8	1+400	20,87	9,49	0,00	0,00	0,00	0
9	1+600	26,57	17,08	8,54	0,00	0,00	0
10	1+820	18,87	13,21	7,55	0,00	0,00	0
11	1+960	5,66	0,94	0,00	0,00	0,00	0
<b>ABS 2+085 a 4+170</b>							
12	2+200	40,44	17,33	0,00	0,00	0,00	0
13	2+460	11,43	3,81	0,00	0,00	0,00	0
14	2+580	7,50	3,75	1,88	0,00	0,00	0
15	2+860	5,71	1,90	0,00	0,00	0,00	0
16	3+020	24,64	7,58	0,00	0,00	0,00	0
17	3+180	32,23	18,01	7,58	0,00	0,00	0
18	3+400	13,46	3,85	0,00	0,00	0,00	0
19	3+600	12,56	3,86	0,00	0,00	0,00	0
20	3+820	24,21	5,81	1,94	0,00	0,00	0
21	3+960	19,26	4,81	1,93	0,00	0,00	0
<b>ABS 4+170 a 8+260</b>							
22	4+200	96,36	63,64	23,64	12,73	5,45	0
23	4+380	80,73	31,19	12,84	7,34	1,83	0
24	4+600	80	54,55	20	7,27	1,82	0
25	4+920	54,55	38,18	9,09	5,45	1,82	0
26	5+240	38,46	17,48	10,49	5,24	1,75	0
27	5+360	75,17	38,46	10,49	5,24	1,75	0
28	5+640	45,76	20,34	11,86	6,78	1,69	0

29	5+840	100	74.58	50.85	15.25	1.69	0
30	6+060	69.27	40.85	12.43	5.33	1.78	0
31	6+360	84.21	61.4	15.79	7.02	1.75	0
32	6+560	82.76	46.55	18.97	5.17	1.72	0
33	6+740	29.31	20.69	12.07	5.17	1.72	0
34	6+940	38.46	27.97	10.49	5.24	1.75	0
35	7+300	43.1	24.14	12.07	6.9	1.72	0
36	7+480	92.66	71.68	20.98	5.24	1.75	0
37	7+860	63.79	43.1	20.69	8.62	3.45	0
38	8+000	77.19	59.65	26.32	15.79	1.75	0

### Corrección por Estacionalidad

Estación	Abscisa	Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
<b>ABS 0+000 a 2+085</b>							
1	0+040	52.37	31.88	20,49	11,39	0,00	0,00
2	0+220	54.34	22.64	15,85	9,06	0,00	0,00
3	0+380	31.52	6.75	1,13	0,00	0,00	0,00
4	0+620	33.96	2.26	1,13	0,00	0,00	0,00
5	0+800	54.65	15.94	1,14	0,00	0,00	0,00
6	1+000	59.2	11.39	2,28	0,00	0,00	0,00
7	1+180	48.09	16.03	4,58	0,00	0,00	0,00
8	1+400	52.37	25.05	11,39	0,00	0,00	0,00
9	1+600	52.37	31.88	20,49	10,25	0,00	0,00
10	1+820	54.34	22.64	15,85	9,06	0,00	0,00
11	1+960	31.7	6.79	1,13	0,00	0,00	0,00
<b>ABS 2+085 a 4+170</b>							
12	2+200	83.2	48.53	20,80	0,00	0,00	0,00
13	2+460	50.31	13.72	4,57	0,00	0,00	0,00
14	2+580	49.53	9.01	4,50	2,25	0,00	0,00
15	2+860	38.86	6.86	2,29	0,00	0,00	0,00
16	3+020	50.05	29.57	9,10	0,00	0,00	0,00
17	3+180	56.87	38.67	21,61	9,10	0,00	0,00
18	3+400	50.77	16.15	4,62	0,00	0,00	0,00
19	3+600	53.33	15.07	4,64	0,00	0,00	0,00
20	3+820	69.73	29.06	6,97	2,32	0,00	0,00
21	3+960	57.78	23.11	5,78	2,31	0,00	0,00
<b>ABS 4+170 a 8+260</b>							

22	4+200	115.64	76.36	28.36	15.27	6.55	0
23	4+380	96.88	37.43	15.41	8.81	2.2	0
24	4+600	96	65.45	24	8.73	2.18	0
25	4+920	65.45	45.82	10.91	6.55	2.18	0
26	5+240	46.15	20.98	12.59	6.29	2.1	0
27	5+360	90.21	46.15	12.59	6.29	2.1	0
28	5+640	54.92	24.41	14.24	8.14	2.03	0
29	5+840	120	89.49	61.02	18.31	2.03	0
30	6+060	83.13	49.02	14.92	6.39	2.13	0
31	6+360	101.05	73.68	18.95	8.42	2.11	0
32	6+560	99.31	55.86	22.76	6.21	2.07	0
33	6+740	35.17	24.83	14.48	6.21	2.07	0
34	6+940	46.15	33.57	12.59	6.29	2.1	0
35	7+300	51.72	28.97	14.48	8.28	2.07	0
36	7+480	111.19	86.01	25.17	6.29	2.1	0
37	7+860	76.55	51.72	24.83	10.34	4.14	0
38	8+000	92.63	71.58	31.58	18.95	2.11	0

### Radio de Curvatura

N <sup>o</sup>	ABSCISAS	LECTURA DEL DEFLECTOMETRO (X10e-2 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		DO	D25	
<b>ABS 0+000 a 2+085</b>				
1	0+040	52.37	31.88	152.51
2	0+220	54.34	22.64	98.58
3	0+380	31.52	6.75	126.16
4	0+620	33.96	2.26	98.58
5	0+800	54.65	15.94	80.73
6	1+000	59.2	11.39	65.36
7	1+180	48.09	16.03	97.47
8	1+400	52.37	25.05	114.39
9	1+600	52.37	31.88	152.51
10	1+820	54.34	22.64	98.58
11	1+960	31.7	6.79	125.45
<b>ABS 2+085 a 4+170</b>				
12	2+200	83.2	48.53	90.14
13	2+460	50.31	13.72	85.41
14	2+580	49.53	9.01	77.12
15	2+860	38.86	6.86	97.66
16	3+020	50.05	29.57	152.59
17	3+180	56.87	38.67	171.7

18	3+400	50.77	16.15	90.27
19	3+600	53.33	15.07	81.68
20	3+820	69.73	29.06	76.84
21	3+960	57.78	23.11	90.14
<b>ABS 4+170 a 8+260</b>				
22	4+200	115.64	76.36	79.56
23	4+380	96.88	37.43	52.57
24	4+600	96	65.45	102.29
25	4+920	65.45	45.82	159.2
26	5+240	46.15	20.98	124.16
27	5+360	90.21	46.15	70.93
28	5+640	54.92	24.41	102.43
29	5+840	120	89.49	102.43
30	6+060	83.13	49.02	91.62
31	6+360	101.05	73.68	114.18
32	6+560	99.31	55.86	71.92
33	6+740	35.17	24.83	302.22
34	6+940	46.15	33.57	248.41
35	7+300	51.72	28.97	137.36
36	7+480	111.19	86.01	124.11
37	7+860	76.55	51.72	125.86
38	8+000	92.63	71.58	148.46

### Deflexión Característica

Nº	ABSCISAS	LECTURA DEL DEFLECTOMETRO (X10e-2 mm)		(Dm-D0)^2
		DO	Dm-D0	
<b>ABS 0+000 a 2+085</b>				
1	0+040	52.37	-4.65	21.63
2	0+220	54.34	-6.62	43.84
3	0+380	31.52	16.20	262.41
4	0+620	33.96	13.76	189.31
5	0+800	54.65	-6.93	48.04
6	1+000	59.2	-11.48	131.81
7	1+180	48.09	-0.37	0.14
8	1+400	52.37	-4.65	21.63
9	1+600	52.37	-4.65	21.63
10	1+820	54.34	-6.62	43.84
11	1+960	31.7	16.02	256.61
<b>ABS 2+085 a 4+170</b>				
1	2+200	83.2	-27.16	737.5
2	2+460	50.31	5.73	32.87
3	2+580	49.53	6.51	42.42

4	2+860	38.86	17.18	295.26
5	3+020	50.05	5.99	35.92
6	3+180	56.87	-0.83	0.68
7	3+400	50.77	5.27	27.8
8	3+600	53.33	2.71	7.36
9	3+820	69.73	-13.69	187.33
10	3+960	57.78	-1.74	3.02
<b>ABS 4+170 a 8+260</b>				
1	4+200	115.64	-34.34	1179.03
2	4+380	96.88	-15.58	242.64
3	4+600	96	-14.70	216
4	4+920	65.45	15.85	251.32
5	5+240	46.15	35.15	1235.73
6	5+360	90.21	-8.91	79.34
7	5+640	54.92	26.38	696.06
8	5+840	120	-38.70	1497.46
9	6+060	83.13	-1.83	3.34
10	6+360	101.05	-19.75	389.95
11	6+560	99.31	-18.01	324.25
12	6+740	35.17	46.13	2128.25
13	6+940	46.15	35.15	1235.73
14	7+300	51.72	29.58	875.15
15	7+480	111.19	-29.89	893.24
16	7+860	76.55	4.75	22.59
17	8+000	92.63	-11.33	128.3

### Tipo de Deflexión

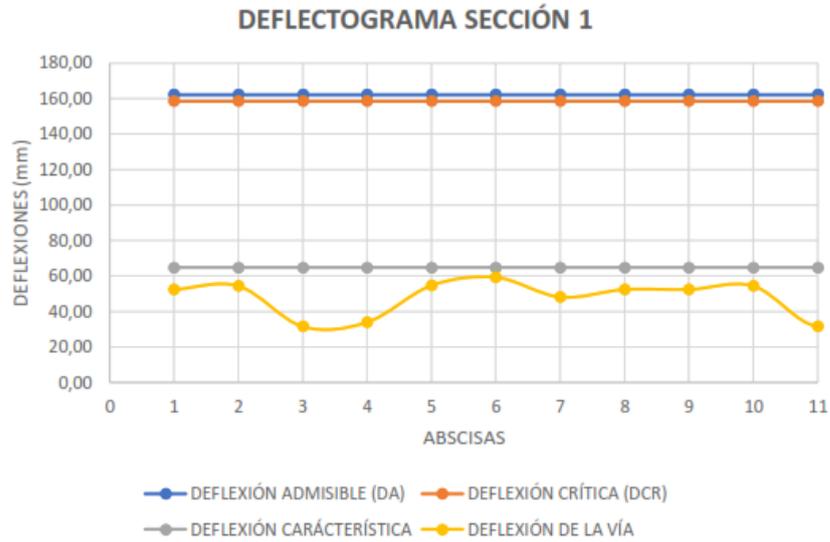
<b>RESULTADOS ABS 0+000 A 2+085</b>		
<b>Deflexión Promedio (Dm)</b>	47.72	mm x10 <sup>-2</sup>
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	10.2	mm x10 <sup>-2</sup>
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	64.5	mm x10 <sup>-2</sup>
<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	162.46	mm x10 <sup>-2</sup>
<b>Deflexión crítica (Dcr)</b>	158.56	mm x10 <sup>-2</sup>
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	103.65	m
<b>CLASIFICACION</b>		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	64.5	< 162.46
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Rc &gt; 100</b>	103.65	> 100
<b>TIPO DE DEFLEXION</b>	Tipo I: Curva corta poco pronunciada clasificada	

<b>RESULTADOS ABS 2+085 A 4+170</b>		
<b>Deflexion Promedio (Dm)</b>	56.04	mm x10-2
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	12.34	mm x10-2
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	76.34	mm x10-2
<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	162.46	mm x10-2
<b>Deflexión critica (Dcr)</b>	158.56	mm x10-2
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	94.50	m
<b>CLASIFICACION</b>		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	76.34	< 162.46
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Rc &gt; 100</b>	94.50	> 100
<b>TIPO DE DEFLEXION</b>	Tipo I: Curva corta poco pronunciada clasificada	

<b>RESULTADOS 4+170 A 8+260</b>		
<b>Deflexion Promedio (Dm)</b>	81.30	mm x10-2
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	26.69	mm x10-2
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	125.21	mm x10-2
<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	134.22	mm x10-2
<b>Deflexión critica (Dcr)</b>	137.28	mm x10-2
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	106.08	m
<b>CLASIFICACION</b>		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	125.21	< 134.22
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Rc &gt; 100</b>	106.08	> 100
<b>TIPO DE DEFLEXION</b>	Tipo I: Curva corta poco pronunciada clasificada	

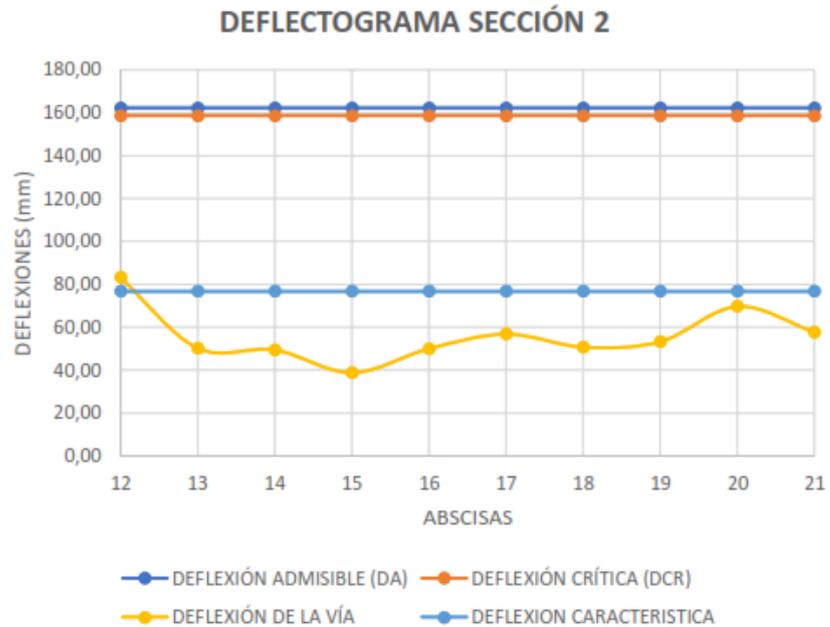
## Deflectogramas

**Figura 28:** Deflectograma ABS 0+000 a la 2+085



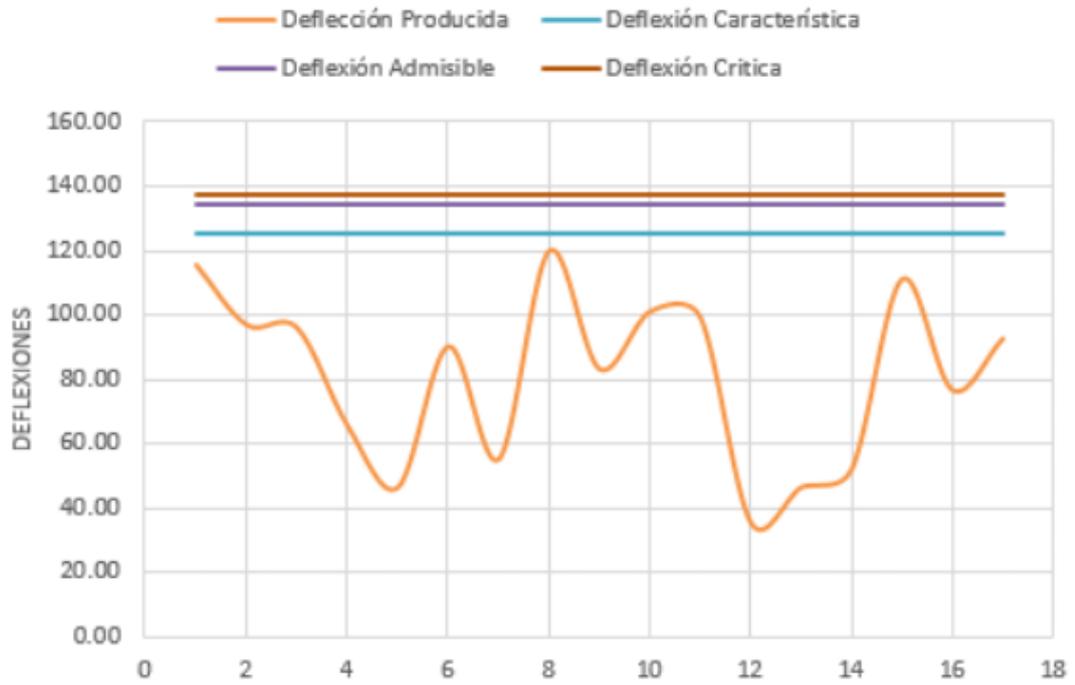
**Fuente:** Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Pelileo-Patate En El Tramo Del Km 0+000 Al Km 4+170 De La Provincia De Tungurahua. [40]

**Figura 29:** Deflectograma ABS 2+085 a la 4+170



**Fuente:** Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Pelileo-Patate En El Tramo Del Km 0+000 Al Km 4+170 De La Provincia De Tungurahua. [40]

**Figura 30:** Deflectograma ABS 4+170 a 8+260



**Fuente:** Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Pelileo-Patate En El Tramo Del Km 4+170 - Km 8+260 De La Provincia De Tungurahua.

[41]

## VIA CEVALLOS – MOCHA ABS 0+000 A 9+920

### 1. Corrección por el brazo con relación 1:2

Estación	Abscisa	Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)						Temperatura (°C)	Espesor cm
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
<b>ABS 0+000 a 2+120</b>									
1	0+000	98	74	42	22	2	0	36.8	5.6
2	0+300	120	76	38	16	2	0	41.9	6.6
3	0+600	128	104	66	18	0	0	43.2	5.5
4	0+900	112	96	54	24	4	0	41.6	6.1
5	1+200	90	52	46	28	0	0	39.2	5.5
6	1+500	112	84	52	18	2	0	44.3	6.2
7	1+800	98	62	40	26	2	0	41.5	5.8
8	2+100	106	76	50	28	4	0	42.6	5.6
<b>ABS 2+120 a 5+000</b>									
9	2+400	104	60	32	16	0	0	40.4	6.5
10	2+700	106	72	48	24	0	0	40.8	5.8
11	3+000	84	68	46	30	2	0	39.5	6.3
12	3+300	116	86	60	42	4	0	38.2	5.9
13	3+600	108	72	40	10	0	0	39.1	5.8
14	3+900	98	74	54	44	2	0	41	6.5
15	4+200	92	64	50	32	2	0	38.5	5.9
16	4+500	142	92	54	16	0	0	39.9	6
17	4+800	98	46	34	10	0	0	37.7	5.9
<b>ABS 4+960 a 7+460</b>									
18	5 + 000	76	60	54	32	4	0	26	18
19	5 + 300	78	58	36	8	2	0	26	18
20	5 + 600	78	66	54	22	2	0	26	18
21	5 + 900	72	56	36	22	4	0	28	18
22	6 + 200	54	30	14	8	2	0	28	16
23	6 + 500	72	50	30	8	2	0	30	16
24	6 + 600	82	62	52	22	12	0	30	16
25	6 + 800	54	44	38	30	10	0	30	16
26	7 + 100	24	20	12	4	2	0	30	15
27	7 + 400	126	110	46	22	2	0	35	15
<b>ABS 7+460 a 9+480</b>									
28	7 + 700	84	64	48	32	4	0	35	15
29	8 + 000	68	56	18	8	2	0	35	16
30	8 + 300	128	108	52	28	2	0	36	16
31	8 + 600	154	116	76	30	4	0	36	16

32	8 + 900	78	28	6	4	2	0	40	16
33	9 + 100	156	100	80	32	4	0	40	16
34	9 + 400	148	88	62	28	2	0	42	16
<b>ABS 9+480 a 9+920</b>									
35	9 + 600	52	22	8	6	2	0	42	16
36	9 + 920	44	26	10	4	2	0	42	16

## 2. Corrección por temperatura

Estación	Abscisa	Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
<b>ABS 0+000 a 2+120</b>							
1	0+000	89.57	67.64	38.39	20.11	1.83	0
2	0+300	104.85	66.4	33.2	13.98	1.75	0
3	0+600	113.52	92.23	58.53	15.96	0	0
4	0+900	98.96	84.82	47.71	21.21	3.53	0
5	1+200	81.4	47.03	41.61	25.33	0	0
6	1+500	97.34	73	45.19	15.64	1.74	0
7	1+800	87.13	55.13	35.57	23.12	1.78	0
8	2+100	94.09	67.46	44.38	24.85	3.55	0
<b>ABS 2+120 a 5+000</b>							
9	2+400	91.82	52.98	28.25	14.13	0	0
10	2+700	94.59	64.25	42.83	21.42	0	0
11	3+000	74.81	60.56	40.97	26.72	1.78	0
12	3+300	104.75	77.66	54.18	37.93	3.61	0
13	3+600	97.23	64.82	36.01	9	0	0
14	3+900	86.23	65.11	47.51	38.72	1.76	0
15	4+200	82.95	57.7	45.08	28.85	1.8	0
16	4+500	126.85	82.19	48.24	14.29	0	0
17	4+800	88.73	41.65	30.79	9.05	0	0
<b>ABS 4+960 a 7+460</b>							
18	5 + 000	68.59	54.15	48.74	28.88	3.61	0
19	5 + 300	70.4	52.35	32.49	7.22	1.81	0
20	5 + 600	70.4	59.57	48.74	19.86	1.81	0
21	5 + 900	62.94	48.95	31.47	19.23	3.5	0
22	6 + 200	47.87	26.6	12.41	7.09	1.77	0
23	6 + 500	62.07	43.1	25.86	6.9	1.72	0
24	6 + 600	70.69	53.45	44.83	18.97	10.34	0
25	6 + 800	46.55	37.93	32.76	25.86	8.62	0
26	7 + 100	20.87	17.39	10.43	3.48	1.74	0
27	7 + 400	102.86	89.8	37.55	17.96	1.63	0

<b>ABS 7+460 a 9+480</b>							
<b>28</b>	7 + 700	68.57	52.24	39.18	26.12	3.27	0
<b>29</b>	8 + 000	54.84	45.16	14.52	6.45	1.61	0
<b>30</b>	8 + 300	101.91	85.99	41.4	22.29	1.59	0
<b>31</b>	8 + 600	122.61	92.36	60.51	23.89	3.18	0
<b>32</b>	8 + 900	59.09	21.21	4.55	3.03	1.52	0
<b>33</b>	9 + 100	118.18	75.76	60.61	24.24	3.03	0
<b>34</b>	9 + 400	109.47	65.09	45.86	20.71	1.48	0
<b>ABS 9+480 a 9+920</b>							
<b>35</b>	9 + 600	38.46	16.27	5.92	4.44	1.48	0
<b>36</b>	9 + 920	32.54	19.23	7.4	2.96	1.48	0

### 3. Corrección por Estacionalidad

Estación	Abscisa	Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
<b>ABS 0+000 a 2+120</b>							
1	0+000	107.49	81.16	46.07	24.13	2.19	0
2	0+300	125.81	79.68	39.84	16.78	2.1	0
3	0+600	136.22	110.68	70.24	19.16	0	0
4	0+900	118.75	101.79	57.26	25.45	4.24	0
5	1+200	97.68	56.44	49.93	30.39	0	0
6	1+500	116.8	87.6	54.23	18.77	2.09	0
7	1+800	104.56	66.15	42.68	27.74	2.13	0
8	2+100	112.91	80.95	53.26	29.83	4.26	0
<b>ABS 2+120 a 5+000</b>							
9	2+400	110.19	63.57	33.9	16.95	0	0
10	2+700	113.51	77.1	51.4	25.7	0	0
11	3+000	89.77	72.67	49.16	32.06	2.14	0
12	3+300	125.7	93.19	65.02	45.51	4.33	0
13	3+600	116.67	77.78	43.21	10.8	0	0
14	3+900	103.48	78.13	57.02	46.46	2.11	0
15	4+200	99.54	69.24	54.1	34.62	2.16	0
16	4+500	152.22	98.62	57.89	17.15	0	0
17	4+800	106.48	49.98	36.94	10.87	0	0
<b>ABS 4+960 a 7+460</b>							
18	5 + 000	82.31	64.98	58.48	34.66	4.33	0
19	5 + 300	84.48	62.82	38.99	8.66	2.17	0
20	5 + 600	84.48	71.48	58.48	23.83	2.17	0
21	5 + 900	75.52	58.74	37.76	23.08	4.2	0
22	6 + 200	57.45	31.91	14.89	8.51	2.13	0

23	6 + 500	74.48	51.72	31.03	8.28	2.07	0
24	6 + 600	84.83	64.14	53.79	22.76	12.41	0
25	6 + 800	55.86	45.52	39.31	31.03	10.34	0
26	7 + 100	25.04	20.87	12.52	4.17	2.09	0
27	7 + 400	123.43	107.76	45.06	21.55	1.96	0
<b>ABS 7+460 a 9+480</b>							
28	7 + 700	82.29	62.69	47.02	31.35	3.92	0
29	8 + 000	65.81	54.19	17.42	7.74	1.94	0
30	8 + 300	122.29	103.18	49.68	26.75	1.91	0
31	8 + 600	147.13	110.83	72.61	28.66	3.82	0
32	8 + 900	70.91	25.45	5.45	3.64	1.82	0
33	9 + 100	141.82	90.91	72.73	29.09	3.64	0
34	9 + 400	131.36	78.11	55.03	24.85	1.78	0
<b>ABS 9+480 a 9+920</b>							
35	9 + 600	46.15	19.53	7.1	5.33	1.78	0
36	9 + 920	39.05	23.08	8.88	3.55	1.78	0

#### 4. Radio de Curvatura

Nº	ABSCISAS	LECTURA DEL DEFLECTOMETRO (X10e-2 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		DO	D25	
<b>ABS 0+000 a 2+120</b>				
1	0+000	107.49	81.16	118.69
2	0+300	125.81	79.68	67.74
3	0+600	136.22	110.68	122.36
4	0+900	118.75	101.79	184.26
5	1+200	97.68	56.44	75.78
6	1+500	116.8	87.6	107.02
7	1+800	104.56	66.15	81.36
8	2+100	112.91	80.95	97.78
<b>ABS 2+120 a 5+000</b>				
1	2+400	110.19	63.57	67.03
2	2+700	113.51	77.1	85.83
3	3+000	89.77	72.67	182.75
4	3+300	125.7	93.19	96.12
5	3+600	116.67	77.78	80.35
6	3+900	103.48	78.13	123.27
7	4+200	99.54	69.24	103.14
8	4+500	152.22	98.62	58.3
9	4+800	106.48	49.98	55.31
<b>ABS 4+960 a 7+460</b>				
1	5 + 000	82.31	64.98	180.32

2	5 + 300	84.48	62.82	144.28
3	5 + 600	84.48	71.48	240.38
4	5 + 900	75.52	58.74	186.23
5	6 + 200	57.45	31.91	122.36
6	6 + 500	74.48	51.72	137.3
7	6 + 600	84.83	64.14	151.04
8	6 + 800	55.86	45.52	302.22
9	7 + 100	25.04	20.87	749.4
10	7 + 400	123.43	107.76	199.43
<b>ABS 7+460 a 9+480</b>				
1	7 + 700	82.29	62.69	159.44
2	8 + 000	65.81	54.19	268.93
3	8 + 300	122.29	103.18	163.53
4	8 + 600	147.13	110.83	86.09
5	8 + 900	70.91	25.45	68.74
6	9 + 100	141.82	90.91	61.38
7	9 + 400	131.36	78.11	58.69
<b>ABS 9+480 a 9+920</b>				
1	9 + 600	46.15	19.53	117.39
2	9 + 920	39.05	23.08	195.68

## 5. Deflexión Característica

Nº	ABSCISAS	LECTURA DEL DEFLECTOMETRO (X10e-2 mm)		(Dm-D0)^2
		DO	Dm-D0	
<b>ABS 0+000 a 2+120</b>				
1	0+000	107.49	7.54	56.81
2	0+300	125.81	-10.78	116.26
3	0+600	136.22	-21.19	449.12
4	0+900	118.75	-3.72	13.86
5	1+200	97.68	17.35	300.94
6	1+500	116.8	-1.77	3.14
7	1+800	104.56	10.47	109.57
8	2+100	112.91	2.12	4.48
<b>ABS 2+120 a 5+000</b>				
1	2+400	110.19	2.87	8.25
2	2+700	113.51	-0.45	0.2
3	3+000	89.77	23.29	542.53
4	3+300	125.7	-12.64	159.71
5	3+600	116.67	-3.61	13.02
6	3+900	103.48	9.58	91.82
7	4+200	99.54	13.52	182.85
8	4+500	152.22	-39.16	1533.33

9	4+800	106.48	6.58	43.33
<b>ABS 4+960 a 7+460</b>				
1	5 + 000	82.31	-7.52	56.58
2	5 + 300	84.48	-9.69	93.93
3	5 + 600	84.48	-9.69	93.93
4	5 + 900	75.52	-0.73	0.54
5	6 + 200	57.45	17.34	300.61
6	6 + 500	74.48	0.31	0.09
7	6 + 600	84.83	-10.04	100.84
8	6 + 800	55.86	18.93	358.27
9	7 + 100	25.04	49.75	2474.86
10	7 + 400	123.43	-48.64	2366.04
<b>ABS 7+460 a 9+480</b>				
1	7 + 700	82.29	26.51	702.86
2	8 + 000	65.81	42.99	1848.26
3	8 + 300	122.29	-13.49	181.94
4	8 + 600	147.13	-38.33	1469.08
5	8 + 900	70.91	37.89	1435.76
6	9 + 100	141.82	-33.02	1090.23
7	9 + 400	131.36	-22.56	508.89
<b>ABS 9+480 a 9+920</b>				
1	9 + 600	46.15	-3.55	12.6
2	9 + 920	39.05	3.55	12.6

## 6. Tipo de Deflexión

<b>RESULTADOS ABS 0+000 A 2+120</b>		
<b>Deflexión Promedio (Dm)</b>	115.03	mm x10-2
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	12.27	mm x10-2
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	135.21	mm x10-2
<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	136.94	mm x10-2
<b>Deflexión crítica (Dcr)</b>	139.37	mm x10-2
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	97.74	m
<b>CLASIFICACION</b>		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	135.21 < 136.94	
Comportamiento del Pavimento		
<b>Rc &lt; 100</b>	97.74 < 100	
<b>TIPO DE DEFLEXION</b>	Tipo III	

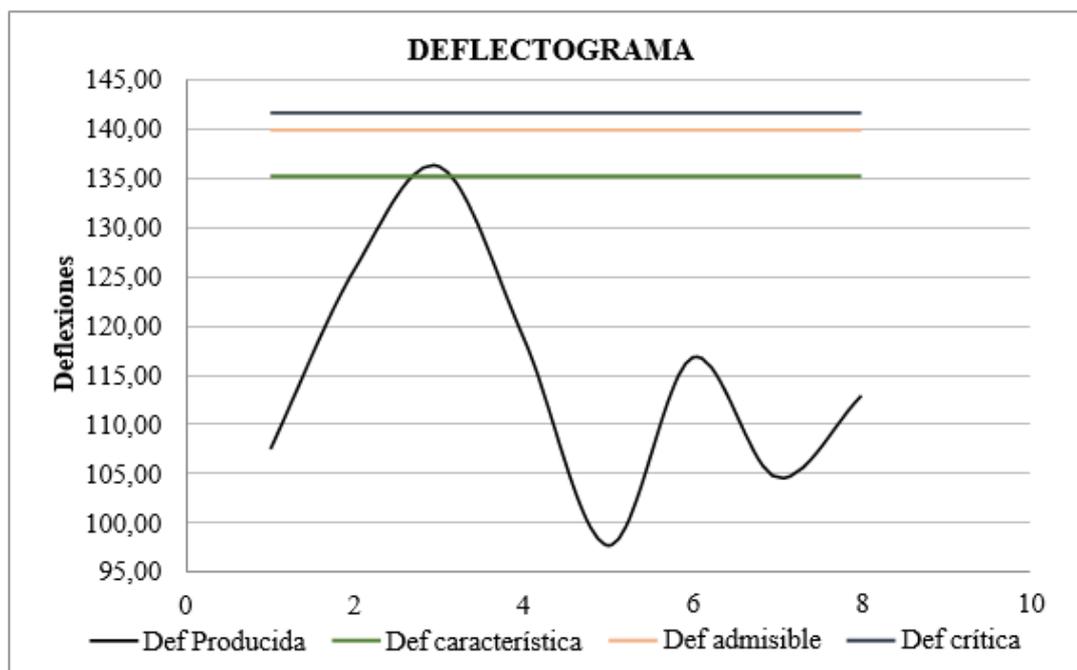
<b>RESULTADOS 2+120 A 5+000</b>		
<b>Deflexion Promedio (Dm)</b>	113.06	mm x10-2
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	17.94	mm x10-2
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	142.57	mm x10-2
<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	177.90	mm x10-2
<b>Deflexión crítica (Dcr)</b>	169.81	mm x10-2
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	83.39	m
<b>CLASIFICACION</b>		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	142.57 < 177.90	
Comportamiento del Pavimento		
<b>Rc &lt; 100</b>	83.39 < 100	
TIPO DE DEFLEXION	Tipo III	

<b>RESULTADOS 4+960 A 7+460</b>		
<b>Deflexion Promedio (Dm)</b>	74.79	mm x10-2
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	25.49	mm x10-2
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	116.72	mm x10-2
<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	148.59	mm x10-2
<b>Deflexión crítica (Dcr)</b>	148.23	mm x10-2
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	186.08	m
<b>CLASIFICACION</b>		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	116.72 < 148.59	
Comportamiento del Pavimento		
<b>Rc &gt; 100</b>	186.08 > 100	
TIPO DE DEFLEXION	Tipo I	
<b>RESULTADOS 7+460 A 9+480</b>		
<b>Deflexion Promedio (Dm)</b>	108.80	mm x10-2
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	34.73	mm x10-2
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	165.93	mm x10-2
<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	148.59	mm x10-2
<b>Deflexión crítica (Dcr)</b>	148.23	mm x10-2
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	92.59	m
<b>CLASIFICACION</b>		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	165.93 < 148.59	
Comportamiento del Pavimento		
<b>Rc &gt; 100</b>	92.59 < 100	
TIPO DE DEFLEXION	Tipo III	

RESULTADOS 9+480 A 9+920		
Deflexion Promedio (Dm)	42.60	mm x10-2
Desviación estándar (Dm)	5.02	mm x10-2
Deflexión característica(Dc)	50.86	mm x10-2
Deflexión admisible (D adm)	148.59	mm x10-2
Deflexión critica (Dcr)	148.23	mm x10-2
Radio de curvatura (Rc)	146.75	m
CLASIFICACION		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	50.86	< 148.59
Comportamiento del Pavimento		
<b>Rc &gt; 100</b>	146.75	> 100
TIPO DE DEFLEXION	Tipo I	

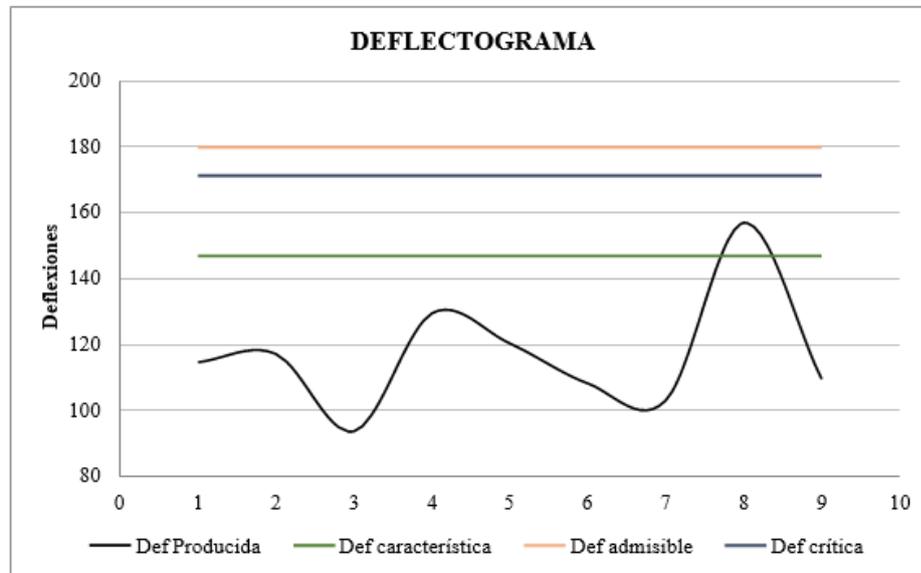
## 7. Deflectogramas

Figura 31: Deflectograma ABS 0+000 a la 2+120



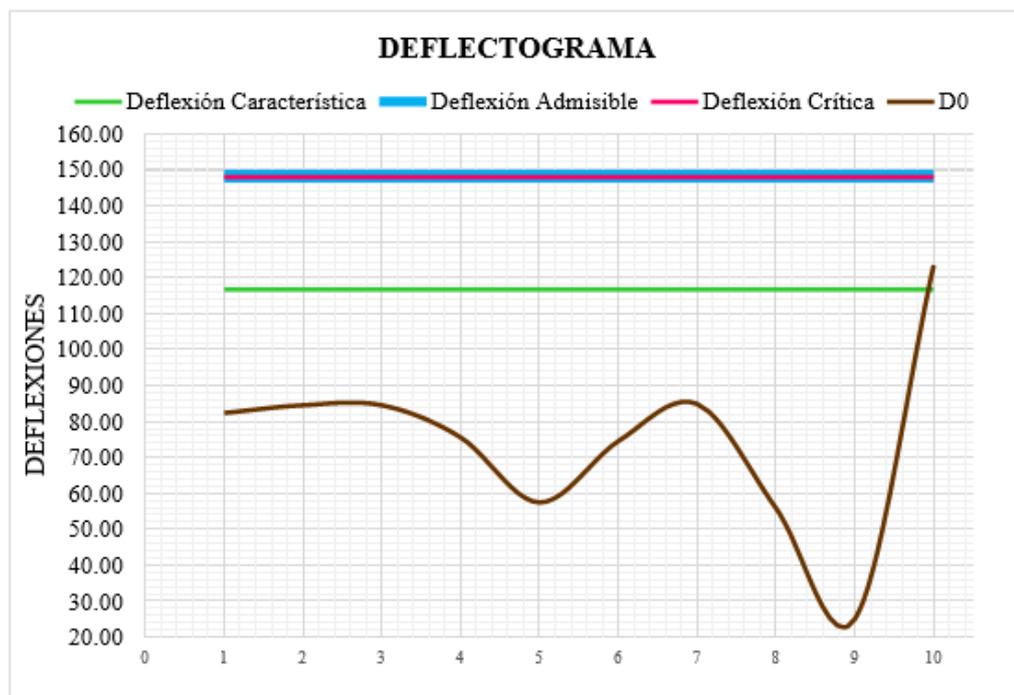
*Fuente: Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Cevallos - Mocha En El Tramo Km 0 + 000 Al Km 4 + 960 De La Provincia De Tungurahua. [42]*

**Figura 32:** Deflectograma ABS 2+120 a la 4+960



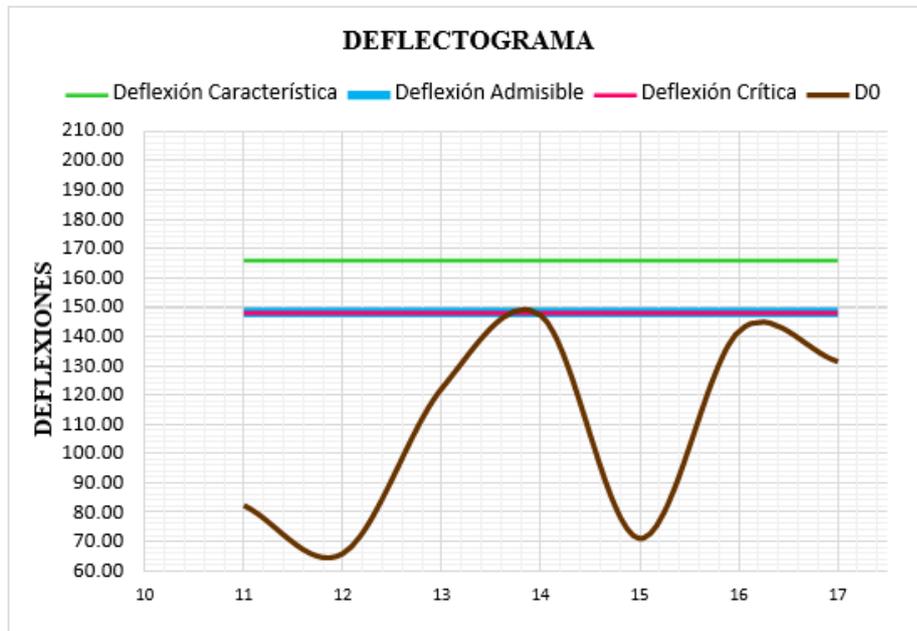
**Fuente:** Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Cevallos - Mocha En El Tramo Km 0 + 000 Al Km 4 + 960 De La Provincia De Tungurahua. [42]

**Figura 33:** Deflectograma ABS 4+960 a 7+460



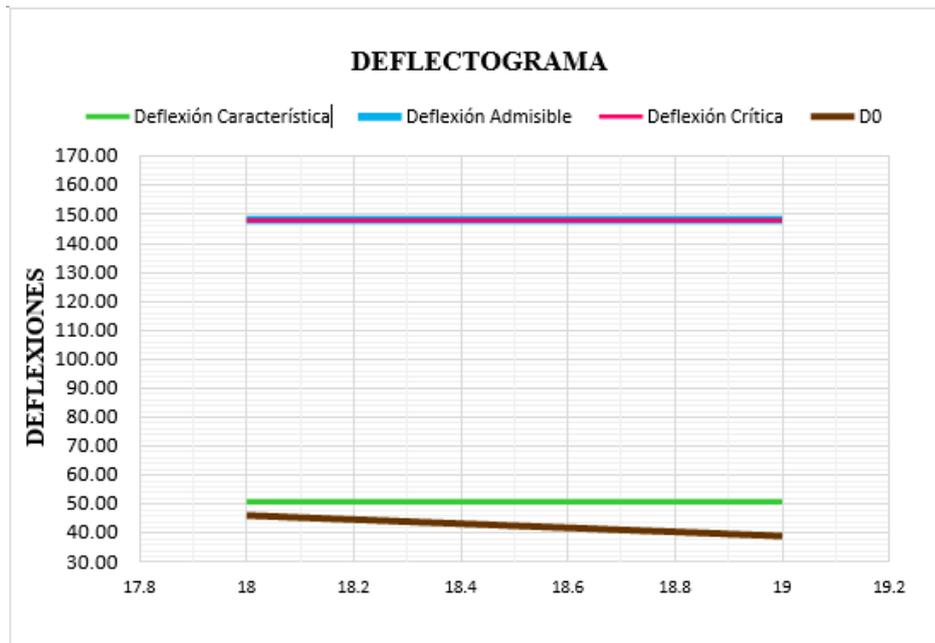
**Fuente:** Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Cevallos - Mocha En El Tramo Km 4 + 960 Al Km 9+920 De La Provincia De Tungurahua. [43]

**Figura 34:** Deflectograma ABS 7+460 a 9+480



**Fuente:** Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Cevallos - Mocha En El Tramo Km 4 + 960 Al Km 9+920 De La Provincia De Tungurahua. [43]

**Figura 35:** Deflectograma ABS 9+480 a 9+920



**Fuente:** Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Cevallos - Mocha En El Tramo Km 4 + 960 Al Km 9+920 De La Provincia De Tungurahua. [43]

## VIA AMBATO-TISALEO ABS 0+000 A 16+200

### 1. Corrección por el brazo con relación 1:2

Estación	Abscisa	Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)						Temperatura (°C)	Espesor cm
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
<b>ABS 0+00 a 3+200</b>									
1	0+000	164	110	66	18	0	0	23	6.5
2	0+200	180	108	66	16	0	0	22	6.5
3	0+400	86	48	30	14	0	0	28	6.5
4	0+600	118	62	28	10	0	0	30	6.5
5	0+800	114	74	42	20	0	0	31	6.5
6	1+000	146	108	54	22	0	0	36	6.5
7	1+200	124	78	46	22	0	0	34	6.5
8	1+400	134	74	34	14	0	0	33	6.5
9	1+600	122	78	36	12	0	0	31	6.5
10	1+800	48	40	26	10	0	0	30	6.5
11	2+000	62	52	34	8	0	0	33	6.5
12	2+200	52	40	26	16	0	0	35	6.5
13	2+400	64	52	34	22	0	0	36	6.5
14	2+600	28	16	8	4	0	0	36	6.5
15	2+800	42	28	18	12	0	0	38	6.5
16	3+000	56	48	36	10	0	0	39	6.5
17	3+200	56	38	24	10	0	0	39	6.5
<b>ABS 3+200 a 6+400</b>									
17	3+200	56	38	24	10	0	0	39	7.6
18	3+400	62	48	26	10	0	0	40	7.6
19	3+600	34	24	16	10	0	0	38	7.6
20	3+800	52	40	28	16	0	0	25	7.6
21	4+000	44	32	22	12	0	0	25	7.6
22	4+200	64	50	38	24	0	0	35	7.6
23	4+400	50	36	18	8	0	0	37	7.6
24	4+600	64	50	40	16	0	0	38	7.6
25	4+800	50	38	18	10	0	0	40	7.6
26	5+000	54	38	24	12	0	0	39	7.6
27	5+200	56	42	22	8	0	0	38	7.6
28	5+400	64	54	28	12	0	0	38	7.6
29	5+600	58	46	26	10	0	0	39	7.6
30	5+800	56	42	24	14	0	0	43	7.6
31	6+000	64	44	24	8	0	0	42	7.6
32	6+200	62	54	26	14	0	0	45	7.6
33	6+400	42	32	18	6	0	0	46	7.6
<b>ABS 6+400 a 9+600</b>									

33	6+400	42	32	18	6	0	0	47	7.5
34	6+600	38	28	14	4	0	0	47	7.5
35	6+800	34	24	8	2	0	0	48	7.5
36	7+000	36	24	16	4	0	0	49	7.5
37	7+200	42	30	20	10	0	0	49	7.5
38	7+400	44	28	20	8	0	0	48	7.5
39	7+600	46	28	22	8	0	0	49	7.5
40	7+800	40	26	18	6	0	0	47	7.5
41	8+000	38	24	14	6	0	0	46	7.5
42	8+200	50	32	16	6	0	0	44	7.5
43	8+400	52	34	14	6	0	0	40	7.5
44	8+600	50	34	16	6	0	0	43	7.5
45	8+800	54	38	24	14	0	0	44	7.5
46	9+000	52	32	18	6	0	0	47	7.5
47	9+200	56	34	16	8	0	0	49	7.5
48	9+400	66	46	22	12	0	0	48	7.5
49	9+600	74	56	32	18	0	0	47	7.5
<b>ABS 9+600 a 12+800</b>									
49	9+600	94	54	36	10	0	0	47	5
50	9+800	94	38	22	14	0	0	46	5
51	10+000	76	36	22	4	0	0	46	5
52	10+200	56	30	16	4	0	0	45	5
53	10+300	34	22	8	4	0	0	45	5
54	10+500	132	88	36	14	0	0	39	5
55	10+800	106	64	28	10	0	0	44	5
56	11+000	78	38	20	2	0	0	47	5
57	11+200	74	32	14	6	0	0	47	5
58	11+400	68	36	20	6	0	0	46	5
59	11+600	80	36	14	8	0	0	46	5
60	11+800	96	40	20	12	0	0	47	5
61	12+000	110	42	24	12	0	0	47	5
62	12+200	84	42	22	8	0	0	46	5
63	12+400	60	43	20	6	0	0	43	5
64	12+600	72	34	16	6	0	0	43	5
65	12+800	84	24	10	4	0	0	38	5
<b>ABS 12+800 a 16+200</b>									
65	12+800	84	24	10	4	0	0	38	7
66	13+000	60	24	14	6	0	0	38	7
67	13+200	62	42	22	12	0	0	37	7
68	13+400	68	26	18	10	0	0	37	7
69	13+600	66	36	20	6	0	0	37	7
70	13+800	62	30	22	10	0	0	36	7
71	14+000	110	64	22	10	0	0	35	7
72	14+200	76	38	26	14	0	0	36	7

73	14+400	120	78	26	16	0	0	37	7
74	14+600	66	36	24	14	0	0	37	7
75	14+800	30	12	8	4	0	0	33	7
76	15+000	58	28	20	12	0	0	34	7
77	15+200	66	38	26	16	0	0	35	7
78	15+400	62	30	20	10	0	0	34	7
79	15+600	80	48	34	20	0	0	34	7
80	15+800	60	36	24	10	0	0	35	7
81	16+000	46	24	14	4	0	0	34	7
82	16+200	36	20	16	12	0	0	33	7

## 2. Corrección por temperatura

Estación	Abscisa	Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
<b>ABS 0+00 a 3+200</b>							
1	0+000	160.86	107.9	64.74	17.66	0	0
2	0+200	177.69	106.61	65.15	15.79	0	0
3	0+400	81.75	45.63	28.52	13.31	0	0
4	0+600	110.8	58.22	26.29	9.39	0	0
5	0+800	106.39	69.06	39.2	18.67	0	0
6	1+000	132.25	97.83	48.91	19.93	0	0
7	1+200	113.66	71.49	42.16	20.16	0	0
8	1+400	123.56	68.23	31.35	12.91	0	0
9	1+600	113.86	72.8	33.6	11.2	0	0
10	1+800	45.07	37.56	24.41	9.39	0	0
11	2+000	57.17	47.95	31.35	7.38	0	0
12	2+200	47.38	36.45	23.69	14.58	0	0
13	2+400	57.97	47.1	30.8	19.93	0	0
14	2+600	25.36	14.49	7.25	3.62	0	0
15	2+800	37.6	25.07	16.11	10.74	0	0
16	3+000	49.84	42.72	32.04	8.9	0	0
17	3+200	49.84	33.82	21.36	8.9	0	0
<b>ABS 3+200 a 6+400</b>							
17	3+200	48.93	33.21	20.97	8.74	0	0
18	3+400	53.82	41.67	22.57	8.68	0	0
19	3+600	29.91	21.11	14.07	8.8	0	0
20	3+800	50.1	38.54	26.97	15.41	0	0
21	4+000	42.39	30.83	21.19	11.56	0	0
22	4+200	57.45	44.88	34.11	21.54	0	0
23	4+400	44.28	31.88	15.94	7.08	0	0

24	4+600	56.3	43.98	35.19	14.07	0	0
25	4+800	43.4	32.99	15.63	8.68	0	0
26	5+000	47.19	33.21	20.97	10.49	0	0
27	5+200	49.26	36.95	19.35	7.04	0	0
28	5+400	56.3	47.5	24.63	10.56	0	0
29	5+600	50.68	40.2	22.72	8.74	0	0
30	5+800	47.67	35.75	20.43	11.92	0	0
31	6+000	54.83	37.7	20.56	6.85	0	0
32	6+200	52.1	45.38	21.85	11.76	0	0
33	6+400	35.07	26.72	15.03	5.01	0	0
<b>ABS 6+400 a 9+600</b>							
33	6+400	34.93	26.61	14.97	4.99	0	0
34	6+600	31.6	23.28	11.64	3.33	0	0
35	6+800	28.1	19.83	6.61	1.65	0	0
36	7+000	29.57	19.71	13.14	3.29	0	0
37	7+200	34.5	24.64	16.43	8.21	0	0
38	7+400	36.36	23.14	16.53	6.61	0	0
39	7+600	37.78	23	18.07	6.57	0	0
40	7+800	33.26	21.62	14.97	4.99	0	0
41	8+000	31.8	20.08	11.72	5.02	0	0
42	8+200	42.37	27.12	13.56	5.08	0	0
43	8+400	45.22	29.57	12.17	5.22	0	0
44	8+600	42.64	29	13.65	5.12	0	0
45	8+800	45.76	32.2	20.34	11.86	0	0
46	9+000	43.24	26.61	14.97	4.99	0	0
47	9+200	46	27.93	13.14	6.57	0	0
48	9+400	54.55	38.02	18.18	9.92	0	0
49	9+600	61.54	46.57	26.61	14.97	0	0
<b>ABS 9+600 a 12+800</b>							
49	9+600	82.8	47.6	31.7	8.8	0	0
50	9+800	83.2	33.6	19.5	12.4	0	0
51	10+000	67.3	31.9	19.5	3.5	0	0
52	10+200	49.8	26.7	14.2	3.6	0	0
53	10+300	30.2	19.6	7.1	3.6	0	0
54	10+500	120.5	80.4	32.9	12.8	0	0
55	10+800	94.6	57.1	25	8.9	0	0
56	11+000	68.7	33.5	17.6	1.8	0	0
57	11+200	65.2	28.2	12.3	5.3	0	0
58	11+400	60.2	31.9	17.7	5.3	0	0
59	11+600	70.8	31.9	12.4	7.1	0	0
60	11+800	84.6	35.2	17.6	10.6	0	0
61	12+000	96.9	37	21.1	10.6	0	0

62	12+200	74.3	37.2	19.5	7.1	0	0
63	12+400	53.8	38.6	17.9	5.4	0	0
64	12+600	64.6	30.5	14.3	5.4	0	0
65	12+800	77.1	22	9.2	3.7	0	0
<b>ABS 12+800 a 16+200</b>							
65	12+800	74.6	21.31	8.88	3.55	0	0
66	13+000	53.29	21.31	12.43	5.33	0	0
67	13+200	55.41	37.53	19.66	10.72	0	0
68	13+400	60.77	23.24	16.09	8.94	0	0
69	13+600	58.98	32.17	17.87	5.36	0	0
70	13+800	55.76	26.98	19.78	8.99	0	0
71	14+000	99.55	57.92	19.91	9.05	0	0
72	14+200	68.35	34.17	23.38	12.59	0	0
73	14+400	107.24	69.71	23.24	14.3	0	0
74	14+600	58.98	32.17	21.45	12.51	0	0
75	14+800	27.5	11	7.33	3.67	0	0
76	15+000	52.82	25.5	18.21	10.93	0	0
77	15+200	59.73	34.39	23.53	14.48	0	0
78	15+400	56.11	27.15	18.1	9.05	0	0
79	15+600	72.4	43.44	30.77	18.1	0	0
80	15+800	54.3	32.58	21.72	9.05	0	0
81	16+000	41.63	21.72	12.67	3.62	0	0
82	16+200	32.58	18.1	14.48	10.86	0	0

### 3. Corrección por Estacionalidad

Estación	Abscisa	Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800
<b>ABS 0+00 a 3+200</b>							
1	0+000	193.04	129.48	77.69	21.19	0	0
2	0+200	213.23	127.94	78.18	18.95	0	0
3	0+400	98.1	54.75	34.22	15.97	0	0
4	0+600	132.96	69.86	31.55	11.27	0	0
5	0+800	127.67	82.87	47.04	22.4	0	0
6	1+000	158.7	117.39	58.7	23.91	0	0
7	1+200	136.39	85.79	50.6	24.2	0	0
8	1+400	148.27	81.88	37.62	15.49	0	0
9	1+600	136.63	87.35	40.32	13.44	0	0
10	1+800	54.08	45.07	29.3	11.27	0	0
11	2+000	68.6	57.54	37.62	8.85	0	0
12	2+200	56.86	43.74	28.43	17.49	0	0

13	2+400	69.57	56.52	36.96	23.91	0	0
14	2+600	30.43	17.39	8.7	4.35	0	0
15	2+800	45.12	30.08	19.34	12.89	0	0
16	3+000	59.81	51.27	38.45	10.68	0	0
17	3+200	59.81	40.59	25.63	10.68	0	0
<b>ABS 3+200 a 6+400</b>							
17	3+200	58.72	39.85	25.17	10.49	0	0
18	3+400	64.58	50	27.08	10.42	0	0
19	3+600	35.89	25.33	16.89	10.56	0	0
20	3+800	60.12	46.24	32.37	18.5	0	0
21	4+000	50.87	36.99	25.43	13.87	0	0
22	4+200	68.94	53.86	40.93	25.85	0	0
23	4+400	53.13	38.26	19.13	8.5	0	0
24	4+600	67.56	52.78	42.22	16.89	0	0
25	4+800	52.08	39.58	18.75	10.42	0	0
26	5+000	56.62	39.85	25.17	12.58	0	0
27	5+200	59.11	44.33	23.22	8.44	0	0
28	5+400	67.56	57	29.56	12.67	0	0
29	5+600	60.82	48.23	27.26	10.49	0	0
30	5+800	57.2	42.9	24.51	14.3	0	0
31	6+000	65.8	45.24	24.67	8.22	0	0
32	6+200	62.52	54.45	26.22	14.12	0	0
33	6+400	42.08	32.06	18.04	6.01	0	0
<b>ABS 6+400 a 9+600</b>							
33	6+400	41.91	31.93	17.96	5.99	0	0
34	6+600	37.92	27.94	13.97	3.99	0	0
35	6+800	33.72	23.8	7.93	1.98	0	0
36	7+000	35.48	23.66	15.77	3.94	0	0
37	7+200	41.4	29.57	19.71	9.86	0	0
38	7+400	43.64	27.77	19.83	7.93	0	0
39	7+600	45.34	27.6	21.68	7.89	0	0
40	7+800	39.92	25.95	17.96	5.99	0	0
41	8+000	38.16	24.1	14.06	6.03	0	0
42	8+200	50.85	32.54	16.27	6.1	0	0
43	8+400	54.26	35.48	14.61	6.26	0	0
44	8+600	51.17	34.8	16.38	6.14	0	0
45	8+800	54.92	38.64	24.41	14.24	0	0
46	9+000	51.89	31.93	17.96	5.99	0	0
47	9+200	55.2	33.51	15.77	7.89	0	0
48	9+400	65.45	45.62	21.82	11.9	0	0
49	9+600	73.85	55.88	31.93	17.96	0	0
<b>ABS 9+600 a 12+800</b>							

49	9+600	99.4	57.1	38.1	10.6	0	0
50	9+800	99.8	40.4	23.4	14.9	0	0
51	10+000	80.7	38.2	23.4	4.2	0	0
52	10+200	59.7	32	17.1	4.3	0	0
53	10+300	36.3	23.5	8.5	4.3	0	0
54	10+500	144.7	96.4	39.5	15.3	0	0
55	10+800	113.6	68.6	30	10.7	0	0
56	11+000	82.5	40.2	21.1	2.1	0	0
57	11+200	78.2	33.8	14.8	6.3	0	0
58	11+400	72.2	38.2	21.2	6.4	0	0
59	11+600	85	38.2	14.9	8.5	0	0
60	11+800	101.5	42.3	21.1	12.7	0	0
61	12+000	116.3	44.4	25.4	12.7	0	0
62	12+200	89.2	44.6	23.4	8.5	0	0
63	12+400	64.6	46.3	21.5	6.5	0	0
64	12+600	77.5	36.6	17.2	6.5	0	0
65	12+800	92.5	26.4	11	4.4	0	0
<b>ABS 12+800 a 16+200</b>							
<b>65</b>	12+800	89.52	25.58	10.66	4.26	0	0
66	13+000	63.94	25.58	14.92	6.39	0	0
67	13+200	66.49	45.04	23.59	12.87	0	0
68	13+400	72.92	27.88	19.3	10.72	0	0
69	13+600	70.78	38.61	21.45	6.43	0	0
70	13+800	66.91	32.37	23.74	10.79	0	0
71	14+000	119.46	69.5	23.89	10.86	0	0
72	14+200	82.01	41.01	28.06	15.11	0	0
73	14+400	128.69	83.65	27.88	17.16	0	0
74	14+600	70.78	38.61	25.74	15.01	0	0
75	14+800	33	13.2	8.8	4.4	0	0
76	15+000	63.39	30.6	21.86	13.11	0	0
77	15+200	71.67	41.27	28.24	17.38	0	0
78	15+400	67.33	32.58	21.72	10.86	0	0
79	15+600	86.88	52.13	36.92	21.72	0	0
80	15+800	65.16	39.1	26.06	10.86	0	0
81	16+000	49.95	26.06	15.2	4.34	0	0
82	16+200	39.1	21.72	17.38	13.03	0	0

#### 4. Radio de Curvatura

Nº	ABSCISAS	LECTURA DEL DEFLECTOMETRO (X10e-2 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		DO	D25	
<b>ABS 0+00 a 3+200</b>				
1	0+000	193.04	129.48	49.17
2	0+200	213.23	127.94	36.64
3	0+400	98.1	54.75	72.09
4	0+600	132.96	69.86	49.53
5	0+800	127.67	82.87	69.76
6	1+000	158.7	117.39	75.66
7	1+200	136.39	85.79	61.76
8	1+400	148.27	81.88	47.07
9	1+600	136.63	87.35	63.42
10	1+800	54.08	45.07	346.68
11	2+000	68.6	57.54	282.42
12	2+200	56.86	43.74	238.17
13	2+400	69.57	56.52	239.58
14	2+600	30.43	17.39	239.58
15	2+800	45.12	30.08	207.78
16	3+000	59.81	51.27	365.72
17	3+200	59.81	40.59	162.54
<b>ABS 3+200 a 6+400</b>				
1	3+200	58.72	39.85	165.61
2	3+400	64.58	50	214.33
3	3+600	35.89	25.33	295.93
4	3+800	60.12	46.24	225.14
5	4+000	50.87	36.99	225.14
6	4+200	68.94	53.86	207.23
7	4+400	53.13	38.26	210.15
8	4+600	67.56	52.78	211.43
9	4+800	52.08	39.58	250
10	5+000	56.62	39.85	186.34
11	5+200	59.11	44.33	211.43
12	5+400	67.56	57	295.93
13	5+600	60.82	48.23	248.21
14	5+800	57.2	42.9	218.53
15	6+000	65.8	45.24	151.99
16	6+200	62.52	54.45	387.24
17	6+400	42.08	32.06	311.88
<b>ABS 6+400 a 9+600</b>				
1	6+400	41.91	31.93	313.13
2	6+600	37.92	27.94	313.13
3	6+800	33.72	23.8	315.02

4	7+000	35.48	23.66	264.38
5	7+200	41.4	29.57	264.16
6	7+400	43.64	27.77	196.91
7	7+600	45.34	27.6	176.16
8	7+800	39.92	25.95	223.69
9	8+000	38.16	24.1	222.26
10	8+200	50.85	32.54	170.67
11	8+400	54.26	35.48	166.4
12	8+600	51.17	34.8	190.9
13	8+800	54.92	38.64	191.95
14	9+000	51.89	31.93	156.56
15	9+200	55.2	33.51	144.08
16	9+400	65.45	45.62	157.59
17	9+600	73.85	55.88	173.9
<b>ABS 9+600 a 12+800</b>				
1	9+600	99.4	57.1	73.88
2	9+800	99.8	40.4	52.61
3	10+000	80.7	38.2	73.53
4	10+200	59.7	32	112.82
5	10+300	36.3	23.5	244.14
6	10+500	144.7	96.4	64.7
7	10+800	113.6	68.6	69.44
8	11+000	82.5	40.2	73.88
9	11+200	78.2	33.8	70.38
10	11+400	72.2	38.2	91.91
11	11+600	85	38.2	66.77
12	11+800	101.5	42.3	52.79
13	12+000	116.3	44.4	43.46
14	12+200	89.2	44.6	70.07
15	12+400	64.6	46.3	170.77
16	12+600	77.5	36.6	76.41
17	12+800	92.5	26.4	47.28
<b>ABS 12+800 a 16+200</b>				
	12+800	89.52	25.58	48.87
1	13+000	63.94	25.58	81.47
2	13+200	66.49	45.04	145.69
3	13+400	72.92	27.88	69.38
4	13+600	70.78	38.61	97.14
5	13+800	66.91	32.37	90.47
6	14+000	119.46	69.5	62.55
7	14+200	82.01	41.01	76.22
8	14+400	128.69	83.65	69.38
9	14+600	70.78	38.61	97.14
10	14+800	33	13.2	157.83

11	15+000	63.39	30.6	95.3
12	15+200	71.67	41.27	102.8
13	15+400	67.33	32.58	89.93
14	15+600	86.88	52.13	89.93
15	15+800	65.16	39.1	119.92
16	16+000	49.95	26.06	130.81
17	16+200	39.1	21.72	179.8

## 5. Deflexión Característica

Nº	ABSCISAS	LECTURA DEL DEFLECTOMETRO (X10e-2 mm)		(Dm-D0)^2
		DO	Dm-D0	
<b>ABS 0+00 a 3+200</b>				
1	0+000	193.04	-87.79	7706.88
2	0+200	213.23	-107.98	11659.43
3	0+400	98.1	7.15	51.14
4	0+600	132.96	-27.71	767.78
5	0+800	127.67	-22.42	502.6
6	1+000	158.7	-53.45	2856.78
7	1+200	136.39	-31.14	969.63
8	1+400	148.27	-43.02	1850.62
9	1+600	136.63	-31.38	984.63
10	1+800	54.08	51.17	2618.49
11	2+000	68.6	36.65	1343.31
12	2+200	56.86	48.39	2341.71
13	2+400	69.57	35.68	1273.15
14	2+600	30.43	74.82	5598.21
15	2+800	45.12	60.13	3615.76
16	3+000	59.81	45.44	2064.9
17	3+200	59.81	45.44	2064.9
<b>ABS 3+200 a 6+400</b>				
1	3+200	58.72	-0.86	0.74
2	3+400	64.58	-6.72	45.17
3	3+600	35.89	21.97	482.63
4	3+800	60.12	-2.26	5.11
5	4+000	50.87	6.99	48.84
6	4+200	68.94	-11.08	122.79
7	4+400	53.13	4.73	22.36
8	4+600	67.56	-9.70	94.11
9	4+800	52.08	5.78	33.39
10	5+000	56.62	1.24	1.53
11	5+200	59.11	-1.25	1.57
12	5+400	67.56	-9.70	94.11

13	5+600	60.82	-2.96	8.77
14	5+800	57.2	0.66	0.43
15	6+000	65.8	-7.94	63.06
16	6+200	62.52	-4.66	21.73
17	6+400	42.08	15.78	248.97
<b>ABS 6+400 a 9+600</b>				
1	6+400	41.91	6.04	36.43
2	6+600	37.92	10.03	100.52
3	6+800	33.72	14.23	202.38
4	7+000	35.48	12.47	155.4
5	7+200	41.4	6.55	42.85
6	7+400	43.64	4.31	18.54
7	7+600	45.34	2.61	6.79
8	7+800	39.92	8.03	64.41
9	8+000	38.16	9.79	95.76
10	8+200	50.85	-2.90	8.43
11	8+400	54.26	-6.31	39.87
12	8+600	51.17	-3.22	10.39
13	8+800	54.92	-6.97	48.64
14	9+000	51.89	-3.94	15.56
15	9+200	55.2	-7.25	52.62
16	9+400	65.45	-17.50	306.39
17	9+600	73.85	-25.90	671.02
<b>ABS 9+600 a 12+800</b>				
1	9+600	99.4	-11.54	133.06
2	9+800	99.8	-11.94	142.45
3	10+000	80.7	7.16	51.33
4	10+200	59.7	28.16	793.25
5	10+300	36.3	51.56	2658.92
6	10+500	144.7	-56.84	3230.25
7	10+800	113.6	-25.74	662.31
8	11+000	82.5	5.36	28.78
9	11+200	78.2	9.66	93.41
10	11+400	72.2	15.66	245.38
11	11+600	85	2.86	8.21
12	11+800	101.5	-13.64	185.92
13	12+000	116.3	-28.44	808.57
14	12+200	89.2	-1.34	1.78
15	12+400	64.6	23.26	541.25
16	12+600	77.5	10.36	107.43
17	12+800	92.5	-4.64	21.49
<b>ABS 12+800 a 16+200</b>				
1	12+800	89.52	-16.85	284.07
2	13+000	63.94	8.73	76.14

3	13+200	66.49	6.18	38.14
4	13+400	72.92	-0.25	0.06
5	13+600	70.78	1.89	3.56
6	13+800	66.91	5.76	33.13
7	14+000	119.46	-46.79	2189.72
8	14+200	82.01	-9.34	87.32
9	14+400	128.69	-56.02	3138.74
10	14+600	70.78	1.89	3.56
11	14+800	33	39.67	1573.36
12	15+000	63.39	9.28	86.04
13	15+200	71.67	0.996	0.99
14	15+400	67.33	5.34	28.47
15	15+600	86.88	-14.21	202.05
16	15+800	65.16	7.51	56.33
17	16+000	49.95	22.72	516
18	16+200	39.1	33.57	1126.65

## 6. Tipo de Deflexión

RESULTADOS ABS 0+000 A 3+200		
<b>Deflexion Promedio (Dm)</b>	105.25	mm x10-2
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	5	mm x10-2
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	113.48	mm x10-2
<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	161.90	mm x10-2
<b>Deflexión crítica (Dcr)</b>	158.15	mm x10-2
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	153.39	m
CLASIFICACIÓN		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	113.48	< 161.90
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Rc &gt; 100</b>	153.39	> 100
<b>TIPO DE DEFLEXION</b>	Tipo I: Curva corta poco pronunciada clasificada	

RESULTADOS ABS 3+200 A 6+400		
<b>Deflexion Promedio (Dm)</b>	57.86	mm x10-2
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	9.00	mm x10-2
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	72.66	mm x10-2

<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	153.34	mm x10-2
<b>Deflexión crítica (Dcr)</b>	151.80	mm x10-2
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	224.49	m
<b>CLASIFICACION</b>		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	72.66	< 161.90
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Rc &gt; 100</b>	224.49	> 100
TIPO DE DEFLEXION	Tipo I: Curva corta poco pronunciada clasificada	

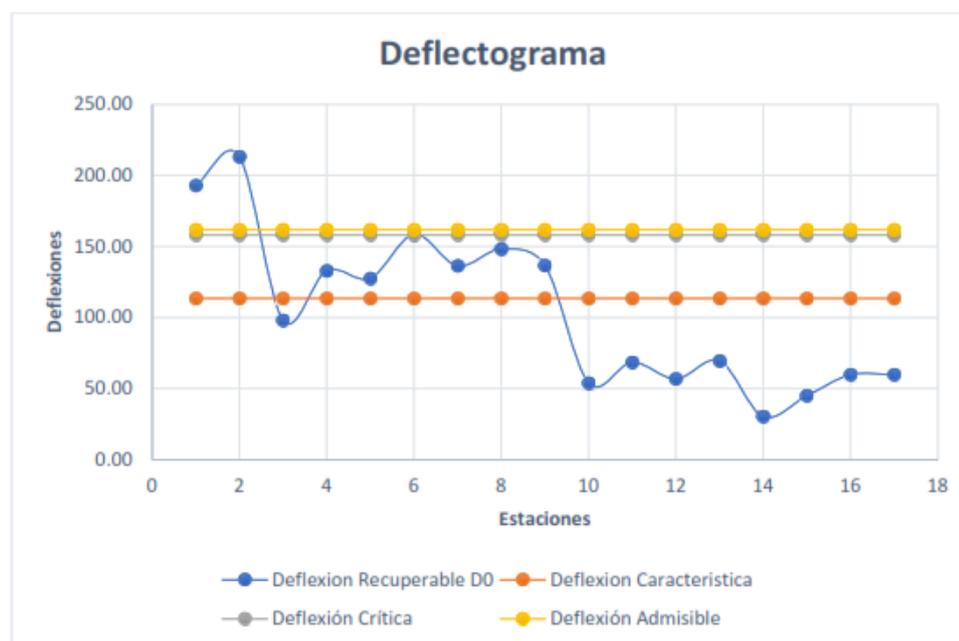
<b>RESULTADOS 6+400 A 9+600</b>		
<b>Deflexion Promedio (Dm)</b>	47.95	mm x10-2
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	10.83	mm x10-2
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	65.76	mm x10-2
<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	144.02	mm x10-2
<b>Deflexión crítica (Dcr)</b>	144.78	mm x10-2
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	214.17	m
<b>CLASIFICACION</b>		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	65.76	< 161.90
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Rc &gt; 100</b>	214.17	> 100
TIPO DE DEFLEXION	Tipo I: Curva corta poco pronunciada clasificada	

<b>RESULTADOS 9+600 A 12+800</b>		
<b>Deflexion Promedio (Dm)</b>	87.86	mm x10-2
<b>Desviación estándar (Dm)</b>	24.64	mm x10-2
<b>Deflexión característica(Dc)</b>	128.4	mm x10-2
<b>Deflexión admisible (D adm)</b>	188.60	mm x10-2
<b>Deflexión crítica (Dcr)</b>	177.46	mm x10-2
<b>Radio de curvatura (Rc)</b>	85.58	m
<b>CLASIFICACION</b>		
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Dc &lt; Da</b>	128.4	< 161.90
Comportamiento de la Subrasante		
<b>Rc &gt; 100</b>	85.58	> 100
TIPO DE DEFLEXION	Tipo I: Curva corta poco pronunciada clasificada	

RESULTADOS 12+800 A 16+200		
Deflexión Promedio (Dm)	72.67	mm x10-2
Desviación estándar (Dm)	5	mm x10-2
Deflexión característica(Dc)	80.89	mm x10-2
Deflexión admisible (D adm)	180.32	mm x10-2
Deflexión crítica (Dcr)	171.54	mm x10-2
Radio de curvatura (Rc)	100.26	m
CLASIFICACION		
Comportamiento de la Subrasante		
$D_c < D_a$	80.89	< 161.90
Comportamiento de la Subrasante		
$R_c > 100$	100.26	> 100
TIPO DE DEFLEXION	Tipo I: Curva corta poco pronunciada clasificada	

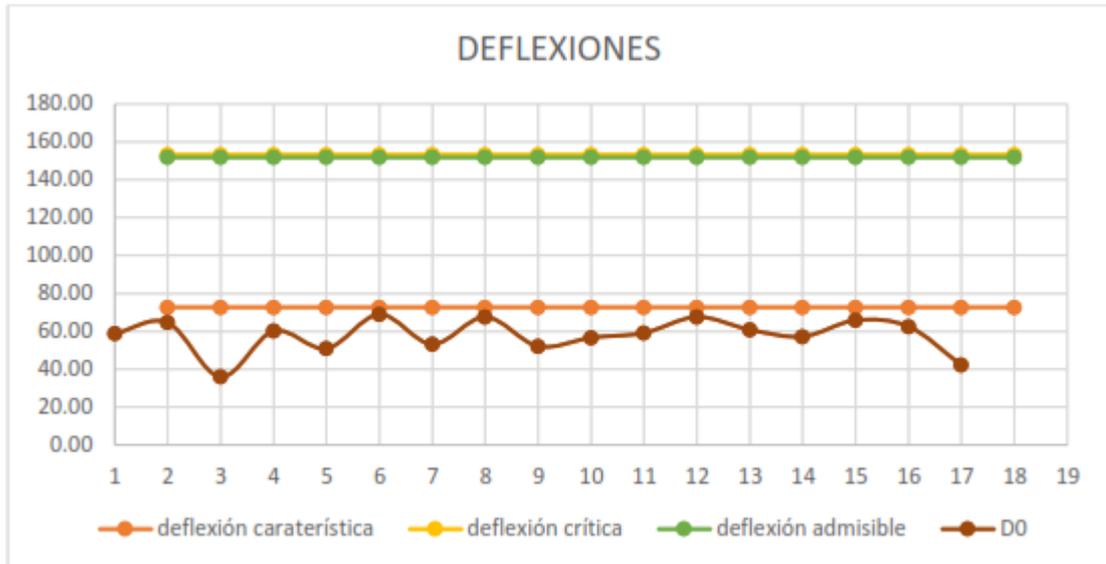
## 7. Deflectogramas

Figura 36: Deflectograma ABS 0+000 a la 3+200



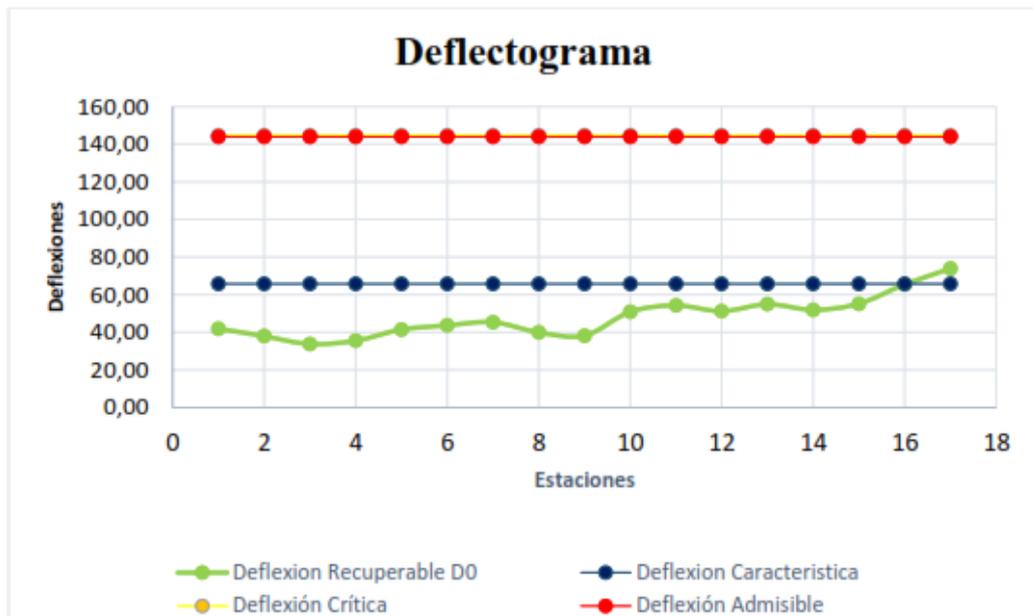
*Fuente: Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Ambato – Tisaleo Sector Huachi La Magdalena En El Tramo De La Abscisa 0+000 Hasta 3+200 De La Provincia De Tungurahua [44]*

**Figura 37:** Deflectograma ABS 3+200 a la 6+400



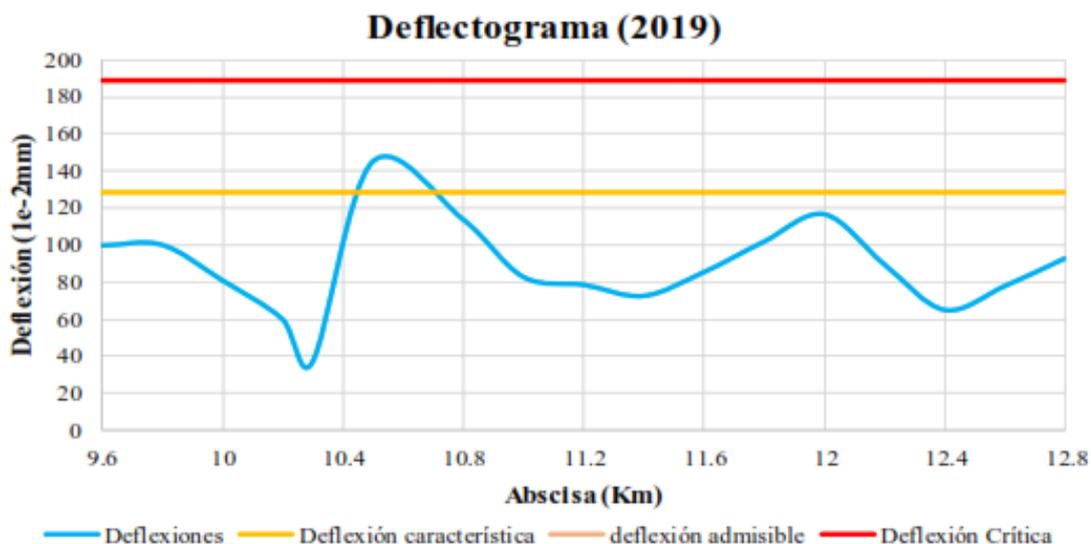
**Fuente:** Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Ambato tisaleo Sector Santa Rosa En El Tramo De La Abscisa 3+200 Hasta La Abscisa 6+400 De La Provincia De Tungurahua [45]

**Figura 38:** Deflectograma ABS 6+400 a la 9+600



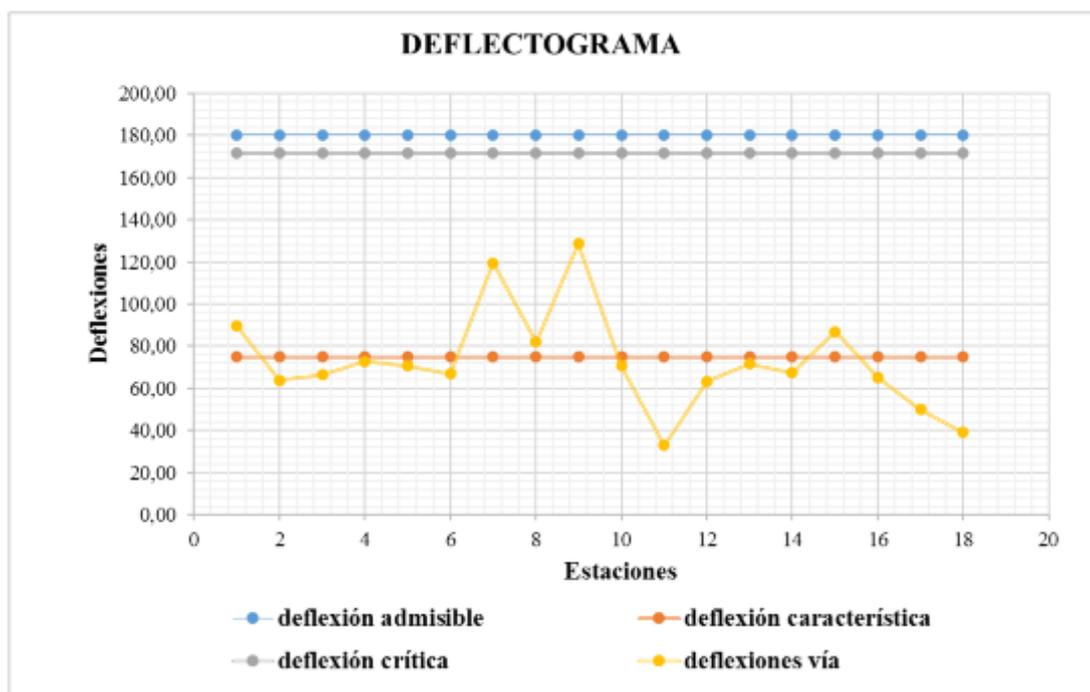
**Fuente:** Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Ambato – Tisaleo Sector Santa Rosa – Juan Benigno Vela En El Tramo De La Abscisa 6+400 Hasta 9+600 De La Provincia De Tungurahua [46]

**Figura 39:** Deflectograma ABS 9+600 a la 12+800



**Fuente:** Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Ambato – Tisaleo En El Sector Juan Benigno Vela En El Tramo De La Abscisa 9+600 Hasta La Abscisa 12+800 De La Provincia De Tungurahua [47]

**Figura 40:** Deflectograma ABS 12+800 a la 16+200



**Fuente:** Implementación Del Proceso De Conservación De La Estructura De La Capa De Rodadura De La Vía Ambato – Tisaleo Sector Tisaleo En El Tramo De La Abscisa 12+800 Hasta 16+200 De La Provincia De Tungurahua [48]

## ANEXO E

### APUS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
MANTENIMIENTO VIAL**



**HOJA 1 DE 7**

RUBRO : 1

Unidad: ML

DETALLE : Limpieza Del Pavimento

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIEN TO R</i>	<i>COST O D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,02
Compresor de aire 260 cfm	0,75	18,13	13,59	0,032	0,44
Hidrolavadora	0,75	4,00	3,00	0,032	0,10
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,55</b>

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIEN TO R</i>	<i>COST O D=CxR</i>
Maestro Mayor Ejec. Obra Civil Eo1	0,10	4,55	0,46	0,032	0,01
Chofer: Otros Camiones E0 C1	1,00	5,95	5,95	0,032	0,19
Peón Eo D2	2,00	4,05	8,10	0,032	0,26
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,46</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COST O C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0,00</b>

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COST O C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0,00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	1,02
<b>INDIRECTOS (%)</b>	15,00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5,00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	1,22
<b>VALOR UNITARIO</b>	1,22

SON: UN DOLAR, 22/100 CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO POR: JOSAFAT SANCHEZ



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
MANTENIMIENTO VIAL



HOJA 2 DE 7

RUBRO : 2,00

UNIDAD: M2

DETALLE : Replanteo y Nivelación con Equipo de alta precisión

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIEN T O R</i>	<i>COST O D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,01
Equipo Topográfico	1,00	3,75	3,75	0,010	0,04
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,04</b>
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>JORNAL/H R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIEN T O R</i>	<i>COST O D=CxR</i>
Cadenero Eo D2	2,00	4,10	8,20	0,010	0,08
Topógrafo Eo C1	1,00	4,55	4,55	0,010	0,05
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,13</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COST O C=AxB</i>	
Clavos De 2" A 4"	KG	0,010	2,00	0,02	
Madera, Puntales	U	0,080	0,40	0,03	
Pintura Esmalte	GLN	0,035	21,00	0,74	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,79</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COST O C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0,96</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>				15,00%	0,14
<b>UTILIDAD (%)</b>				5,00%	0,05
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1,15</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>1,15</b>

SON: UN DOLAR, 15/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO POR: JOSAFAT SANCHEZ



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**MANTENIMIENTO VIAL**



**HOJA 3 DE 7**

RUBRO : 3,0

UNIDAD: ML

DETALLE : Sellado de fisuras con Asfalto RC-250

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIEN TO R</i>	<i>COST O D=Cx R</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,02
Distribuidor de Asfalto	0,40	30,00	12,00	0,023	0,28
Camioneta	1,00	9,15	9,15	0,023	0,21

**SUBTOTAL M**

**0,51**

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/H R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIEN TO R</i>	<i>COST O D=Cx R</i>
Peón Eo E2	2,00	4,05	8,10	0,023	0,19
Maestro Mayor E0 C1	0,10	5,55	0,56	0,023	0,01
Chofer: Otros Camiones E0 C1	1,00	5,95	5,95	0,023	0,14
Operador De Distribuidor De Asfalto	1,00	4,33	4,33	0,023	0,10

**SUBTOTAL N**

**0,44**

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COST O C=AxB</i>
Imprimante Asfaltico Rc 250	Gal	0,130	3,800	0,49
Arena	m3	0,010	14,00	0,14

**SUBTOTAL O**

**0,63**

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COST O C=AxB</i>

**SUBTOTAL P**

**0,00**

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	1,58
<b>INDIRECTOS (%)</b>	15,00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	5,00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	1,89
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>1,89</b>

SON: Un dólar, 89/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO POR: JOSAFAT SANCHEZ



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**MANTENIMIENTO VIAL**



**HOJA 4 DE 7**

RUBRO : 4,00

UNIDAD: M2

DETALLE : Bacheo en Hormigón Asfáltico en Caliente (e=5cm)

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIEN TO R</i>	<i>COST O D=Cx R</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,01
Volqueta	1,00	20,00	20,00	0,010	0,20
Mini cargador/Escoba	1,00	25,00	25,00	0,010	0,25
Rodillo Liso	1,00	25,00	25,00	0,010	0,25
Cortadora de Asfalto	1,00	2,80	2,80	0,010	0,03
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,74</b>
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/H R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIEN TO R</i>	<i>COST O D=Cx R</i>
Maestro Mayor Ejec. De obras civiles EO C1	0,10	4,55	0,46	0,010	0,00
Óp. Mini excava/Mini carga OP C2	1,00	4,33	4,33	0,010	0,04
Óp. Rodillo Autopropulsado OP C2	1,00	4,33	4,33	0,010	0,04
Peón EO E2	2,00	4,05	8,10	0,010	0,08
Chofer Volqueta CH C1	1,00	5,95	5,95	0,010	0,06
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,23</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COST O C=AxB</i>	
Imprimante Asfáltico Rc 250	Gal	0,350	3,800	1,33	
Asfalto Ac-20	Ton	0,120	60,00	7,20	
Diésel	GLN	1,050	1,90	2,00	
Ripio Triturado	M3	0,048	13,00	0,62	
Arena Para Asfalto	M3	0,040	12,00	0,48	
Disco De Corte Para Asfalto	U	0,003	250,00	0,75	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>12,38</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COST O C=AxB</i>	
MEZCLA ASFALTICA	M3	0,055	4,00	0,22	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0,22</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		13,57
<b>INDIRECTOS (%)</b>	15,00%	2,04
<b>UTILIDAD (%)</b>	5,00%	0,68
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		16,28
<b>VALOR UNITARIO</b>		<b>16,28</b>

**SON: DIESCISEIS DOLARES, 28/100 CENTAVOS**

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

**ELABORADO POR: JOSAFAT SANCHEZ**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**MANTENIMIENTO VIAL**



**HOJA 5 DE 7**

RUBRO : 5,00

UNIDAD: M2

DETALLE : Imprimación con emulsión asfáltica

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENT O R</i>	<i>COST O D=Cx R</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,00
Escoba Mecánica	1,00	23,54	23,54	0,002	0,04
Distribuidor de Asfalto	1,00	7,00	7,00	0,002	0,01
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0,05</b>
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>JORNAL/H R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENT O R</i>	<i>COST O D=Cx R</i>
Peón E.O.E2	1,00	4,05	4,05	0,002	0,01
Engrasador E.O.D2	1,00	4,10	4,10	0,002	0,01
Operador de Equipo Pesado E.O.C1	2,00	4,55	9,10	0,002	0,01
Maestro Mayor E0 C1	0,10	4,55	0,46	0,002	0,00
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,03</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COST O C=AxB</i>	
Diésel	gal	0,050	1,90	0,10	
Imprimante Asfáltico RC-250	Gal	0,350	3,800	1,33	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1,43</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDA D A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COST O C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1,50</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>					<b>15,00%</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>					<b>5,00%</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1,80</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>1,80</b>

SON: Un dólar, 80/100 Centavos

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ELABORADO POR: JOSAFAT SANCHEZ



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**MANTENIMIENTO VIAL**



**HOJA 6 DE 7**

RUBRO : 6 UNIDAD: m2

DETALLE : Fresado De Pavimento Asfaltico (e=5cm) Incl. Transporte 5 Km

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTID AD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIE NTO R</i>	<i>COS TO D=Cx R</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,05
ESCOBA MECANICA	1,00	38,00	38,00	0,060	2,28
FRESADORA AUTOCARCABLE DE PAVIMENTO	1,00	65,00	65,00	0,060	3,90
VOLQUETA 8 M3	1,00	20,00	20,00	0,060	1,20
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>6,23</b>
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTID AD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIE NTO R</i>	<i>COS TO D=Cx R</i>
OPERADOR DE BARREDORA AUTOPROPULSADA	1,00	4,33	4,33	0,060	0,26
OPERADOR DE FRESADORA	1,00	4,33	4,33	0,060	0,26
AYUDANTE DE MAQUINARIA EO D2	2,00	4,10	8,20	0,060	0,49
CHOFER DE VOLQUETAS EO C1	2,00	5,95	11,90	0,060	0,71
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1,01</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID AD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COS TO C=Ax B</i>	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0,00</b>
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTID AD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COS TO C=Ax B</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0,00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>7,24</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>				15,00%	1,09
<b>UTILIDAD (%)</b>				5,00%	0,36
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>8,69</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>8,69</b>

SON: Ocho dólares, 69/100 Centavos

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

**ELABORADO POR: JOSAFAT SANCHEZ**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**MANTENIMIENTO VIAL**



**HOJA 7 DE 7**

RUBRO : 7

UNIDAD: M2

DETALLE : Carpeta Asfáltica en Caliente (e=5cm)

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COST O D=Cx R</i>
Herramienta Menor 5% De M.O.					0,01
Planta Asfáltica	1,00	120,00	120,00	0,004	0,48
Escoba Mecánica	1,00	20,00	20,00	0,004	0,08
Distribuidor De Asfalto	1,00	28,00	28,00	0,004	0,11
Finisher	1,00	75,00	75,00	0,004	0,30
Rodillo Liso	1,00	25,00	25,00	0,004	0,10
Rodillo Neumático	1,00	25,00	25,00	0,004	0,10
Cargadora Frontal	1,00	35,00	35,00	0,004	0,14
Tanquero	1,00	40,00	40,00	0,004	0,16
Volqueta	2,00	40,00	80,00	0,004	0,32
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1,80</b>

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COST O D=Cx R</i>
Maestro Mayor Ejec. Obra Civil Eo C1	0,01	4,55	0,05	0,004	0,00
Peón Eo E2	10,00	4,05	40,50	0,004	0,16
Op. Respon. Planta Asfáltica Op C2	1,00	4,33	4,33	0,004	0,02
Op. Barredora Autopropulsada Op C2	1,00	4,33	4,33	0,004	0,02
Chofer Tanqueros Ch C1	1,00	5,62	5,62	0,004	0,02
Op. Acabadora De Pav. Asfaltico Op C2	1,00	4,33	4,33	0,004	0,02
Op. Rodillo Autopropulsado Op C2	2,00	4,33	8,66	0,004	0,03
Engrasador Eo D2	1,00	4,10	4,10	0,004	0,02
Cargadora Frontal Op C1	1,00	4,55	4,55	0,004	0,02
Chofer Volquetas Ch C1	2,00	5,95	11,90	0,004	0,05
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0,35</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD AD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COST O C=AxB</i>
IMPRIMANTE ASFALTICO RC 250	Gal	0,350	3,800	1,33
ASFALTO AC-20	Ton	0,120	60,00	7,20
DIESEL	Gal	0,700	1,90	1,33
RIPIO TRITURADO	M3	0,045	13,00	0,59
ARENA PARA ASFALTO	M3	0,035	12,00	0,42
AGUA (POTABLE)	M3	0,020	0,02	0,00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>10,87</b>

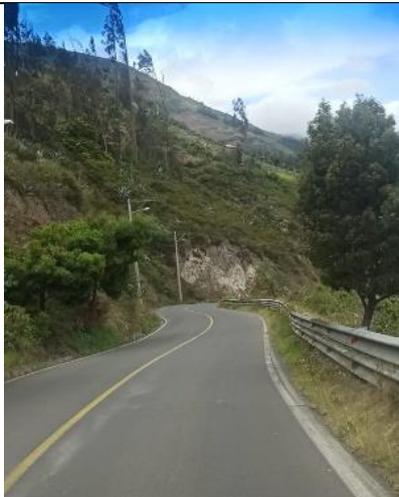
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD AD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COST O C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0,00</b>

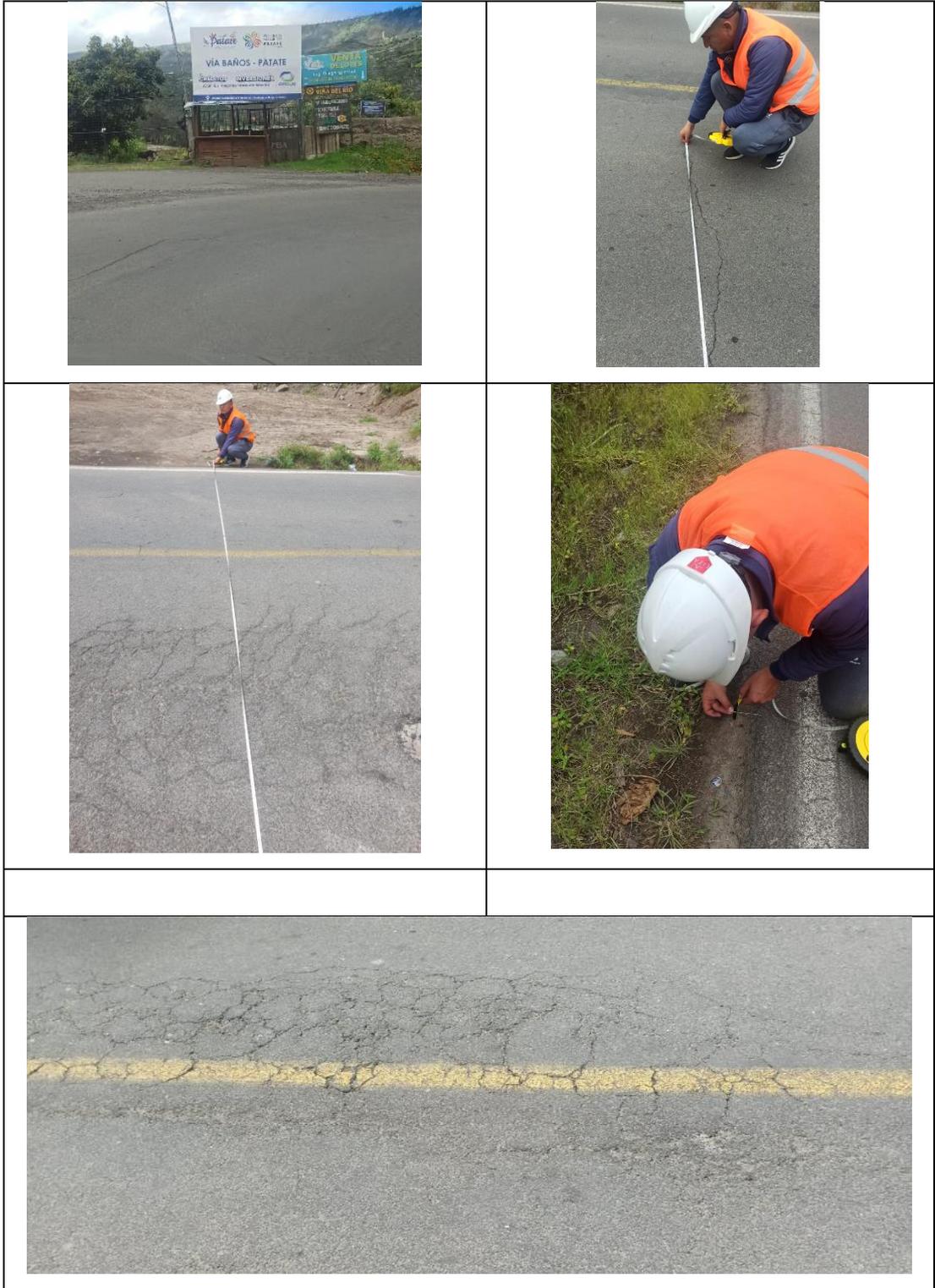
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	13,02
<b>INDIRECTOS (%)</b> 15,00%	1,95
<b>UTILIDAD (%)</b> 5,00%	0,65
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	15,63
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>15,63</b>

**SON:** Quince dólares, 63/100 CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

**ELABORADO POR: JOSAFAT SANCHEZ**

**ANEXO F**  
**FOTOGRAFICO**  
**PATATE – BAÑOS**

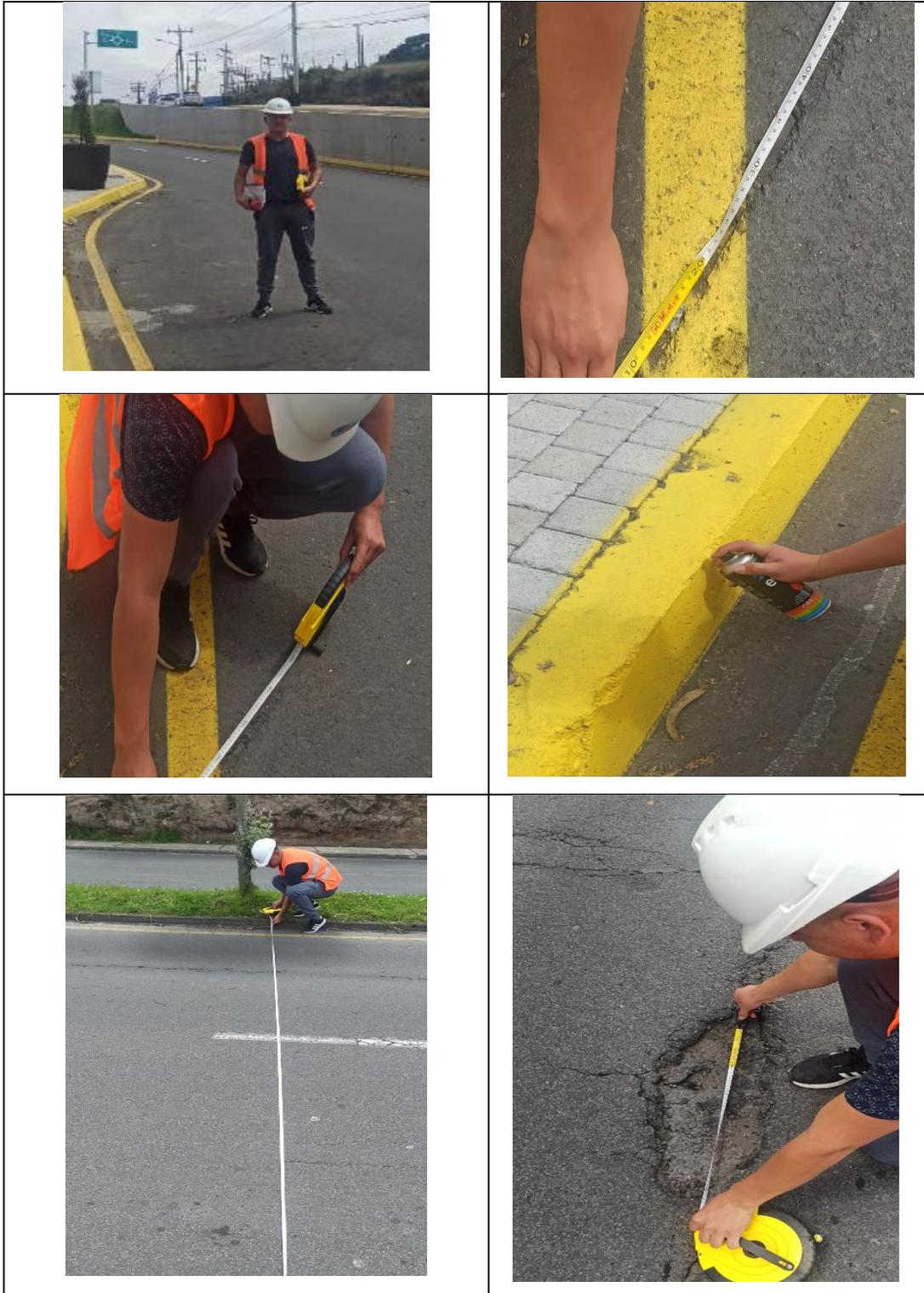


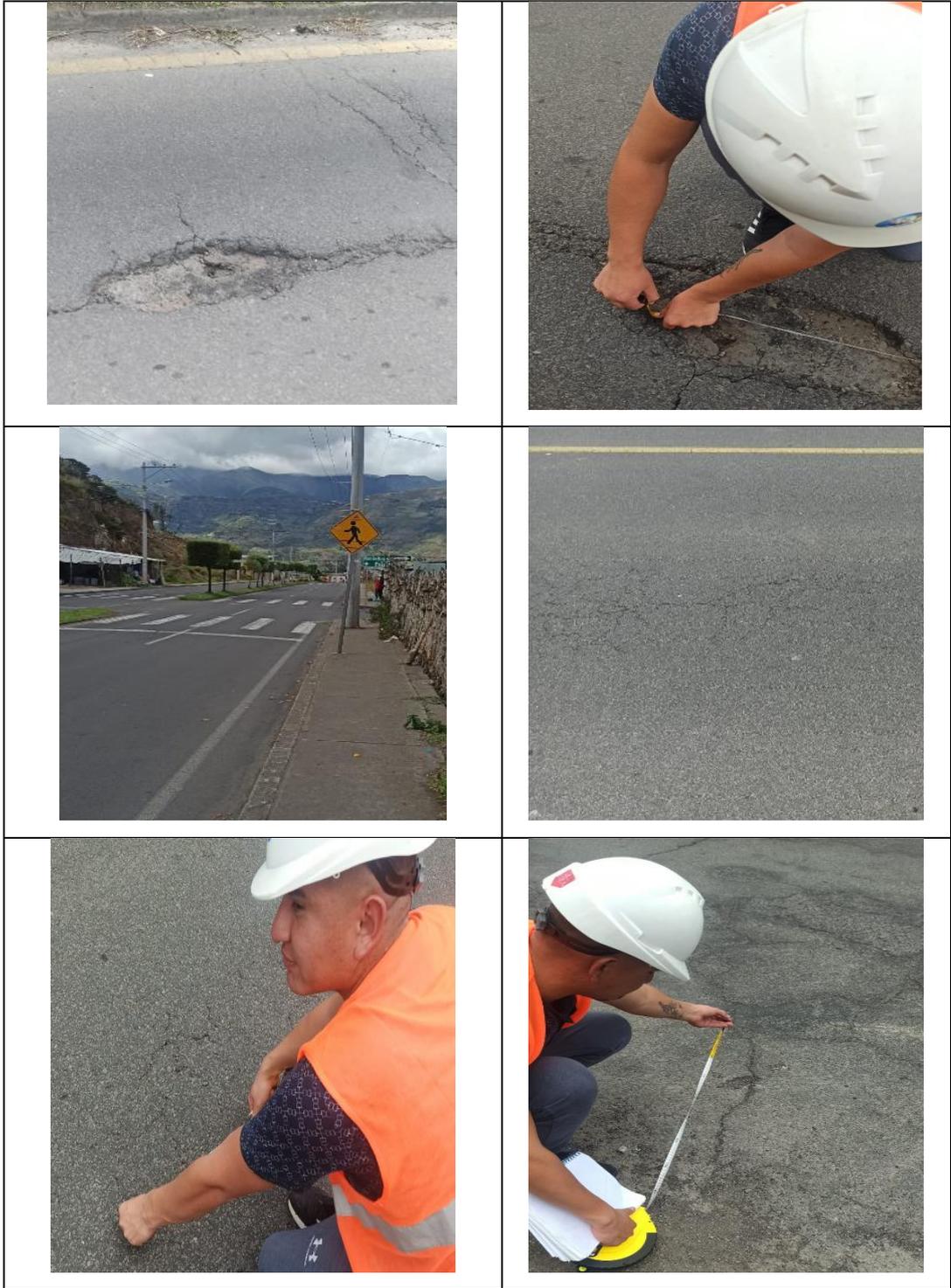






**PELILEO – PATATE**





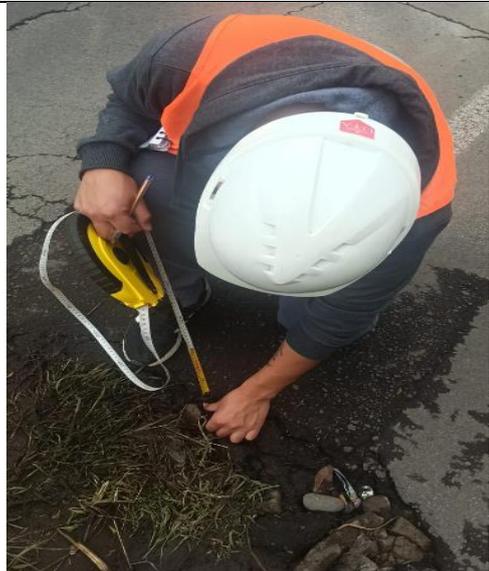
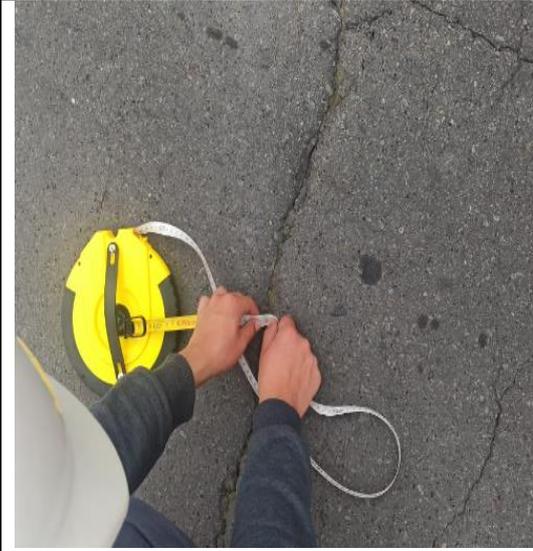




**CEVALLOS – MOCHA**

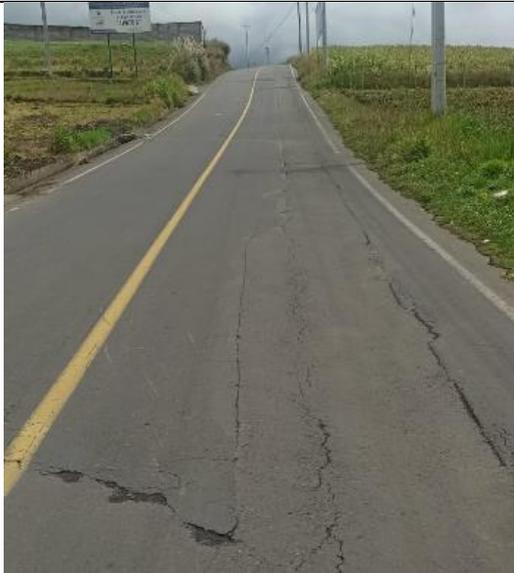


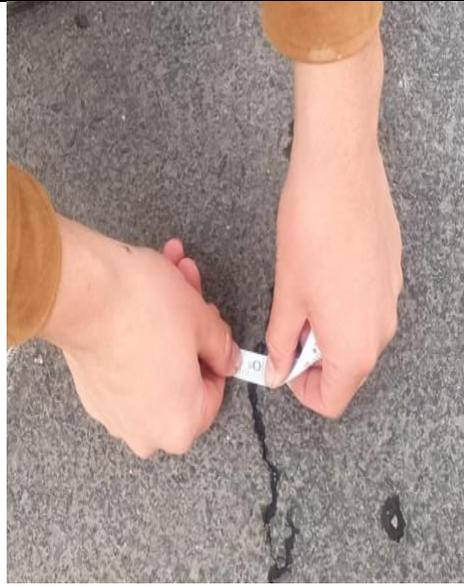
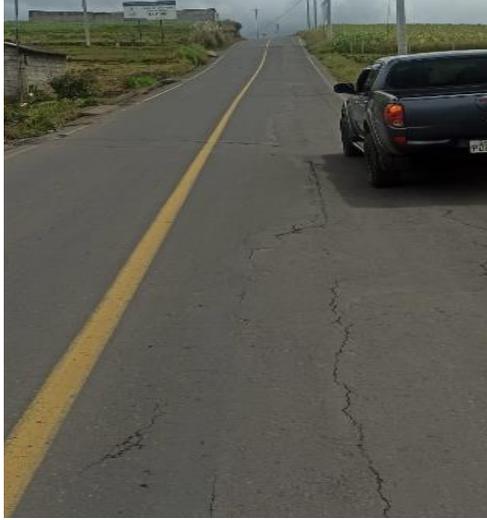


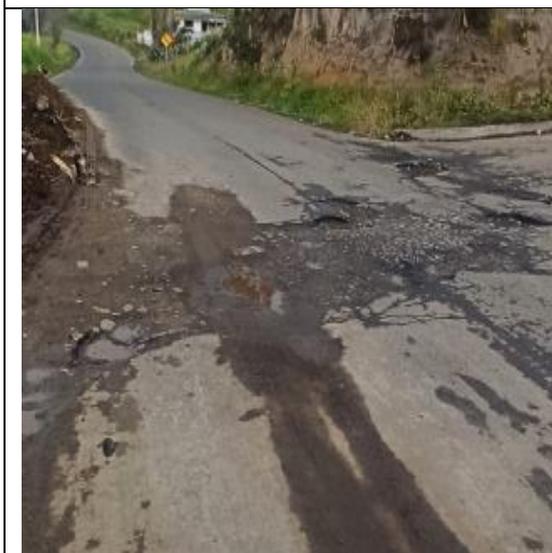


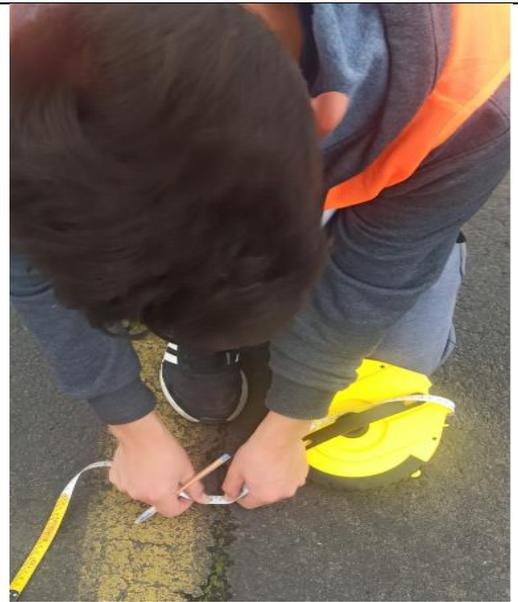
AMBATO – TISALEO







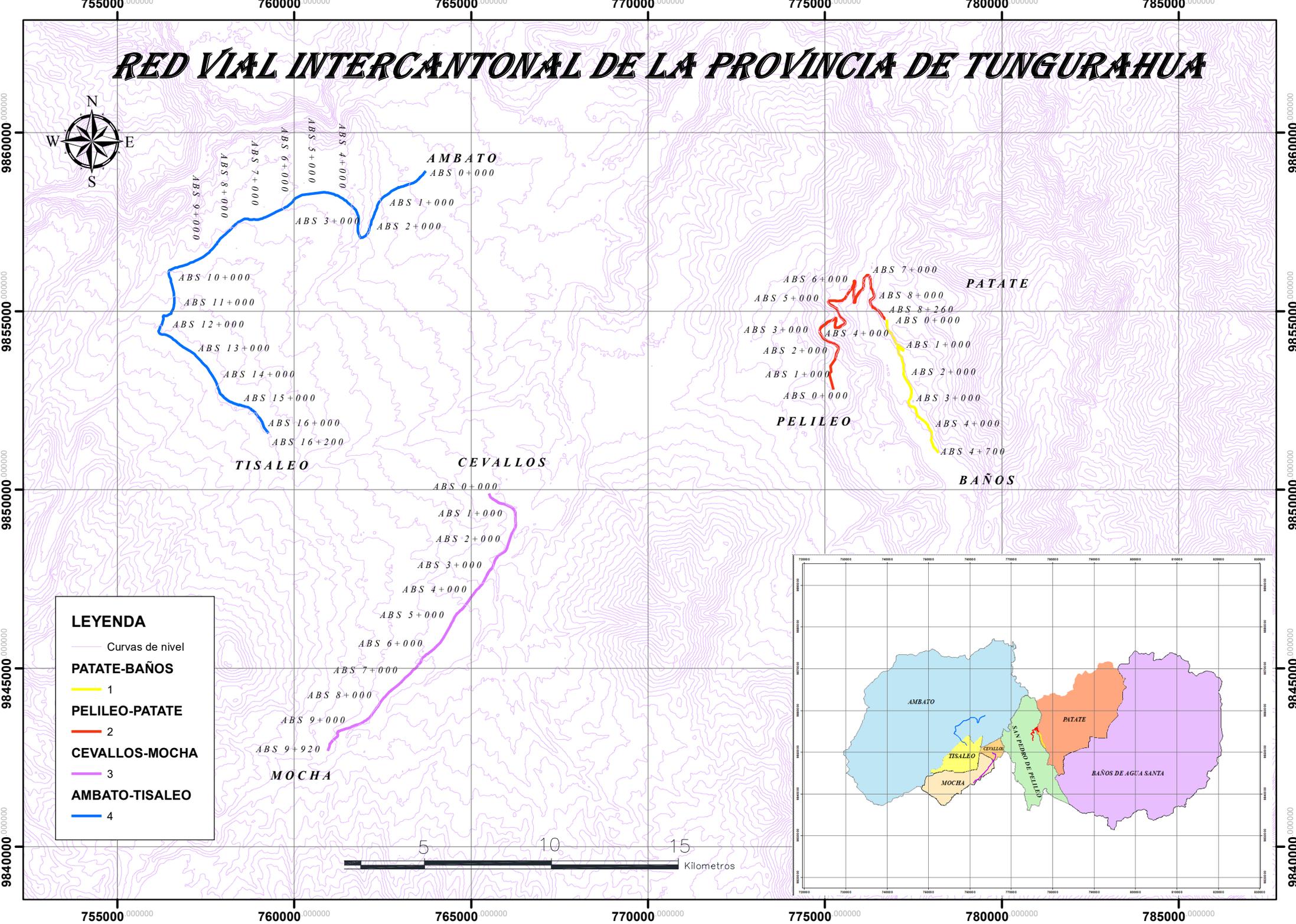




## **ANEXO G**

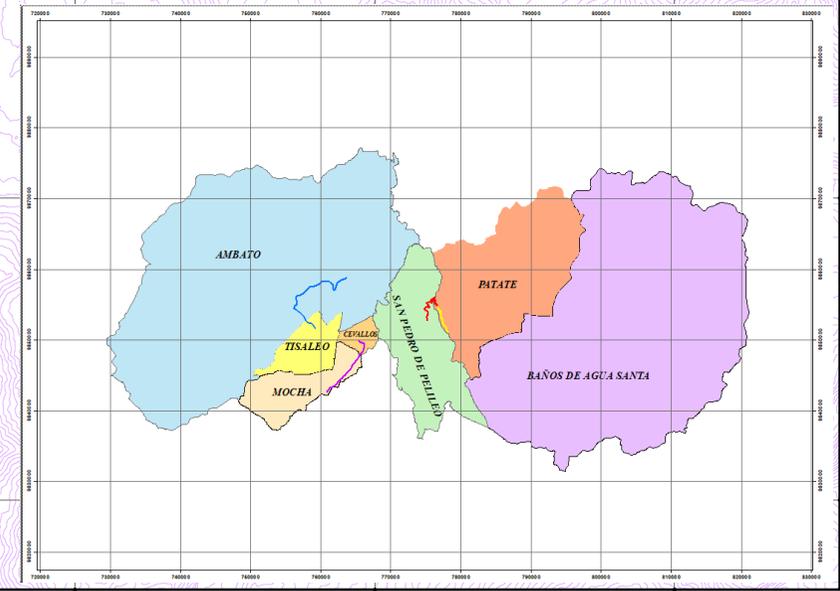
### **MAPAS DE UBICACIÓN DE LAS VÍAS EN ESTUDIO DE LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA**

# RED VIAL INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

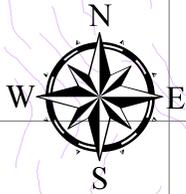


**LEYENDA**

- Curvas de nivel
- PATATE-BAÑOS**
- 1
- PELILEO-PATATE**
- 2
- CEVALLOS-MOCHA**
- 3
- AMBATO-TISALEO**
- 4



# VÍA PATATE-BAÑOS



PATATE

ABS 0+000

ABS 1+000

ABS 2+000

ABS 3+000

ABS 4+000

ABS 4+700

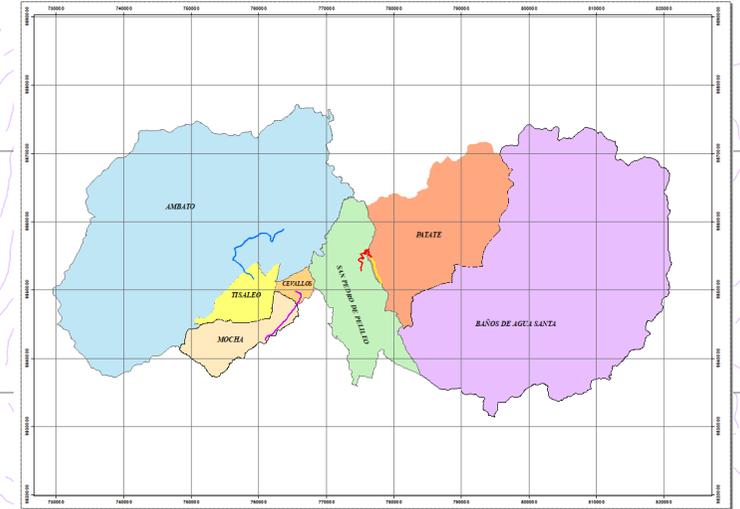
BAÑOS

## LEYENDA

— Curvas de nivel

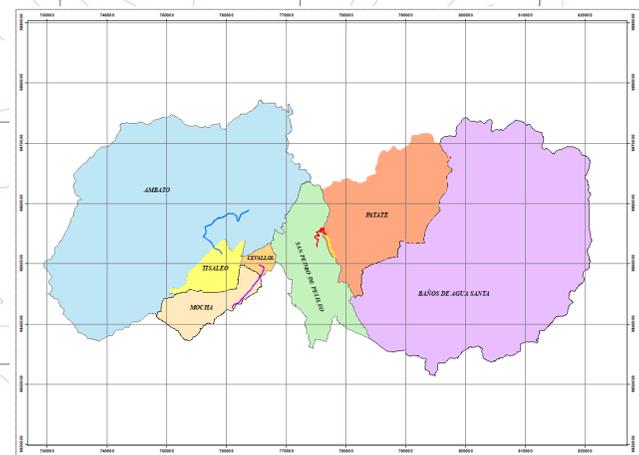
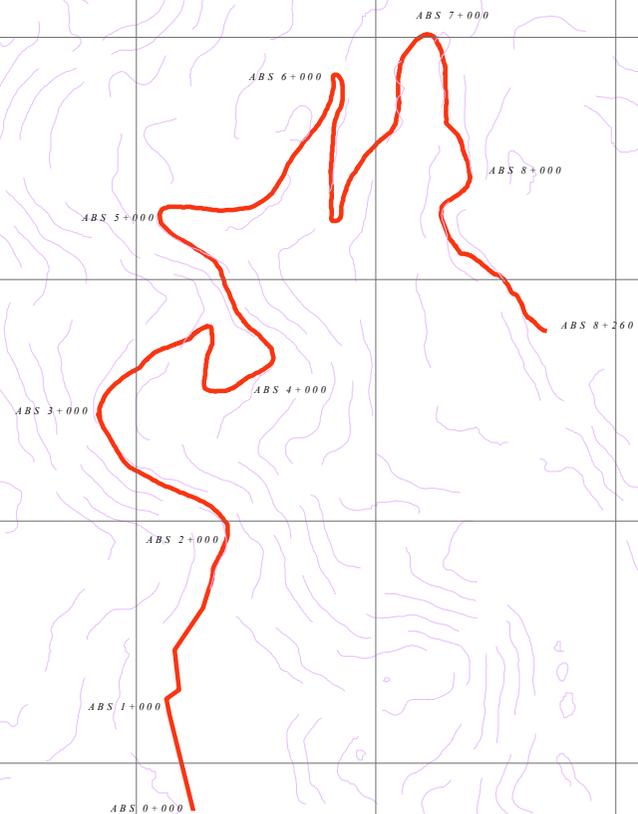
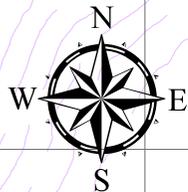
**PATATE-BAÑOS**

— 1



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
<b>TEMA:</b>	“PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LAS VÍAS PATATE-BAÑOS, PELILEO-PATATE, CEVALLOS-MOCHA Y AMBATO-TISALEO DE LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”
<b>CONTIENE:</b>	IMPLANTACIÓN DE LA VIA PATATE-BAÑOS
<b>ESCALA:</b>	1: 20 000
<b>DATUM:</b>	WGS-84
<b>FECHA:</b>	28/06/2023
<b>LAMINA:</b>	1 DE 4

# VÍA PELILEO-PATATE



**LEYENDA**

- Curvas de nivel

**PELILEO-PATATE**

- 2



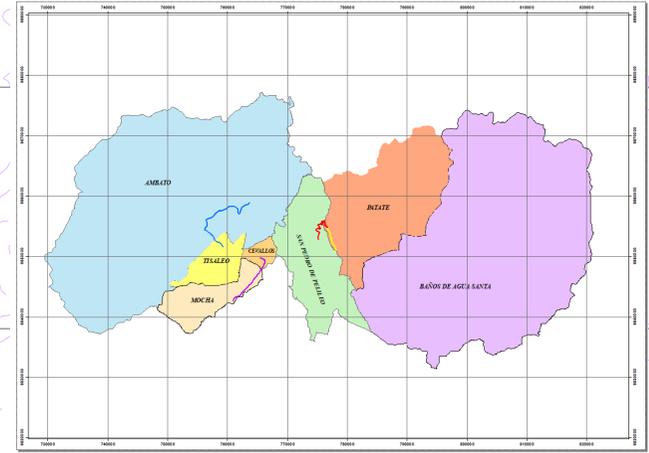
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
<b>TEMA:</b>	“PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LAS VÍAS PATATE-BAÑOS, PELILEO-PATATE, CEVALLOS-MOCHA Y AMBATO-TISALEO DE LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”
<b>CONTIENE:</b>	IMPLANTACIÓN DE LA VIA PELILEO-PATATE
<b>ESCALA:</b>	1: 20 000
<b>DATUM:</b>	WGS-84
<b>FECHA:</b>	28/06/2023
<b>LAMINA:</b>	2 DE 4

# VÍA CEVALLOS-MOCHA



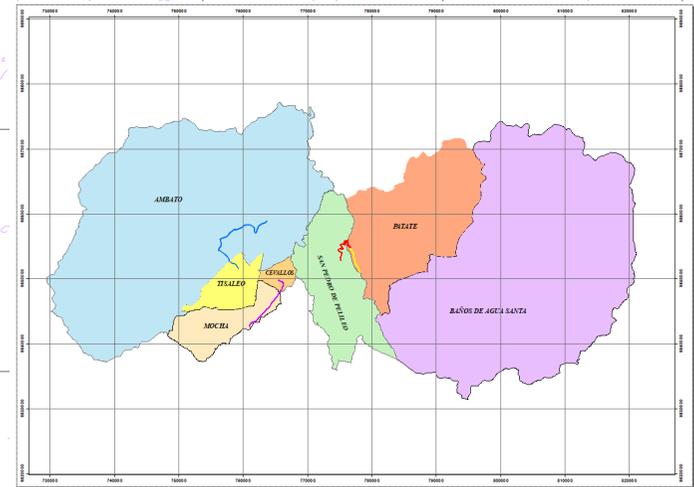
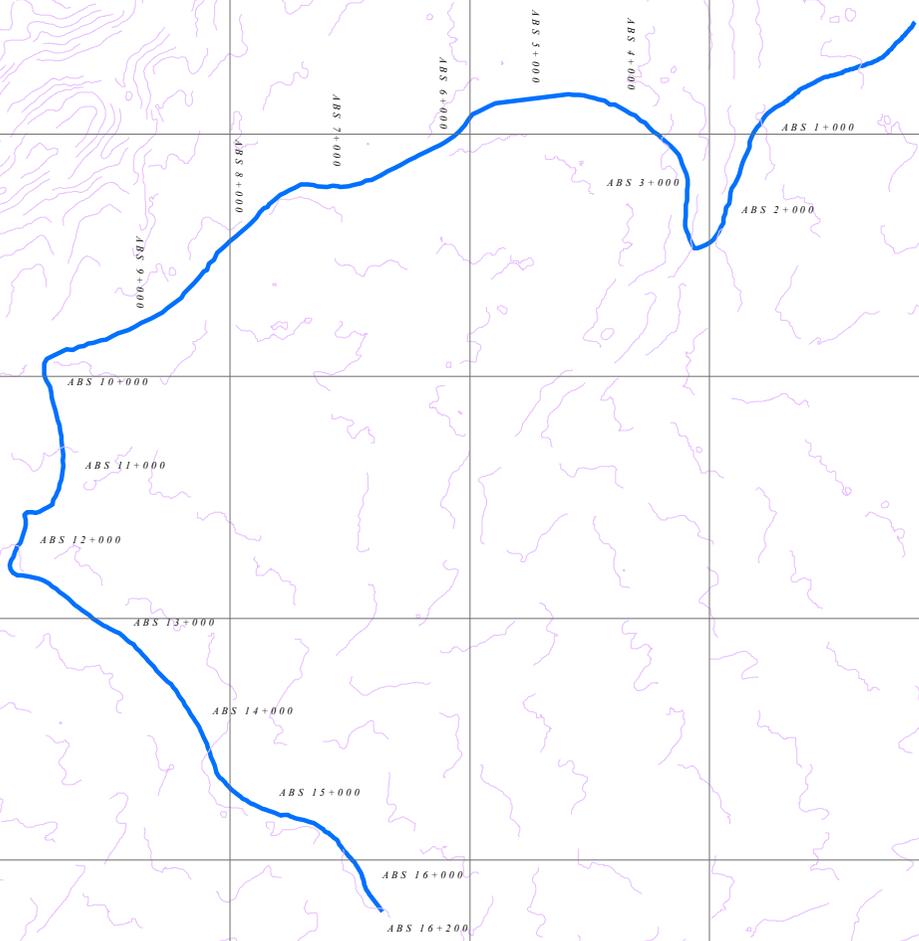
**LEYENDA**

- Curvas de nivel
- CEVALLOS-MOCHA**
- 3



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> 	
<b>TEMA:</b>	“PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LAS VÍAS PATATE-BAÑOS, PELILEO-PATATE, CEVALLOS-MOCHA Y AMBATO-TISALEO DE LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”
<b>CONTIENE:</b>	IMPLANTACIÓN DE LA VÍA CEVALLOS-MOCHA
<b>ESCALA:</b>	1: 40 000
<b>DATUM:</b>	WGS-84
<b>FECHA:</b>	28/06/2023
<b>LAMINA:</b>	3 DE 4

# VÍA AMBATO-TISALEO



**LEYENDA**

- Curvas de nivel
- AMBATO-TISALEO**
- 4



<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b></p>	
<b>TEMA:</b>	“PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LAS VÍAS PATATE-BAÑOS, PELILEO-PATATE, CEVALLOS-MOCHA Y AMBATO-TISALEO DE LA RED INTERCANTONAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”
<b>CONTIENE:</b>	IMPLANTACIÓN DE LA VÍA AMBATO-TISALEO
<b>ESCALA:</b>	1: 40 000
<b>FECHA:</b>	28/06/2023
<b>DATUM:</b>	WGS-84
<b>LAMINA:</b>	4 DE 4