



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO EXPERIMENTAL, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

**IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA  
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-  
BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE  
TUNGURAHUA.**

---

**AUTOR:** Darío Bolívar Chicaiza Carchi

**TUTOR:** Ing. Mg. Rodrigo Acosta

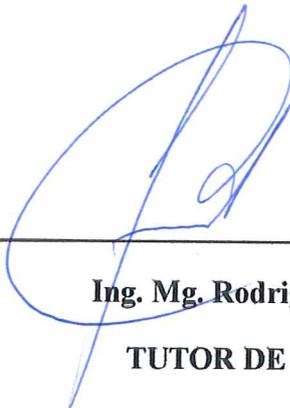
**AMBATO – ECUADOR**

**2019**

## CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Mg. Rodrigo Acosta en calidad de tutor, certifico que el presente trabajo experimental realizado por el Sr. Darío Bolívar Chicaiza Carchi de la carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, previo a la obtención del título de Ingeniera Civil se desarrolló bajo mi tutoría, siendo un trabajo personal e inédito, desarrollado bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, el cual reúne todos los requisitos para ser sometido a evaluación y que se ha concluido de manera satisfactoria.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.



---

**Ing. Mg. Rodrigo Acosta**

**TUTOR DE TESIS**

## AUTORÍA

Yo, Darío Bolívar Chicaiza Carchi, declaro que los criterios emitidos en el trabajo experimental estructurado de manera independiente bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, fue realizado responsablemente bajo mi estricta autoría.

Ambato, 16 de Septiembre del 2019



---

Egdo. Darío Bolívar Chicaiza Carchi

**AUTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas estipuladas por la institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi trabajo experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este trabajo experimental, 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, 16 de Septiembre del 2019



Egdo. Darío Bolívar Chicaiza Carchi

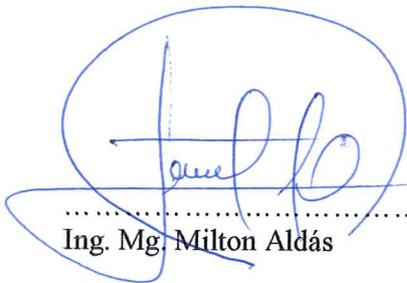
**AUTOR**

## APROBACIÓN DE PROFESORES CALIFICADORES

Los miembros del tribunal examinador aprueban el proyecto experimental, bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, de la Sr. Darío Bolívar Chicaiza Carchi, de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el centro de estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 16 de Septiembre del 2019

Para constancia firman:



.....  
Ing. Mg. Milton Aldás



.....  
Ing. Mg. Fricson Moreira

## **DEDICATORIA**

Dedico este presente proyecto a mis Padres, quienes me han formado desde el hogar y han sabido inculcarme valores éticos y morales, ellos me han dado lo mejor brindándome una educación académica lo que para mí es la mejor herencia que ellos me han podido entregar con su amor, paciencia y sabiduría, a mis hermanos los cuales me han apoyado en los momentos más difíciles con sus acciones y palabras sabias, y por último a mis amigos a quienes han sabido compartir conmigo momentos alegres.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios por darme la inteligencia, entendimiento, salud y vida, a mis Padres los cuales trabajaron día a día para que no me falte nada tanto en el hogar como en mis estudios académicos, a mi Tía Zoila quien ha sido como segunda madre, dándome sus consejos sabios y apoyándome en mis estudios desde mi niñez, a mi hermano y hermana los cuales me han ayudado no solo como familia, sino como buenos amigos y han estado ahí en los malos y buenos momentos de mi vida .

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN .....	II
AUTORÍA.....	III
DERECHOS DE AUTOR .....	IV
APROBACIÓN DE PROFESORES CALIFICADORES .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
RESUMEN EJECUTIVO .....	XV
EXECUTIVE SUMMARY .....	XVI
CAPÍTULO I .....	1
1 ANTECEDENTES .....	1
1.1 Justificación.....	3
1.2 Objetivos .....	5
1.2.1 Objetivo General.....	5
1.2.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II.....	6
2 FUNDAMENTACIÓN TEORICA.....	6
2.1 Definición de Pavimento.....	6
2.1.1 Tipo de pavimentos.....	6
2.1.2 Funciones de los pavimentos .....	8

2.1.2.1 Comportamiento Funcional.....	9
2.1.3 Componentes que Forman el Pavimento Convencional (Flexible).....	10
2.1.4 Fallas en los Pavimentos .....	11
2.1.4.1 Fallas Funcionales .....	12
2.1.4.2 Fallas Estructurales .....	12
2.1.5 Tipos de Fallas en Pavimentos.....	13
2.1.6 Conservación de la Estructura del Pavimento.....	14
2.1.7 Trafico Promedio Diario Anual .....	15
2.1.8 Análisis de Suelos .....	17
2.1.8.1 Composición Granulométrica .....	17
2.1.8.2 Límites de Consistencia .....	17
2.1.8.3 CBR.....	19
2.1.9 Aplicación de la Metodología Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	20
2.1.10 Aplicación de la Metodología (Viga Benkelman) para la Evaluación Estructural del Pavimento. ....	21
2.2 Hipótesis.....	22
2.3 Señalamiento de las Variables de la Hipótesis.....	23
CAPÍTULO III.....	24
3 METODOLOGÍA .....	24
3.1 PERSPECTIVA INVESTIGATIVA .....	24
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	25
3.2.1 POBLACIÓN.....	25
3.2.2 MUESTRA.....	25
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	26
3.3.1 Variable Independiente .....	26
3.3.2 Variable Dependiente.....	27

3.4	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	28
3.5	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS .....	29
3.5.1	Plan de Procesamiento de Información.....	29
3.5.2	Plan de Análisis.....	29
	CAPÍTULO IV .....	30
4	PROPUESTA DE INTERPRETACION DE RESULTADOS .....	30
4.1	Ubicación del Proyecto .....	30
4.1.1	Levantamiento Topográfico de la Vía alterna Patate- Baños.....	31
4.1.2	Recolección de Datos.....	31
4.1.2.1	Trafico Promedio Diario Anual (TPDA) .....	31
4.1.3	Determinación de los Volúmenes de Trafico.....	32
4.1.3.1	Conteo Vehicular.....	32
4.1.3.2	Caracterización de la Vía .....	34
4.1.3.3	Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	35
4.1.3.4	Pozos a Cielo Abierto o Calicatas .....	38
4.1.3.5	Ensayo de la Viga Benkelman .....	39
4.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	40
4.2.1	Conteo Vehicular en la Zona de la Vía .....	40
4.2.2	Clasificación Actual de la Vía.....	46
4.2.3	Estudios de suelos .....	47
4.2.3.1	Ensayos del Proctor Modificado Tipo D.....	47
4.2.4	Resultados del ensayo de California Bearing Ratio (CBR) .....	51
4.2.4.1	Subrasante .....	51
4.2.4.2	Resultados de Base.....	55
4.2.5	Resultados del Ensayo del PCI [31].....	59

4.2.6 Ensayo de Viga Benkelman .....	62
4.3 Verificación de Hipótesis.....	70
CAPÍTULO V.....	71
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
5.1. Conclusiones .....	71
5.2. Recomendaciones.....	73
<u>MATERIALES DE REFERENCIAS</u> .....	74
BIBLIOGRAFIA .....	74
ANEXOS .....	78

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla N° 1. Calificación de Índice de Servicio.....	13
Tabla N° 2. Calificación del PCI .....	21
Tabla N° 3 Cuadro de la Variable Independiente .....	26
Tabla N° 4 Cuadro de la Variable Dependiente .....	27
Tabla N° 5 Plan de Recolección de Información.....	28
Tabla N° 6 Formato de Conteo Vehicular .....	32
Tabla N° 7 Formato de Abscisado de la Vía.....	34
Tabla N° 8. Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas .....	35
Tabla N° 9. Formato a Utilizar en el Índice de Condición del Pavimento .....	37
Tabla N° 10. Formato de Datos Viga Benkelman .....	39
Tabla N° 11. Dia de Mayor Volumen de Tráfico .....	40
Tabla N° 12. Determinación de la Hora Pico.....	41
Tabla N° 13. Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico .....	44

Tabla N° 14. Resumen del Total de Vehículo por Día .....	44
Tabla N° 15 Resumen del Tráfico Futuro.....	45
Tabla N° 16. Clasificación de Carreteras.....	46
Tabla N° 17. Clasificación Funcional de las Vías .....	46
Tabla N° 18. Resumen de Resultados (Subrasante).....	49
Tabla N° 19. Resumen de Resultados (Base) .....	51
Tabla N° 20. Clasificación del CBR% para la subrasante .....	51
Tabla N° 21. Determinación según el CBR% (Subrasante).....	55
Tabla N° 22. Clasificación del CBR% para la Base .....	58
Tabla N° 23. Determinación según el CBR% (Base) .....	59
Tabla N° 24 Cálculos y Resultados del PCI de la Unidad de Muestreo .....	60
Tabla N° 25 Cálculos y Resultados del PCI de la Sección de Vía .....	61
Tabla N° 26 Rangos De Calificación Del PCI .....	62
Tabla N° 27 Lecturas Obtenidas de la Viga Benkelman .....	62
Tabla N° 28 Factores de Corrección de las Deflexiones Benkelman por Clima .....	63
Tabla N° 29. Resumen de Limite liquido e Índice plástico .....	64
Tabla N° 30. Cálculo de Deflexiones por Estacionalidad y Temperatura .....	65
Tabla N° 31. Factor de Daño .....	66
Tabla N° 32. Cálculo del Número de Ejes Equivalentes .....	67
Tabla N° 33. Resumen de los Resultados (Para Graficar el Deflectograma).....	68
Tabla N° 34. Criterios para analizar la calidad estructural 1.....	69
Tabla N° 35. Criterios para analizar la calidad estructural 2.....	70

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura N° 1. Sección Trasversal de la Vía (Pavimento Flexible) .....	7
Figura N° 2. Sección Trasversal de la Vía (Pavimento Rígido) .....	8
Figura N° 3. Distribución del Peso de la Rueda desde el Punto de Contacto hasta la Última Capa de Suelo.....	9
Figura N° 4. Perfil y Planta de Viga Benkelman .....	22
Figura N° 5. Ubicación Grafica de la Provincia de Tungurahua, Cantón Patate .....	30
Figura N° 6 Levantamiento del Tramo .....	31
Figura N° 7 Calicata o Pozo a Cielo Abierto .....	38
Figura N° 8 Porcentaje de la Trigésima Hora .....	42
Figura N° 9. Parámetros de Compactación de la Subrasante en la abscisa km 2+350 ....	47
Figura N° 10. Parámetros de Compactación de la Subrasante en la abscisa km 3+320 ..	48
Figura N° 11 Parámetros de Compactación de la Subrasante en la abscisa km 4+660 ...	48
Figura N° 12 Parámetros de Compactación de la base en la abscisa km 2+350.....	49
Figura N° 13 Parámetros de Compactación de la base en la abscisa km 3+320.....	50
Figura N° 14. Parámetros de Compactación de la base en la abscisa km 4+660.....	50
Figura N° 15. Presión vs. Penetración de la Subrasante en la abscisa km 2+350.....	51
Figura N° 16 Densidad seca vs. CBR de la Subrasante en la abscisa km 2+350 .....	52
Figura N° 17 Presión vs. Penetración de la Subrasante en la abscisa km 3+320.....	53
Figura N° 18 Densidad seca vs. CBR de la Subrasante en la abscisa km 3+320 .....	54
Figura N° 19. Presión vs. Penetración de la Subrasante en la abscisa km 4+660.....	54

Figura N° 20. Densidad seca vs. CBR de la Subrasante en la abscisa km 4+660 .....	55
Figura N° 21 Presión vs. Penetración de la Base en la abscisa km 2+350 .....	56
Figura N° 22 Densidad seca vs. CBR de la Base en la abscisa km 2+350 .....	57
Figura N° 23 Presión vs. Penetración de la Base en la abscisa km 3+320 .....	57
Figura N° 24. Densidad seca vs. CBR de la Base en la abscisa km 3+320 .....	58
Figura N° 25. Presión vs. Penetración de la Base en la abscisa km 4+660 .....	58
Figura N° 26 Densidad seca vs. CBR de la Base en la abscisa km 4+660 .....	59
Figura N° 27 Gráfico de Plasticidad .....	65
Figura N° 28. Deflectograma .....	70

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

**TEMA:** “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

**AUTOR:** Darío Bolívar Chicaiza Carchi

**TUTOR:** Ing. Mg. Rodrigo Acosta

**RESUMEN EJECUTIVO**

En el presente estudio de la vía alterna Patate-Baños en el km 2+350 hasta el km 4+700, se detallan los procesos para determinar el estado y conservación de la estructura de la capa de rodadura, que se encuentra en la provincia de Tungurahua, cantón Patate.

Para comenzar el desarrollo de este proyecto experimental, primero se realizó un levantamiento topográfico lo cual proporcionó el reconocimiento del tramo de la vía, para obtener información detallada de la misma en cuanto al ancho, la existencia de cunetas de los costados, ancho de carril y todo lo referente a la parte física (Topografía), luego se procedió a la contabilización del número de vehículos que transitan por la vía durante una semana completa por 12 horas diarias y así determinar el Transito Promedio Diario Anual (TPDA).

Con la información del levantamiento topográfico se prosiguió con el ensayo de Índice de Condición del Pavimento (PCI), además el ensayo de la Viga Benkelman, los resultados de estos ensayos permitió obtener las condiciones actuales de la vía, tanto superficiales como estructurales, y para corroborar los resultados se realizó los ensayos de suelos (CBR), donde también constan los ensayos de límite líquido y límite plástico que ayudó a proporcionar el tipo de suelo y sus características mecánicas, y por último, establecer los tipos de daños en la vía y si es necesario o no implementar un plan de mantenimiento.

## **EXECUTIVE SUMMARY**

In the present study of the Patate-Baños alternate track at km 2 + 350 to km 4 + 700, the processes to determine the state and conservation of the structure of the rolling layer, which is located in the province of Tungurahua, Cantón Patate.

To begin the development of this experimental project, a topographic survey was first carried out which provided the recognition of the section of the road, to obtain detailed information on the same in terms of width, the existence of roadside ditches, lane width and Everything related to the physical part (Topography), then the number of vehicles that travel on the road for a full week for 12 hours per day was counted and thus determine the Annual Daily Average Transit (TPDA).

With the topographic survey information, the Pavement Condition Index (PCI) test was continued, in addition to the Benkelman Beam test, the results of these tests allowed to obtain the current road conditions, both surface and structural, and to corroborate the results, the soil tests (CBR) were carried out, which also include the liquid limit and plastic limit tests that helped provide the type of soil and its mechanical characteristics, and finally, establish the types of damage to the track and whether or not it is necessary to implement a maintenance plan.

# CAPÍTULO I

## 1 ANTECEDENTES

En la infraestructura de vías de nuestro país, durante la historia se ha mantenido constantes afectaciones como son las paralizaciones, colapso de puentes y caminos ya pueden ser estos generados tanto por el alto riesgo sísmico, falta de mantenimiento y los factores climáticos que durante los diferentes periodos de gobiernos autónomos descentralizados han tenido que afrontar con soluciones inmediatas y gastos monetarios excesivamente altos para el conjunto de haberes, bienes y rentas pertenecientes al estado nacional, sin ningún soporte tecnológico que garantice una seguridad adecuada para el desarrollo. El asfalto es un pavimento que se denomina como flexible, es el más común que se usa, sobre todo en las carreteras rurales. [1]

La implementación del asfalto en la carretera se debe tener un buen sistema de drenaje para los sectores lluviosos y húmedos. “El asfalto y el agua no pueden estar en constante contacto porque esto provoca que el agua se filtre por el asfalto produciendo que se lleve todo el material fino que está por debajo del mismo, la cual debilita la base del pavimento y a su vez surge agrietamientos en la capa asfáltica lo que produce que aparezcan los agujeros y los baches en la vía”. En la Norma Ecuatoriana Vial sustenta que las afectaciones de la red vial antes señaladas a su vez, de forma directa han incidido negativamente al proceso de desarrollo económico y productivo del Ecuador, fomentando la pobreza y limitando el acceso a bienes, productos y servicios vitales garantizados por la construcción. [1]

Según el estudio que ha hecho el Ministerio De Transporte Y Obras Públicas (MTO) en inversión y mantenimiento en la red vial del país dice que ha realizado intervenciones en una gran longitud de vías de la Red Estatal, es importante mantenerlas en condiciones adecuadas de transitabilidad y movilidad pues la red vial está sujeta al deterioro normal por el tránsito de vehículos y del medio ambiente. El mantenimiento rutinario es ejecutado directamente por el MTO, o las microempresas, el mantenimiento periódico se lo ejecuta

cuando la vía ha sufrido deterioro, también en algunos casos por administración directa o en otros por contrato, en algunas ocasiones, cuando la vía ya había sufrido un deterioro acelerado. Con el programa de mantenimiento lo que se espera conseguir es:

- Preservar las inversiones efectuadas en actividades de construcción, reconstrucción, mejoramiento y rehabilitación de caminos de la Red Vial Estatal. [2]
- Garantizar la transitabilidad permanentemente para que los usuarios puedan circular diariamente por las vías; es decir, que las interrupciones para su movilización sean mínimas durante el año. [2]
- Proporcionar comodidad, seguridad y economía en la circulación de los vehículos que utilizan los caminos.[2]

Con respecto al mantenimiento con una larga exposición a la intemperie en la investigación de la tesis del Ing. Washington Nauñay dice que el asfalto se deteriora física y químicamente, lo que reduce gradualmente su flexibilidad y capacidad de contracción bajo cambios de temperatura y movimientos de la base. Estos cambios junto con la acción del tráfico son responsables del agrietamiento de los pavimentos. Una vez que esto empieza pierde impermeabilidad la carpeta y se deteriora. Si no es rápidamente sellada, las grietas se multiplican hasta dar una apariencia de la piel de cocodrilo. Si aun así no se repara, vendrán los daños a la base y el pavimento ya solo trabajará a comprensión y fallará completamente, elevándose el costo de la reparación.[3]

En este presente proyecto experimental se evaluarán los factores que producen fallas en el pavimento antes de cumplir su tiempo de vida útil. Ya que es preferible dejar deteriorarse por completo al pavimento antes que ejecutar un proceso continuo de mantenimiento y conservación del mismo. Es por ello, que, a fin de demostrar los enormes beneficios de esta metodología se aplicará la metodología del Índice de Condición de Pavimento (PCI) con el cual se permite calificar al pavimento en un rango de valores que van de 0 a 100, mediante una inspección visual del tipo de daños, identificándolos, cuantificándolos y evaluando su nivel de incidencia sobre el pavimento.[4]

## 1.1 Justificación

Las carreteras son la línea de vida de una nación en todo el mundo, que proporciona un acceso fiable y fácil en áreas de todo un país. La investigación sobre la conservación de la estructura de la capa de rodadura se realiza generalmente con ensayos en el sitio para determinar los parámetros que son significativos en el diseño de pavimentos como son las deflexiones y deformaciones obtenidas como respuesta de una estructura vial ante la aplicación de una carga sobre la superficie del pavimento. Aunque existen otras medidas que pueden dar una idea del estado estructural del pavimento, la deflexión en superficie es, sin duda, la que ofrece las posibilidades de análisis más amplio de una vía.[5]

La accesibilidad en las zonas rurales desempeña un papel importante en la erradicación de la pobreza y el desarrollo socioeconómico en general. Por consiguiente, la necesidad de conectividad vial se ha considerado de vital importancia en los países en desarrollo que tienen vasta población rural. En el Ecuador, generalmente en nuestra nación las construcción de las vías urbanas son responsables los municipios de cada ciudad y tradicionalmente la construcción de carreteras rurales ha sido responsabilidad de los gobiernos provinciales y por lo tanto el avance de la construcción de la calidad de vías dependerá del servicio y la importancia que vaya a tener el tramo de la vía con estudios preliminares, es decir conociendo las necesidades de dichas zonas poblacionales que están en torno a la vía.[6]

A partir de la actividad comercial, es decir, de la participación de pequeños comerciantes y el comercio interregional se hace posible gracias a la conectividad que ofrece un tramo vial de una zona poblada otra, estos grupos logran capitalizarse comprando tierras y expandiéndose poco a poco invirtiendo en obras de riego y cambiando paulatinamente una estructura agraria en miniempresas. El comercio que se genera gracias a los tramos viales que da una buena expansión intercantonal en la comercialización agraria ofreciendo a estos pequeños campesinos y agricultores una independencia que la estructura agraria no les concedía. Es posible que una razón complementaria por la cual

los grandes comerciantes no logran acaparar la red de ferias y reconducirla en su provecho, es porque en la vía no se toma en cuenta una correcta conservación de la estructura de la capa de rodadura lo cual genera malas condiciones en el trayecto vial, ya que el transporte es vital y se necesita que sea fluido y no interrumpido por malas condiciones de la vía.[7]

Por consecuencia se propone evaluar el estado de las vías de la provincia de Tungurahua, en este caso el tramo de vía que conecta Patate Baños, por lo que surge la iniciativa de analizar el estado de la vía, la cual es de vital importancia, ya que, por medio de esta, el transporte y comercialización de productos agrícolas de la zona rural dan surgimiento económico a las poblaciones tanto de Patate como de Baños. [8]

La población de cantón Patate que se vería favorecida en el análisis de la capa de rodadura de la vía alterna Patate-Baños es de aproximadamente de 13497 habitantes con una edad promedio de 30 años y una área de 316.98 km<sup>2</sup> según datos censales[8], el canto Patate es productor de diversos productos agrícolas tales como el aguacate, babacos, granadillas y mandarinas, por tal razón es imperativo que se encuentren las vías en un óptimo estado para que la fluidez del tránsito sea factible y sea posible comercializar dichos productos hacia otros cantones, por lo que es necesario realizar un mantenimiento adecuado a la vía, dando así un mejor servicio a las comunidades rurales que involucra el tramo de la vía Patate-Baños.[9]

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía alterna Patate-Baños en el tramo del Km 2+350 – Km 4+700 de la provincia de Tungurahua.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Disponer de una georreferencia de la vía alterna Patate-Baños en el tramo Km 2+350 – Km 4+700.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Patate-Baños en el tramo Km 2+350 – Km 4+700.
- Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Patate-Baños en el tramo Km 2+350 – Km 4+70.

## CAPÍTULO II

### 2 FUNDAMENTACIÓN TEORICA

#### 2.1 Definición de Pavimento

El pavimento es una estructura que está formado por capas de materiales seleccionados, es capaz de recibir cargas impuestas ya sean estas por acción del medio ambiente, tránsito vehicular que es transmitida al suelo, y es uniformemente distribuida al ser aplicados los esfuerzos y deformaciones tolerables por el mismo. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento deben ser la anchura, trazo horizontal y vertical, una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas. [10]

##### 2.1.1 Tipo de pavimentos.

Se clasifican en dos formas:

Material con el que se compone su capa de rodadura:

- Pavimentos de tierra
- Pavimentos de piedra
- Pavimentos de adoquines

La forma en que la estructura recibe y transmite las cargas sobre la superficie de este:

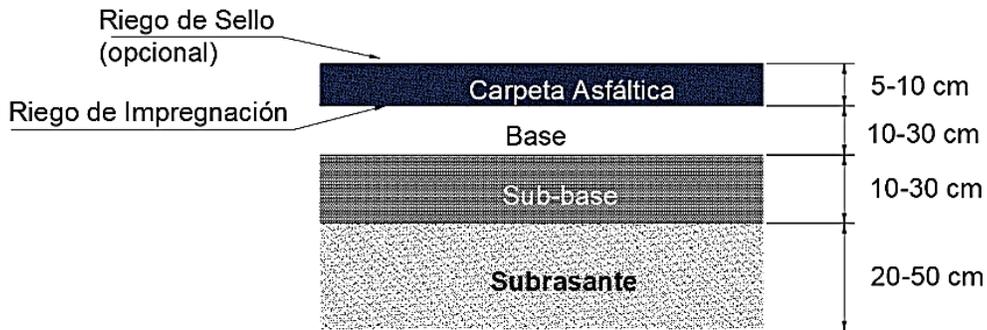
- Pavimentos Flexibles.
- Pavimentos Rígidos.
- Pavimentos Semi-rígidos o Semi-flexibles

##### **Pavimentos Flexibles**

Este pavimento está conformado por una carpeta asfáltica, esta es la superficie de rodadura, las cargas del tránsito vehicular son transmitidas a las capas inferiores que se distribuyen en función de características de cohesión y fricción de las partículas de los

materiales por cuanto la superficie de rodadura se somete a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que haya una afectación de ruptura en el pavimento, la base y subbase son construidas sobre la subrasante que es la última capa de los terraplenes en corte o relleno, de suelo natural o mejorado y compactado. [11]

Figura 1. Sección Trasversal de la Vía



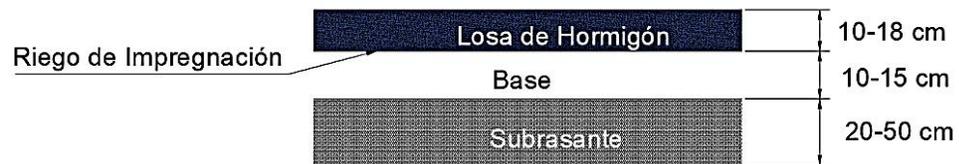
Fuente: (Isidro Ramos, 2013)

## Pavimentos Rígidos

Estos pavimentos están constituidos por losas de cemento portland o conocido también como concreto hidráulico, es decir, que está compuesto de hormigón armado que es la primera capa del pavimento rígido la cual tiene el objetivo de proporcionar al tránsito de vehículos una capa rígida, uniforme e impermeable, y pueda transmitir los esfuerzos hacia la base y las demás capas inferiores, estas ayudan a disipar las fuerzas que son ejercidas por los vehículos sobre el pavimento.

Las irregularidades que se puedan dar en este tipo de estructuras no son relevantes en la capa de rodadura, pero al no ser visibles estas irregularidades en las capas inferiores, con el tiempo puede comenzar a asomar cuarteaduras o fisuras en la superficie, las mismas no son deseables y llevaría al pavimento a tener fallas ya mencionadas u otras similares.[12] En la siguiente figura 2 se muestra la estructuración del pavimento rígido:

Figura 2. Sección Transversal de la Vía



Fuente: (Isidro Ramos, 2013)

### **Pavimentos semirrígidos o semiflexibles**

En estos pavimentos la superficie de rodadura está formada de dos capas, estos son en el caso de los semirrígidos, la capa inferior está compuesta de agregados estabilizados con asfalto y la capa superior se forma de concreto hidráulico, por lo contrario en los semiflexibles el orden de las capas se invierten. En términos amplios, un pavimento semirrígido o compuesto es aquel en el que se combinan tipos de pavimentos diferentes, es decir, pavimentos “flexibles” y pavimentos “rígidos”, normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima. Es usual que un pavimento compuesto comprenda una capa de base de concreto o tratada con cemento Portland junto con una superficie de rodadura de concreto asfáltico.[12]

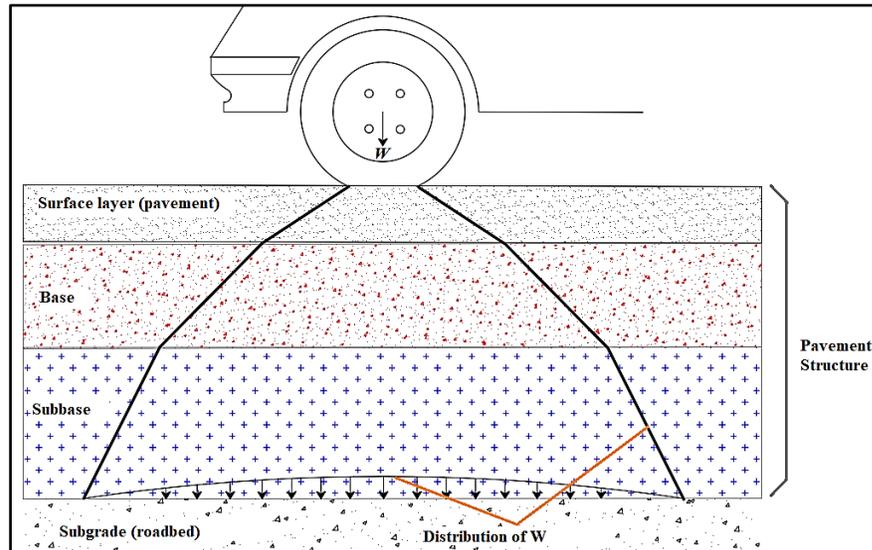
#### **2.1.2 Funciones de los pavimentos**

La función de cada una de las capas del pavimento es doble:

- 1) Distribuir las tensiones provenientes de la parte superior reduciéndolas hasta valores admisibles para las capas inferiores.
- 2) Ser suficientemente resistentes por sí mismas para soportar, sin deformaciones permanentes con las cargas a las que están sujetas.

En la figura 3 se muestra un perfil de un pavimento.[13]

Figura 3. Distribución del Peso de la Rueda desde el Punto de Contacto hasta la Última Capa de Suelo.



Fuente: (“Transportation Engineering and Planning” 3 Edition, 2005)

El pavimento debe ofrecer una superficie buena y resistente, con la rugosidad necesaria para garantizar buena fricción con las llantas del vehículo, además de tener el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos. Además dar una adecuada circulación al tránsito para reducir las posibilidades de accidentes y congestionamientos sobre el pavimento, utilizando adecuadamente la señalética tanto vertical como horizontal.[14]

### 2.1.2.1 Comportamiento Funcional

La función primordial del pavimento se asociará con la capacidad de ofrecer una superficie funcional, cómoda y segura al conductor del vehículo. En este estudio la regularidad o rugosidad superficial es la base predominante que sobresale entre las otras características que se tiene las cuales son:

- Textura.
- Adecuada fricción superficial.
- Trazado de la carretera, incluyendo peralte y radio de curvatura.
- Fisuras.

La regularidad o rugosidad superficial es la característica más percibida por el usuario ya que afecta la calidad de la rodadura. Se relaciona con los efectos de las vibraciones, tales como niveles de deterioros, probabilidad de dañar a las mercancías transportadas, desgaste de los vehículos y consumo de energía. La comodidad depende principalmente del vehículo y del perfil longitudinal de la carretera. La textura de un pavimento es un parámetro crítico en la comodidad y seguridad de los usuarios y necesario para la conservación de carreteras, este parámetro influye directamente en la capacidad del pavimento para evacuar el agua de la interfase rueda-pavimento y de forma indirecta en el valor del coeficiente de rozamiento del pavimento, que tiene gran importancia para la adecuada adherencia entre la rueda y el pavimento.[15]

### 2.1.3 Componentes que Forman el Pavimento Convencional (Flexible)

Los componentes que constituyen la estructura de un pavimento están formados de capas y de materiales que se detallan a continuación:

- **Capa de Rodamiento:** Es de concreto asfáltico (mezcla de materiales granulares ligados con Cemento Asfáltico). Debe ser suficientemente resistente para soportar la distorsión debida al tráfico y proveer una superficie de rodamiento lisa y resistente al deslizamiento. Además, debe ser impermeable para evitar la penetración de agua hacia las capas inferiores.[16]
- **Riego de liga:** Es la segunda capa en un pavimento flexible, se le denomina también capa de unión o liga, aunque también se le dice capa de nivelación (capa de base asfáltica), el material utilizado es una emulsión asfáltica y tiene que ser muy delgada, la estabilidad, sin embargo, debe ser sustancialmente igual a la de rodadura.[17]
- **Base Granular:** La base granular es la capa de la estructura de pavimento que por lo general subyace a la carpeta asfáltica en un pavimento flexible. Esta capa está

compuesta por materiales granulares no tratados colocados sobre la subbase, en ocasiones esta capa puede ser construida directamente sobre la subrasante cuando esta presenta buen comportamiento mecánico, la función principal de esta capa es transmitir las cargas impuestas por el tránsito con intensidades adecuadas a las capas subyacentes.[18]

- **Subbase:** La dimensión máxima que componen la subbase no excederá los 60 mm donde se recomienda utilizar material más delgado para evitar segregación, es importante saber que cualquiera que sea la estructura en la cual estén incluidos, los materiales para capas de subbase deben tener un CBR no inferior a 30, obteniendo el 95% de la densidad seca máxima del Proctor Modificado. La subbase tiene como principal función abaratar el costo del pavimento, es decir, si el espesor de la base es de más de 20 cm, conviene sustituir parte de ese espesor con un material de menor calidad, que abunde localmente. [19]
- **Subrasante:** Los últimos 30 cm de una terracería, de corte o terraplén, se conoce como capa subrasante, esta capa es muy importante para los pavimentos y constituye su cimiento. Es muy importante que el nivel de aguas freáticas esté cuando menos 50 cm debajo de la subrasante. Para saber si una subrasante dada, o si el suelo que está en la parte superior de una terracería, corresponde a una de estas categorías que son Buenas, Regulares o Pobres, debemos conocer cuando menos, su granulometría simplificada, su plasticidad y principalmente su “valor relativo de soporte” VRS o CBR como se conoce mundialmente. [20]

#### **2.1.4 Fallas en los Pavimentos**

Es necesario que la persona que analiza una falla, en un determinado pavimento, lo haga de una manera muy cuidadosa, mediante el examen juicioso de todos aquellos factores y circunstancias que existan en cada caso particular, para que así pueda obtener las conclusiones verdaderas en el dictamen que lleva a cabo. Mediante la cuidadosa inspección visual se puede obtener una valiosa información acerca de las diversas fallas observadas en una determinada zona de pavimento y la amplitud de cada zona afectada. En la actualidad se distingue dos tipos de falla: [21]

- Fallas funcionales.
- Fallas estructurales.

#### **2.1.4.1 Fallas Funcionales**

Las fallas funcionales en sí, consiste en deficiencias superficiales del pavimento a las que se asocian precisamente el “índice de servicio” que afecta en mayor o menor grado la capacidad del camino en proporcionar al usuario un tránsito cómodo y seguro. El índice de servicio se refiere únicamente a las condiciones de la superficie de rodamiento; la estructura funcional en sí nos proporcionara un tránsito cómodo a los usuarios y una superficie de rodamiento adecuada a las necesidades de este. En su determinación o apreciación no intervendrá factores como diseño geométrico, estado de acotamiento, señalamiento, etc. [21]

#### **2.1.4.2 Fallas Estructurales**

Las fallas estructurales corresponden a una deficiencia del pavimento que provoca de inmediato o a corto plazo posteriormente, una reducción en la capacidad de carga del mismo y como consecuencia de su capacidad de soportar las cargas del proyecto, la falla estructural se manifiesta en su etapa más avanzada en una destrucción generalizada del pavimento. Estas fallas pueden catalogarse como graves e imposibilitan al pavimento en su uso correcto. Estas fallas pueden presentarse tanto en la superficie de rodamiento como en la base, en la subbase o en la subrasante. [22]

Para la calificación por el índice de servicio se usa la escala que va desde el valor numérico entre cero y cinco, que da una indicación del comportamiento del pavimento desde el punto de vista del usuario, En la siguiente tabla 1 se puede apreciar los valores de calificación. [23]

Tabla 1. Calificación de Índice de Servicio

Calificación	Estado del Pavimento
0-1	Muy malo
1-2	Malo
2-3	Regular
3-4	Bueno
4-5	Muy bueno

Fuente: (Evelin Fernández, 2017)

### 2.1.5 Tipos de Fallas en Pavimentos

Estos daños afectan de diferente manera la condición y el comportamiento del pavimento. Algunos afectan las características superficiales (condiciones operativas) del pavimento, reduciendo su serviciabilidad; suele referirse a estos como defectos de superficie o daños funcionales, por cuanto no afectan la capacidad estructural del pavimento. En contraposición, otros afectan la integridad del pavimento reduciendo su habilidad para soportar las cargas del tránsito; se denominan daños estructurales y si bien afectan en grado diverso la serviciabilidad presente del pavimento, conducen más rápidamente a una pérdida de ésta a mediano plazo. A continuación, se cita las fallas típicas que se producen en la estructura de los pavimentos flexibles durante el proceso gradual de deterioro de los mismos, los cuales se han agrupado en cuatro modalidades de falla o rotura: [24]

#### **A. Deformaciones permanentes:**

1. Ahuellamiento.
2. Hundimiento.
3. Corrugación.
4. Corrimiento.
5. Hinchamiento.

#### **B. Fisuraciones o agrietamientos:**

1. Fisura longitudinal.
2. Fisura transversal.
3. Fisuras en bloques.

4. Fisuras tipo piel de cocodrilo.
5. Fisuras reflejadas.
6. Fisuras en arco.

**C. Desintegraciones:**

1. Desprendimiento/descubrimiento de agregados.
2. Peladuras.
3. Estrías longitudinales.
4. Baches
5. Rotura de bordes.
6. Pulimento de la superficie.

**D. Otros modos de falla:**

1. Exudación de asfalto.
2. Bombeo/exudación de agua.
3. Bacheos/repificaciones. [24]

### **2.1.6 Conservación de la Estructura del Pavimento**

Se estima que, al contratar los trabajos de Conservación Rutinaria de manera multianual, se lograrán los siguientes objetivos.

- Hay que asegurar que los trabajos de conservación se efectúen con calidad y prolongar con ello, la vida útil de la vía.
- Disminuir los costos de sobrecostos de operación que actualmente padecen los usuarios, como consecuencia de la superación en el nivel de servicio.
- Reducir la estructura de la dependencia al requerirse únicamente personal para la supervisión de los trabajos.
- Obtener un mayor aprovechamiento de los recursos, que se reflejaría en el estado físico de la carretera.
- Incrementar la tendencia a la inversión en equipo nuevo por parte de los contratistas, obteniéndose mayores rendimientos. [25]

La conservación rutinaria, es el conjunto de actividades que se ejecutan dentro del presupuesto anual, está constituida por todas las actividades necesarias para cuidar la seguridad del camino y para prevenir el desarrollo de deterioros en todos los componentes de la infraestructura vial como son: pistas, puentes y túneles, señales y dispositivos de seguridad, obras de drenaje, contención de taludes, limpieza de la carretera, también del derecho de vía, etc. La conservación rutinaria trata en todos esos componentes, de evitar y llegado el caso, corregir cualquier deterioro que origine incomodidad o disturbe la circulación del tránsito originando riesgos de accidentes y mayores deterioros en la infraestructura vial. [26]

### **2.1.7 Tráfico Promedio Diario Anual**

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviatura es el TPDA, el tráfico actual contabilizado metódicamente y su proyección en un período determinado de diseño de tráfico futuro, tráfico generado y tráfico desarrollado, debido que se trata de una vía existente. El TPDA es el dato que permite determinar el uso anual que tendrá la vía y así hacer un análisis del diseño. [27]

$$TPDA= TF+TG+TD \text{ (Ecuación 1)}$$

Siendo:

TF= Tráfico futuro, Proyección del volumen de tráfico para el período de diseño

$$TF= TA*(1+i)^n \text{ (Ecuación 2)}$$

TA= Tráfico actual, es la cantidad de vehículos que circulan actualmente por la vía. [27]

- $i$ = Tasa de crecimiento.
- $n$ = Período de proyección expresado en años.

La valoración del tráfico en un proyecto nuevo se realiza mediante un estudio de la composición:

- Del tráfico generado
- Del tráfico desarrollado
- Tráfico futuro.

**Tráfico Generado:** Es aquel que utiliza rutas o caminos ya existentes y que posiblemente será atraído por la vía en proyectos. Cuando un proyecto es nuevo este tráfico derivado en la gran mayoría de los casos no es un tráfico visible o tangible. [27]

**Tráfico Desarrollado:** Es un tráfico inducido, que no existe y que no existirá en el futuro, si no se mejora la vía. [27]

**Tráfico Futuro:** Es un tráfico calculado para varios años hacia delante y en ausencia de datos históricos, se toman en consideraciones las proyecciones del tráfico, a base de las tendencias o tasas de crecimiento de algunos factores, principalmente:

- De la población
- Del parque automotor, y
- Del consumo de combustibles. [27]

Los cuales intervienen en la siguiente progresión geométrica.

$$Tf = Ta \cdot (1+i)^n \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde:

Tf= Tráfico futuro

Ta= Tráfico actual

$i$ = Índice de crecimiento de la población, o del parque automotor o del consumo de combustibles, según el tipo de vehículo que se analice.

$n$ = Periodo de proyección expresada en años. [27]

### **2.1.8 Análisis de Suelos**

Los análisis que se han hecho a la mecánica de suelos proporcionan al ingeniero civil el estado del suelo como mecanismo de sustentación y construcción, como elemento de mutación entre el suelo y la superestructura, por la que tiene que ser eternamente observadas, aunque se construyan proyectos pequeños sobre suelos uniformes, o en proyectos de mediana o gran categoría sobre todo en los suelos inseguros. Debemos saber que no se puede sobrepasar los límites de la capacidad resistente del suelo, ya que las deformaciones pueden ser significativas y pueden llevar a que se provoquen unos esfuerzos secundarios en los segmentos estructurales que no fueron considerados.

El análisis de suelos consiste en determinar las características del mismo como: límites de consistencia, capacidad portante, contenido de humedad, Próctor estándar y modificado, análisis granulométricos. Ya que estas características son relevantes en el estudio vial interviniendo directamente en el diseño del pavimento [28].

#### **2.1.8.1 Composición Granulométrica**

El análisis granulométrico de un árido tiene por objeto comprobar si la proporción de los distintos tamaños es la debida para el fin a que se destina, hay que tener presente que la composición granulométrica está regulada por normativas [28].

#### **2.1.8.2 Límites de Consistencia**

También llamados límites de ATTERBERG en base a los estados de consistencia analizados y utilizados en la mecánica de suelos aplicada a la ingeniería civil:

**Límite Líquido:** es la frontera entre el estado semilíquido y plástico. El contenido de humedad del suelo debe expresarse como el porcentaje de agua, en relación con el peso de la muestra secada en el horno. La determinación del límite líquido es un procedimiento de laboratorio por el cual las coordenadas entre el número de golpes de la copa Casagrande versus el contenido de humedad permiten graficar la curva de escurrimiento, en esta curva se representa la relación de su contenido de humedad y su correspondiente número de golpes; debiendo tomarse el contenido de humedad que corresponde a la intersección de la ordenada de 25 golpes como límite líquido [29].

**Límite Plástico:** es la frontera entre el estado plástico y semisólido. Se calcula igual que un contenido de humedad promedio, se determina enrollando pequeñas muestras de 3mm de diámetro y cuando estas tienen tal cantidad de agua que empiezan a desquebrajarse [29].

**Límite de Contracción:** también es un típico contenido de humedad. Es la frontera entre el estado semisólido y sólido; se lo ha definido como el porcentaje de humedad al cual, aunque el secado continúe, el volumen del suelo permanece constante; teniendo en cuenta que la gran mayoría de los suelos no presentan disminución del volumen durante el proceso de secado bajo el límite de contracción.

Un método muy simple para determinar el límite de contracción consiste en medir el peso y volumen de una muestra totalmente seca y puede decirse que el contenido de humedad de la muestra si tuviera sus vacíos llenos de agua es el límite de contracción buscado [29].

**Índice de Plasticidad:** es el rango de humedades en el que el suelo tiene un comportamiento plástico.

Por definición, es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico:

$$IP = LL - LP \text{ (Ecuación 3)}$$

Un índice de plasticidad bajo significa que un pequeño incremento en el contenido de humedad del suelo, lo transforma de semisólido a la condición de líquido, es decir resulta muy sensible a los cambios de humedad. Por lo contrario, un índice de plasticidad alto, indica que, para que un suelo pase del estado semisólido al líquido, se le debe agregar gran cantidad de agua [29].

### **2.1.8.3 CBR**

En lo relacionado con el CBR (california Bearing Ratio), este mide la resistencia al corte de un suelo, bajo condiciones de humedad y densidad controlada. Se emplea para el diseño de pavimentos. El número de CBR, se obtiene de la relación de la carga unitaria necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado [29].

Los ensayos de CBR se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para un suelo específico determinado. Para determinar en la práctica el CBR se empieza por obtener la humedad óptima que se vaya a exigir para la consolidación del suelo, después se preparan tres muestras con dicha humedad y se compactan con tres esfuerzos de compactación diferentes: uno, el empleado como tipo y dos menos enérgicos. Cada una de estas muestras se deja saturar completamente sumergida en agua con una sobrecarga aproximadamente igual al pavimento. Luego se someten al ensayo de penetración. [28]

Así se obtiene una curva análoga que da el valor del CBR en función de la densidad. El método de CBR es hoy en día el más extensamente utilizado en el mundo para el cálculo

de espesores de pavimentos; es un índice de la resistencia a esfuerzo cortante del terreno; conocido dicho índice, se determina, utilizando unas curvas obtenidas experimentalmente, el espesor de pavimento preciso. [28]

### **2.1.9 Aplicación de la Metodología Índice de Condición del Pavimento (PCI)**

En la presente tesis aplicará la metodología del Índice de Condición de Pavimento (PCI) con el cual se permite calificar al pavimento en un rango de valores que van de 0 a 100, mediante una inspección visual del tipo de dos daños, identificándolos, cuantificándolos y evaluando su nivel de incidencia sobre el pavimento. [30]

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. [30]

Para superar esta dificultad se introdujeron los “*valores deducidos*”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento. [30]

El PCI (Índice de Condición del Pavimento) es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la tabla 2 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento. [31]

Tabla 2. Calificación del PCI

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy malo
10 - 0	Fallando

Fuente: (Luis Vásquez, 2002)

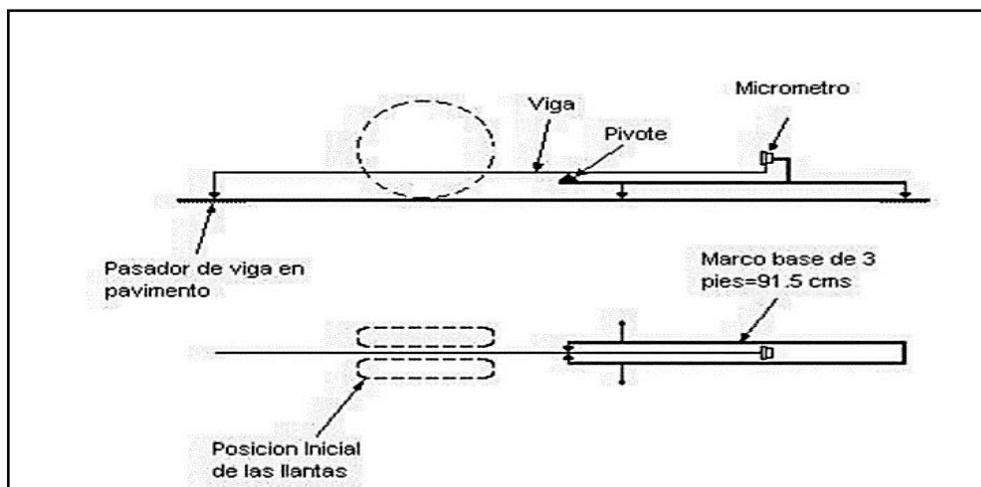
El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual del estado del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada falla presente. Dada la gran cantidad de combinaciones posibles, el método introduce un factor de ponderación, llamado “valor deducido”, para indicar en qué grado afecta a la condición del pavimento cada combinación de deterioro, nivel de severidad y densidad (cantidad). Este método no pretende solucionar aspectos de seguridad si alguno estuviera asociado con su práctica. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie, un valor que cuantifique el estado en que se encuentra el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento. [32]

#### **2.1.10 Aplicación de la Metodología (Viga Benkelman) para la Evaluación Estructural del Pavimento.**

Ante un problema estructural generalmente se recurre a la perforación de calicatas y a tomar muestras para su posterior ensayo de laboratorio, este procedimiento es caro, lento y es “destrutivo”. El método de evaluación estructural de los pavimentos flexibles por medio de la viga Benkelman, es un ensayo “no destructivo”, no altera la integridad del sistema y básicamente consiste en tomar deflexiones a nivel de superficie del pavimento; esto se fundamenta en que las curvas de deflexiones encierran cuantiosa información de las características del pavimento y su subrasante. Para la interpretación de esta información se utiliza un modelo matemático llamado “Modelo Hogg”, que a partir de las deflexiones medidas se obtiene los parámetros estructurales del sistema (módulo de

elasticidad y CBR de la subrasante), lo que servirá a los gobiernos locales para establecer una necesidad de mantenimiento y que podría ayudar en casos como permitir o no la circulación de un tipo de vehículo en un pavimento flexible determinado, saber si un pavimento que llegó a su tiempo final de servicio podría seguir funcionando, entre otros casos. [33]

Figura 4. Perfil y Planta de Viga Benkelman



Fuente: (K. Escobar, A. García y C. Guzmán, 2007)

La metodología interpretativa de la viga Benkelman consiste básicamente en comparar las curvas de deflexiones medidas con las curvas de deflexiones teóricas, obtenidas "cargando" el modelo de Hogg con la misma configuración y magnitud de carga utilizada en los ensayos de campo. La concordancia entre una curva experimental con algunas de las teóricas corresponde generalmente a una única combinación de parámetros elásticos del modelo, que de esa manera pasan a caracterizar al pavimento evaluado. La metodología se complementa con otros conceptos de la teoría de capas elásticas y con observaciones experimentales para determinar ciertas propiedades de ingeniería de los materiales que pueden usarse para establecer las necesidades de refuerzo. [34]

## 2.2 Hipótesis

La implementación del proceso de conservación mejorará la estructura de la capa de rodadura de la vía alterna Patate-Baños en el tramo km 2+350 – km 4+700 de la provincia de Tungurahua.

### **2.3 Señalamiento de las Variables de la Hipótesis.**

#### **Variable Dependiente:**

Implementación del proceso de conservación de la capa de rodadura.

#### **Variable Independiente:**

Estructura de la capa de rodadura

## CAPÍTULO III

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 PERSPECTIVA DEL PROYECTO EXPERIMENTAL

En el presente proyecto experimental se realizará de tipo cuantitativo ya que los valores numéricos predominan, las cuales se buscará las causas y explicación de los datos recogidos a desarrollarse de las siguientes formas y modalidades de aporte.

##### **Proyecto Experimental**

Consiste en la manipulación de variables experimentales no comprobadas, es decir que el proyecto experimental es donde el científico u investigador influye activamente en algo para observar sus consecuencias. [35]

Se realizará este tipo de aporte debido a que se elaborará ensayos de mecánica de suelos para saber en qué condición se encuentra la estructura del pavimento de la vía Patate - Baños tramo 2+350 km a 4+700 km.

##### **Aporte Descriptivo**

Se destaca las características o rasgos de la situación, fenómeno u objeto de estudio en el cual su función principal es tener la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto en estudio. [36]

Se realizará una descripción detallada de los procesos de materiales, equipos e instrumentos utilizados para dar un diagnóstico de la condición del pavimento y dar una posible solución si se encuentra en condiciones desfavorables.

## **Aporte Exploratorio**

Este tipo de aporte exploratorio se realiza especialmente cuando el tema elegido ha sido poco explorado y reconocido, y cuando más aún, sobre él, es difícil formular hipótesis precisas o de cierta generalidad. [37]

Se procederá a desarrollarse este proyecto experimental debido a los cambios de sección que se pueden encontrar en la vía y la verificación visual de las capas que componen la estructura del pavimento si son o no constantes en todo el tramo designado de la vía, esto se podrá comprobar mediante el proceso de excavación (pozos a cielo abierto o calicatas) a un costado de la vía.

## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1 POBLACIÓN**

Este estudio corresponde a un proyecto experimental, en el cual se encuentra comprometido la población del cantón Patate con 13.5 mil habitantes siendo la mayor parte población rural con un 84.0%, [38] por lo que tendrá un beneficio, ya que se evaluará la condición de la capa de rodadura, otorgando así posibles mejoramientos de la vía alterna tramo Patate–Baños 2+350 km a 4+700 km.

### **3.2.2 MUESTRA**

En el proyecto experimental se realizarán tomas de muestras en el tramo comprendido del 2+350 km al 4+700 km de las diferentes capas que componen el pavimento para saber si están cumpliendo con las respectivas funcionalidades en resistencia y durabilidad.

### 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1 Variable Independiente

Implementación del proceso de conservación de la capa de rodadura.

**Tabla 3.** Cuadro de la Variable Independiente

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumento
La conservación de la capa de rodadura son procesos con carácter fundamentalmente preventivo, destinadas a retrasar la degradación de las características funcionales o estructurales de los elementos de la carretera, para conseguir unos niveles adecuados de seguridad y comodidad, es decir para devolver la vialidad a la carretera. Se desarrollan con cierta periodicidad ya sea semanal, mensual, anual, etc. dependiendo de algunos factores entre ellos el clima, la demanda, la zona en la que se encuentre.	- Evaluación de la capa de rodadura.	- Determinación del PCI.	- ¿Cómo se realiza la evaluación?	Observación directa.  Cuaderno de notas.
	- Funcionalidad estructural de la capa de rodadura	- Ensayo Viga Benkelman.	- ¿Cómo se realiza el ensayo de la Viga Benkelman?	Observación directa.  Ensayo en situ.
	- Evaluación Estructural.	- Ensayo de Pozos a Cielo Abierto.	- ¿Cómo se realiza el ensayo de Pozos a Cielo Abierto?	Observación directa.  Ensayo en situ.

Fuente: Egdo. Darío Chicaiza

### 3.3.2 Variable Dependiente

Estructura de la capa de rodadura

**Tabla 4.** Cuadro de la Variable Dependiente

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumento
<p>Capa superior del pavimento formado por mezclas bituminosas. A su vez, el pavimento es la capa superior del firme que, colocada sobre la base, soporta directamente las solicitaciones del tráfico. Las cualidades superficiales de la calzada dependen de la adecuada selección y ejecución del pavimento y se clasifican en:</p> <p>-Regularidad superficial: falta de desnivelaciones u ondulaciones longitudinales y transversales.</p> <p>-Textura superficial: proporciona la resistencia al deslizamiento.</p> <p>-Impermeabilidad: impide la penetración del agua hacia las capas inferiores del firme y la explanada.</p>	Métodos Aproximados	- Método del Índice de condición del Pavimento.	- ¿Cuál es la aplicación del Método del Índice de Condición del Pavimento?	Investigación Observación
		- Método de la Viga Benkelman.	- ¿Cuál es la aplicación del Método de la Viga Benkelman?	
	Métodos de Solución.	- Solución mediante tablas del Método PCI	¿Cuáles son las características?	Investigación Observación  Ensayos de suelos (En base a especificaciones de laboratorio)
		-Método DENER PRO 11-79 (Tipo de deflexión y radio de curvatura)	¿Dónde se puede aplicar este Método?	

Fuente: Autor

### 3.4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

**Tabla 5.** Plan de Recolección de Información.

<b>Preguntas Básicas</b>	<b>Explicación</b>
<b>1. ¿Para qué?</b>	- Para evaluar el comportamiento de la estructura del pavimento y sugerir recomendaciones de cómo mejorar las condiciones de la vía en estudio.
<b>2. ¿De qué personas u objetos?</b>	- De la vía alterna Patate-Baños y las diferentes categorías de fallas que se presentan en la capa asfáltica o capa de rodadura.
<b>3. ¿Sobre qué aspectos?</b>	- Implantación del proceso de conservación.
<b>4. ¿Quién?</b>	- Darío Bolívar Chicaiza Carchi - Ing. Rodrigo Acosta (Tutor)
<b>5. ¿Dónde?</b>	- Tramo comprendido entre la abscisa del km 2+350 al km 4+700 de la vía alterna Patate-Baños.  - Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
<b>6. ¿Cómo?</b>	- Investigación Bibliográfica - Ensayos en situ - Ensayos de Laboratorio - Ensayos de Campo

Fuente: Autor

## **3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

### **3.5.1 Plan de Procesamiento de Información**

- Recopilación y procesamiento de la información obtenida tanto en el campo como en el laboratorio de estudio.
- Ordenar y clasificar la información obtenida de acuerdo al propósito de la investigación.
- Tabulación de los resultados adquiridos, manejo de la información.
- Representación gráfica, para la implementación de resultados.

### **3.5.2 Plan de Análisis**

- Análisis comparativo de los resultados obtenidos en campo y en el laboratorio con los objetivos y la hipótesis propuesta.
- Interpretar los resultados e identificar la condición actual de la vía alterna Patate – Baños en el tramo de la abscisa km 2+350 hasta km 4+700.
- Verificación de la hipótesis en base a los resultados adquiridos en la investigación.
- Planteamiento de las conclusiones y recomendaciones.

## CAPÍTULO IV

### 4 PROPUESTA DE INTERPRETACION DE RESULTADOS

#### 4.1 Ubicación del Proyecto

El Cantón Patate se encuentra ubicado en una altitud de 2254 m.s.n.m. en la región central de la serranía al noreste de la provincia de Tungurahua, que se encuentra en la vía Pelileo – Patate con una superficie de 315 Km<sup>2</sup>, el proyecto de estudio del segundo tramo tiene una longitud de 2.350 km. desde la abscisa km 2+350 al km 4+700, en la figura 5 se propone la ubicación grafica del proyecto en la provincia y cantón.

#### Limites:

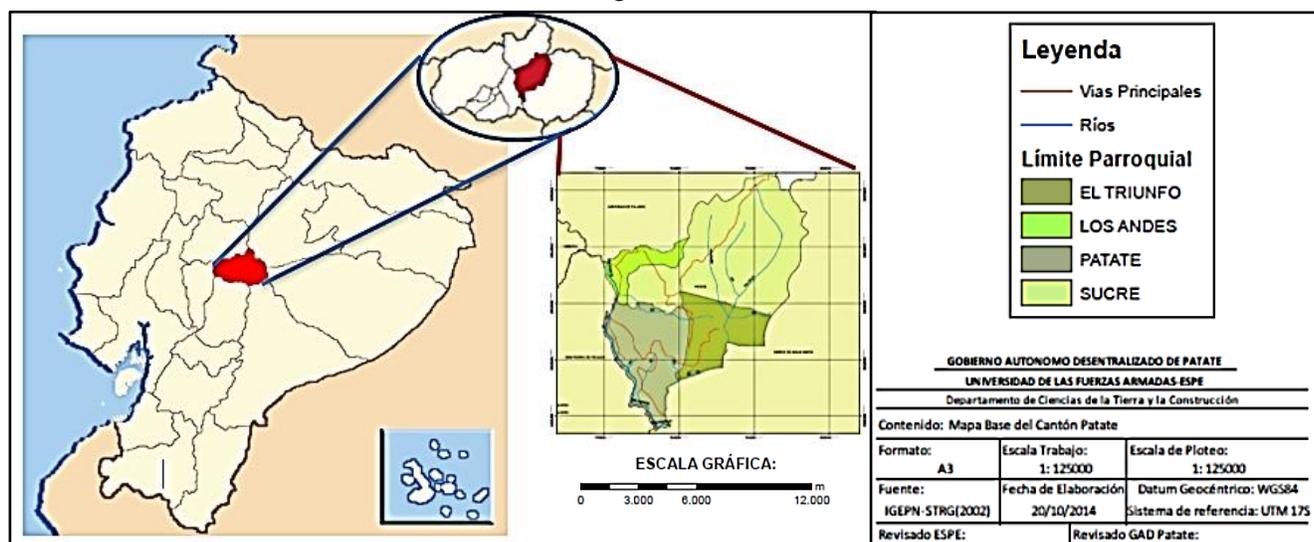
Al norte con el Cantón Píllaro y la Provincia de Napo.

Al sur con los cantones Baños y Pelileo.

Al este con el Cantón Baños.

Al oeste con cantones Píllaro y Pelileo. [39]

Figura 5. Ubicación Grafica de la Provincia de Tungurahua, Cantón Patate



Fuente: Instituto Geográfico Militar, Quito – Ecuador.

#### 4.1.1 Levantamiento Topográfico de la Vía alterna Patate- Baños

Se procedió a realizar el levantamiento de la vía alterna Patate – Baños desde la abscisa km 2+350 al km 4+700 con el respectivo equipo topográfico (GNSS TRIMBLE R10 de alta precisión), se pudo obtener 462 puntos que consta el tramo de la vía Patate – Baños que va desde el sector del Campamento Chacauco hasta el sector la Quinta los Sauces con una distancia de 2.350 Km, tramo el cual está dentro del cantón Patate. Para la digitalización de los puntos y composición de la vía se realizó con la ayuda del software AutoCAD Civil 3D el cual se muestra en la figura 6.

Figura 6. Levantamiento del Tramo



Fuente: AutoCAD Civil 3D, 2018

#### 4.1.2 Recolección de Datos

##### 4.1.2.1 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviatura es el TPDA, el mismo que se deduce a partir de un análisis del tipo de tráfico, el tráfico actual contabilizado metódicamente y su proyección en un periodo determinado de diseño como tráfico futuro, tráfico generado y tráfico desarrollado, debido que se trata de una vía existente. [27]

### 4.1.3 Determinación de los Volúmenes de Tráfico

#### 4.1.3.1 Conteo Vehicular

Para la determinación del número de vehículos se procedió a realizar el conteo desde un lugar o sitio de la vía (estación de conteo) encontrando así un flujo cómodo y continuo de los vehículos en los dos sentidos de la vía, obteniendo así los valores necesarios para determinar el TPDA. El conteo se lo realizó 7 días a la semana durante un periodo de 12 horas con intervalo de 15 minutos por hora, como lo establece las normas del MTOP tomando el día de mayor tráfico y la hora de mayor circulación, el cual según el conteo vehicular que se realizó, se determinó que el día de mayor tráfico es el día Viernes y la hora pico es desde las 14:45 hasta 15:45, el cual se presenta en la siguiente tabla 6.

Tabla 6. Formato de Conteo Vehicular.

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 								
<b>PROYECTO:</b>		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.						
<b>RELIZADO:</b>		Egdo. Darío Chicaiza						
<b>UBICACIÓN</b>		Sector Campamento Chacauco						
CONTEO VEHÍCULAR DE LA VÍA PATATE - BAÑOS (DOS SENTIDO)								
<b>ESTACIÓN:</b>			1		<b>ABSCISA:</b>		Km 2+350	
					<b>SENTIDO:</b>		AMBOS SENTIDOS	
					<b>FECHA:</b>		11 / 01 / 19	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	19	1	1	1	0	2	22	
7:15 - 7:30	38	0	1	2	0	3	41	
7:30 - 7:45	38	0	1	1	0	2	40	
7:45 - 8:00	41	2	3	1	0	4	47	150
8:00 - 8:15	41	1	0	0	0	0	42	170
8:15 - 8:30	35	0	2	2	0	4	39	168
8:30 - 8:45	32	1	0	2	0	2	35	163
8:45 - 9:00	33	1	1	0	0	1	35	151
9:00 - 9:15	37	0	0	2	0	2	39	148
9:15 - 9:30	30	0	2	2	0	4	34	143
9:30 - 9:45	26	0	1	2	0	3	29	137
9:45 - 10:00	45	1	3	0	0	3	49	151
10:00 - 10:15	31	0	2	3	0	5	36	148
10:15 - 10:30	27	0	2	0	0	2	29	143

10:30 - 10:45	25	1	1	1	0	2	28	142
10:45 - 11:00	32	0	3	0	0	3	35	128
11:00 - 11:15	26	0	1	1	0	2	28	120
11:15 - 11:30	41	0	3	1	0	4	45	136
11:30 - 11:45	30	2	1	3	0	4	36	144
11:45 - 12:00	44	2	1	0	0	1	47	156
12:00 - 12:15	43	0	2	0	0	2	45	173
12:15 - 12:30	35	0	5	0	0	5	40	168
12:30 - 12:45	37	3	3	3	0	6	46	178
12:45 - 13:00	50	0	4	3	0	7	57	188
13:00 - 13:15	57	0	3	1	0	4	61	204
13:15 - 13:30	39	2	1	1	0	2	43	207
13:30 - 13:45	41	1	7	0	0	7	49	210
13:45 - 14:00	32	4	2	0	0	2	38	191
14:00 - 14:15	43	1	0	2	0	2	46	176
14:15 - 14:30	32	1	2	0	0	2	35	168
14:30 - 14:45	34	0	1	0	1	2	36	155
14:45 - 15:00	46	1	6	1	0	7	54	171
15:00 - 15:15	46	0	2	0	0	2	48	173
15:15 - 15:30	61	4	8	3	0	11	76	214
15:30 - 15:45	30	1	5	0	0	5	36	214
15:45 - 16:00	31	1	1	1	0	2	34	194
16:00 - 16:15	42	2	2	1	0	3	47	193
16:15 - 16:30	28	0	1	1	0	2	30	147
16:30 - 16:45	31	0	2	0	0	2	33	144
16:45 - 17:00	37	0	1	1	0	2	39	149
17:00 - 17:15	36	1	5	1	0	6	43	145
17:15 - 17:30	52	0	5	0	0	5	57	172
17:30 - 17:45	48	1	2	2	0	4	53	192
17:45 - 18:00	46	0	1	1	0	2	48	201
18:00 - 18:15	43	0	3	1	0	4	47	205
18:15 - 18:30	38	1	1	0	0	1	40	188
18:30 - 18:45	32	0	2	2	0	4	36	171
18:45 - 19:00	36	0	2	1	1	4	40	163
<b>TOTAL</b>	<b>1797</b>	<b>36</b>	<b>108</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>160</b>	<b>1993</b>	

Fuente: Autor

### Explicación de la tabla:

En esta tabla consta los siguientes datos, en el encabezado se describe el tema, quien lo realiza, ubicación, fecha, luego se detalla los tipos de vehículos que transitan por el tramo de la vía, por ejemplo, automóviles livianos, motocicletas, camionetas, buses, camiones livianos y pesados que se clasifican como C-2L (Livianos de 2 ejes), C-2 (Medianos o Volquetas de 2 ejes), y C-3 (Pesados de 3 o más ejes).

Por consiguiente, se contabiliza la cantidad total de vehículos que transitan cada 15 minutos completando así el acumulado dentro de una hora, por último, se realiza el acumulativo total durante 12 horas que transitan vehículos por el tramo de vía en un día.

#### 4.1.3.2 Caracterización de la Vía

La vía consta de 2 carriles, con un ancho de cada carril de 2.7 metros, con espaldones de 0.30 metros y pocas entradas o salidas perpendiculares hacia la vía de anchos entre un promedio de 6.85 metros las cuales simplemente se dirigen hacia viviendas aisladas de la zona, se realizó una inspección previa al tramo de la vía para poder hacer el levantamiento topográfico realizado con el equipo mencionado anteriormente y con la ayuda de un software se pudo abscisar e identificar curvas, longitudes y anchos, la recolección de datos obtenidos se presenta en el siguiente formato de la tabla 7.

Tabla 7. Formato de Abscisado de la Vía

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>ABSCISADO DE LA VÍA PATATE - BAÑOS (TRAMO CAMPAMENTO CHACAUCO-QUINTA LOS SAUCES)</b> </div> 										
<b>PROYECTO:</b>		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.								
<b>REALIZADO:</b> Egdo. Darío Chicaiza								<b>SENTIDO</b> : PATATE - BAÑOS		
<b>UBICACIÓN:</b> Sector Campamento Chacauco										
ABSCISA	ANCHO DE VÍA (m)	ACERA DERECHA	ACERA IZQUIERDA	CUNET A DERECHA	CUNET A IZQUIERDA	POZO ALCANTARILLO	PAS OS DE AGUA	ENTRADA DERECHA (m)	ENTRADA IZQUIERDA (m)	OBSERVACIONES
TRAMO No 1 - Campamento Chacauco - Quinta los Sauces										
2+350	6.00			X						
2+370	6.00			X						
2+390	6.00			X						
2+410	6.00			X						
2+430	6.00			X						
2+450	6.00			X						
2+470	6.00			X						
2+490	6.00			X						

2+510	6.00			X						
2+530	6.00			X						
2+550	6.00			X						
2+570	6.00			X						
2+590	6.00			X						
2+610	6.60			X						
2+630	7.60			X						
2+650	6.80			X						
2+670	6.40			X					6.85	
2+690	6.00			X						
2+710	6.00			X						
2+730	6.30			X						
2+750	6.90			X						
2+770	6.80			X						
2+790	6.80			X					5.15	

Fuente: Autor

#### 4.1.3.3 Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Para realizar un análisis de condición o estado de nivel de daño de la capa asfáltica se procedió a realizar el ensayo de índice de condición de pavimento, el cual registra los daños mediante un cálculo de unidades de muestreo del total de la vía. Para un ancho máximo de la calzada que es de 7.3 metros, se obtiene una longitud de muestreo para cada una de las muestras de 31.5 metros como se muestra en la siguiente Tabla 8.

Tabla 8. Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas

<b>ANCHO DE CALZADA (m)</b>	<b>LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO (m)</b>
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (Valor máximo)	31.5

Fuente: Vásquez Varela, 2002

Luego se calcula el número total de las unidades de muestreo dividiendo la longitud total del tramo de la vía en estudio para la longitud de muestreo obteniendo los valores que se presentan a continuación en los cálculos siguientes.

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades (P.A.=10).

### **Cálculos:**

#### **Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación**

Longitud total del tramo = 2350 m

Ancho de la vía escogido según la tabla 8 = 6.5 m

Longitud de unidad de muestreo = 35.4 m

$$N = \frac{\text{Longitud total del tramo}}{\text{Longitud de la unidad de muestreo}}$$

$$N = \frac{2350 \text{ m}}{35.4 \text{ m}} = 66.38 \approx 66 \text{ unidades de muestreo}$$

$$n = \frac{66 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (66 - 1) + 10^2}$$

$$n = 13.04 \approx 13 \text{ unidades minimo}$$



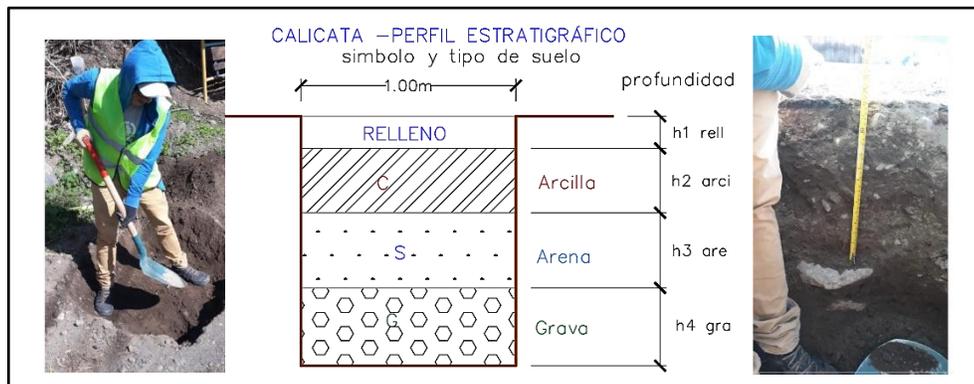
### Explicación de la tabla:

En esta tabla consta los siguientes datos que son la universidad, facultad, carrera, tema, quien lo realiza, fecha de realización y ubicación, luego se detalla los tipos de fallas que existen en una vía de pavimento asfaltico y se describe la abscisa que empieza y termina la unidad, el valor del área y en cual unidad se está evaluando. Se ubican las fotos de las fallas y el gráfico de la unidad en la que se está evaluando los daños los que se valora por severidad, es decir si la falla tiene que considerarse alta, media o baja y consecuentemente a esto se obtiene el valor deducido en función de las cantidades parciales y densidad utilizando las tablas de los anexos D.

#### 4.1.3.4 Pozos a Cielo Abierto o Calicatas

Los pozos a cielo abierto o también llamados calicatas son muestras que se proceden a realizar en estudios como el que se está realizando, ya que se desea conocer la estructura del pavimento y si está conformado con las debidas capas de materiales pétreos, también se tiene la intención de conocer las medidas de dichas capas que forman el pavimento, estas excavaciones se las pueden realizar a cada 500 m o cada 1000 m (1 Km), con el objetivo de saber si en todo el tramo de la vía en estudio, tiene la misma conformidad de espesores de materiales pétreos como por ejemplo base, subbase, capa de rodadura, etc., y tomar muestras de estos materiales para realizar los respectivos ensayos de laboratorio en el cual se determinará si están cumpliendo con requisitos de resistencia para la vía.

Figura 7. Calicata o Pozo a Cielo Abierto



Fuente: Autor

#### 4.1.3.5 Ensayo de la Viga Benkelman

Se realiza este ensayo con la finalidad de obtener las deflexiones provocadas por el tráfico de vehículos en la vía y saber en qué estado se encuentra la subrasante del pavimento, por lo que se procedió a tomar datos de temperatura de la capa asfáltica con la ayuda de un termómetro, la viga Benkelman, para leer las deflexiones se utilizara una volqueta cargada con 8.2 toneladas en el eje posterior la cual se moverá a cada 300 metros para realizar lecturas con la viga Benkelman y poder procesar dichos datos en un modelo de tabla que puede observar a continuación:

Tabla 10. Formato de Datos Viga Benkelman

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b> 									
<b>ENSAYO DE VIGA BENKELMAN</b>									
<b>PROYECTO:</b>		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.							
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Darío Chicaiza							
<b>UBICACIÓN:</b>		Sector Campamento Chacauco							
DEFLEXIONES OBTENIDAS DE LA VIGA BENKELMAN									
No	ABSCISA	Deflexiones (x-10-2) mm						Temperatura (°C)	Espesor del Asfalto (cm)
		d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal		
1	km 2+500	0	5	9	15	22	29	32	10
2	km 2+700	0	13	21	31	46	47	33	9
3	km 2+960	0	14	19	22	23	25	32	10
4	km 3+260	0	12	29	44	47	48	34	10
5	km 3+460	0	14	27	41	50	51	33	8
6	km 3+660	0	9	17	20	23	23	33	8
7	km 3+960	0	9	26	39	42	43	34	10
8	km 4+080	0	9	28	40	53	54	34	10
9	km 4+220	0	12	27	35	38	40	34	9
10	km 4+420	0	13	33	45	47	48	34	10
11	km 4+680	0	12	28	35	38	39	36	10

Fuente: Autor

## 4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL PROYECTO EXPERIMENTAL

En base a la recolección de datos tabulados como de gráficos procedemos a interpretar cada uno de los ensayos realizado con este estudio, el cual nos dará varios resultados para saber en qué estado está el tramo de la vía, con la ayuda de los softwares como AutoCAD civil 3D y Excel se pudo organizar de mejor manera toda la información recolectada como por ejemplo el conteo vehicular (TPDA), descripción del tramo de la vía (Levantamiento Topográfico), Ensayos de mecánica de suelos (CBR), granulometría, ensayo de la viga Benkelman y el PCI (Índice de condición del pavimento), los cuales se procederá a su desarrollo a continuación.

### 4.2.1 Conteo Vehicular en la Zona de la Vía

Realizado el conteo diario vehicular en el tramo de la vía se procede a obtener los siguientes resultados dentro de los 7 días, el cual es la totalidad de cada clase de vehículos para así obtener el Tráfico promedio diario anual que se comienza a desarrollar a continuación con la siguiente tabla 11.

Tabla 11. Dia de Mayor Volumen de Tráfico

NÚMERO TOTAL DE VEHICULOS QUE TRANSITAN EN LA VÍA							
DIAS DE LA SEMANA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
NÚMERO DE VEHICULOS	1562	1652	1785	1777	1993	1880	1966

Fuente: Autor

Al presentar ésta tabla 11, en la cual se determinó el día de mayor volumen de tráfico, se procede a calcular la hora pico del día Viernes obteniendo así los datos de los vehículos que transitan por la vía el cual se presenta en la siguiente tabla 12:

Tabla 12. Determinación de la Hora Pico

HORA PICO DEL PROYECTO						
HORA	TIPO DE VEHICULOS					TOTALES
	Automóviles Livianos	Buses	Camiones			
			C - 2L	C - 2	C - 3	
14:45 - 15:00	46	1	6	1	0	54
15:00 - 15:15	46	0	2	0	0	48
15:15 - 15:30	61	4	8	3	0	76
15:30 - 15:45	30	1	5	0	0	36
<b>TOTAL</b>	<b>183</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>214</b>
% DE VEHICULOS	85.51	2.80	9.81	1.87	0.00	100

Fuente: Autor

Luego de obtener estos datos necesarios se prosigue a calcular el factor de la hora pico, para así proceder a encontrar los valores del TPDA.

### Cálculo del Factor Hora Pico

$$FHP = \frac{Q}{4 Q_{15m\acute{a}x}} \text{ (Ecuacion 6)}$$

En donde:

**Q** = Volumen de tráfico durante la hora

**Q<sub>15max</sub>** = Volumen máximo registrado durante 15 minutos consecutivos de esa hora.

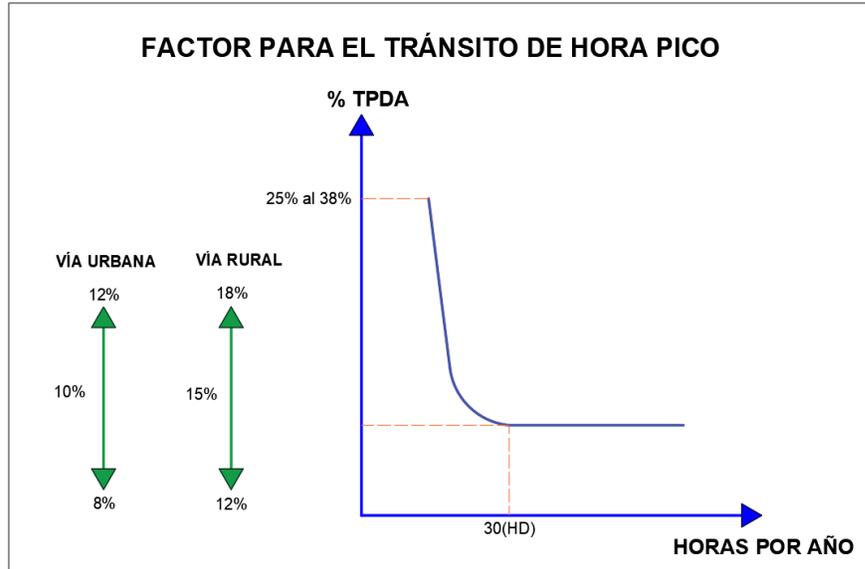
Según las recomendaciones de las normas del MTOP, el tráfico generado se obtendrá del 20% del TPDA actual, el tráfico atraído el 10% del tráfico actual, y el tráfico desarrollado el 5% del tráfico actual.

Entonces el cálculo es el siguiente:

$$FHP = \frac{214}{4 \times 76_{15m\acute{a}x}} = 0.70$$

Al obtener este valor ya se puede calcular el TPDA con la ayuda del método de la 30va hora máxima o llamada también Porcentaje de la trigésima hora el cual se detalla a continuación en la figura 8.

Figura 8. Porcentaje de la Trigésima Hora



Fuente: Estudio de Tráfico Vehicular MTOP,2003

Como la zona del proyecto se encuentra en una zona rural se escoge el valor de %TH = 15% (Vía rural), y con el valor del FHP encontrado con la Ecuación 6, se prosigue con el siguiente cálculo del TPDA actual:

$$TPDA_{actual} = \frac{Q_v * FHP}{\% TH} \quad (\text{Ecuacion 7})$$

En donde:

QV = Volumen de un tipo de vehículo durante una hora.

% TH = Porcentaje Trigésima Hora, según el MTOP

**Cálculo del TPDA actual:**

$$TPDA_{actual} = \frac{183 * 0.70}{0.15} = 854 \text{ automóviles livianos}$$

### **Cálculo del Tráfico Generado:**

$T_g = \text{Tráfico Generado}$

$T_g = \text{TPDA actual} * 20\%$

$T_g = 854 * 20\%$

$T_g = 171$  automóviles livianos

### **Cálculo del Tráfico Atraído:**

$T_a = \text{Tráfico Atraído}$

$T_a = \text{TPDA actual} * 10\%$

$T_a = 854 * 10\%$

$T_a = 85$  automóviles livianos

### **Cálculo del Tráfico Desarrollado:**

$T_d = \text{Tráfico Desarrollado}$

$T_d = \text{TPDA actual} * 5\%$

$T_d = 854 * 5\%$

$T_d = 43$  automóviles livianos

- Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios, en este caso como la vía existente en estudio no es un proyecto nuevo el tráfico de desarrollo no existe o es igual a cero.

$T_d = 0$  automóviles livianos

### **Cálculo del Tráfico Actual:**

$T_A = \text{Tráfico Actual}$

$T_A = \text{TPDA actual} + T_g + T_a + T_d$

$T_A = 854 + 171 + 85 + 0$

$T_A = 1110$  automóviles livianos

Después de una breve explicación de cálculo para automóviles livianos, a continuación, se presenta en la tabla 14, en la cual se realiza todos los cálculos debidos al TPDA actual, tráfico generado, tráfico atraído, tráfico de desarrollo, tráfico actual para buses y camiones con la debida tasa de crecimiento anual del tráfico como se detalla a continuación en la tabla 13:

Tabla 13. Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico

Tasa de crecimiento anual del tráfico (%)			
Periodo	Livianos	Buses	Camiones
2010-2015	4.47	2.22	2.18
2015-2020	3.97	1.97	1.94
2020-2025	3.57	1.78	1.74
2025-2030	3.25	1.62	1.58
2030-2035	3.25	1.62	1.58
2035-2040	3.25	1.62	1.58

Fuente: M.T.O.P., 2013

Tabla 14. Resumen del Total de Vehículo por Día

	TIPO DE VEHICULOS					Total, Vehículos / día
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			
			C - 2L	C - 2	C - 3	
TPDA actual	854	28	98	19	0	999
índice de crecimiento	3.97%	1.97%	1.94%	1.94%	1.94%	Vehículos / día
TPDA (1 año)	888	29	100	19	0	
Tg = TPDA actual *20%	171	6	20	4	0	
Ta = TPDA actual*10%	85	3	10	2	0	
Td = TPDA actual*5%	0	0	0	0	0	
TA = Transito Actual	1110	36	127	25	0	1299 Vehículos / día

Fuente: Autor

Con los resultados del Tráfico Actual y el TPDA, se realiza el cálculo del Tráfico Futuro total utilizando la ecuación número 2 y los índices de crecimiento, los cuales se presentan en la tabla 15:

Tabla 15. Resumen del Tráfico Futuro

TRÁFICO FUTURO							
AÑO	% CRECIMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO ANUAL			
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TPDA TOTAL
2019	3.97%	1.97%	1.94%	1110	36	152	1299
2020	3.57%	1.78%	1.74%	1150	37	155	1342
2021	3.57%	1.78%	1.74%	1191	38	158	1386
2022	3.57%	1.78%	1.74%	1233	38	160	1432
2023	3.57%	1.78%	1.74%	1277	39	163	1480
2024	3.57%	1.78%	1.74%	1323	40	166	1529
2025	3.25%	1.62%	1.58%	1366	40	169	1575
2026	3.25%	1.62%	1.58%	1410	41	171	1623
2027	3.25%	1.62%	1.58%	1456	42	174	1672
2028	3.25%	1.62%	1.58%	1504	42	177	1723
2029	3.25%	1.62%	1.58%	1552	43	180	1775
2030	3.25%	1.62%	1.58%	1603	44	183	1829
2031	3.25%	1.62%	1.58%	1655	44	185	1885
2032	3.25%	1.62%	1.58%	1709	45	188	1942
2033	3.25%	1.62%	1.58%	1764	46	191	2002
2034	3.25%	1.62%	1.58%	1822	47	194	2063
2035	3.25%	1.62%	1.58%	1881	47	197	2126
2036	3.25%	1.62%	1.58%	1942	48	201	2191
2037	3.25%	1.62%	1.58%	2005	49	204	2258
2039	3.25%	1.62%	1.58%	2070	50	207	2327
2040	3.25%	1.62%	1.58%	2138	51	210	2398

Fuente: Autor

#### 4.2.2 Clasificación Actual de la Vía

En la presente tabla 16 y 17 se procede a escoger la clase de carretera según la tabla propuesta por la MTOP, según el valor calculado en la tabla anterior el cual es un TPDA Total igual a 2398 Vehículos / día.

Tabla 16. Clasificación de Carreteras

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
<p><b>Corredor Arterial</b> {</p> <p style="margin-left: 100px;"><b>Colectora</b> {</p> <p style="margin-left: 100px;"><b>Vecinal</b> {</p>	RI - RII (2)	>8000
	I	3000 - 8000
	II	1000 - 3000
	III	300 - 1000
	IV	100 - 300
	V	<100

Notas:

(1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil

(2) RI - RII – Autopistas

Fuente: MTOP Normas de Diseño Geométrico, 2013

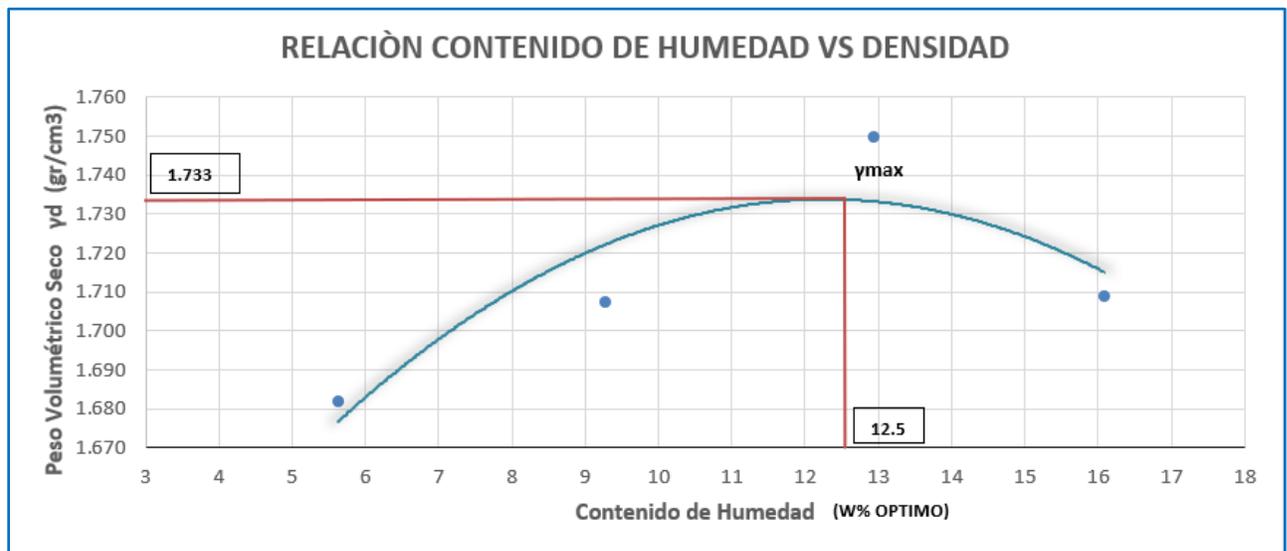
En base a la clasificación de la tabla 16 la vía es colectora clase II, de acuerdo con su importancia, está destinada a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirve a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

### 4.2.3 Estudios de suelos

#### 4.2.3.1 Ensayos del Proctor Modificado Tipo D

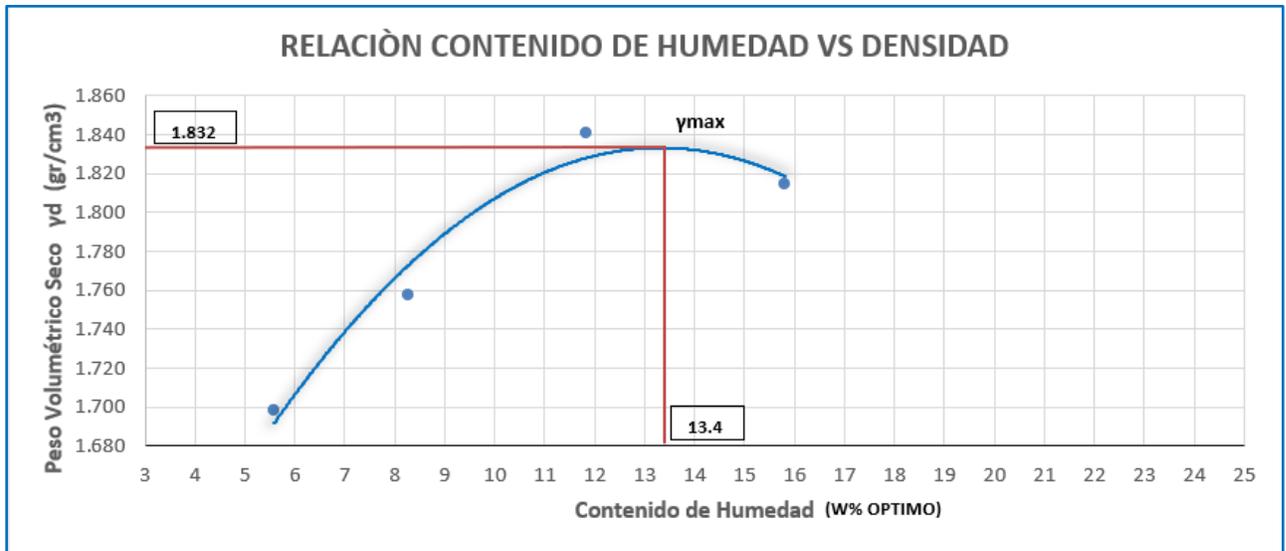
Para realizar este ensayo se realizó con tres muestras de suelo de cada capa que compone la estructura del pavimento los cuales se tomaron cada kilómetro del tramo de la vía, para obtener los contenidos de humedad óptimos, densidad seca y luego proceder con el ensayo de CBR, en las siguientes figuras se propone los resultados en base a los ensayos realizado de la Subrasante:

Figura 9. Parámetros de Compactación de la Subrasante en la abscisa km 2+350



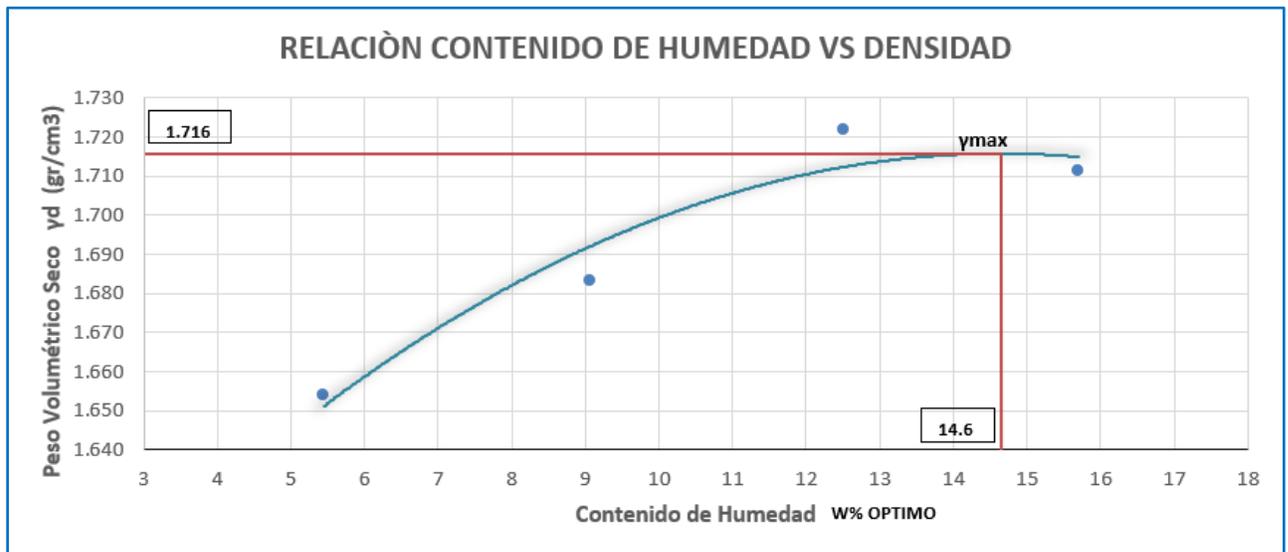
Fuente: Autor

Figura 10. Parámetros de Compactación de la Subrasante en la abscisa km 3+320



Fuente: Autor

Figura 11. Parámetros de Compactación de la Subrasante en la abscisa km 4+660



Fuente: Autor

Se presentan de manera más organizada los resultados de los ensayos de las muestras de suelo (subrasante) para encontrar el contenido de humedad y Densidad los cuales se detallan a continuación en la tabla 18:

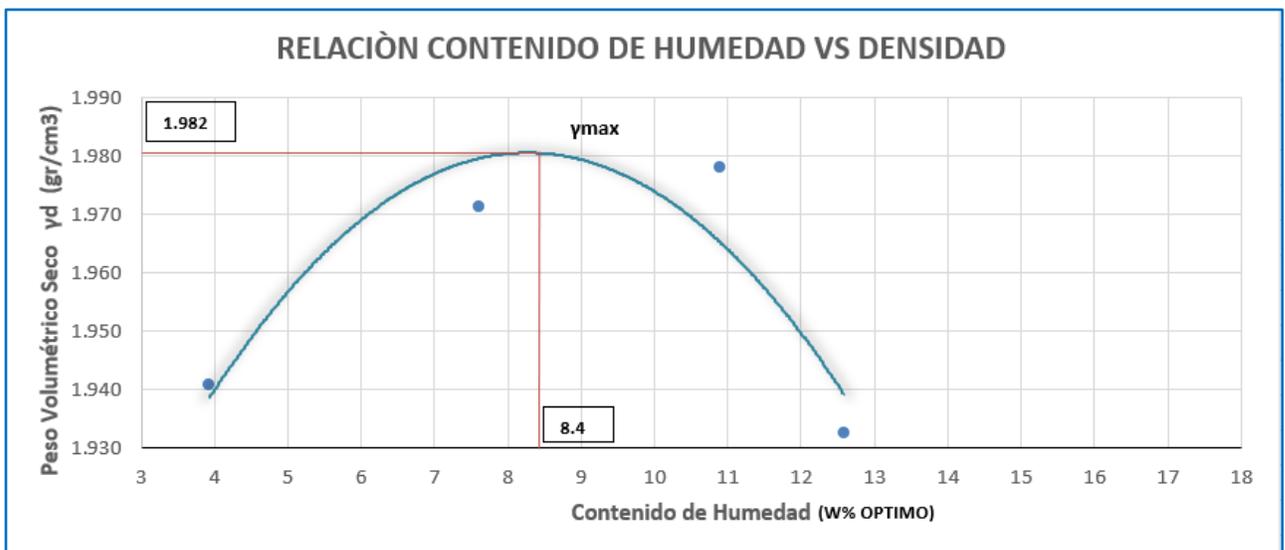
Tabla 18. Resumen de Resultados (Subrasante)

Densidad Seca vs Contenido de Humedad Óptimo		
Abscisa	W% Óptimo (%)	$\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )
2+350	12.5	1.733
3+320	13.4	1.832
4+660	14.6	1.716

Fuente: Autor

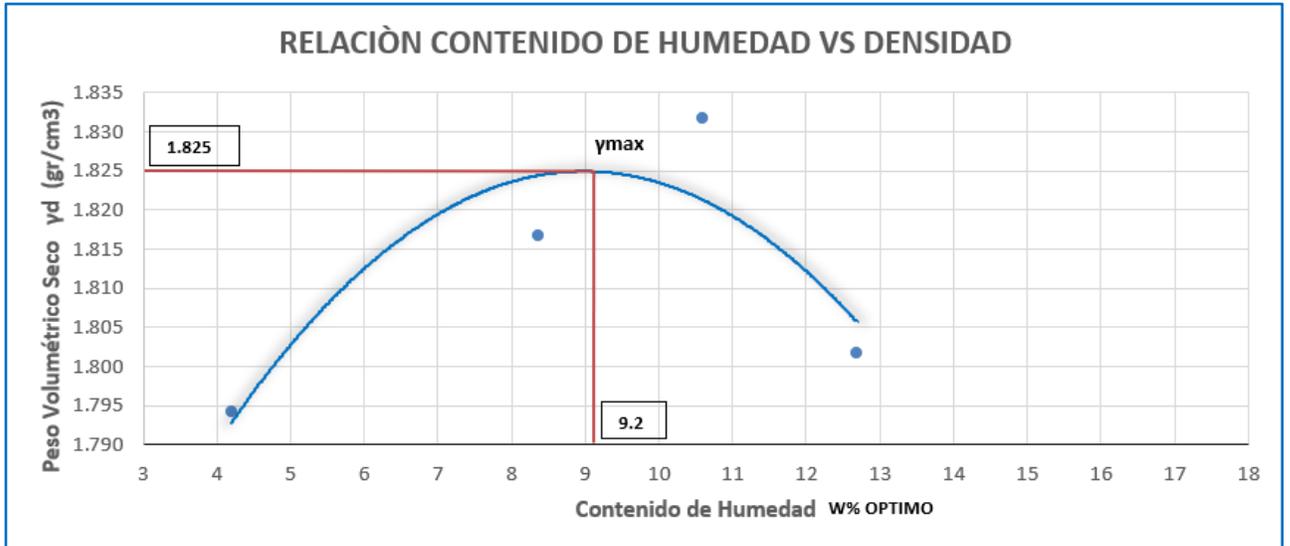
Resultados de la muestra base (segunda capa):

Figura 12. Parámetros de Compactación de la base en la abscisa km 2+350



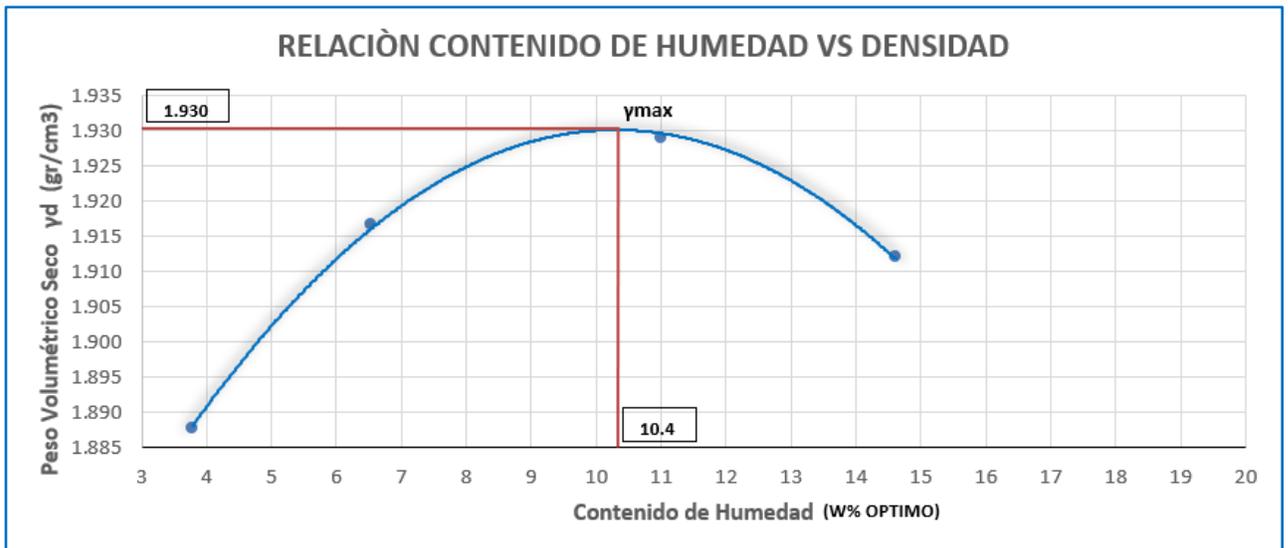
Fuente: Autor

Figura 13. Parámetros de Compactación de la base en la abscisa km 3+320



Fuente: Autor

Figura 14. Parámetros de Compactación de la base en la abscisa km 4+660



Fuente: Autor

Tabla 19. Resumen de Resultados (Base)

Densidad Seca vs Contenido de Humedad Óptimo		
Abscisa	W% Óptimo (%)	$\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )
2+350	8.4	1.982
3+320	9.2	1.825
4+660	10.4	1.930

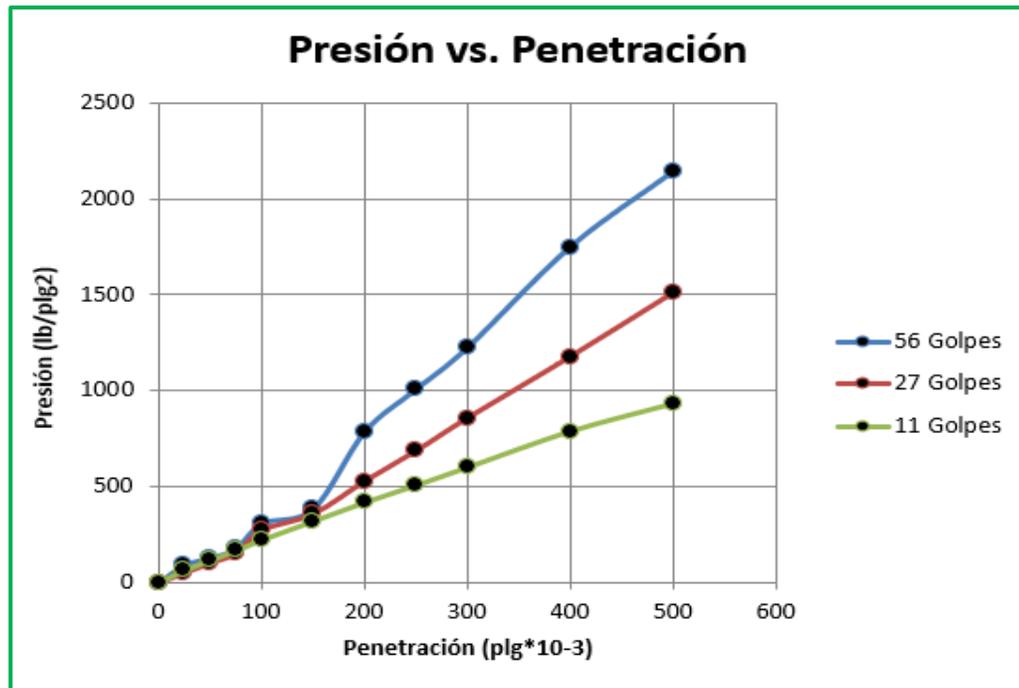
Fuente: Autor

#### 4.2.4 Resultados del ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

##### 4.2.4.1 Subrasante

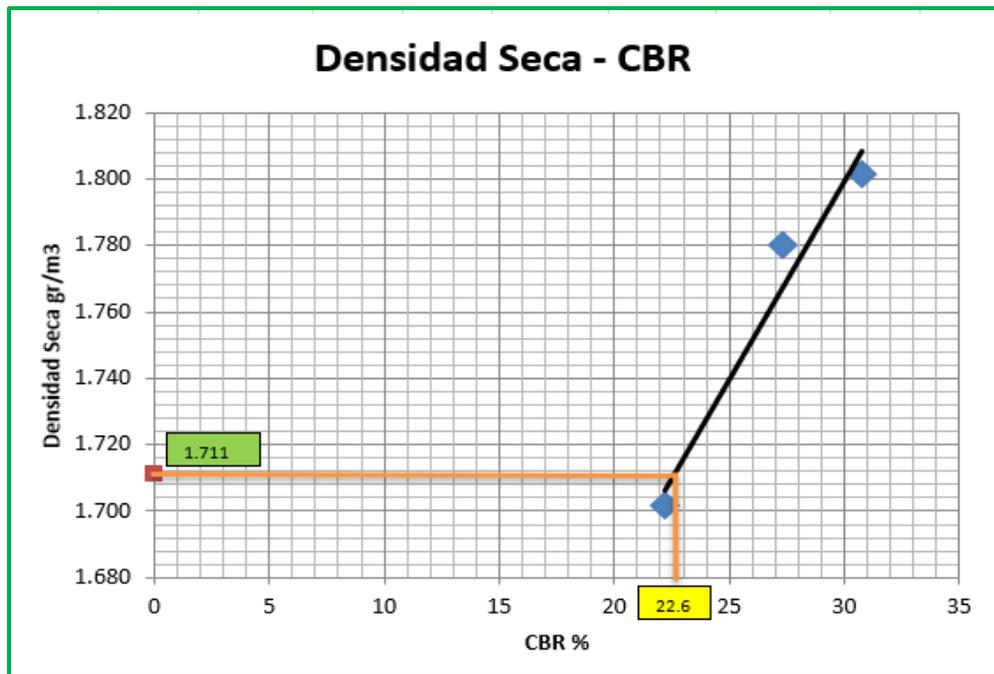
Al tener los resultados del contenido de humedad optimo se procede a aplicar en cada muestra que se obtuvo de cada kilómetro el ensayo de CBR (Análisis completo Anexos C-7 al C-18) obteniendo los siguientes resultados en base a los gráficos que se muestran a continuación en la figura 15:

Figura 15. Presión vs. Penetración de la Subrasante en la abscisa km 2+350



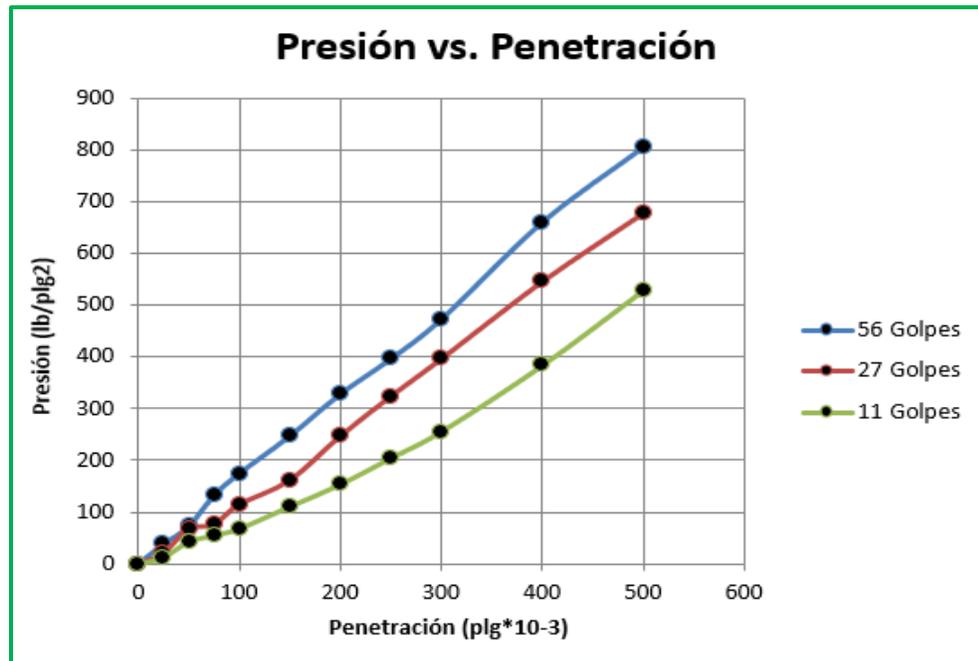
Fuente: Autor

Figura 16. Densidad seca vs. CBR de la Subrasante en la abscisa km 2+350



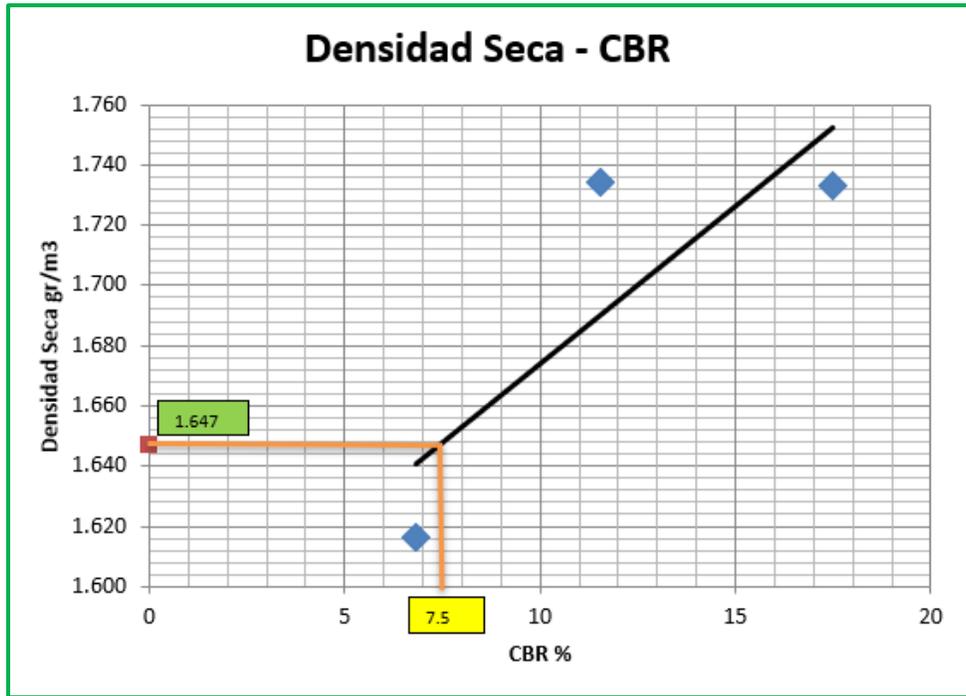
Fuente: Autor

Figura 17. Presión vs. Penetración de la Subrasante en la abscisa km 3+320



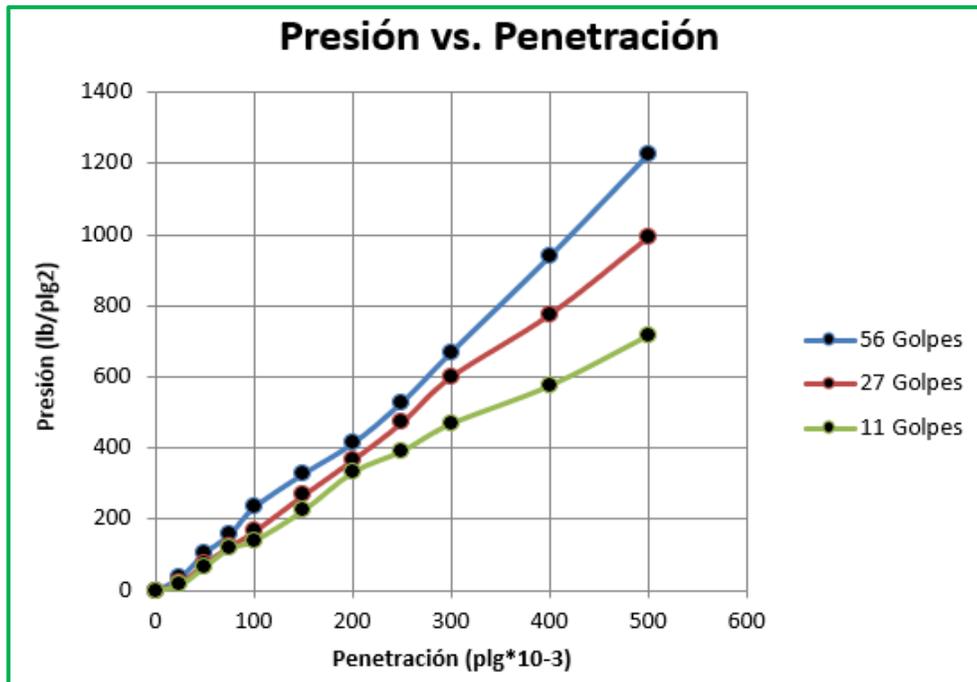
Fuente: Autor

Figura 18. Densidad seca vs. CBR de la Subrasante en la abscisa km 3+320



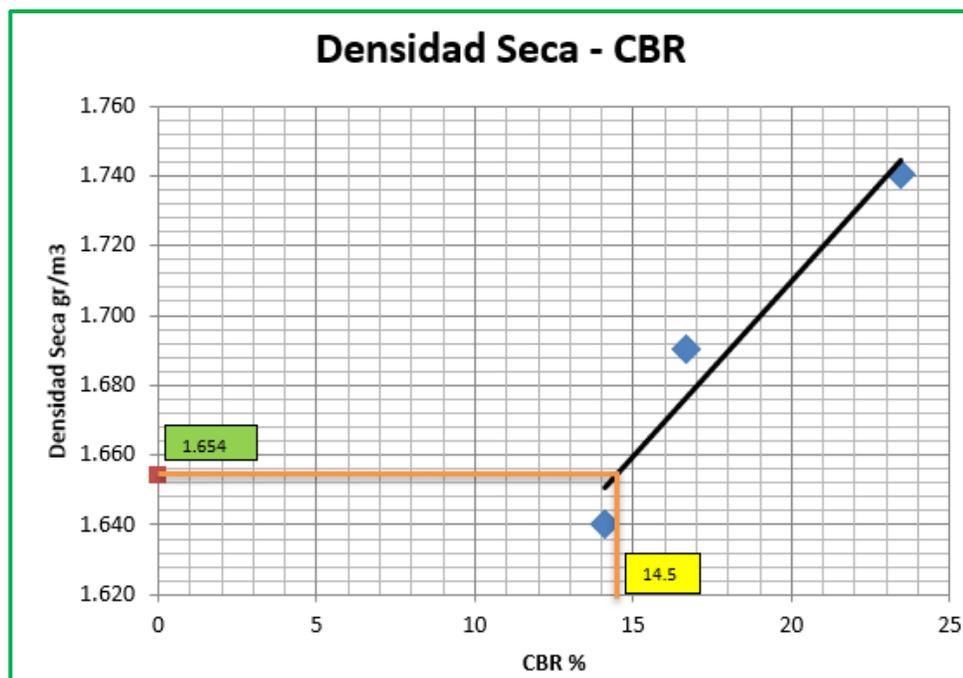
Fuente: Autor

Figura 19. Presión vs. Penetración de la Subrasante en la abscisa km 4+660



Fuente: Autor

Figura 20. Densidad seca vs. CBR de la Subrasante en la abscisa km 4+660



Fuente: Autor

Al obtener los porcentajes de CBR se procede a identificar en la siguiente tabla 20 y tabla 21, en qué tipo de clasificación se encuentran las muestras de subrasante del tramo de vía:

Tabla 20. Clasificación del CBR% para la subrasante

CBR	Clasificación General	Usos	Sistema de clasificación	
			Unificado	AASHTO
0 - 3	Muy Pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 - 7	Pobre o Regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 - 20	Regular	Sub-base	OL, CL, ML, SC SM, SP	A2, A4, A6, A7
20 - 50	Bueno	Base, Sub-base	GM, GC, W, SM SP, GP	A1b, A2-5, A3 A2 - 6
> 50	Excelente	Base	GW, GM	A1-a, A2-4, A3

Fuente: AASHTO-93, Diseño de pavimentos

Tabla 21. Determinación según el CBR%

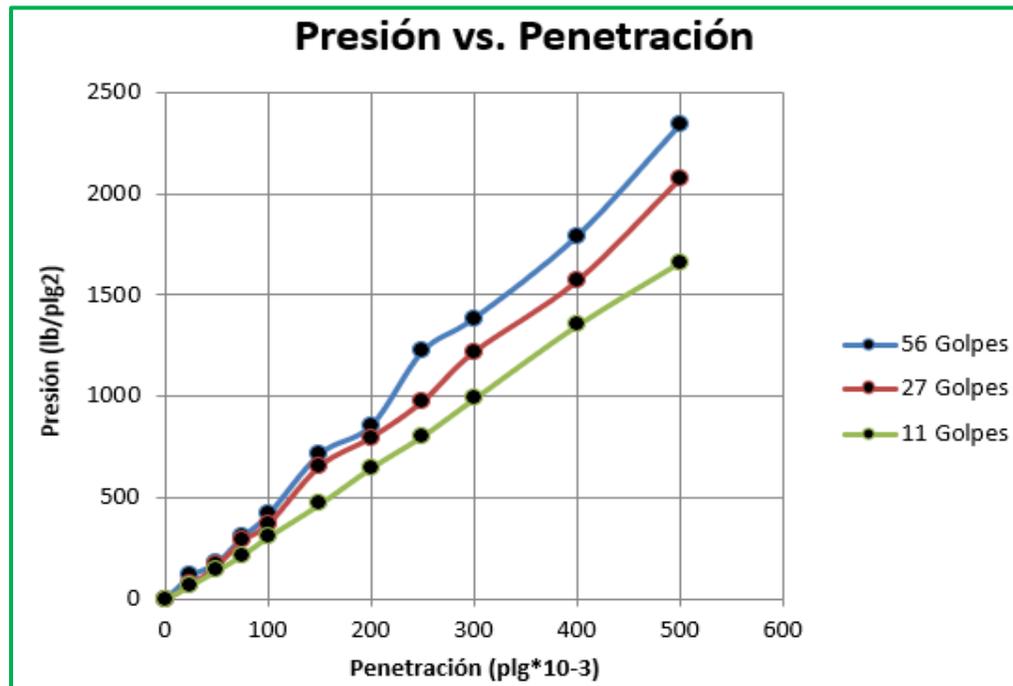
CBR% de la Subrasante				
Abscisado	CBR%	Clasificación de la Norma AASHTO-93		Clasificación MOP 2002
		Min 7%	Usos	Subrasante Min 20%
2+350	22.6	Bueno	Base-Sub-base	Cumple
3+320	7.5	Regular	Sub-base	No Cumple
4+660	14.5	Regular	Sub-base	No Cumple

Fuente: Autor

Los resultados que reflejan la tabla 21, muestran que la subrasante tiene un CBR o resistencia necesaria para ser utilizadas como Base o Sub-bases con la clasificación de la tabla 20, pero al comparar con la norma de la MOP 2002, se muestra que el CBR min es del 20%, con cual estaría cumpliendo solo la muestra de la primera abscisa 2+350.

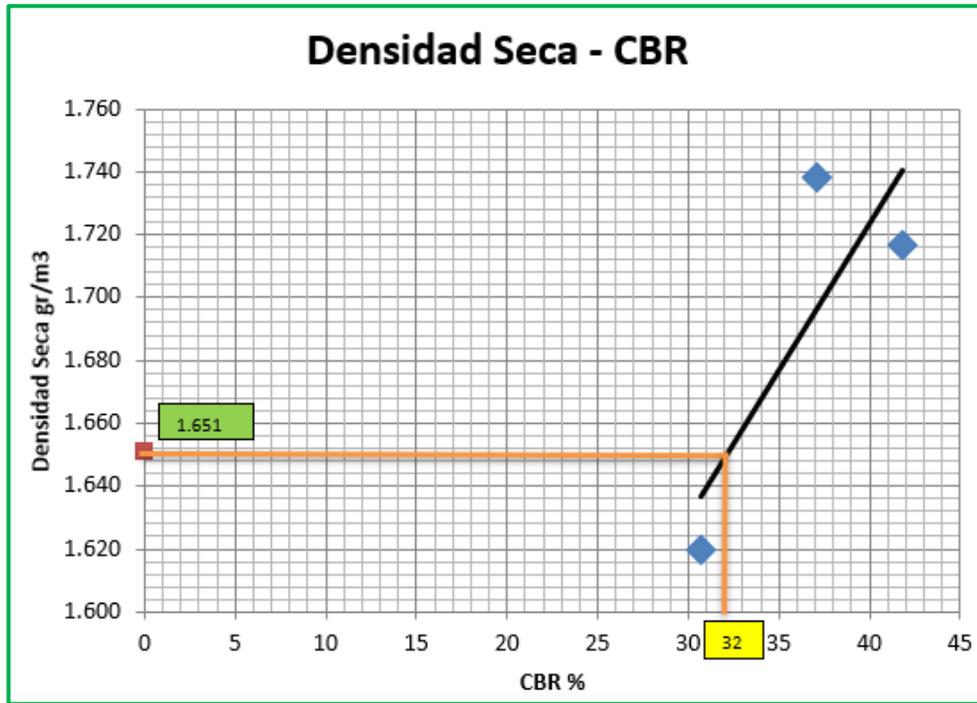
#### 4.2.4.2 Resultados de Base

Figura 21. Presión vs. Penetración de la Base en la abscisa km 2+350



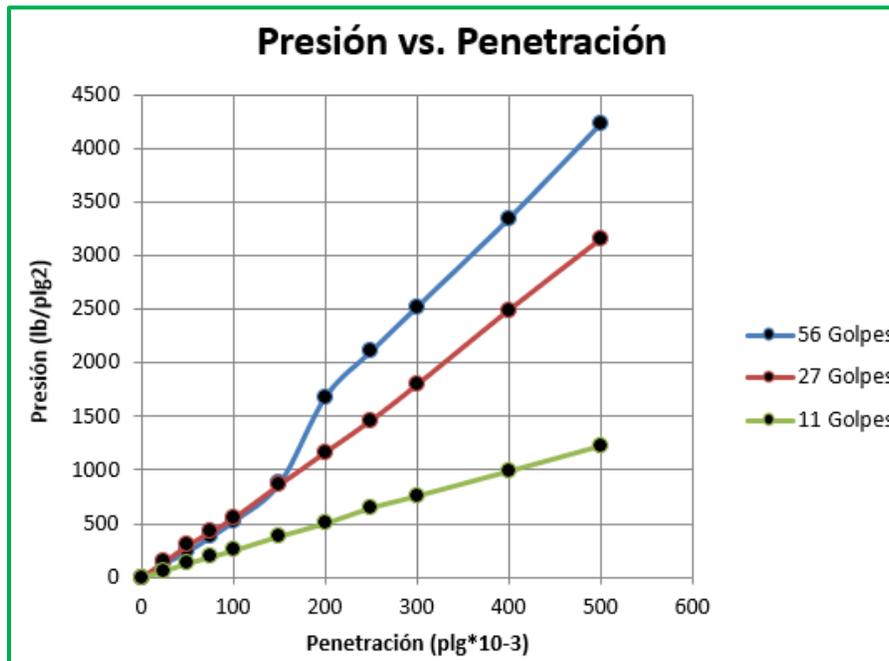
Fuente: Autor

Figura 22. Densidad seca vs. CBR de la Base en la abscisa km 2+350



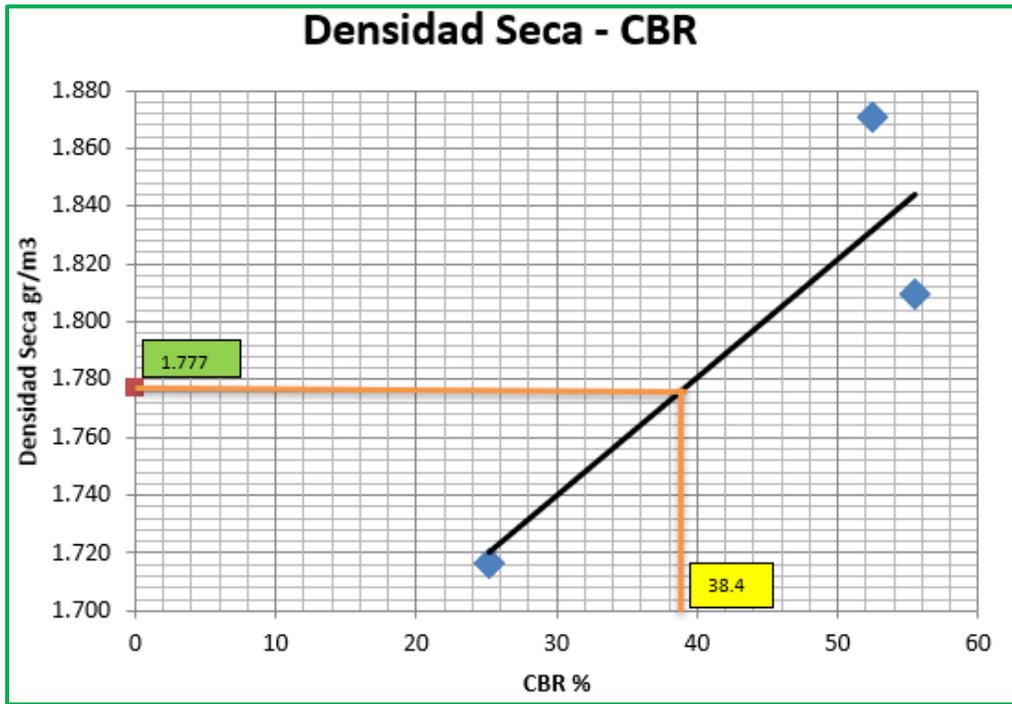
Fuente: Autor

Figura 23. Presión vs. Penetración de la Base en la abscisa km 3+320



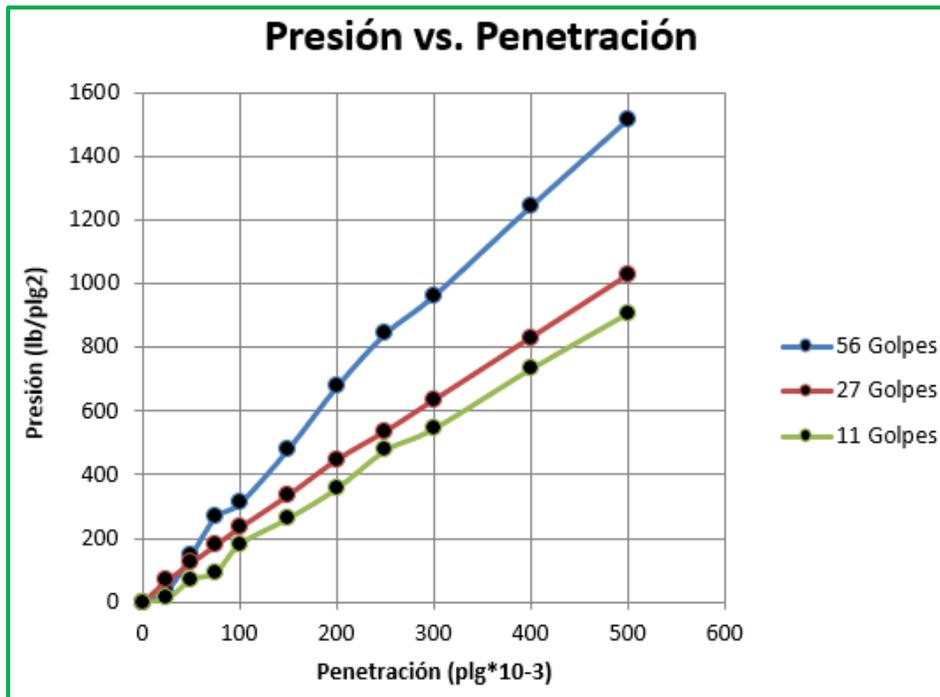
Fuente: Autor

Figura 24. Densidad seca vs. CBR de la Base en la abscisa km 3+320



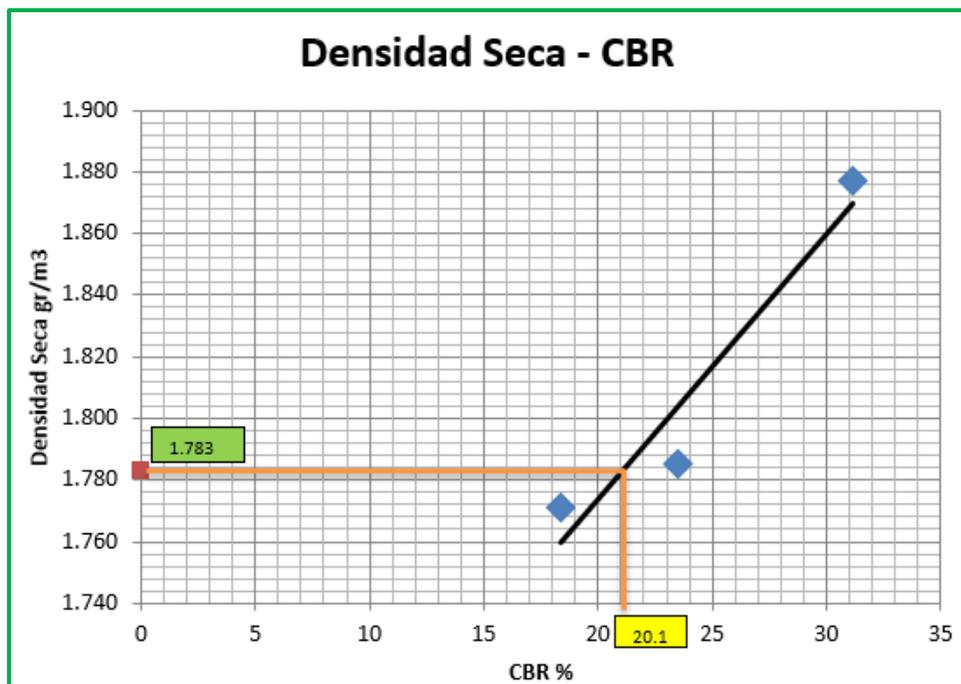
Fuente: Autor

Figura 25. Presión vs. Penetración de la Base en la abscisa km 4+660



Fuente: Autor

Figura 26. Densidad seca vs. CBR de la Base en la abscisa km 4+660



Fuente: Autor

Al obtener los porcentajes de CBR se procede a identificar en la siguiente tabla 22 y tabla 23, en qué tipo de clasificación se encuentran las muestras de Base del tramo de vía:

Tabla 22. Clasificación del CBR% para la Base

CBR	Clasificación General	Usos	Sistema de clasificación	
			Unificado	AASHTO
0 - 3	Muy Pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 - 7	Pobre o Regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 - 20	Regular	Sub-base	OL, CL, ML, SC SM, SP	A2, A4, A6, A7
20 - 50	Bueno	Base, Sub-base	GM, GC, W, SM SP, GP	A1b, A2-5, A3 A2 - 6
> 50	Excelente	Base	GW, GM	A1-a, A2-4, A3

Fuente: AASHTO-93, Diseño de pavimentos

Tabla 23. Determinación según el CBR%

CBR% de la Base					
Abscisado	CBR%	Clasificación de la Norma AASHTO-93		Clasificación MOP 2002	
		Min 20%	Usos	Subbase Min 30%	Base Min 80%
2+350	32	Bueno	Base-Sub-base	Cumple	No Cumple
3+320	38.4	Bueno	Base-Sub-base	Cumple	No Cumple
4+660	20.1	Bueno	Base-Sub-base	No Cumple	No Cumple

Fuente: Autor

Los presentes resultados de la tabla 23 en comparación con la tabla 22, indican que las resistencias de la Base son las aceptables para dar un adecuado funcionamiento al pavimento, pero al comparar con la clasificación de la norma MOP 2002, no cumple para dar dicho funcionamiento o resistencia.

#### 4.2.5 Resultados del Ensayo del PCI [31]

Al haber culminado la inspección de campo, se puede utilizar la información detallada de daños para poder calcular el PCI, este cálculo fue realizado manualmente por lo cual se basa en los Valores Deducidos de cada daño identificado según sea la cantidad y severidad que exista en la unidad de muestreo.

Para calcular los valores deducidos se totaliza cada tipo y nivel de severidad de daño adjuntándolos en una columna, obteniendo así el total como se muestra anteriormente en la tabla 9 utilizando el formato PCI-0.1 en el cual está detallado el proceso de datos obtenidos, pero cabe aclarar que para el cálculo de la densidad es el total de las cantidades parciales de cada daño dividido para el área total de la unidad de muestreo lo cual está expresado en porcentaje.

Obtenido la cantidad de la densidad, se plantea dirigirnos a las tablas o ábacos que se encuentran en los Anexos D-16 al D-30, en los cuales podemos encontrar los valores deducidos dependiendo de la severidad en las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño”.

Según el procedimiento para hallar el valor deducido máximo admisible se propone una condición la cual es la siguiente y dice que: “si ninguno o tan solo uno de los valores deducidos es mayor que 2, se usa el valor deducido total en lugar del mayor valor deducido corregido, es decir directamente se calcula el PCI de la unidad restando de 100 el Máximo Valor Deducido Corregido”. Caso contrario se determina el número máximo admisible de valores deducidos utilizando la siguiente ecuación:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \quad (\text{Ecuacion 8})$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

A continuación, se muestra el desarrollo y resultados para obtener el PCI de la unidad de muestreo en la tabla 24:

Tabla 24. Cálculos y Resultados del PCI de la Unidad de Muestreo

DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	ALTA	MEDIA	BAJA									
AP(12)		X		8.42					8.42	4.260	2	
FB(7)		X		6.4					6.4	3.238	8	
DA(19)		X		0.9					0.9	0.455	7	
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)											17	
NUMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)												
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$			$HDV_i =$ Mayor valor deducido individual $HDV_i =$ 8 $m_i =$ 9.45 $PCI =$ 100 - MVDC $PCI =$ <span style="background-color: yellow;">88</span>									
No.	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	VDC				
1	8	7	2			17	3	7				
2	8	7	2			17	2	12				
3	8	2	2			12	1	12				
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
Maximo Valor de Deducion Corregido (MVDC)									12			

Fuente: Autor

En cuanto al valor deducido corregido (VDC), se lo determina con el Total de los valores deducidos, los cuales son llevados al Abaco que se encuentra en el Anexo D-31, para luego interactuar con las curvas q (número de deducciones mayores a 2 puntos) de dicho ábaco, encontrando así los valores de VDC.

El mismo proceso se utiliza para las siguientes unidades de muestreo que conforman el tramo en estudio, los resultados totales se muestran en la siguiente tabla 25, la cual nos indica el PCI de todas las unidades de muestreo:

Tabla 25. Cálculos y Resultados del PCI de la Sección de Vía

<b>Mayor Valor Deducido Individual Para la Unidad de Muestreo</b>			
<b>Unidad de muestreo</b>	<b>Máximo Valor Deducido Corregido (MVDC)</b>	<b>PCI</b>	<b>Clasificación</b>
u1	12	88	Excelente
u2	10	90	Excelente
u3	22	78	Muy Bueno
u4	3	97	Excelente
u5	9.5	91	Excelente
u6	3	97	Excelente
u7	21	79	Muy Bueno
u8	17	83	Muy Bueno
u9	25	75	Muy Bueno
u10	7	93	Excelente
u11	6	94	Excelente
u12	14	86	Muy Bueno
u13	6	94	Excelente
u14	50	50	Regular
<b>Promedio del PCI =</b>		<b>85</b>	<b>Muy Bueno</b>

Fuente: Autor

Al haber determinado los valores de PCI de las unidades de muestreo, se puede determinar el Índice de Condición del Pavimento del tramo de vía total, el cual se determina mediante el promedio del PCI, es decir el total de los valores del PCI dividido para el número de unidades de muestreo, el cual se ha determinado en la tabla 25.

Esta presente clasificación está condicionada de acuerdo a la norma ASTM D633-07, la cual está en base a la siguiente tabla 26:

Tabla 26. Rangos De Calificación Del PCI

Rango	Clasificación
100 – 86	Excelente
85 – 71	Muy Bueno
70 – 56	Bueno
55 – 41	Regular
40 – 26	Malo
25 – 11	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Fuente: Luis Vásquez, 2002

#### 4.2.6 Ensayo de Viga Benkelman

En el presente ensayo se determinó las deflexiones de la vía, con el propósito de detectar el estado o condición de deformación de la capa de rodadura el cual se lo desarrolla a continuación en la tabla 27:

Tabla 27. Lecturas Obtenidas de la Viga Benkelman

DEFLEXIONES OBTENIDAS DE LA VIGA BENKELMAN															
No	ABSCISA	Deflexiones (x-10-2) mm						Deflexiones Reales (x-10-2) mm						Temperatura (°C)	Espesor del Asfalto (cm)
		d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal		
1	km 2+500	0	5	9	15	22	29	58	48	40	28	14	0	32	10
2	km 2+700	0	13	21	31	46	47	94	68	52	32	2	0	33	9
3	km 2+960	0	14	19	22	23	25	50	22	12	6	4	0	32	10
4	km 3+260	0	12	29	44	47	48	96	72	38	8	2	0	34	10
5	km 3+460	0	14	27	41	50	51	102	74	48	20	2	0	33	8
6	km 3+660	0	9	17	20	23	23	46	28	12	6	0	0	33	8
7	km 3+960	0	9	26	39	42	43	86	68	34	8	2	0	34	10
8	km 4+080	0	9	28	40	53	54	108	90	52	28	2	0	34	10
9	km 4+220	0	12	27	35	38	40	80	56	26	10	4	0	34	9
10	km 4+420	0	13	33	45	47	48	96	70	30	6	2	0	34	10
11	km 4+680	0	12	28	35	38	39	78	54	22	8	2	0	36	10

Fuente: Autor

Al obtener las deformaciones reales posteriormente se procede a calcular las deformaciones corregidas por temperatura y por estacionalidad.

Para poder encontrar los valores de deformación por temperatura de la carpeta asfáltica, se lo realiza mediante la siguiente fórmula propuesta:

$$DC = \frac{\text{Deflexiones de campo}}{\left[1 * 10^{-3} * \frac{1}{\text{cm}^{\circ}\text{C}} * e * (T - 20^{\circ}\text{C})\right] + 1} \quad (\text{Ecuacion 9})$$

Donde:

$D_c$ = Deflexión corregida por temperatura

$e$ = Espesor teórico de la carpeta asfáltica en cm

$T$  = Temperatura del pavimento en °C

En el cálculo para las deflexiones corregidas por estacionalidad está basada por el estado del clima y como se está comportando la capa asfáltica de la vía en dicho estado la cual se puede calcular mediante la siguiente formula plateada a continuación:

$$DT = D_c * \text{factor de corrección por estacionalidad} \quad (\text{Ecuación 10.})$$

El factor de corrección por clima está en base al tipo de suelo y periodo del clima el cual se determina en la siguiente tabla 28:

Tabla 28. Factores de Corrección de las Deflexiones Benkelman por Clima

Naturaleza del suelo de subrasante	Factor de Corrección por Clima		
	Periodo Lluvioso	Periodo intermedio	Periodo Seco
Suelos Arenosos y Permeables	1.0	1.0 - 1.1	1.1 - 1.3
Suelos Arcillosos e impermeables	1.0	1.2 - 1.5	1.5 - 1.8

Fuente: INVIAS, 2002

Según los resultados de los ensayos de suelos, indica que el suelo (Subrasante) está en la categoría de suelos arcillosos e impermeable, la identificación se lo realizo mediante el Limite liquido e Índice plástico que se lo puede refutar en los Anexos E-13 al E-18 donde se encuentran las tablas de cálculos y resultados.

Se analiza mediante la tabla 29, el cual es un resumen de resultados de Limite Liquido e Índice de Plasticidad.

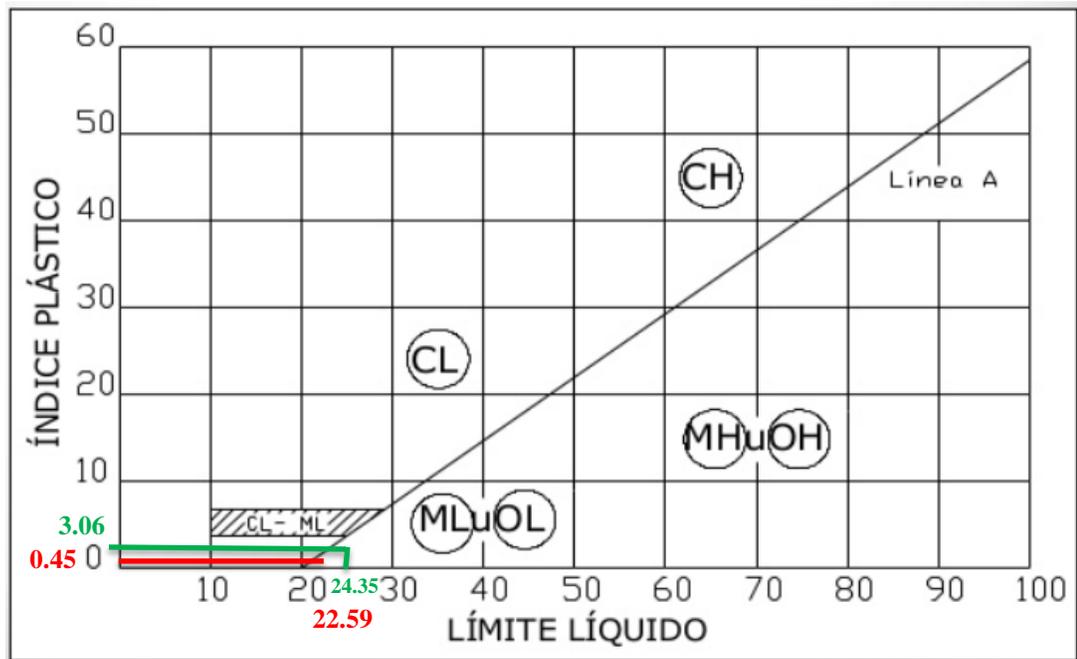
Tabla 29. Resumen de Limite liquido e Índice plástico

Resultados del Ensayo de Compactación			
Abscisa	Limite Liquido %	Limite Plástico %	Índice de plasticidad
2+350	23.04	22.59	0.45
3+320	23.93	30.32	-6.39
4+660	24.35	21.29	3.06

Fuente: Autor

En la presente figura 27 de plasticidad podemos identificar cuáles son las características de la subrasante mediante los resultados de Limite Liquido y Índice de Plasticidad

Figura 27. Gráfico de Plasticidad



Fuente: ASTM D-2487-93, 2010

Como se puede observar en la figura 27 las características de la subrasante que están por debajo de la línea A, teniendo como clasificación: Limos y Arcillas con un Limite liquido de menor o igual a 50 y considerado como ML(Limoso) en base a la tabla 35.4 de propiedades de los suelos clasificados según la ASTM que se encuentra en el Anexo E-19

Al ser analizado el tipo de la naturaleza del suelo se procede a escoger el factor de corrección por clima en un periodo intermedio el cual es de 1.2.

En la tabla 30 se procede a calcular y obtener los resultados de deflexión por temperatura y estacionalidad:

Tabla 30. Cálculo de Deflexiones por Estacionalidad y Temperatura

<b>DEFLEXIONES OBTENIDAS DE LA VIGA BENKELMAN</b>												
<b>Deflexiones Corregidas por Temperatura (x-10-2) mm</b>						<b>Deflexiones por Estacionalidad (x-10-2) mm</b>						<b>Temperatura (°C)</b>
<b>d0</b>	<b>d25</b>	<b>d50</b>	<b>d100</b>	<b>d300</b>	<b>Dfinal</b>	<b>d0</b>	<b>d25</b>	<b>d50</b>	<b>d100</b>	<b>d300</b>	<b>Dfinal</b>	
51.79	42.86	35.71	25.00	12.50	0.00	62.14	51.43	42.86	30.00	15.00	0	32
84.15	60.88	46.55	28.65	1.79	0.00	100.98	73.05	55.86	34.38	2.15	0	33
44.64	19.64	10.71	5.36	3.57	0.00	53.57	23.57	12.86	6.43	4.29	0	32
84.21	63.16	33.33	7.02	1.75	0.00	101.05	75.79	40.00	8.42	2.11	0	34
92.39	67.03	43.48	18.12	1.81	0.00	110.87	80.43	52.17	21.74	2.17	0	33
41.67	25.36	10.87	5.43	0.00	0.00	50.00	30.43	13.04	6.52	0.00	0	33
75.44	59.65	29.82	7.02	1.75	0.00	90.53	71.58	35.79	8.42	2.11	0	34
94.74	78.95	45.61	24.56	1.75	0.00	113.68	94.74	54.74	29.47	2.11	0	34
71.05	49.73	23.09	8.88	3.55	0.00	85.26	59.68	27.71	10.66	4.26	0	34
84.21	61.40	26.32	5.26	1.75	0.00	101.05	73.68	31.58	6.32	2.11	0	34
67.24	46.55	18.97	6.90	1.72	0.00	80.69	55.86	22.76	8.28	2.07	0	36

Fuente: Autor

Luego de haber obtenido dichas deflexiones de la tabla 29, se procede a calcular la desviación estándar, deflexión característica, deflexión admisible y crítica.

Para calcular la desviación estándar se calcula utilizando los valores de las deflexiones iniciales (d0) por estacionalidad.

Para hallar la deflexión característica se lo determina mediante la siguiente ecuación:

$$D_c = D_p + f * \gamma \text{ (Ecuacion 11)}$$

Donde:

$D_c$  = Deflexión característica

$f$  = factor igual a 1.645

$\gamma$  = Desviación estándar

Luego, para encontrar la deflexión admisible se propone plantear la ecuación siguiente:

$$D_a = \left(\frac{1.15}{W_{18}}\right)^{1/4} \text{ (Ecuacion 12)}$$

Donde:

$D_a$  = Deflexión admisible

$W_{18}$  = número de ejes equivalentes.

El número de ejes equivalentes se los determina mediante el factor de daño del tipo de vehículo por el tráfico promedio diario anual en base a la tabla 15 presentada anteriormente, a continuación, se presenta los factores de daño según el tipo de vehículo.

Tabla 31. Factor de Daño

FACTORES DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHICULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TÁMDEM		TRIDEM		Factor de Daño
	Tons	(P/6.6) <sup>4</sup>	Tons	(P/8.2) <sup>4</sup>	Tons	(P/15) <sup>4</sup>	Tons	(P/23) <sup>4</sup>	
Bus	4	0.13	8	0.91					1.04
C2-P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
C2-G	6	0.68	11	3.24					3.92
C-3	6	0.68			18	2.07			2.76
C-4	6	0.68					25	1.40	2.08
C-5	6	0.68			18	4.15			4.83
C-6	6	0.68			18	2.07	25	1.40	4.15

Fuente: Autor

Para hallar el valor de W18 se emplea la ecuación que se muestra a continuación:

$$W18 = \Sigma TPDA \text{ vehículos pesados} * FD * 365 \text{ (Ecuación 13)}$$

Tabla 32. Cálculo del Número de Ejes Equivalentes

Cálculo del W18 en base al TPDA			
TPDA camiones		Factor de daño	W18 por Clase de vehículo
Bus	36	1.04	13676.9908
Camión			
C2-P	127	1.29	59610.3667
C2-G	24	3.92	35781.8663
W18 =			109069.224

Fuente: Autor

Donde:

W18 = número de ejes equivalentes.

TPDA = Tránsito promedio diario anual.

FD = Factor de daño

El número de ejes equivalentes **W18 = 109069.22**

Al saber el W18 se procede a calcular la deflexión crítica con la ecuación 14 que se presenta en esta sección:

$$D_{cr} = \left(\frac{1.90}{W_{18}}\right)^{1/5.3} \text{ (Ecuacion 14)}$$

Donde:

$D_{cr}$  = Deflexión crítica

W18= número de ejes equivalentes.

El siguiente dato para calcular es de vital importancia ya que da a conocer el valor del radio de curvatura, y se lo encuentra mediante la ecuación siguiente:

$$R = \left( \frac{10 * 25^2}{2 * (D_0 - D_{25})} \right) \text{ (Ecuación 15)}$$

Donde:

R= Radio de curvatura

D<sub>0</sub>= Deflexión por estacionalidad inicial

D<sub>25</sub>= Deflexión por estacionalidad a los 25 cm

En la posterior tabla 33, se muestra los resultados de las deflexiones y el radio de curvatura con las ecuaciones planteadas anteriormente:

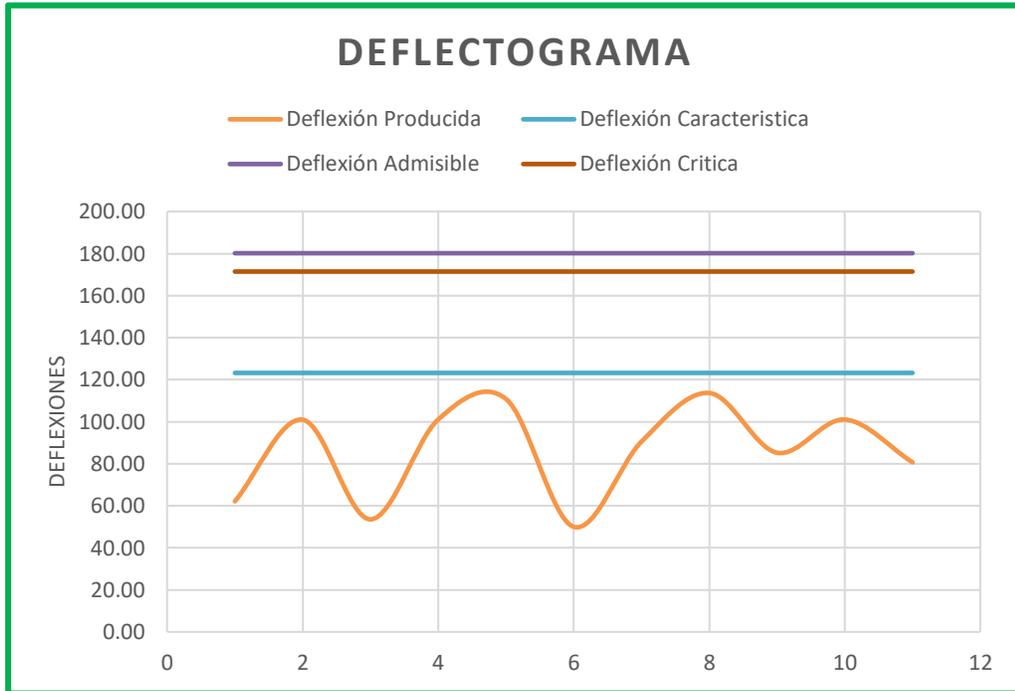
Tabla 33. Resumen de los Resultados

Deflexiones por Estacionalidad						Temperatura (°C)	Radio de curvatura (m)
d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal		
62.14	51.43	42.86	30.00	15.00	0	32	291.67
100.98	73.05	55.86	34.38	2.15	0	33	111.88
53.57	23.57	12.86	6.43	4.29	0	32	104.17
101.05	75.79	40.00	8.42	2.11	0	34	123.70
110.87	80.43	52.17	21.74	2.17	0	33	102.68
50.00	30.43	13.04	6.52	0.00	0	33	159.72
90.53	71.58	35.79	8.42	2.11	0	34	164.93
113.68	94.74	54.74	29.47	2.11	0	34	164.93
85.26	59.68	27.71	10.66	4.26	0	34	122.18
101.05	73.68	31.58	6.32	2.11	0	34	114.18
80.69	55.86	22.76	8.28	2.07	0	36	125.87
RESULTADOS							
Deflexión Promedio				86.35	mm x10-2		
Desviación Estándar				22.42	mm x10-2		
Deflexión Característica				123.23	mm x10-2		
Deflexión Admisible				180.20	mm x10-2		
Deflexión Crítica				171.46	mm x10-2		
Radio de curvatura promedio				132.43	m		

Fuente: Autor

En la siguiente figura se puede interpretar en que características se encuentra la capa de rodadura de la vía en estudio en base al ensayo de la viga Benkelman.

Figura 28. Deflectograma



Fuente: Autor

Interpretación de resultados en base a las siguientes tablas 34 y 35 que se propone para evaluación de resultados del ensayo de la viga Benkelman.

Tabla 34. Criterios para analizar la calidad estructural 1

Hipótesis	Comportamiento de la Subrasante		Comportamiento del Pavimento	
	I	$D < D_{adm}$	Buena	$R_c > 100m$
II	$D > D_{adm}$	Mala	$R_c > 100m$	Bueno
III	$D < D_{adm}$	Buena	$R_c < 100m$	Malo
IV	$D > D_{adm}$	Mala	$R_c < 100m$	Malo

Fuente: Criterios para la evaluación estructural DNER PRO 11-79

Tabla 35. Criterios para analizar la calidad estructural 2

Hipótesis	Datos deflectométricos obtenidos	Calidad estructural	Necesidad de estudios complementarios	Criterio para el cálculo del refuerzo	Medidas correctivas
<b>I</b>	$D_p \leq D_{adm}$ , $R \geq 100m$	Buena	NO	.....	Solo corrección de superficie
<b>II</b>	$D_p > D_{adm}$ , $R \geq 100m$	Si $D_p \leq 3D_{adm}$ Regular	NO	Deflectométrico	Refuerzo
<b>III</b>	$D_p \leq D_{adm}$ , $R < 100m$	Si $D_p \leq 3D_{adm}$ Regular	NO	Resistencia	Refuerzo estructura del pavimento
<b>IV</b>	$D_p > D_{adm}$ , $R \geq 100m$	Si $D_p > 3D_{adm}$ Malo	SI	Deflectométrico y resistencia	Refuerzo y reconstrucción
<b>V</b>	$D_p > D_{adm}$ , $R \geq 100m$	Regular a Malo	SI	Deflectométrico y resistencia	Refuerzo y reconstrucción
<b>VI</b>	$D_p > D_{adm}$ , $R < 100m$	Malo	SI	Resistencia	Refuerzo y reconstrucción
<b>VII</b>	.....	Malo, pavimento con deformación permanente y rotura plástica	SI	Resistencia	Reconstrucción

Fuente: Criterios para la evaluación estructural DNER PRO 11-79

Como se puede observar en las tablas 34 y 35, se ha podido determinar que la deflexión producida es menor que la deflexión admisible y el radio de curvatura es mayor a 100, indica que la calidad estructural esta buena y no necesita estudios complementarios por lo que solo debe tomarse medidas de corrección superficiales.

#### 4.3 Verificación de Hipótesis

Posterior al análisis e interpretación de resultados realizados en la presente investigación se confirma el cumplimiento de la hipótesis planteada verificando que la implementación de un proceso de conservación vial permitirá preservar la estructura de la capa de rodadura de la Vía alterna Patate - Baños en el tramo 2+350 km – 4+700 – (Sector: Campamento Chacauco – Quinta los Sauces) de la Provincia del Tungurahua.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Los estudios comprendidos en este proyecto experimental proponen dar una solución con respecto a la conservación vial en las características físicas mediante el levantamiento georreferenciado, TPDA, estudio de suelos CBR, Índice de Condición del Pavimento y ensayo de la Viga Benkelman.
- Para el levantamiento georreferenciado de la vía alterna Patate - Baños en el tramo del Km 2+350 hasta el Km 4+700, se determinó las dimensiones y características actuales de la vía, así se pudo abscisar y obtener los puntos para la extracción de las calicatas y así mismo los puntos de ubicación para realizar el ensayo con la viga Benkelman.
- El estudio del TPDA reveló la cantidad de vehículos por día y el tipo de vía en la que se encuentra según la clasificación de la MTOP 2002, donde se determinó los 2398 vehículos por día y una vía colectora clase II, de acuerdo con su importancia, está destinada a recibir el tráfico de los caminos vecinales la que está conforma de dos carriles en ambos sentidos de mediana capacidad la cual es funcional y satisfactoria con las características actuales.
- Se pudo determinar el Índice de Condición del Pavimento (PCI) del tramo Km 2+350 hasta el Km 4+700 sección única que tiene un valor promedio de 85 lo que se clasifica como muy bueno de acuerdo con la clasificación del ASTM D6433-07.
- Al realizar el ensayo de la viga Benkelman se determinó en la sección única de la vía, que tiene una deflexión promedio de  $86.35 \text{ mm} \times 10^{-2}$  que son valores menores a la deflexión admisible de  $180.20 \text{ mm} \times 10^{-2}$ , por lo que se puede decir que la subrasante está en buen estado.
- Mediante el desempeño del ensayo de la viga Benkelman se pudo determinar el radio de curvatura del tramo de la vía que es de 132.43m en promedio, los valores calculados en cada punto de los ensayos realizados son mayores a 100, esto indica que el comportamiento del pavimento es bueno y no necesita de actividades complementarias o adicionales para su mantenimiento en base a la norma brasileña de evaluación estructural DNER PRO-11-79.

- Con respecto al ensayo de suelos los resultados del CBR de la subrasante es de 22.6%, 7.5% y 14.5%, que en base los datos de la Norma AASHTO-93 la clasificación general para una Subrasante es de 3 a 7% para que sea pobre a regular, en cuanto a los resultados podemos observar que las calicatas 1, 2 y 3 cumplen con la norma establecida, pero al comparar con la Normativa MOP 2002 de este país solamente la muestra de la primera calicata cumple con la resistencia ya que esta norma propone un 20% mínimo de CBR, y las 2 muestras restantes no ya cumplen con dicho requerimiento, en cuanto al CBR de la Base es de 32%, 38.4% y 20.1% que corresponde al mismo número de calicatas, la norma AASHTO-93 nos indica que la clasificación general va desde 20 a 50% para ser un material bueno, esto determina que la estructura del pavimento cumple con la funcionalidad adecuada, sin embargo al ser comparadas con la normativa MOP 2002, ésta indica que para que tenga los requerimientos necesarios para ser Subbase tiene que tener un CBR mínimo de 30% y para una Base un CBR mínimo de 80%, lo cual no cumple para ser una Base, por lo que solamente las muestras de las calicatas 1 y 2 se clasificarían como una Subbase.
- Con todos los resultados obtenidos de la subrasante y capa granular, podemos observar que la estructura del tramo Km 2+350 – Km 4+700 de la vía alterna Patate – Baños se encuentran en un buen estado funcional con respecto a la norma AASHTO-93 y no necesita realizarse ningún tipo de cambio de material.

## 5.2. Recomendaciones

- Para realizar los ensayos respectivos de este estudio es factible que el tiempo en que se los realice sea lo más corto posible para que los resultados sean óptimamente representativos y cuando sean comparados tengan similitud para dar un diagnóstico del estado físico y estructural de la vía en estudio.
- En el levantamiento georreferenciado es conveniente utilizar un solo equipo para evitar que los datos recogidos tengan diferencia por el posicionamiento, altitud o sistema de georreferenciación.
- Es esencial que al realizar el conteo de vehículos para calcular el TPDA, se designe previamente estaciones de conteo cómodas, ya que el clima puede cambiar de un momento a otro y el cambio de estación improvisado puede pasar por alto el registro de algunos vehículos y esto perjudicaría el conteo real dentro de las 12 horas.
- Al comenzar con el ensayo del PCI o de la viga Benkelman, llevar el equipo de prevención tales como los conos de tránsito, chalecos reflectivos y paletas de anuncio de pare para evitar posibles accidentes en la vía, anunciando así a los conductores que reduzcan la velocidad.
- Para el ensayo de la viga Benkelman evitar las curvas con pendiente ya que el equipo de la viga Benkelman puede dar una lectura errónea.
- Realizar un mantenimiento rutinario o preventivo que permite mantener la utilidad de la vía a lo largo de su vida de diseño, y su ejecución es de un mínimo de dos veces cada año para preservar la funcionalidad de las características físicas de la vía alterna Patate-Baños en el tramo del Km 2+350 – Km 4+700 de la provincia de Tungurahua.

## MATERIALES DE REFERENCIAS

### BIBLIOGRAFIA

- [1] NEVI-12 - MTOP, "Conservacion Vial", Ministerio De Transporte Y Obras, Volumen 6, 2013.
- [2] MTOP, "Mantenimiento Por Nivel de Servicio", Programa de inversion, vol. 2012, p. 40, 2012.
- [3] N. Washintong, "Universidad Técnica De Ambato" MSc. tesis, *Repo.Uta.Edu.Ec*, no. 1, p. 130, 2011.
- [4] U. R. Palma and F. D. E. Ingeniería, "Cálculo Del Indice De Condición Del Pavimento ( Pci ) Barranco - Surco – Lima," 2015.
- [5] S. D. Guzzarlapudi, V. K. Adigopula, and R. Kumar, "Comparative studies of lightweight deflectometer and Benkelman beam deflectometer in low volume roads," *J. Traffic Transp. Eng. (English Ed.*, vol. 3, no. 5, pp. 438–447, 2016.
- [6] A. P. Singh, A. Sharma, R. Mishra, M. Wagle, and A. K. Sarkar, "Pavement condition assessment using soft computing techniques," *Int. J. Pavement Res. Technol.*, 2018.
- [7] D. E. Cbr, R. A. La, E. Del, and M. Resiliente, "Comparación de resultados entre deflectometría y ensayos de cbr, relativos a la estimación del módulo resiliente," vol. 3, 2017.
- [8] P. Ospina, M. Chiriboga, and M. Torres, "Tungurahua : una vía alternativa de modernización económica," *Programa de*, vol. Documento, p. 77, 2009.
- [9] V. Rodriguez, "Estudio de impacto ambiental expost", *Conservar un planeta verde es responsabilidad de todos*, pp. 32-38, 2017.
- [10] S. Gonzalez , "Estudio del modelo de gestión para el mantenimiento de calles y avenidas del distrito metropolitano de Quito," 2014.
- [11] B.-C. G. Inés and R.-O. M. Pedro, "Evaluación de pavimentos y decisiones de conservación con base en sistemas de inferencia difusos," *Ing. Investig. y Tecnol.*, vol. 15, no. 3, pp. 391–402, 2014.

- [12] Universidad Mayor De San Simón, “PAVIMENTOS Texto Guía Contenido General,” 2004.
- [13] Universidad de Buenos Aires , Facultad de Ingeniería, “Conceptos básicos sobre pavimentos,” 29 *Marzo*, pp. 1–21, 2014.
- [14] D. Farinango, “Análisis Comparativo de Costos entre el Pavimento Rígido y Pavimento flexible,” Ing. Tesis, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, 2014.
- [15] K. Gamboa, “Cálculo del índice de condición aplicado en del pavimento flexible en la Av. Las Palmeras de Piura,” Ing. Tesis, Universidad de Piura, Piura, Peru, 2009\*.
- [16] F. Sartori, “Construcción pavimento urbano”, Universidad Nacional de Córdoba, AFEMA S.A., Córdoba, Argentina, 2017.
- [17] P. Morales, “Construcción y Conservación de Vías”, Primera reimpresión , Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Nuevas ediciones Ltda. ISBN 978-958-8060-85-9, Bogota, Colombia, 232, pp., 2010.
- [18] H. Rondón, y F. Reyes, “Pavimentos materiales, construccion y diseño”, 1era Edición , Digiprint, ECOE Ediciones. ISBN 978-958-771-172-2, Bogota, Colombia, 339, pp., 2015.
- [19] F. Reyes, “Diseño Racional de Pavimentos”, 1era Edición, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Stilo Impresores Ltda., ISBN 958-683-622-3, Bogota, Colombia, 33, pp., 2003.
- [20] J. Moncayo, “Manual de Pavimentos”, 1era Edición, Editorial Continental, C.E.C.S.A., ISBN 968-26-0218-1, México D.F., México, 29, pp., 1980.
- [21] C. Crespo, “Vias de Comunicación”, 4ta Edición, Editorial Limusa S.A., ISBN 978-968-18-6858-1, México D.F., México, 558, pp., 2010.
- [22] C. Francisca, "Conservacion de caminos de pavimentos flexibles,"Ing. tesis, Universidad de Sonora, Sonora, Mexico, 2002
- [23] E. Fernández, (2017, Febrero 03), Índice de servicialidad Presente (1era Edición) [Online]. Disponible: <http://www.cosanher.com/single-post/2017/03/02/PSI-INDICE-DE-SERVICIALIDAD-PRESENTE>

- [24] J. Irigoyen y L. Fco. Simo, “Identificación de Fallas en Pavimentos y Técnicas de Reparación Catálogo de Fallas,” MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES, Republica Dominicana, 17, pp., 2016.
- [25] M. Díaz, “Conservación de pavimentos asfálticos tramo Sonoita-San Luis Río Colorado,” Ing. Tesis, Universidad de Sonora. División de Ingeniería, Sonora, México, 1997.
- [26] W. Zecenarro, “Manual de Carreteras Conservación Vial,” Ministerio de Transportes y Comunicación, Aspectos Conceptuales, Vol. 1, Peru, 2013.
- [27] L. Ramos, “Análisis de la estructura y del diseño geométrico de la vía Piatúa 4 de Agosto, hasta San Juan de Piatúa del Cantón SANTA CLARA, provincia de PASTAZA para mejorar el tráfico vehicular y fomentar la producción agrícola, ” Ing. Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2013.
- [28] L. Pérez, “Apuntes de Mecánica de Suelos Elemental, ” Laboratorio de Mecánica de suelos, ” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2012.
- [29] Escario, José Luis y Nuñez del Pino, “Caminos,” Madrid, Eapañs, Editorial Almeida, 1973
- [30] R. Robles, “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (Pci) Barranco - Surco – Lima,” Ing. Tesis, Universidad Ricardo Palma, Lima, Peru, 2015.
- [31] L. Vásquez, “Pavement Condition Index (Pci) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras,” Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia, 2002.
- [32] E. Rodríguez, “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla,” Ing. Tesis, Universidad de Piura, Piura, Perú, 2009.
- [33] J. Valarezo, “Evaluación Estructural Usando Viga Benkelman Aplicada a un Pavimento, ” Ing. Tesis, Universidad de Piura, Piura, Perú, 2017.
- [34] K. Escobar, A. García y C. Guzmán, “Análisis Comparativo de la Evaluación de Pavimentos por medio de la Viga Benkelman y el Deflectómetro de Impacto (Falling Weight Deflectometer, Fwd),” Ing. Tesis, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador, 2007.

- [35] M. Marcano, (2018, Enero 24), La Investigación Experimental (1era Edición) [Online]. Disponible: [https://issuu.com/mariamarcan1996/docs/la\\_investigacion\\_experimental\\_pdf](https://issuu.com/mariamarcan1996/docs/la_investigacion_experimental_pdf)
- [36] M. Sierra, (2012, Febrero 20), Tipos mas Usuales de Investigación (1era Edición) [Online]. Disponible: [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/prepa3/tipos\\_investigacion.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa3/tipos_investigacion.pdf)
- [37] Ch. Ibarra, (2011, Octubre 26), Metodología de la Investigación (1era Edición) [Online]. Disponible: <https://metodologadelainvestigacinsiis.blogspot.com/2011/10/tipos-de-investigacion/exploratoria.html?fbclid=Iwar1u3iaetad4s0wycyfnhcapaj5jlrqabeabsx7j9l5knjdzgrnzvml7ba>
- [38] INEC, (2014, Febrero 25), Censo de Población y Vivienda 2010 (1era Edición) [Online]. Disponible: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/portal%20sni%202014/fichas%20f/1805\\_patate\\_tungurahua.pdf?fbclid=iwar0uls7up67xtdnxhj6oreuvu\\_uody22ug69muafv6yfw6mgbyep0v9xxm](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/portal%20sni%202014/fichas%20f/1805_patate_tungurahua.pdf?fbclid=iwar0uls7up67xtdnxhj6oreuvu_uody22ug69muafv6yfw6mgbyep0v9xxm)
- [39] GAD PATATE, (2019, Marzo 10), Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (1era Edición) [Online]. Disponible: [https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n\\_Patate\\_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Patate_(Ecuador))

**ANEXOS**

**ANEXO A**

**CONTEO VEHICULAR**

Anexo A-1: Conteo vehicular del lunes de la vía Patate-Baños en el tramo km 2+350 – km 4+700

ESTACIÓN:		1		ABSCISA:		2+350		
				SENTIDO:		AMBOS SENTIDOS		
				FECHA:		07 / 01 / 19		
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	37	0	2	0	0	2	39	
7:15 - 7:30	53	2	0	0	0	0	55	
7:30 - 7:45	32	0	1	0	0	1	33	
7:45 - 8:00	29	0	0	2	0	2	31	158
8:00 - 8:15	39	2	1	0	0	1	42	161
8:15 - 8:30	25	0	1	2	0	3	28	134
8:30 - 8:45	33	1	0	0	0	0	34	135
8:45 - 9:00	25	2	0	0	0	0	27	131
9:00 - 9:15	43	1	1	0	0	1	45	134
9:15 - 9:30	27	1	2	1	0	3	31	137
9:30 - 9:45	31	0	1	1	0	2	33	136
9:45 - 10:00	29	0	1	1	0	2	31	140
10:00 - 10:15	25	0	0	0	0	0	25	120
10:15 - 10:30	21	0	2	4	0	6	27	116
10:30 - 10:45	28	2	0	0	0	0	30	113
10:45 - 11:00	22	0	2	1	0	3	25	107
11:00 - 11:15	21	0	1	0	0	1	22	104
11:15 - 11:30	34	0	1	1	0	2	36	113
11:30 - 11:45	39	1	2	2	0	4	44	127
11:45 - 12:00	33	1	1	1	0	2	36	138
12:00 - 12:15	24	2	1	1	0	2	28	144
12:15 - 12:30	29	1	2	2	0	4	34	142
12:30 - 12:45	35	0	2	1	0	3	38	136
12:45 - 13:00	20	0	2	3	0	5	25	125
13:00 - 13:15	18	0	0	1	0	1	19	116
13:15 - 13:30	29	0	2	0	0	2	31	113
13:30 - 13:45	26	1	2	0	0	2	29	104
13:45 - 14:00	37	0	0	3	0	3	40	119
14:00 - 14:15	24	0	0	1	0	1	25	125
14:15 - 14:30	28	2	1	0	0	1	31	125
14:30 - 14:45	15	1	0	3	0	3	19	115
14:45 - 15:00	30	0	1	0	0	1	31	106
15:00 - 15:15	33	1	2	1	0	3	37	118
15:15 - 15:30	22	0	1	0	0	1	23	110

15:30 - 15:45	25	0	0	1	0	1	26	117
15:45 - 16:00	44	0	2	2	0	4	48	134
16:00 - 16:15	29	0	1	0	0	1	30	127
16:15 - 16:30	27	1	2	2	0	4	32	136
16:30 - 16:45	28	4	2	0	0	2	34	144
16:45 - 17:00	30	0	0	2	0	2	32	128
17:00 - 17:15	30	1	2	1	0	3	34	132
17:15 - 17:30	28	1	4	0	0	4	33	133
17:30 - 17:45	38	0	0	1	0	1	39	138
17:45 - 18:00	47	1	1	0	0	1	49	155
18:00 - 18:15	33	1	0	0	0	0	34	155
18:15 - 18:30	19	1	1	0	0	1	21	143
18:30 - 18:45	28	1	0	0	0	0	29	133
18:45 - 19:00	34	1	2	0	0	2	37	121
<b>TOTAL</b>	<b>1436</b>	<b>33</b>	<b>52</b>	<b>41</b>	<b>0</b>	<b>93</b>		<b>1562</b>

Fuente: Autor

Anexo A-2: Cuento vehicular del martes de la vía Patate-Baños en el tramo km 2+350 – km 4+700

ESTACIÓN:		1		ABSCISA:		2+350		
				SENTIDO:		AMBOS SENTIDOS		
				FECHA:		08 / 01 / 19		
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	29	0	1	0	0	1	30	
7:15 - 7:30	24	0	2	1	0	3	27	
7:30 - 7:45	35	0	0	2	0	2	37	
7:45 - 8:00	48	3	0	1	0	1	52	146
8:00 - 8:15	37	0	0	0	0	0	37	153
8:15 - 8:30	19	1	1	2	0	3	23	149
8:30 - 8:45	26	1	1	0	0	1	28	140
8:45 - 9:00	40	1	2	1	0	3	44	132
9:00 - 9:15	22	0	0	0	0	0	22	117
9:15 - 9:30	34	1	3	0	0	3	38	132
9:30 - 9:45	27	0	0	2	0	2	29	133
9:45 - 10:00	22	0	0	0	0	0	22	111
10:00 - 10:15	28	0	4	1	0	5	33	122
10:15 - 10:30	28	1	0	3	0	3	32	116
10:30 - 10:45	35	2	0	0	0	0	37	124
10:45 - 11:00	28	1	3	1	0	4	33	135
11:00 - 11:15	26	0	0	1	0	1	27	129
11:15 - 11:30	38	0	3	0	0	3	41	138
11:30 - 11:45	19	0	0	4	0	4	23	124
11:45 - 12:00	22	1	2	1	0	3	26	117
12:00 - 12:15	28	0	1	2	0	3	31	121
12:15 - 12:30	31	0	0	0	1	1	32	112
12:30 - 12:45	35	1	0	0	0	0	36	125
12:45 - 13:00	42	2	2	1	0	3	47	146
13:00 - 13:15	43	0	1	0	0	1	44	159
13:15 - 13:30	44	0	1	2	0	3	47	174
13:30 - 13:45	45	2	0	2	0	2	49	187
13:45 - 14:00	43	0	0	0	0	0	43	183
14:00 - 14:15	27	1	0	1	0	1	29	168
14:15 - 14:30	33	1	3	1	0	4	38	159
14:30 - 14:45	28	2	0	0	0	0	30	140
14:45 - 15:00	30	0	0	0	0	0	30	127
15:00 - 15:15	29	1	3	1	0	4	34	132
15:15 - 15:30	37	1	0	0	0	0	38	132

15:30 - 15:45	31	2	0	0	0	0	33	135
15:45 - 16:00	34	0	1	2	0	3	37	142
16:00 - 16:15	25	1	0	3	0	3	29	137
16:15 - 16:30	30	1	1	0	0	1	32	131
16:30 - 16:45	42	0	0	1	0	1	43	141
16:45 - 17:00	26	0	1	1	0	2	28	132
17:00 - 17:15	37	0	3	0	0	3	40	143
17:15 - 17:30	28	0	3	0	0	3	31	142
17:30 - 17:45	36	0	0	2	0	2	38	137
17:45 - 18:00	31	1	0	0	0	0	32	141
18:00 - 18:15	34	0	1	0	0	1	35	136
18:15 - 18:30	26	1	1	2	0	3	30	135
18:30 - 18:45	34	0	0	0	0	0	34	131
18:45 - 19:00	39	1	1	0	0	1	41	140
<b>TOTAL</b>	<b>1535</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>41</b>	<b>1</b>	<b>87</b>		<b>1652</b>

Fuente: Autor

Anexo A-3: Cuento vehicular del miércoles de la vía Patate-Baños en el tramo km 2+350 – km 4+700.

ESTACIÓN:		1		ABSCISA:		2+350		
				SENTIDO:		AMBOS SENTIDOS		
				FECHA:		09/01/19		
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	38	0	0	0	0	0	38	
7:15 - 7:30	42	0	1	1	0	2	44	
7:30 - 7:45	45	0	3	0	0	3	48	
7:45 - 8:00	42	1	1	1	0	2	45	175
8:00 - 8:15	34	1	0	1	0	1	36	173
8:15 - 8:30	43	0	1	0	0	1	44	173
8:30 - 8:45	38	1	0	2	0	2	41	166
8:45 - 9:00	19	2	1	1	0	2	23	144
9:00 - 9:15	26	0	0	1	0	1	27	135
9:15 - 9:30	28	2	2	0	0	2	32	123
9:30 - 9:45	32	0	0	2	0	2	34	116
9:45 - 10:00	33	1	1	0	0	1	35	128
10:00 - 10:15	34	0	2	1	0	3	37	138
10:15 - 10:30	26	0	2	0	0	2	28	134
10:30 - 10:45	34	0	0	2	0	2	36	136
10:45 - 11:00	27	1	1	1	0	2	30	131
11:00 - 11:15	30	1	1	0	0	1	32	126
11:15 - 11:30	41	0	1	1	0	2	43	141
11:30 - 11:45	26	0	0	1	0	1	27	132
11:45 - 12:00	28	0	0	0	0	0	28	130
12:00 - 12:15	32	1	3	0	0	3	36	134
12:15 - 12:30	38	2	0	4	0	4	44	135
12:30 - 12:45	20	0	0	0	0	0	20	128
12:45 - 13:00	35	1	0	0	0	0	36	136
13:00 - 13:15	47	0	1	0	0	1	48	148
13:15 - 13:30	39	1	0	2	0	2	42	146
13:30 - 13:45	46	2	1	0	0	1	49	175
13:45 - 14:00	36	0	3	0	0	3	39	178
14:00 - 14:15	34	0	0	1	0	1	35	165
14:15 - 14:30	40	1	2	0	0	2	43	166
14:30 - 14:45	41	1	1	0	0	1	43	160
14:45 - 15:00	29	1	2	2	0	4	34	155
15:00 - 15:15	25	0	1	3	0	4	29	149
15:15 - 15:30	25	0	2	0	0	2	27	133
15:30 - 15:45	42	2	1	1	0	2	46	136

15:45 - 16:00	31	1	3	0	0	3	35	137
16:00 - 16:15	47	0	0	1	0	1	48	156
16:15 - 16:30	26	0	2	1	0	3	29	158
16:30 - 16:45	33	2	1	1	0	2	37	149
16:45 - 17:00	31	0	1	0	0	1	32	146
17:00 - 17:15	37	3	2	2	0	4	44	142
17:15 - 17:30	29	0	2	1	0	3	32	145
17:30 - 17:45	29	1	1	0	0	1	31	139
17:45 - 18:00	28	0	2	0	0	2	30	137
18:00 - 18:15	46	0	1	0	0	1	47	140
18:15 - 18:30	35	2	2	1	0	3	40	148
18:30 - 18:45	51	0	1	4	0	5	56	173
18:45 - 19:00	44	1	0	0	0	0	45	188
<b>TOTAL</b>	<b>1662</b>	<b>32</b>	<b>52</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	<b>91</b>		<b>1785</b>

Fuente: Autor

Anexo A-4: Cuento vehicular del jueves de la vía Patate-Baños en el tramo km 2+350 – km 4+700.

ESTACIÓN:		1		ABSCISA:		2+350		
				SENTIDO:		AMBOS SENTIDOS		
				FECHA:		10 / 01 / 19		
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	46	2	2	1	0	3	51	
7:15 - 7:30	38	0	2	1	0	3	41	
7:30 - 7:45	34	1	2	0	0	2	37	
7:45 - 8:00	43	1	3	2	0	5	49	178
8:00 - 8:15	37	2	0	2	0	2	41	168
8:15 - 8:30	40	0	2	2	0	4	44	171
8:30 - 8:45	35	1	0	0	0	0	36	170
8:45 - 9:00	37	1	1	1	0	2	40	161
9:00 - 9:15	29	0	4	0	0	4	33	153
9:15 - 9:30	33	1	0	2	0	2	36	145
9:30 - 9:45	36	2	2	1	0	3	41	150
9:45 - 10:00	28	0	2	0	0	2	30	140
10:00 - 10:15	27	0	1	1	0	2	29	136
10:15 - 10:30	25	0	2	2	0	4	29	129
10:30 - 10:45	25	1	1	0	0	1	27	115
10:45 - 11:00	30	1	1	1	0	2	33	118
11:00 - 11:15	33	1	2	2	0	4	38	127
11:15 - 11:30	23	1	3	1	0	4	28	126
11:30 - 11:45	23	0	1	2	0	3	26	125
11:45 - 12:00	25	1	0	0	0	0	26	118
12:00 - 12:15	41	0	2	2	0	4	45	125
12:15 - 12:30	34	1	1	0	0	1	36	133
12:30 - 12:45	28	0	1	1	0	2	30	137
12:45 - 13:00	34	2	0	1	0	1	37	148
13:00 - 13:15	49	2	2	0	0	2	53	156
13:15 - 13:30	44	1	3	1	0	4	49	169
13:30 - 13:45	33	0	1	0	0	1	34	173
13:45 - 14:00	35	2	1	0	0	1	38	174
14:00 - 14:15	35	3	3	2	0	5	43	164
14:15 - 14:30	33	1	3	1	0	4	38	153
14:30 - 14:45	28	0	0	0	0	0	28	147
14:45 - 15:00	36	0	2	2	0	4	40	149
15:00 - 15:15	31	1	1	2	0	3	35	141
15:15 - 15:30	28	0	1	0	0	1	29	132

15:30 - 15:45	39	0	0	1	0	1	40	144
15:45 - 16:00	30	0	1	2	0	3	33	137
16:00 - 16:15	33	0	0	0	0	0	33	135
16:15 - 16:30	44	1	4	2	0	6	51	157
16:30 - 16:45	25	1	0	1	0	1	27	144
16:45 - 17:00	31	0	2	1	0	3	34	145
17:00 - 17:15	41	0	2	2	0	4	45	157
17:15 - 17:30	39	1	0	0	0	0	40	146
17:30 - 17:45	46	1	2	1	0	3	50	169
17:45 - 18:00	32	0	1	0	0	1	33	168
18:00 - 18:15	30	2	2	2	0	4	36	159
18:15 - 18:30	32	0	0	0	0	0	32	151
18:30 - 18:45	34	1	3	1	0	4	39	140
18:45 - 19:00	33	0	1	0	0	1	34	141
<b>TOTAL</b>	<b>1625</b>	<b>36</b>	<b>70</b>	<b>46</b>	<b>0</b>	<b>116</b>	<b>1777</b>	

Fuente: Autor

Anexo A-5: Cuento vehicular del viernes de la vía alterna Patate-Baños en el tramo km 2+350 – km 4+700.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 									
<b>PROYECTO:</b> 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.									
<b>ENSAYADO:</b> Egdo. Darío Chicaiza									
<b>UBICACIÓN:</b> Sector Campamento Chacauco									
<b>CONTEO VEHÍCULAR DE LA VÍA PATATE - BAÑOS (DOS SENTIDO)</b>									
ESTACIÓN:			1			ABSCISA:		2+350	
						SENTIDO:		AMBOS SENTIDOS	
						FECHA:		11 / 01 / 19	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO	
			C - 2L	C - 2	C - 3				
7:00 - 7:15	19	1	1	1	0	2	22		
7:15 - 7:30	38	0	1	2	0	3	41		
7:30 - 7:45	38	0	1	1	0	2	40		
7:45 - 8:00	41	2	3	1	0	4	47	150	
8:00 - 8:15	41	1	0	0	0	0	42	170	
8:15 - 8:30	35	0	2	2	0	4	39	168	
8:30 - 8:45	32	1	0	2	0	2	35	163	
8:45 - 9:00	33	1	1	0	0	1	35	151	
9:00 - 9:15	37	0	0	2	0	2	39	148	
9:15 - 9:30	30	0	2	2	0	4	34	143	
9:30 - 9:45	26	0	1	2	0	3	29	137	
9:45 - 10:00	45	1	3	0	0	3	49	151	
10:00 - 10:15	31	0	2	3	0	5	36	148	
10:15 - 10:30	27	0	2	0	0	2	29	143	
10:30 - 10:45	25	1	1	1	0	2	28	142	
10:45 - 11:00	32	0	3	0	0	3	35	128	
11:00 - 11:15	26	0	1	1	0	2	28	120	
11:15 - 11:30	41	0	3	1	0	4	45	136	
11:30 - 11:45	30	2	1	3	0	4	36	144	
11:45 - 12:00	44	2	1	0	0	1	47	156	
12:00 - 12:15	43	0	2	0	0	2	45	173	
12:15 - 12:30	35	0	5	0	0	5	40	168	
12:30 - 12:45	37	3	3	3	0	6	46	178	
12:45 - 13:00	50	0	4	3	0	7	57	188	
13:00 - 13:15	57	0	3	1	0	4	61	204	
13:15 - 13:30	39	2	1	1	0	2	43	207	
13:30 - 13:45	41	1	7	0	0	7	49	210	
13:45 - 14:00	32	4	2	0	0	2	38	191	
14:00 - 14:15	43	1	0	2	0	2	46	176	
14:15 - 14:30	32	1	2	0	0	2	35	168	
14:30 - 14:45	34	0	1	0	1	2	36	155	
14:45 - 15:00	46	1	6	1	0	7	54	171	
15:00 - 15:15	46	0	2	0	0	2	48	173	
15:15 - 15:30	61	4	8	3	0	11	76	214	
15:30 - 15:45	30	1	5	0	0	5	36	214	

15:45 - 16:00	31	1	1	1	0	2	34	194
16:00 - 16:15	42	2	2	1	0	3	47	193
16:15 - 16:30	28	0	1	1	0	2	30	147
16:30 - 16:45	31	0	2	0	0	2	33	144
16:45 - 17:00	37	0	1	1	0	2	39	149
17:00 - 17:15	36	1	5	1	0	6	43	145
17:15 - 17:30	52	0	5	0	0	5	57	172
17:30 - 17:45	48	1	2	2	0	4	53	192
17:45 - 18:00	46	0	1	1	0	2	48	201
18:00 - 18:15	43	0	3	1	0	4	47	205
18:15 - 18:30	38	1	1	0	0	1	40	188
18:30 - 18:45	32	0	2	2	0	4	36	171
18:45 - 19:00	36	0	2	1	1	4	40	163
<b>TOTAL</b>	<b>1797</b>	<b>36</b>	<b>108</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>160</b>		<b>1993</b>

Fuente: Autor

Anexo A-6: Conteo vehicular del sábado de la vía Patate-Baños en el tramo km 2+350 – km 4+700.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
				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.				
<b>PROYECTO:</b>		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.						
<b>ENSAYADO:</b> Egdo. Darío Chicaiza								
<b>UBICACIÓN:</b> Sector Campamento Chacaucó								
CONTEO VEHÍCULAR DE LA VÍA PATATE - BAÑOS (DOS SENTIDO)								
ESTACIÓN:			1			ABSCISA:	2.+350	
						SENTIDO:	AMBOS SENTIDOS	
						FECHA:	12 / 01 / 19	
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	37	0	0	0	0	0	37	
7:15 - 7:30	31	0	2	0	0	2	33	
7:30 - 7:45	31	1	0	0	0	0	32	
7:45 - 8:00	42	1	2	0	0	2	45	147
8:00 - 8:15	48	0	2	1	0	3	51	161
8:15 - 8:30	35	1	0	0	0	0	36	164
8:30 - 8:45	27	0	0	0	0	0	27	159
8:45 - 9:00	29	0	0	0	0	0	29	143
9:00 - 9:15	35	2	1	1	0	2	39	131
9:15 - 9:30	36	0	1	0	0	1	37	132
9:30 - 9:45	34	1	2	2	0	4	39	144
9:45 - 10:00	24	0	3	2	0	5	29	144
10:00 - 10:15	38	1	1	0	0	1	40	145
10:15 - 10:30	53	1	2	0	0	2	56	164
10:30 - 10:45	31	1	1	0	1	2	34	159
10:45 - 11:00	42	1	1	1	0	2	45	175
11:00 - 11:15	37	0	0	0	0	0	37	172
11:15 - 11:30	34	1	1	1	0	2	37	153
11:30 - 11:45	33	0	2	0	0	2	35	154
11:45 - 12:00	29	0	2	0	0	2	31	140
12:00 - 12:15	36	0	0	0	0	0	36	139
12:15 - 12:30	40	0	0	0	0	0	40	142
12:30 - 12:45	26	0	1	1	0	2	28	135
12:45 - 13:00	27	0	4	0	0	4	31	135
13:00 - 13:15	45	0	2	0	0	2	47	146
13:15 - 13:30	38	0	4	1	0	5	43	149
13:30 - 13:45	32	0	0	1	0	1	33	154
13:45 - 14:00	51	1	0	1	0	1	53	176
14:00 - 14:15	44	0	3	0	0	3	47	176
14:15 - 14:30	29	0	1	2	0	3	32	165
14:30 - 14:45	46	3	0	1	0	1	50	182
14:45 - 15:00	48	0	2	0	0	2	50	179
15:00 - 15:15	43	0	2	0	0	2	45	177
15:15 - 15:30	32	0	1	1	0	2	34	179

15:30 - 15:45	46	1	0	0	0	0	47	176
15:45 - 16:00	42	0	1	1	0	2	44	170
16:00 - 16:15	30	0	1	2	0	3	33	158
16:15 - 16:30	39	0	0	0	0	0	39	163
16:30 - 16:45	46	1	4	0	0	4	51	167
16:45 - 17:00	35	1	0	1	0	1	37	160
17:00 - 17:15	28	1	2	0	0	2	31	158
17:15 - 17:30	28	0	1	1	0	2	30	149
17:30 - 17:45	34	1	0	0	0	0	35	133
17:45 - 18:00	36	4	1	1	0	2	42	138
18:00 - 18:15	35	0	3	1	0	4	39	146
18:15 - 18:30	35	0	3	0	0	3	38	154
18:30 - 18:45	44	2	0	0	0	0	46	165
18:45 - 19:00	45	2	0	3	0	3	50	173
<b>TOTAL</b>	<b>1766</b>	<b>28</b>	<b>59</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>86</b>		<b>1880</b>

Fuente: Autor

Anexo A-7: Conteo vehicular del domingo de la vía Patate-Baños en el tramo km 2+350 – km 4+700.

ESTACIÓN:		1		ABSCISA:		0+500		
				SENTIDO:		AMBOS SENTIDOS		
				FECHA:		13 / 01 / 19		
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C - 2L	C - 2	C - 3			
7:00 - 7:15	35	1	0	0	0	0	36	
7:15 - 7:30	30	0	1	1	0	2	32	
7:30 - 7:45	25	1	2	0	0	2	28	
7:45 - 8:00	37	0	0	0	0	0	37	133
8:00 - 8:15	32	1	2	1	0	3	36	133
8:15 - 8:30	30	1	0	1	0	1	32	133
8:30 - 8:45	134	1	0	0	0	0	135	240
8:45 - 9:00	49	2	1	0	0	1	52	255
9:00 - 9:15	37	0	5	3	0	8	45	264
9:15 - 9:30	28	0	0	0	0	0	28	260
9:30 - 9:45	29	3	1	1	0	2	34	159
9:45 - 10:00	38	0	1	3	0	4	42	149
10:00 - 10:15	40	0	2	0	0	2	42	146
10:15 - 10:30	25	1	0	2	0	2	28	146
10:30 - 10:45	43	0	1	0	0	1	44	156
10:45 - 11:00	37	2	2	0	1	3	42	156
11:00 - 11:15	27	0	1	0	0	1	28	142
11:15 - 11:30	30	4	3	1	0	4	38	152
11:30 - 11:45	24	0	0	0	0	0	24	132
11:45 - 12:00	38	0	0	2	0	2	40	130
12:00 - 12:15	32	0	0	0	0	0	32	134
12:15 - 12:30	34	1	0	0	0	0	35	131
12:30 - 12:45	26	2	2	1	0	3	31	138
12:45 - 13:00	48	0	1	1	0	2	50	148
13:00 - 13:15	42	0	3	0	0	3	45	161
13:15 - 13:30	39	0	0	3	0	3	42	168
13:30 - 13:45	32	1	0	1	0	1	34	171
13:45 - 14:00	38	2	1	0	0	1	41	162
14:00 - 14:15	36	1	4	0	0	4	41	158
14:15 - 14:30	32	1	0	0	0	0	33	149
14:30 - 14:45	47	1	0	1	0	1	49	164
14:45 - 15:00	29	0	0	0	0	0	29	152
15:00 - 15:15	42	0	1	1	0	2	44	155
15:15 - 15:30	39	0	0	0	0	0	39	161
15:30 - 15:45	46	1	2	0	0	2	49	161

15:45 - 16:00	46	1	1	1	0	2	49	181
16:00 - 16:15	43	1	0	0	0	0	44	181
16:15 - 16:30	39	0	2	0	0	2	41	183
16:30 - 16:45	26	0	0	0	0	0	26	160
16:45 - 17:00	41	2	0	0	0	0	43	154
17:00 - 17:15	44	1	2	2	0	4	49	159
17:15 - 17:30	45	0	1	0	0	1	46	164
17:30 - 17:45	39	0	0	1	0	1	40	178
17:45 - 18:00	36	0	1	0	0	1	37	172
18:00 - 18:15	39	4	1	0	0	1	44	167
18:15 - 18:30	37	0	0	1	0	1	38	159
18:30 - 18:45	40	0	4	0	0	4	44	163
18:45 - 19:00	46	1	1	0	0	1	48	174
<b>TOTAL</b>	<b>1851</b>	<b>37</b>	<b>49</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>78</b>		<b>1966</b>

Fuente: Autor

## **ANEXO B**

# **CARÁCTERÍSTICAS DE LA VÍA**

Anexo B-1: Abscisado de la vía Patate-Baños en el tramo km 2+350 – km 4+700.

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>ABSCISADO DE LA VÍA PATATE - BAÑOS (TRAMO CAMPAMENTO CHACAUCO-QUINTA LOS SAUCES)</b> </div> 										
<b>PROYECTO:</b> 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.										
<b>REALIZADO:</b> Egdo. Darío Chicaiza									<b>SENTIDO:</b> PATATE - BAÑOS	
<b>UBICACIÓN:</b> Sector Campamento Chacauco										
ABSCIS A	ANCHO DE VÍA (m)	ACERA DERECHA	ACERA IZQUIERDA	CUNETA DERECHA	CUNETA IZQUIERDA	POZO ALCANTARILLADO	PASOS DE AGUA	ENTRADA DERECHA (m)	ENTRADA IZQUIERDA (m)	OBSERVACIONES
TRAMO No 1 - Campamento Chacauco - Quinta los Sauces										
2+350	6.00			X						
2+370	6.00			X						
2+390	6.00			X						
2+410	6.00			X						
2+430	6.00			X						
2+450	6.00			X						
2+470	6.00			X						
2+490	6.00			X						
2+510	6.00			X						
2+530	6.00			X						
2+550	6.00			X						
2+570	6.00			X						
2+590	6.00			X						
2+610	6.60			X						
2+630	7.60			X						

2+650	6.80			X						
2+670	6.40			X					6.85	
2+690	6.00			X						
2+710	6.00			X						
2+730	6.30			X						
2+750	6.90			X						
2+770	6.80			X						
2+790	6.80			X					5.15	
2+810	6.80			X						
2+830	6.80			X						
2+850	6.80			X						
2+870	6.80			X						
2+890	6.80			X						
2+910	6.80			X						
2+930	6.80			X						
2+950	6.50			X						
2+970	6.50			X						
2+990	6.50			X						
3+010	6.50			X						
3+030	6.50			X						
3+050	6.50			X						
3+070	6.50			X						
3+090	6.70			X						
3+110	6.90			X						
3+130	7.20			X						
3+150	7.20			X						
3+170	7.20			X						
3+190	7.00			X						
3+210	6.70			X						
3+230	6.70			X						
3+250	6.70			X						
3+270	6.70			X						

3+290	6.70			X						
3+310	6.50			X						
3+330	6.50			X						
3+350	7.00			X						
3+370	7.00			X						
3+390	7.00			X						
3+410	7.00			X						
3+430	7.00			X						
3+450	7.00			X						
3+470	7.00			X						
3+490	7.00			X						
3+510	7.00			X						
3+530	7.50			X						
3+550	7.80			X						
3+570	7.80			X						
3+590	7.40			X						
3+610	7.60			X						
3+630	7.60			X						
3+650	7.60			X						
3+670	7.60			X						
3+690	7.60			X						
3+710	7.60			X						
3+730	7.60			X						
3+750	7.60			X				3.80		
3+770	7.00			X						
3+790	7.00			X						
3+810	7.00			X						
3+830	7.00			X						
3+850	7.00			X						
3+870	7.00			X						
3+890	7.00			X						
3+910	7.00			X				6.00		

3+930	7.00			X						
3+950	7.00			X						
3+970	7.00			X						
3+990	7.00			X						
4+010	6.40			X						
4+030	6.40			X						
4+050	6.40			X						
4+070	6.70			X						
4+090	6.70			X						
4+110	6.70			X						
4+130	6.70			X						
4+150	6.70			X						
4+170	6.70			X						
4+190	6.70			X						
4+210	6.70			X						
4+230	6.00			X						
4+250	6.00			X						
4+270	6.00			X						
4+290	6.00			X						
4+310	6.60			X						
4+330	6.60			X						
4+350	6.60			X				4.50		
4+370	6.60			X						
4+390	6.60			X						
4+410	6.60			X			5.70			
4+430	6.60			X						
4+450	6.50			X						
4+470	6.50			X						
4+490	6.00			X						
4+510	6.00			X						
4+530	6.00			X						
4+550	6.00			X						

4+570	6.00			X						
4+590	6.00			X						
4+610	6.00			X						
4+630	6.00			X						
4+650	6.00			X						
4+670	6.00			X			7.70			
4+690	6.00			X						
4+700	6.00			X						

Fuente: Autor

## **ANEXO C**

# **PROCTOR MODIFICADO Y CBR**

Anexo C-1: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abscisa km 2+350.

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>								
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B"</b>								
<b>PROYECTO:</b>	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.							
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza			<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> SUELO				
<b>NORMA:</b>	AASHTO T - 180							
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 2+350							
<b>ESPECIFICACIONES</b>								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15672	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2302.7	cm <sup>3</sup>		
Energía de Compactación		<b>Normas:</b>	AASHTO T-180					
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>1. PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3.5	7	10.5	14				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	19763	19968	20223	20240				
Peso suelo humedo W <sub>m</sub> (gr)	4091	4296	4551	4568				
Peso unitario humedo γ <sub>m</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.777	1.866	1.976	1.984				
<b>2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>								
Recipiente numero	63	57	77	83	85	74	32	78
Peso del recipiente W <sub>r</sub>	31.1	31	30.9	30.8	30.7	31.2	26.4	30.8
Rec+suelo humedo W <sub>r</sub> +W <sub>m</sub>	102.3	115.1	103.4	101.9	99.9	95.3	122.5	104
Rec+suelo seco W <sub>s</sub> + W <sub>m</sub>	98.6	110.5	97.2	95.9	91.8	88.1	109	94
Pesos solidos W <sub>s</sub>	67.5	79.5	66.3	65.1	61.1	56.9	82.6	63.2
Peso del agua W <sub>w</sub>	3.7	4.6	6.2	6	8.1	7.2	13.5	10
Cont. Humedad ω%	5.48	5.79	9.35	9.22	13.26	12.65	16.34	15.82
Cont. Humedad promedio ω%	5.63	9.28	12.96	16.08				
Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.682	1.707	1.750	1.709				
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>								
<p>La <b>máxima densidad alcanzada</b> según la gráfica corresponde a <b>1,733 gr/cm<sup>3</sup></b>, la cual corresponde a un <b>contenido de humedad óptimo de 12,5 %</b>, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.</p>								

Fuente: Autor

Anexo C-2: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la Base en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abcisa km 2+350.

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B"</b> 								
<b>PROYECTO:</b>		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.						
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Darío Chicaiza				<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> BASE		
<b>NORMA:</b>		AASHTO T - 180						
<b>UBICACIÓN:</b>		Km 2+350						
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15672	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2302.7	cm3		
Energía de Compactación		<b>Normas:</b>	AASHTO	T-180				
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000	
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20317	20557	20723	20682				
Peso suelo humedo Wm (gr)	4645	4885	5051	5010				
Peso unitario humedo $\gamma_m$ (gr/cm3)	2.017	2.121	2.194	2.176				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	52	49	66	78	78	49	89	90
Peso del recipiente $W_r$	31	30.6	30.9	30.8	30.8	30.6	31.3	30.7
Rec+suelo humedo $W_r+W_m$	128.8	122.9	110	103.7	117.8	120.8	151.3	141.9
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	124.9	119.6	104.9	98.1	109.3	111.9	136.7	130.6
Pesos solidos $W_s$	93.9	89	74	67.3	78.5	81.3	105.4	99.9
Peso del agua $W_w$	3.9	3.3	5.1	5.6	8.5	8.9	14.6	11.3
Cont. Humedad $\omega\%$	4.15	3.71	6.89	8.32	10.83	10.95	13.85	11.31
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	3.93		7.61		10.89		12.58	
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$ (gr/cm3)	1.941		1.971		1.978		1.933	
3. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
La <b>máxima densidad alcanzada</b> según la gráfica corresponde a <b>1,982 gr/cm3</b> , la cual corresponde a un <b>contenido de humedad óptimo de 8,4 %</b> , sin embargo, los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.								

Fuente: Autor

Anexo C-3: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la Subrasante en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abscisa km 3+320.

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>								
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B"</b>								
<b>PROYECTO:</b>	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.							
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza			<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> SUELO				
<b>NORMA:</b>	AASHTO T - 180							
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 3+320							
<b>ESPECIFICACIONES</b>								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16634	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2274.3	cm <sup>3</sup>		
Energía de Compactación		<b>Normas:</b>	AASHTO T-180					
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000	
<b>1. PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3.5	7	10.5	14				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20712	20962	21317	21414				
Peso suelo humedo W <sub>m</sub> (gr)	4078	4328	4683	4780				
Peso unitario humedo γ <sub>m</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.793	1.903	2.059	2.102				
<b>2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W <sub>r</sub>	31.1	30.6	39.6	31.2	26.7	30.7	31.2	25.2
Rec+suelo humedo W <sub>r</sub> +W <sub>m</sub>	110.4	110.2	108	109.4	120.4	114.5	125	111.7
Rec+suelo seco W <sub>s</sub> + W <sub>m</sub>	106.4	105.8	102.1	104.2	110.4	105.7	112.4	99.7
Peso solidos W <sub>s</sub>	75.3	75.2	62.5	73	83.7	75	81.2	74.5
Peso del agua W <sub>w</sub>	4	4.4	5.9	5.2	10	8.8	12.6	12
Cont. Humedad ω%	5.31	5.85	9.44	7.12	11.95	11.73	15.52	16.11
Cont. Humedad promedio ω%	5.58		8.28		11.84		15.81	
Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.698		1.757		1.841		1.815	
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>								
<p>La <b>máxima densidad alcanzada</b> según la gráfica corresponde a <b>1,832 gr/cm<sup>3</sup></b>, la cual corresponde a un <b>contenido de humedad óptimo de 13.4 %</b>, sin embargo, los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.</p>								

Fuente: Autor

Anexo C-4: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la Base en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abcisa km 3+320.

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B"</b> 								
<b>PROYECTO:</b>	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.							
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza							
<b>NORMA:</b>	AASHTO T - 180							
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 3+320							
<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b>								
BASE								
<b>ESPECIFICACIONES</b>								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15672	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2302.7	cm <sup>3</sup>		
Energía de Compactación		<b>Normas:</b>	AASHTO T-180					
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>1. PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	19977	20205	20337	20347				
Peso suelo humedo W <sub>m</sub> (gr)	4305	4533	4665	4675				
Peso unitario humedo γ <sub>m</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.870	1.969	2.026	2.030				
<b>2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>								
Recipiente numero	89	90	52	66	88	81	73	84
Peso del recipiente W <sub>r</sub>	31.3	30.7	31.1	30.9	30.5	30.7	30.6	30.9
Rec+suelo humedo W <sub>r</sub> +W <sub>m</sub>	120.1	96.4	101.6	97.8	105.1	117.7	113.2	121
Rec+suelo seco W <sub>s</sub> + W <sub>m</sub>	116.6	93.7	96.2	92.6	97.5	109.9	104.7	110
Peso solidos W <sub>s</sub>	85.3	63	65.1	61.7	67	79.2	74.1	79.1
Peso del agua W <sub>w</sub>	3.5	2.7	5.4	5.2	7.6	7.8	8.5	11
Cont. Humedad ω%	4.10	4.29	8.29	8.43	11.34	9.85	11.47	13.91
Cont. Humedad promedio ω%	4.19	8.36	10.60	12.69				
Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.794	1.817	1.832	1.802				
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>								
La <b>máxima densidad alcanzada</b> según la gráfica corresponde a <b>1,825gr/cm<sup>3</sup></b> , la cual corresponde a un <b>contenido de humedad óptimo de 9.2 %</b> , sin embargo, los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.								

Fuente: Autor

Anexo C-5: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la Subrasante en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abscisa km 4+660.

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B"</b> 								
<b>PROYECTO:</b>	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.							
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza							
<b>NORMA:</b>	AASHTO T - 180							
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 4+660							
<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> SUELO								
<b>ESPECIFICACIONES</b>								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15672	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2302.7	cm <sup>3</sup>		
Energía de Compactación		<b>Normas:</b>	AASHTO T-180					
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>1. PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3.5	7	10.5	14				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	19688	19899	20133	20232				
Peso suelo humedo W <sub>m</sub> (gr)	4016	4227	4461	4560				
Peso unitario humedo γ <sub>m</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.744	1.836	1.937	1.980				
<b>2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>								
Recipiente numero	86	8	40	50	21	84	49	52
Peso del recipiente W <sub>r</sub>	31.2	26.6	24.1	31.2	27.6	30.9	30.6	31
Rec+suelo humedo W <sub>r</sub> +W <sub>m</sub>	106	110.7	100.7	101.4	106.3	91	113	102.6
Rec+suelo seco W <sub>s</sub> + W <sub>m</sub>	102.1	106.4	94.3	95.6	97.7	84.2	101.8	92.9
Peso solidos W <sub>s</sub>	70.9	79.8	70.2	64.4	70.1	53.3	71.2	61.9
Peso del agua W <sub>w</sub>	3.9	4.3	6.4	5.8	8.6	6.8	11.2	9.7
Cont. Humedad ω%	5.50	5.39	9.12	9.01	12.27	12.76	15.73	15.67
Cont. Humedad promedio ω%	5.44	9.06	12.51	15.70				
Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.654	1.683	1.722	1.712				
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>								
La <b>máxima densidad alcanzada</b> según la gráfica corresponde a <b>1,716 gr/cm<sup>3</sup></b> , la cual corresponde a un <b>contenido de humedad óptimo de 14,6 %</b> , sin embargo, los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.								

Fuente: Autor

Anexo C-6: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la Base en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abcisa km 4+660.

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B"</b> 								
<b>PROYECTO:</b>	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.							
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza							
<b>NORMA:</b>	AASHTO T - 180							
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 4+660							
<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b>								
BASE								
<b>ESPECIFICACIONES</b>								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16634	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2274.3	cm <sup>3</sup>		
Energía de Compactación		<b>Normas:</b>	AASHTO T-180					
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	6000		
<b>1. PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	21090	21278	21504	21618				
Peso suelo humedo W <sub>m</sub> (gr)	4456	4644	4870	4984				
Peso unitario humedo γ <sub>m</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.959	2.042	2.141	2.191				
<b>2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>								
Recipiente numero	49	50	21	40	52	65	86	74
Peso del recipiente W <sub>r</sub>	30.6	31.2	27.6	23.1	31	31.1	31.2	31.2
Rec+suelo humedo W <sub>r</sub> +W <sub>m</sub>	123.7	113.5	120.7	121.7	111.7	110.8	126.4	133.6
Rec+suelo seco W <sub>s</sub> + W <sub>m</sub>	120.3	110.5	114.4	116.3	103.7	102.9	114.4	120.4
Peso solidos W <sub>s</sub>	89.7	79.3	86.8	93.2	72.7	71.8	83.2	89.2
Peso del agua W <sub>w</sub>	3.4	3	6.3	5.4	8	7.9	12	13.2
Cont. Humedad ω%	3.79	3.78	7.26	5.79	11.00	11.00	14.42	14.80
Cont. Humedad promedio ω%	3.79		6.53		11.00		14.61	
Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.888		1.917		1.929		1.912	
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO</b>								
La <b>máxima densidad alcanzada</b> según la gráfica corresponde a <b>1,930 gr/cm<sup>3</sup></b> , la cual corresponde a un <b>contenido de humedad óptimo de 10,4 %</b> , sin embargo, los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.								

Fuente: Autor

Anexo C-7: Determinación del contenido de humedad óptimo del CBR de la Subrasante en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abscisa km 2+350.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)</b> 									
<b>PROYECTO:</b>	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.								
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza								
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 2+350								
<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b>	SUELO DE FUNDACIÓN								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
<b>TIPO:</b>	PROCTOR MODIFICADO	<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 lb						
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180	<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18"						
<b>PESO MUESTRA (gr):</b>	6000	<b>CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)</b>	10.00						
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1	2	3						
Nº de Capas	5	5	5						
Nº de Golpes	56	27	11						
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo			
P. Hum. + Molde	20333	21075	20268	21137	20084	20864			
Peso Molde	15655	15655	15655	15655	15655	15655			
P. Humedo	4678	5420	4613	5482	4429	5209			
Volumen Muestra	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58			
Densidad Humedad	2.048	2.372	2.019	2.399	1.939	2.280			
Densidad Seca	1.710	1.903	1.609	1.951	1.602	1.802			
Den. Seca Prom.	1.801		1.780		1.702				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente (Wr+Wsh)	136.9	122		94.7	102.6		105.3	116.2	
P. Seco + Recipiente (Wr+Wss)	123.9	111.2		86.4	93.3		95.3	105.1	
Peso Recipiente (Wr)	30.6	30.8		24.3	24.5		24.1	24.8	
Peso Agua (Ww)	13	10.8		8.3	9.3		10	11.1	
Peso de Sólidos (Ws)	93.3	80.4		62.1	68.8		71.2	80.3	
Contenido Humedad (W%)	13.93	13.43		13.37	13.52		14.04	13.82	
Con. Hum. Prom. %	13.68			13.44			13.93		

Fuente: Autor

Anexo C-8: Determinación del Ensayo Carga vs Penetración de la Subrasante en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abscisa km 2+350.

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>  <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>  <b>ENSAYO CARGA – PENETRACIÓN (C.B.R.)</b> </div> 															
<b>ENSAYADO:</b> Egdo. Darío Chicaiza <b>UBICACIÓN:</b> Km 2+350										<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> SUELO DE FUNDACIÓN					
<b>Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)</b>					<b>AREA DEL PISTÓN = 3 plg2</b>		<b>NORMA: ASTM D-1883</b>		<b>VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)</b>						
<b>Número de Golpes</b>				<b>56</b>				<b>27</b>				<b>11</b>			
TIEMPO		PENET.		Q Carga lb	Presiones		CBR	Q Carga lb	Presiones		CBR	Q Carga lb	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
				lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
		0	0	0	0			0	0.00			0	0.00		
0	30	0.64	25	269	89.63			153.648	51.22			192.06	64.02		
1	0	1.27	50	384	128.04			307.296	102.43			345.708	115.24		
1	30	1.91	75	525	174.99			460.944	153.65			499.356	166.45		
2	0	2.54	100	922	307.30	307.30	30.73	819.456	273.15	273.15	27.32	665.808	221.94	221.94	22.19
3	0	3.81	150	1152	384.12			1075.536	358.51			960.300	320.10		
4	0	5.08	200	2356	785.31			1587.696	529.23			1254.792	418.26		
5	0	6.35	250	3022	1007.25			2061.444	687.15			1523.676	507.89		
6	0	7.62	300	3675	1224.92			2573.604	857.87			1805.364	601.79		
8	0	10.16	400	5250	1749.88			3533.904	1177.97			2368.74	789.58		
10	0	12.70	500	6428	2142.54			4532.616	1510.87			2804.076	934.69		
<b>CBR Corregido</b>							30.73				27.32				22.19
<b>DENSIDADES</b>				<b>RESISTENCIAS</b>				<b>DENSIDAD MAX</b>				1.801 gr/cm3			
1.801	gr/cm3			30.73	%			<b>95% DE DM</b>				1.711 gr/cm3			
1.780	gr/cm3			27.32	%			<b>CBR PUNTUAL</b>				22.60 %			
1.702	gr/cm3			22.19	%										
<b>OBSERVACIONES:</b> CUMPLE con las especificaciones del MTOP que debe tener un CBR mayor del 30% para una SUB BASE CLASE III															

Fuente: Autor

Anexo C-9: Determinación del contenido de humedad óptimo del CBR de la Base en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abscisa km 2+350.

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)</b> 	
<b>PROYECTO:</b>	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.
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 2+350
<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> BASE	
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO	
<b>TIPO:</b>	PROCTOR MODIFICADO
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180
<b>PESO MUESTRA (gr):</b>	6000
<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 lb
<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18"
<b>CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%):</b>	10.00
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.	
<b>MOLDE</b>	1
<b>Nº de Capas</b>	5
<b>Nº de Golpes</b>	56
<b>Cond. Muestra</b>	Antes del Remojo
<b>Después del Remojo</b>	Después del Remojo
<b>Antes del Remojo</b>	Antes del Remojo
<b>Después del Remojo</b>	Después del Remojo
<b>Antes del Remojo</b>	Antes del Remojo
<b>Después del Remojo</b>	Después del Remojo
P. Hum. + Molde	19948
Peso Molde	15655
P. Humedo	4293
Volumen Muestra	2284.58
Densidad Humedad	1.879
Densidad Seca	1.717
Den. Seca Prom.	1.717
	20676
	5021
	2284.58
	2.19
	1.717
	27
	1.738
	1.738
	11
	19986
	15655
	4331
	2284.58
	1.896
	1.738
	20843
	15655
	5188
	2284.58
	2.27
	1.738
	19746
	15655
	4091
	2284.58
	1.791
	1.619
	1.619
	1.619
CONTENIDO DE HUMEDAD	
<b>Recipiente N°</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
<b>1A</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>2A</b>
<b>2A</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>3A</b>
<b>3A</b>	
P. Hum. + Recipiente (Wr+Wsh)	145.4
P. Seco + Recipiente (Wr+Wss)	134.6
Peso Recipiente (Wr)	26.4
Peso Agua (Ww)	10.8
Peso de Sólidos (Ws)	108.2
Contenido Humedad (W%)	9.98
Con. Hum. Prom. %	9.46
	120.7
	112.7
	23.1
	8
	89.6
	8.93
	9.46
	123.8
	115.6
	30.6
	8.2
	85
	9.65
	123.9
	116.6
	30.8
	7.3
	85.8
	8.51
	118.2
	110.3
	30.8
	7.9
	79.5
	9.94
	118.2
	94.2
	87.8
	30.7
	6.4
	57.1
	11.21
	10.57

Fuente: Autor

Anexo C-10: Determinación del Ensayo Carga vs Penetración de la Base en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abcisa km 2+350.

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>  <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>  <b>ENSAYO CARGA – PENETRACIÓN (C.B.R.)</b> </div> 															
<b>ENSAYADO:</b> Egdo. Darío Chicaiza										<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> BASE					
<b>UBICACIÓN:</b> Km 2+350															
<b>Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)</b>							<b>AREA DEL PISTÓN = 3 plg<sup>2</sup></b>		<b>NORMA:</b> ASTM D-1883			<b>VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)</b>			
<b>Número de Golpes</b>				<b>56</b>				<b>27</b>				<b>11</b>			
<b>TIEMPO</b>		<b>PENET.</b>		<b>Q Carga</b>	<b>Presiones</b>		<b>CBR</b>	<b>Q Carga</b>	<b>Presiones</b>		<b>CBR</b>	<b>Q Carga</b>	<b>Presiones</b>		<b>CBR</b>
					<b>Leida</b>	<b>Corregida</b>			<b>Leida</b>	<b>Corregida</b>			<b>Leida</b>	<b>Corregida</b>	
<b>Mín.</b>	<b>Seg.</b>	<b>mm</b>	<b>plg *10-3</b>	<b>lb</b>	<b>lb/pulg<sup>2</sup></b>		<b>%</b>	<b>lb</b>	<b>lb/pulg<sup>2</sup></b>		<b>%</b>	<b>lb</b>	<b>lb/pulg<sup>2</sup></b>		<b>%</b>
		0	0	0	0			0	0.00			0	0.00		
0	30	0.64	25	346	115.24			217.668	72.56			204.864	68.29		
1	0	1.27	50	538	179.26			499.356	166.45			422.532	140.84		
1	30	1.91	75	922	307.30			870.672	290.22			653.004	217.67		
2	0	2.54	100	1255	418.26	418.26	41.83	1113.948	371.32	371.32	37.13	921.888	307.30	307.30	30.73
3	0	3.81	150	2151	717.02			1971.816	657.27			1408.44	469.48		
4	0	5.08	200	2574	857.87			2394.348	798.12			1946.208	648.74		
5	0	6.35	250	3675	1224.92			2932.116	977.37			2419.956	806.65		
6	0	7.62	300	4161	1387.10			3661.944	1220.65			2970.528	990.18		
8	0	10.16	400	5378	1792.56			4711.872	1570.62			4058.868	1352.96		
10	0	12.70	500	7029	2343.13			6222.744	2074.25			4993.56	1664.52		
<b>CBR Corregido</b>							41.83				37.13				30.73
<b>DENSIDADES</b>				<b>RESISTENCIAS</b>				<b>DENSIDAD MAX</b>				1.738 gr/cm <sup>3</sup>			
1.717	gr/cm <sup>3</sup>			41.83 %				<b>95% DE DM</b>				1.651 gr/cm <sup>3</sup>			
1.738	gr/cm <sup>3</sup>			37.13 %				<b>CBR PUNTUAL</b>				32.00 %			
1.619	gr/cm <sup>3</sup>			30.73 %											
<b>OBSERVACIONES:</b>															
CUMPLE con las especificaciones del MTOP que debe tener un <b>CBR mayor del 30%</b> para una <b>SUB BASE CLASE III</b>															

Fuente: Autor

Anexo C-11: Determinación del contenido de humedad óptimo del CBR de la Subrasante en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abscisa km 3+320.

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)</b>									
<b>PROYECTO:</b>		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.							
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Darío Chicaiza		<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b>					
<b>UBICACIÓN:</b>		Km 3+320		SUELO DE FUNDACIÓN					
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
<b>TIPO:</b>	PROCTOR MODIFICADO		<b>PESO DEL MARTILLO:</b>		10 lb				
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180		<b>ALTURA DE CAIDA:</b>		18"				
<b>PESO MUESTRA (gr):</b>	6000		<b>CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)</b>		10.00				
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1		2		3				
Nº de Capas	5		5		5				
Nº de Golpes	56		27		11				
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo			
P. Hum. + Molde	20286	21027	20219	21087	19898	20671			
Peso Molde	15655	15655	15655	15655	15655	15655			
P. Humedo	4631	5372	4564	5432	4243	5016			
Volumen Muestra	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58			
Densidad Humedad	2.027	2.351	1.998	2.378	1.857	2.196			
Densidad Seca	1.733	1.733	1.734	1.734	1.616	1.616			
Den. Seca Prom.	1.733		1.734		1.616				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente (Wr+Wsh)	121.1	113.1		101	77.7		95.7	105.2	
P. Seco + Recipiente (Wr+Wss)	108.2	101		91.7	71.5		87.4	95.5	
Peso Recipiente (Wr)	30.9	30.7		30.6	30.7		31	31.2	
Peso Agua (Ww)	12.9	12.1		9.3	6.2		8.3	9.7	
Peso de Sólidos (Ws)	77.3	70.3		61.1	40.8		56.4	64.3	
Contenido Humedad (W%)	16.69	17.21		15.22	15.20		14.72	15.09	
Con. Hum. Prom. %	16.95			15.21			14.90		

Fuente: Autor

Anexo C-12: Determinación del Ensayo Carga vs Penetración de la Subrasante en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abscisa km 3+320.

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>  <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>  <b>ENSAYO CARGA – PENETRACIÓN (C.B.R.)</b> </div> 															
<b>ENSAYADO:</b> Egdo. Darío Chicaiza <b>UBICACIÓN:</b> Km 3+320										<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> SUELO DE FUNDACIÓN					
<b>Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)</b>					<b>AREA DEL PISTÓN = 3 plg2</b>		<b>NORMA: ASTM D-1883</b>		<b>VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)</b>						
<b>Número de Golpes</b>				<b>56</b>				<b>27</b>				<b>11</b>			
TIEMPO		PENET.		Q Carga lb	Presiones		CBR	Q Carga lb	Presiones		CBR	Q Carga lb	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
				lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
		0	0	0	0			0	0.00			0	0.00		
0	30	0.64	25	115	38.41			64.02	21.34			38.412	12.80		
1	0	1.27	50	218	72.56			204.864	68.29			128.04	42.68		
1	30	1.91	75	397	132.31			230.472	76.82			166.452	55.48		
2	0	2.54	100	525	174.99	174.99	17.50	345.708	115.24	115.24	11.52	204.864	68.29	68.29	6.83
3	0	3.81	150	743	247.54			486.552	162.18			332.904	110.97		
4	0	5.08	200	986	328.64			742.632	247.54			460.944	153.65		
5	0	6.35	250	1191	396.92			973.104	324.37			614.592	204.86		
6	0	7.62	300	1421	473.75			1190.772	396.92			768.24	256.08		
8	0	10.16	400	1985	661.54			1638.912	546.30			1152.36	384.12		
10	0	12.70	500	2420	806.65			2035.836	678.61			1587.696	529.23		
<b>CBR Corregido</b>							17.50				11.52				6.83
<b>DENSIDADES</b>				<b>RESISTENCIAS</b>				<b>DENSIDAD MAX</b>				1.734 gr/cm3			
1.733	gr/cm3			17.50	%			<b>95% DE DM</b>				1.647 gr/cm3			
1.734	gr/cm3			11.52	%			<b>CBR PUNTUAL</b>				7.50 %			
1.616	gr/cm3			6.83	%										
<b>OBSERVACIONES:</b> CUMPLE con las especificaciones del MTOP que debe tener un CBR mayor del 30% para una SUB BASE CLASE III															

Fuente: Autor

Anexo C-13: Determinación del contenido de humedad óptimo del CBR de la Base en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abcisa km 3+320.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)</b>									
<b>PROYECTO:</b>		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.							
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Darío Chicaiza		<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> BASE					
<b>UBICACIÓN:</b>		Km 3+320							
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
<b>TIPO:</b>	PROCTOR MODIFICADO		<b>PESO DEL MARTILLO:</b>		10 lb				
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180		<b>ALTURA DE CAIDA:</b>		18"				
<b>PESO MUESTRA (gr):</b>	6000		<b>CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)</b>		10.00				
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
<b>MOLDE</b>	1		2		3				
<b>N° de Capas</b>	5		5		5				
<b>N° de Golpes</b>	56		27		11				
<b>Cond. Muestra</b>	<b>Antes del Remojo</b>	<b>Después del Remojo</b>	<b>Antes del Remojo</b>	<b>Después del Remojo</b>	<b>Antes del Remojo</b>	<b>Después del Remojo</b>			
P. Hum. + Molde	20358	21102	20240	21108	19967	20743			
Peso Molde	15655	15655	15655	15655	15655	15655			
P. Humedo	4703	5447	4585	5453	4312	5088			
Volumen Muestra	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58			
Densidad Humedad	2.059	2.384	2.007	2.387	1.887	2.227			
Densidad Seca	1.871	1.871	1.809	1.089	1.716	1.716			
Den. Seca Prom.	1.871		1.809		1.716				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
<b>Recipiente N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1A</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2A</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3A</b>
P. Hum. + Recipiente (Wr+Wsh)	106.4	95.3		95.4	92		89.8	99.7	
P. Seco + Recipiente (Wr+Wss)	99.9	89.1		89.3	85.7		84.2	93.7	
Peso Recipiente (Wr)	31.2	30.8		30.8	30.5		30.6	30.6	
Peso Agua (Ww)	6.5	6.2		6.1	6.3		5.6	6	
Peso de Sólidos (Ws)	68.7	58.3		58.5	55.2		53.6	63.1	
Contenido Humedad (W%)	9.46	10.63		10.43	11.41		10.45	9.51	
Con. Hum. Prom. %	10.05			10.92			9.98		

Fuente: Autor

Anexo C-14: Determinación del Ensayo Carga vs Penetración de la Base en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abcisa km 3+320.

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>  <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>  <b>ENSAYO CARGA – PENETRACIÓN (C.B.R.)</b> </div> 															
<b>ENSAYADO:</b> Egdo. Darío Chicaiza										<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> BASE					
<b>UBICACIÓN:</b> Km 3+321															
<b>Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)</b>					<b>AREA DEL PISTÓN = 3 plg<sup>2</sup></b>		<b>NORMA:</b> ASTM D-1883			<b>VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)</b>					
<b>Número de Golpes</b>			<b>56</b>					<b>27</b>					<b>11</b>		
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
					Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
Min.	Seg.	mm	plg *10-3	lb	lb/pulg <sup>2</sup>		%	lb	lb/pulg <sup>2</sup>		%	lb	lb/pulg <sup>2</sup>		%
		0	0	0	0			0	0.00			0	0.00		
0	30	0.64	25	397	132.31			448.14	149.38			192.06	64.02		
1	0	1.27	50	730	243.28			896.28	298.76			396.924	132.31		
1	30	1.91	75	1140	379.85			1280.4	426.80			576.18	192.06		
2	0	2.54	100	1575	524.96	524.96	52.50	1664.52	554.84	554.84	55.48	755.436	251.81	251.81	25.18
3	0	3.81	150	2638	879.21			2599.212	866.40			1152.36	384.12		
4	0	5.08	200	5058	1685.86			3508.296	1169.43			1510.872	503.62		
5	0	6.35	250	6338	2112.66			4404.576	1468.19			1946.208	648.74		
6	0	7.62	300	7580	2526.66			5403.288	1801.10			2279.112	759.70		
8	0	10.16	400	10051	3350.38			7490.34	2496.78			2970.528	990.18		
10	0	12.70	500	12702	4233.86			9474.96	3158.32			3674.748	1224.92		
<b>CBR Corregido</b>							52.50				55.48				25.18
<b>DENSIDADES</b>					<b>RESISTENCIAS</b>					<b>DENSIDAD MAX</b> 1.871 gr/cm <sup>3</sup>					
1.871 gr/cm <sup>3</sup>					52.50 %					<b>95% DE DM</b> 1.777 gr/cm <sup>3</sup>					
1.809 gr/cm <sup>3</sup>					55.48 %										
1.716 gr/cm <sup>3</sup>					25.18 %					<b>CBR PUNTUAL</b> 38.40 %					
<b>OBSERVACIONES:</b> CUMPLE con las especificaciones del MTOP que debe tener un CBR mayor del 30% para una SUB BASE CLASE III															

Fuente: Autor

Anexo C-15: Determinación del contenido de humedad óptimo del CBR de la Subrasante en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abscisa km 4+660.

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b>									
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)</b>									
<b>PROYECTO:</b>		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.							
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza	<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b>	SUELO DE FUNDACIÓN						
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 4+660								
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>									
<b>TIPO:</b>	PROCTOR MODIFICADO	<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 lb						
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180	<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18"						
<b>PESO MUESTRA (gr):</b>	6000	<b>CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)</b>	10.00						
<b>ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.</b>									
MOLDE	1		2		3				
N° de Capas	5		5		5				
N° de Golpes	56		27		11				
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo			
P. Hum. + Molde	20296	21037	20189	21055	20055	20834			
Peso Molde	15655	15655	15655	15655	15655	15655			
P. Humedo	4641	5382	4534	5400	4400	5179			
Volumen Muestra	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58			
Densidad Humedad	2.031	2.356	1.985	2.364	1.926	2.267			
Densidad Seca	1.741	1.741	1.690	1.690	1.640	1.640			
Den. Seca Prom.	1.741		1.690		1.640				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente (Wr+Wsh)	111.2	105.3		101.8	117.4		119.1	99.9	
P. Seco + Recipiente (Wr+Wss)	99.5	94.8		91.5	104.3		106	89.6	
Peso Recipiente (Wr)	30.8	30.7		30.6	31.2		30.7	30.5	
Peso Agua (Ww)	11.7	10.5		10.3	13.1		13.1	10.3	
Peso de Sólidos (Ws)	68.7	64.1		60.9	73.1		75.3	59.1	
Contenido Humedad (W%)	17.03	16.38		16.91	17.92		17.40	17.43	
Con. Hum. Prom. %	16.71			17.42			17.41		

Fuente: Autor

Anexo C-16: Determinación del Ensayo Carga vs Penetración de la Subrasante en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abscisa km 4+660.

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>  <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>  <b>ENSAYO CARGA – PENETRACIÓN (C.B.R.)</b> </div> 															
<b>ENSAYADO:</b> Ego. Darío Chicaiza										<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> SUELO DE FUNDACIÓN					
<b>UBICACIÓN:</b> Km 4+660															
<b>Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)</b>					<b>AREA DEL PISTÓN = 3 plg2</b>			<b>NORMA: ASTM D-1883</b>			<b>VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)</b>				
<b>Número de Golpes</b>				<b>56</b>				<b>27</b>				<b>11</b>			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
					Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
Min.	Seg.	mm	plg *10-3	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
		0	0	0	0			0	0.00			0	0.00		
0	30	0.64	25	115	38.41			64.02	21.34			51.216	17.07		
1	0	1.27	50	320	106.70			230.472	76.82			204.864	68.29		
1	30	1.91	75	474	157.92			371.316	123.77			358.512	119.50		
2	0	2.54	100	704	234.74	234.74	23.47	499.356	166.45	166.45	16.65	422.532	140.84	140.84	14.08
3	0	3.81	150	986	328.64			806.652	268.88			678.612	226.20		
4	0	5.08	200	1242	414.00			1101.144	367.05			998.712	332.90		
5	0	6.35	250	1588	529.23			1421.244	473.75			1177.968	392.66		
6	0	7.62	300	2010	670.08			1805.364	601.79			1408.44	469.48		
8	0	10.16	400	2817	938.96			2330.328	776.78			1728.54	576.18		
10	0	12.70	500	3675	1224.92			2983.332	994.44			2151.072	717.02		
<b>CBR Corregido</b>							23.47				16.65				14.08
<b>DENSIDADES</b>				<b>RESISTENCIAS</b>				<b>DENSIDAD MAX</b>				1.741 gr/cm3			
1.741 gr/cm3				23.47 %				<b>95% DE DM</b>				1.654 gr/cm3			
1.690 gr/cm3				16.65 %				<b>CBR PUNTUAL</b>				14.50 %			
1.640 gr/cm3				14.08 %											
<b>OBSERVACIONES:</b> CUMPLE con las especificaciones del MTOP que debe tener un CBR mayor del 30% para una SUB BASE CLASE III															

Fuente: Autor

Anexo C-17: Determinación del contenido de humedad óptimo del CBR de la Base en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abcisa km 4+660.

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b>									
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)</b>									
<b>PROYECTO:</b>	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.								
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza	<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b>	BASE						
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 4+660								
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>									
<b>TIPO:</b>	PROCTOR MODIFICADO	<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 lb						
<b>NORMA:</b>	AASHTO T-180	<b>ALTURA DE CAIDA:</b>	18"						
<b>PESO MUESTRA (gr):</b>	6000	<b>CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)</b>	10.00						
<b>ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.</b>									
MOLDE	1		2		3				
N° de Capas	5		5		5				
N° de Golpes	56		27		11				
<b>Cond. Muestra</b>	<b>Antes del Remojo</b>	<b>Despues del Remojo</b>	<b>Antes del Remojo</b>	<b>Despues del Remojo</b>	<b>Antes del Remojo</b>	<b>Despues del Remojo</b>			
P. Hum. + Molde	20475	21223	20221	21089	20098	20879			
Peso Molde	15655	15655	15655	15655	15655	15655			
P. Humedo	4820	5568	4566	5434	4443	5224			
Volumen Muestra	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58	2284.58			
Densidad Humedad	2.110	2.437	1.999	2.378	1.945	2.286			
Densidad Seca	1.877	1.877	1.785	1.785	1.771	1.771			
Den. Seca Prom.	1.877		1.785		1.771				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
<b>Recipiente N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1A</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2A</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3A</b>
P. Hum. + Recipiente (Wr+Wsh)	116.3	115.3		112.6	112.4		118.9	98.9	
P. Seco + Recipiente (Wr+Wss)	105.8	107.1		103.7	103.2		109.4	93.3	
Peso Recipiente (Wr)	30.9	31		31.2	24.3		24.9	26.4	
Peso Agua (Ww)	10.5	8.2		8.9	9.2		9.5	5.6	
Peso de Sólidos (Ws)	74.9	76.1		72.5	78.9		84.5	66.9	
Contenido Humedad (W%)	14.02	10.78		12.28	11.66		11.24	8.37	
Con. Hum. Prom. %	12.40			11.97			9.81		

Fuente: Autor

Anexo C-18: Determinación del Ensayo Carga vs Penetración de la Base en la vía alterna Patate-Baños en el tramo Abcisa km 4+660.

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>  <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>  <b>ENSAYO CARGA – PENETRACIÓN (C.B.R.)</b> </div> 															
<b>ENSAYADO:</b> Egd. Darío Chicaiza <b>UBICACIÓN:</b> Km 4+660											<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> BASE				
<b>Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)</b>					<b>AREA DEL PISTÓN = 3 plg2</b>			<b>NORMA: ASTM D-1883</b>		<b>VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)</b>					
<b>Número de Golpes</b>		<b>56</b>					<b>27</b>					<b>11</b>			
<b>TIEMPO</b>		<b>PENET.</b>		<b>Q Carga</b> lb	<b>Presiones</b>		<b>CBR</b> %	<b>Q Carga</b> lb	<b>Presiones</b>		<b>CBR</b> %	<b>Q Carga</b> lb	<b>Presiones</b>		<b>CBR</b> %
<b>Mín.</b>	<b>Seg.</b>	<b>mm</b>	<b>plg *10-3</b>		<b>Leida</b>	<b>Corregida</b>			<b>Leida</b>	<b>Corregida</b>			<b>Leida</b>	<b>Corregida</b>	
				<b>lb/pulg2</b>		<b>lb/pulg2</b>		<b>lb/pulg2</b>		<b>lb/pulg2</b>		<b>lb/pulg2</b>			
		0	0	0	0			0	0.00			0	0.00		
0	30	0.64	25	115	38.41			204.864	68.29			38.412	12.80		
1	0	1.27	50	448	149.38			371.316	123.77			217.668	72.56		
1	30	1.91	75	807	268.88			537.768	179.26			281.688	93.90		
2	0	2.54	100	935	311.56	311.56	31.16	704.22	234.74	234.74	23.47	550.572	183.52	183.52	18.35
3	0	3.81	150	1447	482.28			1011.516	337.17			793.848	264.62		
4	0	5.08	200	2036	678.61			1344.42	448.14			1075.536	358.51		
5	0	6.35	250	2535	845.06			1613.304	537.77			1434.048	478.02		
6	0	7.62	300	2894	964.57			1907.796	635.93			1638.912	546.30		
8	0	10.16	400	3739	1246.26			2496.78	832.26			2202.288	734.10		
10	0	12.70	500	4558	1519.41			3085.764	1028.59			2727.252	909.08		
<b>CBR Corregido</b>							31.16				23.47				18.35
<b>DENSIDADES</b>				<b>RESISTENCIAS</b>				<b>DENSIDAD MAX</b>				1.877 gr/cm3			
1.877 gr/cm3				31.16 %				<b>95% DE DM</b>				1.783 gr/cm3			
1.785 gr/cm3				23.47 %				<b>CBR PUNTUAL</b>				20.10 %			
1.771 gr/cm3				18.35 %											
<b>OBSERVACIONES:</b> CUMPLE con las especificaciones del MTOP que debe tener un CBR mayor del 30% para una SUB BASE CLASE III															

Fuente: Autor

## **ANEXO D**

# **ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)**

Anexo D-1: Fallas encontradas en la vía conforme al PCI

		<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)</b>							
Número =	1	Daño =	AP(12), FB(7), DA(19)	Número =	2	Daño =	FL(10), DA(19)
Abscisa =	2+350			Abscisa =	2+525		
							
							
Número =	3	Daño =	A(15), FL(10)	Número =	4	Daño =	FL(10)
Abscisa =	2+700			Abscisa =	2+875		
							



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)**

Número =	5	Daño =	FL(10)	Número =	6	Daño =	FL(10)
Abscisa =	3+050			Abscisa =	3+225		
Número =	7	Daño =	A(15), FL(10)	Número =	8	Daño =	A(15), FL(10)
Abscisa =	3+400			Abscisa =	3+575		



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)**

Número =	9	Daño =	DA(19), FL(10), A(15)	Número =	10	Daño =	DA(19)
Abscisa =	3+750			Abscisa =	3+925		
Número =	11	Daño =	FL(10)	Número =	12	Daño =	FL(10), PC(1), H(13)
Abscisa =	4+100			Abscisa =	4+275		



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Número =	13	Daño =	FB(7)	Número =	14	Daño =	PC(1)
Abscisa =	4+450			Abscisa =	2+525		

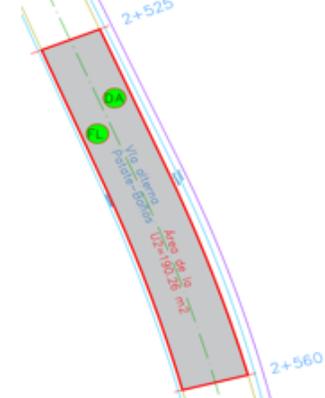
Fuente: Autor

Anexo D-2: Daños de la Unidad de Muestreo 1, para el Índice de Condición del Pavimento

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		FICM			
<b>PROYECTO:</b> IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA TUNGURAHUA.		PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE									
<b>ENSAYADO:</b> Egdo. Dario Chicaiza											
<b>UBICACIÓN:</b> Km 2+350											
TABLA DE CALCULOS DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI- 01 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA (VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE)											
<b>PROYECTO:</b> Via Patate-Baños		<b>TRAMO:</b> Zona Campamento Chacauco-Complejo Turistico		<b>SECCION DEL TRAMO:</b> Kilómetro 2		<b>SENTIDO:</b> Patate - Baños					
<b>FECHA:</b> 29/3/2019		<b>DÍA:</b> Lunes		<b>ESTADO DEL TIEMPO:</b> Soleado		<b>HOJA No:</b> 1					
No	CODIGO	DAÑO	UNIDAD	SELECCIÓN	CÓDIGO DE FALLA:	SECCION DE LA MUESTRA					
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m2		AP, FB, DA						
2	EX	EXUDACION	m2								
3	AG	FISURAS EN BLOQUES	m2								
4	AB	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m								
5	CR	CORRUGACION	m2								
6	DE	DEPRESION	m2								
7	FB	FISURA DE BORDE	m	X							
8	FR	FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	m								
9	DC	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m								
10	FL	FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES	m								
11	PC	PARCHEO	m2		UNIDAD DE MUESTREO:	1					
12	AP	PULIMENTOS DE AGREGADOS	m2	X	ÁREA DE MUESTREO:	197.64					
13	H	HUECOS/BACHES (CANTIDAD)	mm		ABSCISA INICIAL:	2+350					
14	VF	AREA NO ASFALTADA /VIA FERREA	m2		ABSCISA FINAL:	2+385					
15	A	AHUELLAMIENTO	m2								
16	D	DESPLAZAMIENTO	m2		<b>OBSERVACIÓN:</b> -Se pudo evidenciar 3 daños en la unidad 1						
17	FP	GRIETA PARABOLICA	m2								
18	HI	HINCHAMIENTO	m2								
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2	X							
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	ALTA	MEDIA	BAJA								
AP(12)		X		8.42					8.42	4.260	2
FB(7)		X		6.4					6.4	3.238	8
DA(19)		X		0.9					0.9	0.455	7
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)											17

Fuente: Autor

Anexo D-3: Daños de la Unidad de Muestreo 2, para el Índice de Condición del Pavimento.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)													
<b>PROYECTO:</b>		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 - Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.											
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Dario Chicaiza											
<b>UBICACIÓN:</b>		Km 2+525											
TABLA DE CALCULOS DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO													
PCI- 01 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA (VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE)													
<b>PROYECTO:</b>		<b>TRAMO:</b>		<b>SECCION DEL TRAMO:</b>		<b>SENTIDO:</b>							
Via Patate-Baños		Zona Campamento Chacaucó-Complejo Turístico		Kilómetro 2		Patate - Baños							
<b>FECHA:</b>		<b>DÍA:</b>		<b>ESTADO DEL TIEMPO:</b>		<b>HOJA No:</b>							
29/3/2019		Lunes		Soleado		2							
No	CODIGO	DAÑO	UNIDAD	SELECCIÓN	CÓDIGO DE FALLA:	SECCION DE LA MUESTRA							
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m2		DA, FL								
2	EX	EXUDACION	m2										
3	AG	FISURAS EN BLOQUES	m2		UNIDAD DE MUESTREO								
4	AB	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m										
5	CR	CORRUGACION	m2		2								
6	DE	DEPRESION	m2										
7	FB	FISURA DE BORDE	m		ÁREA DE MUESTREO:								
8	FR	FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	m										
9	DC	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m		190.26								
10	FL	FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES	m	X									
11	PC	PARCHEO	m2		ABSCISA INICIAL:								
12	AP	PULIMENTOS DE AGREGADOS	m2										
13	H	HUECOS/BACHES (CANTIDAD)	mm		2+525								
14	VF	AREA NO ASFALTADA /VIA FERREA	m2										
15	A	AHUELLAMIENTO	m2		ABSCISA FINAL:								
16	D	DESPLAZAMIENTO	m2										
17	FP	GRIETA PARABOLICA	m2		2+560								
18	HI	HINCHAMIENTO	m2										
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2	X	OBSERVACIÓN: -Se pudo evidenciar 3 daños en la unidad 1								
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	ALTA	MEDIA	BAJA										
DA(19)			X	42.35							42.35	22.259	8
FL(10)		X		1.4							1.4	0.736	1
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)													9

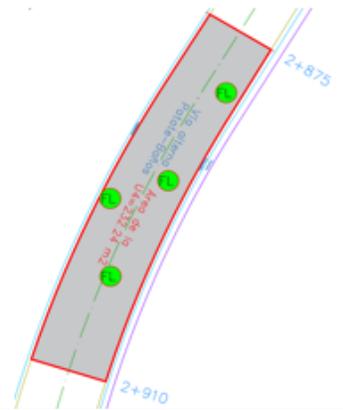
Fuente: Autor

Anexo D-4: Daños de la Unidad de Muestreo 3, para el Índice de Condición del Pavimento.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA													
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL													
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)													
<b>PROYECTO:</b>		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.											
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Dario Chicaiza											
<b>UBICACIÓN:</b>		Km 2+700											
TABLA DE CALCULOS DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO													
PCI- 01 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA (VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE)													
<b>PROYECTO:</b>		<b>TRAMO:</b>		<b>SECCION DEL TRAMO:</b>		<b>SENTIDO:</b>							
Via Patate-Baños		Zona Campamento Chacauco-Complejo Turistico		Kilómetro 2		Patate - Baños							
<b>FECHA:</b>		<b>DÍA:</b>		<b>ESTADO DEL TIEMPO:</b>		<b>HOJA No:</b>							
29/3/2019		Lunes		Soleado		3							
No	CODIGO	DAÑO	UNIDAD	SELECCIÓN	CÓDIGO DE FALLA:	SECCION DE LA MUESTRA							
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m2		A, FL								
2	EX	EXUDACION	m2										
3	AG	FISURAS EN BLOQUES	m2										
4	AB	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m		UNIDAD DE MUESTREO:								
5	CR	CORRUGACION	m2										
6	DE	DEPRESION	m2		3								
7	FB	FISURA DE BORDE	m		ÁREA DE MUESTREO:								
8	FR	FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	m										
9	DC	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m		200.83								
10	FL	FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES	m	X	ABSCISA INICIAL:								
11	PC	PARCHEO	m2										
12	AP	PULIMENTOS DE AGREGADOS	m2		2+700								
13	H	HUECOS/BACHES (CANTIDAD)	mm										
14	VF	AREA NO ASFALTADA /VIA FERREA	m2		ABSCISA FINAL:								
15	A	AHUELLAMIENTO	m2	X									
16	D	DESPLAZAMIENTO	m2		2+735								
17	FP	GRIETA PARABOLICA	m2										
18	HI	HINCHAMIENTO	m2		OBSERVACIÓN:								
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2			-Se pudo evidenciar 3 daños en la unidad 1							
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	ALTA	MEDIA	BAJA										
A(15)			X	8.8							8.8	4.382	20
FL(10)			X	14							14	6.971	4
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)												24	

Fuente: Autor

Anexo D-5: Daño de la Unidad de Muestreo 4, para el Índice de Condición del Pavimento.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)													
<b>PROYECTO:</b>		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.											
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Dario Chicaiza											
<b>UBICACION:</b>		Km 2+875											
TABLA DE CALCULOS DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO													
PCI- 01 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA (VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE)													
<b>PROYECTO:</b>		Via Patate-Baños		<b>TRAMO:</b>		Zona Campamento Chacauco-Complejo Turístico		<b>SECCION DEL TRAMO:</b>		Kilómetro 2		<b>SENTIDO:</b>	Patate - Baños
<b>FECHA:</b>		29/3/2019		<b>DÍA:</b>		Lunes		<b>ESTADO DEL TIEMPO:</b>		Soleado		<b>HOJA No:</b>	4
No	CODIGO	DAÑO	UNIDAD	SELECCION	CÓDIGO DE FALLA:	SECCION DE LA MUESTRA							
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m2		FL						UNIDAD DE MUESTREO:	4	ÁREA DE MUESTREO:
2	EX	EXUDACION	m2										
3	AG	FISURAS EN BLOQUES	m2		ABSCISA INICIAL:	2+875	ABSCISA FINAL:	2+910	<b>OBSERVACIÓN:</b> -Se pudo evidenciar 3 daños en la unidad 1				
4	AB	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m										
5	CR	CORRUGACION	m2										
6	DE	DEPRESION	m2										
7	FB	FISURA DE BORDE	m										
8	FR	FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	m										
9	DC	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m										
10	FL	FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES	m	X									
11	PC	PARCHEO	m2										
12	AP	PULIMENTOS DE AGREGADOS	m2										
13	H	HUECOS/BACHES (CANTIDAD)	mm										
14	VF	AREA NO ASFALTADA /VIA FERREA	m2										
15	A	AHUELLAMIENTO	m2										
16	D	DESPLAZAMIENTO	m2										
17	FP	GRIETA PARABOLICA	m2										
18	HI	HINCHAMIENTO	m2										
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2										
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
	ALTA	MEDIA	BAJA										
FL (10)			X	1.6	3.2	1	8.7			14.5	6.244	3	
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)</b>											3		

Fuente: Autor



Anexo D-7: Daño de la Unidad de Muestreo 6, para el Índice de Condición del Pavimento.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)													
<b>PROYECTO:</b>		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.											
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Dario Chicaiza											
<b>UBICACION:</b>		Km 3+225											
TABLA DE CALCULOS DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO PCI- 01 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA (VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE)													
<b>PROYECTO:</b>		Via Patate-Baños		<b>TRAMO:</b>		Zona Campamento Chacauco-Complejo Turistico		<b>SECCION DEL TRAMO:</b>		Kilómetro 3			
<b>FECHA:</b>		29/3/2019		<b>DÍA:</b>		Lunes		<b>ESTADO DEL TIEMPO:</b>		Soleado			
								<b>SENTIDO:</b>		Patate - Baños			
								<b>HOJA No:</b>		6			
No	CODIGO	DAÑO	UNIDAD	SELECCION	CÓDIGO DE FALLA:	SECCION DE LA MUESTRA							
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m2		FL								
2	EX	EXUDACION	m2										
3	AG	FISURAS EN BLOQUES	m2										
4	AB	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m										
5	CR	CORRUGACION	m2										
6	DE	DEPRESION	m2										
7	FB	FISURA DE BORDE	m										
8	FR	FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	m										
9	DC	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m										
10	FL	FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES	m										
11	PC	PARCHEO	m2		UNIDAD DE MUESTREO:	6							
12	AP	PULIMENTOS DE AGREGADOS	m2		ÁREA DE MUESTREO:	213.33							
13	H	HUECOS/BACHES (CANTIDAD)	mm		ABSCISA INICIAL:	3+225							
14	VF	AREA NO ASFALTADA /VIA FERREA	m2		ABSCISA FINAL:	3+260							
15	A	AHUELLAMIENTO	m2	X		OBSERVACION: -Se pudo evidenciar 3 daños en la unidad 1							
16	D	DESPLAZAMIENTO	m2										
17	FP	GRIETA PARABOLICA	m2										
18	HI	HINCHAMIENTO	m2										
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2										
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	ALTA	MEDIA	BAJA										
FL(10)			X	2.3	1.4	2.1	4.4				10.2	4.781	3
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)												3	

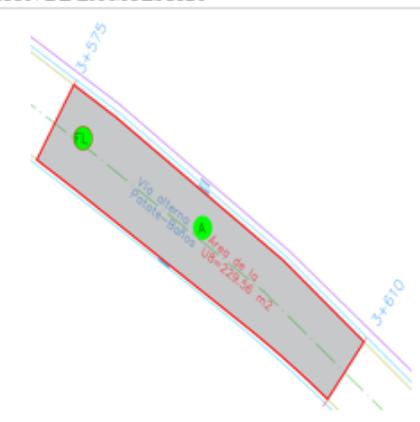
Fuente: Autor

Anexo D-8: Daños de la Unidad de Muestreo 7, para el Índice de Condición del Pavimento.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO												
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA												
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL												
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)												
<b>PROYECTO:</b>		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Dario Chicaiza										
<b>UBICACION:</b>		Km 3+400										
TABLA DE CALCULOS DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO												
PCI- 01 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA (VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE)												
<b>PROYECTO:</b>		Via Patate-Baños		<b>TRAMO:</b>		Zona Campamento Chacauco-Complejo Turistico		<b>SECCION DEL TRAMO:</b>		Kilómetro 3		
<b>FECHA:</b>		29/3/2019		<b>DÍA:</b>		Lunes		<b>ESTADO DEL TIEMPO:</b>		Soleado		
								<b>SENTIDO:</b>		Patate - Baños		
								<b>HOJA No:</b>		7		
No	CODIGO	DAÑO	UNIDAD	SELECCION	CÓDIGO DE FALLA:	SECCION DE LA MUESTRA						
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m2		A, FL							
2	EX	EXUDACION	m2									
3	AG	FISURAS EN BLOQUES	m2									
4	AB	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m		UNIDAD DE MUESTREO:	7						
5	CR	CORRUGACION	m2									
6	DE	DEPRESION	m2		ÁREA DE MUESTREO:	251.61						
7	FB	FISURA DE BORDE	m									
8	FR	FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	m		ABSCISA INICIAL:	3+400						
9	DC	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m									
10	FL	FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES	m		ABSCISA FINAL:	3+435						
11	PC	PARCHEO	m2									
12	AP	PULIMENTOS DE AGREGADOS	m2		<b>OBSERVACION:</b> -Se pudo evidenciar 3 daños en la unidad 1							
13	H	HUECOS/BACHES (CANTIDAD)	mm									
14	VF	AREA NO ASFALTADA /VIA FERREA	m2									
15	A	AHUELLAMIENTO	m2	X								
16	D	DESPLAZAMIENTO	m2									
17	FP	GRIETA PARABOLICA	m2									
18	HI	HINCHAMIENTO	m2									
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2									
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	ALTA	MEDIA	BAJA									
A(15)		X		2.852						2.852	1.134	19
FL(10)			X	7.5						7.5	2.981	2
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)</b>												21

Fuente: Autor

Anexo D-9: Daños de la Unidad de Muestreo 8, para el Índice de Condición del Pavimento.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)</b> </div>  </div>													
<b>PROYECTO:</b>		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.											
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Dario Chicaiza											
<b>UBICACION:</b>		Km 3+575											
<b>TABLA DE CALCULOS DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO</b> <b>PCI- 01 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA (VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE)</b>													
<b>PROYECTO:</b>		Via Patate-Baños		<b>TRAMO:</b>		Zona Campamento Chacaucó-Complejo Turístico		<b>SECCION DEL TRAMO:</b>		Kilómetro 3			
<b>FECHA:</b>		29/3/2019		<b>DÍA:</b>		Lunes		<b>ESTADO DEL TIEMPO:</b>		Soleado			
								<b>SENTIDO:</b>		Patate - Baños			
								<b>HOJA No:</b>		8			
No	CODIGO	DAÑO	UNIDAD	SELECCION	CÓDIGO DE FALLA:	SECCION DE LA MUESTRA							
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m2		FL, A	  	UNIDAD DE MUESTREO:  8	ÁREA DE MUESTREO:  229.56	ABSCISA INICIAL:  3+575	ABSCISA FINAL:  3+610	OBSERVACIÓN:  -Se pudo evidenciar 3 daños en la unidad 1		
2	EX	EXUDACION	m2										
3	AG	FISURAS EN BLOQUES	m2										
4	AB	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m										
5	CR	CORRUGACION	m2										
6	DE	DEPRESION	m2										
7	FB	FISURA DE BORDE	m										
8	FR	FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	m										
9	DC	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m										
10	FL	FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES	m	X									
11	PC	PARCHEO	m2										
12	AP	PULIMENTOS DE AGREGADOS	m2										
13	H	HUECOS/BACHES (CANTIDAD)	mm										
14	VF	AREA NO ASFALTADA /VIA FERREA	m2										
15	A	AHUELLAMIENTO	m2	X									
16	D	DESPLAZAMIENTO	m2										
17	FP	GRIETA PARABOLICA	m2										
18	HI	HINCHAMIENTO	m2										
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2										
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	ALTA	MEDIA	BAJA										
FL(10)			X	2.2							2.2	0.958	0
A(15)			X	6							6	2.614	15
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)</b>												15	

Fuente: Autor

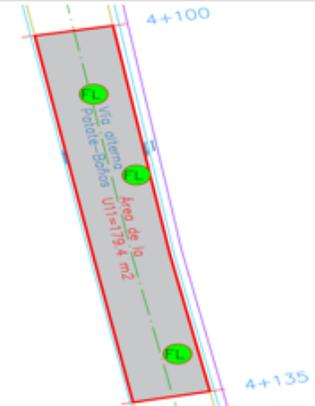
Anexo D-10: Daños de la Unidad de Muestreo 9, para el Índice de Condición del Pavimento

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO												
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)												
<b>PROYECTO:</b>		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Dario Chicaiza										
<b>UBICACION:</b>		Km 3+750										
TABLA DE CALCULOS DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO												
PCI- 01 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA (VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE)												
<b>PROYECTO:</b>		Via Patate-Baños		<b>TRAMO:</b>		Zona Campamento Chacaucó-Complejo Turístico		<b>SECCION DEL TRAMO:</b>		Kilómetro 3		
<b>FECHA:</b>		29/3/2019		<b>DÍA:</b>		Lunes		<b>ESTADO DEL TIEMPO:</b>		Soleado		
								<b>SENTIDO:</b>		Patate - Baños		
								<b>HOJA No:</b>		9		
No	CODIGO	DAÑO		UNIDAD	SELECCION	CÓDIGO DE FALLA:		SECCION DE LA MUESTRA				
1	PC	PIEL DE COCODRILO		m2		DA, FL, A						
2	EX	EXUDACION		m2								
3	AG	FISURAS EN BLOQUES		m2								
4	AB	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS		m		UNIDAD DE MUESTREO:						
5	CR	CORRUGACION		m2		9						
6	DE	DEPRESION		m2								
7	FB	FISURA DE BORDE		m								
8	FR	FISURA DE REFLEXION DE JUNTA		m		ÁREA DE MUESTREO:						
9	DC	DESNIVEL CARRIL/BERMA		m		183.98						
10	FL	FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES		m	X	ABSCISA INICIAL:						
11	PC	PARCHEO		m2		3+750						
12	AP	PULIMENTOS DE AGREGADOS		m2		ABSCISA FINAL:						
13	H	HUECOS/BACHES (CANTIDAD)		mm		3+785						
14	VF	AREA NO ASFALTADA /VIA FERREA		m2								
15	A	AHUELLAMIENTO		m2	X							
16	D	DESPLAZAMIENTO		m2								
17	FP	GRIETA PARABOLICA		m2								
18	HI	HINCHAMIENTO		m2								
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		m2	X							
								<b>OBSERVACION:</b>				
								-Se pudo evidenciar 3 daños en la unidad 1				
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
	ALTA	MEDIA	BAJA									
DA(19)			X	1						1	0.544	2
FL(10)		X		1.8						1.8	0.978	3
A(15)			X	9						9	4.892	21
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)											26	

Fuente: Autor



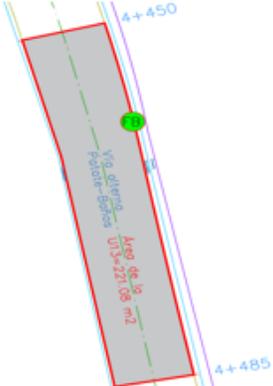
Anexo D-12: Daño de la Unidad de Muestreo 11, para el Índice de Condición del Pavimento

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)</b> </div>  </div>													
<b>PROYECTO:</b>		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.											
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Dario Chicaiza											
<b>UBICACION:</b>		Km 4+100											
TABLA DE CALCULOS DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO													
PCI- 01 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA (VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE)													
<b>PROYECTO:</b>		Via Patate-Baños		<b>TRAMO:</b>		Zona Campamento Chacauco-Complejo Turistico		<b>SECCION DEL TRAMO:</b>		Kilómetro 4		<b>SENTIDO:</b>	Patate - Baños
<b>FECHA:</b>		29/3/2019		<b>DÍA:</b>		Lunes		<b>ESTADO DEL TIEMPO:</b>		Soleado		<b>HOJA No:</b>	11
No	CODIGO	DAÑO	UNIDAD	SELECCION	CÓDIGO DE FALLA:	SECCION DE LA MUESTRA							
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m2		<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>								
2	EX	EXUDACION	m2			FL							
3	AG	FISURAS EN BLOQUES	m2			UNIDAD DE MUESTREO:							
4	AB	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m			11							
5	CR	CORRUGACION	m2			ÁREA DE MUESTREO:							
6	DE	DEPRESION	m2			179.4							
7	FB	FISURA DE BORDE	m			ABSCISA INICIAL:							
8	FR	FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	m			4+100							
9	DC	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m			ABSCISA FINAL:							
10	FL	FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	m			4+135							
11	PC	PARCHEO	m2			OBSERVACION:							
12	AP	PULIMENTOS DE AGREGADOS	m2			-Se pudo evidenciar 3 daños en la unidad 1							
13	H	HUECOS/BACHES (CANTIDAD)	mm										
14	VF	AREA NO ASFALTADA /VIA FERREA	m2										
15	A	AHUELLAMIENTO	m2	X									
16	D	DESPLAZAMIENTO	m2										
17	FP	GRIETA PARABOLICA	m2										
18	HI	HINCHAMIENTO	m2										
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2										
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	ALTA	MEDIA	BAJA										
FL(10)			X	5.5	3.3	5.7				14.5	8.082	6	
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)</b>												6	

Fuente: Autor



Anexo D-14: Daño de la Unidad de Muestreo 13, para el Índice de Condición del Pavimento

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)													
<b>PROYECTO:</b>		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.											
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Dario Chicaiza											
<b>UBICACION:</b>		Km 4+450											
TABLA DE CALCULOS DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO													
PCI- 01 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA (VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE)													
<b>PROYECTO:</b>		Via Patate-Baños		<b>TRAMO:</b>		Zona Campamento Chacauco-Complejo Turistico		<b>SECCION DEL TRAMO:</b>		Kilómetro 4			
<b>FECHA:</b>		29/3/2019		<b>DÍA:</b>		Lunes		<b>ESTADO DEL TIEMPO:</b>		Soleado			
								<b>SENTIDO:</b>		Patate - Baños			
								<b>HOJA No:</b>		13			
No	CODIGO	DAÑO	UNIDAD	SELECCIÓN	CÓDIGO DE FALLA:	SECCION DE LA MUESTRA							
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m2		FB			UNIDAD DE MUESTREO:	13	ÁREA DE MUESTREO:	221.08		
2	EX	EXUDACIÓN	m2										
3	AG	FISURAS EN BLOQUES	m2										
4	AB	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m		UNIDAD DE MUESTREO:	13	ÁREA DE MUESTREO:	221.08	ABSCISA INICIAL:	4+450			
5	CR	CORRUGACION	m2										
6	DE	DEPRESION	m2		UNIDAD DE MUESTREO:	13	ÁREA DE MUESTREO:	221.08	ABSCISA INICIAL:	4+450			
7	FB	FISURA DE BORDE	m	X									
8	FR	FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	m		UNIDAD DE MUESTREO:	13	ÁREA DE MUESTREO:	221.08	ABSCISA INICIAL:	4+450			
9	DC	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m										
10	FL	FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES	m		UNIDAD DE MUESTREO:	13	ÁREA DE MUESTREO:	221.08	ABSCISA INICIAL:	4+450			
11	PC	PARCHEO	m2										
12	AP	PULIMENTOS DE AGREGADOS	m2		UNIDAD DE MUESTREO:	13	ÁREA DE MUESTREO:	221.08	ABSCISA INICIAL:	4+450			
13	H	HUECOS/BACHES (CANTIDAD)	mm										
14	VF	AREA NO ASFALTADA /VIA FERREA	m2		UNIDAD DE MUESTREO:	13	ÁREA DE MUESTREO:	221.08	ABSCISA INICIAL:	4+450			
15	A	AHUELLAMIENTO	m2										
16	D	DESPLAZAMIENTO	m2		UNIDAD DE MUESTREO:	13	ÁREA DE MUESTREO:	221.08	ABSCISA INICIAL:	4+450			
17	FP	GRIETA PARABOLICA	m2										
18	HI	HINCHAMIENTO	m2		UNIDAD DE MUESTREO:	13	ÁREA DE MUESTREO:	221.08	ABSCISA INICIAL:	4+450			
19	DA	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2										
<b>OBSERVACIÓN:</b>													
-Se pudo evidenciar 3 daños en la unidad 1													
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	ALTA	MEDIA	BAJA										
FB(7)		X		1.95							1.95	0.882	6
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)												6	

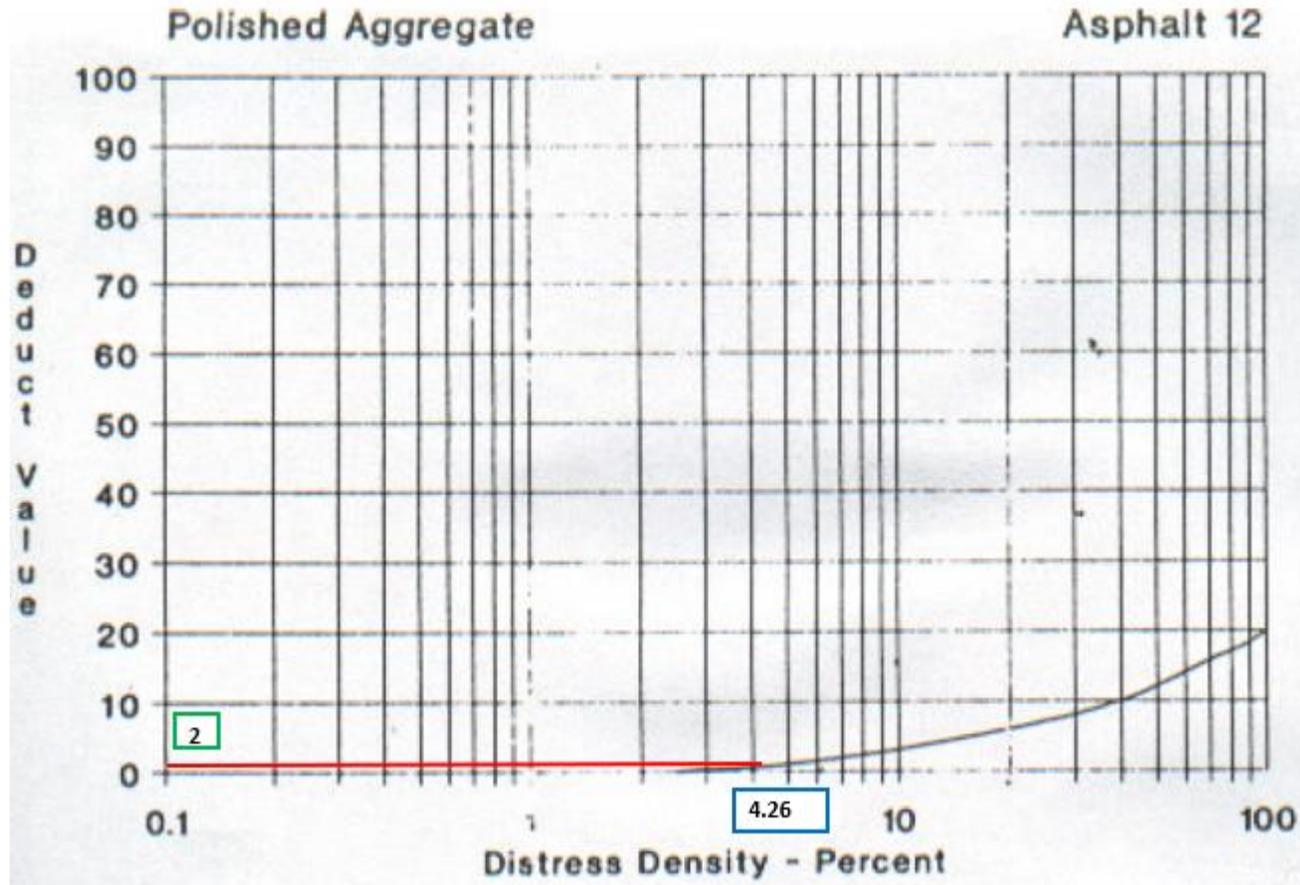
Fuente: Autor

Anexo D-15: Daño de la Unidad de Muestreo 14, para el Índice de Condición del Pavimento

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO												
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA												
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL												
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)												
<b>PROYECTO:</b>		IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 – Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.										
<b>ENSAYADO:</b>		Egdo. Dario Chicaiza										
<b>UBICACIÓN:</b>		Km 4+625										
TABLA DE CALCULOS DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO												
PCI- 01 CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA (VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE)												
<b>PROYECTO:</b>		<b>TRAMO:</b>		<b>SECCION DEL TRAMO:</b>		<b>SENTIDO:</b>						
Via Patate-Baños		Zona Campamento Chacauco-Complejo Turistico		Kilómetro 4		Patate - Baños						
<b>FECHA:</b>		<b>DÍA:</b>		<b>ESTADO DEL TIEMPO:</b>		<b>HOJA No:</b>						
		Lunes		Nublado		14						
No	CODIGO	DAÑO	UNIDAD	SELECCIÓN	CÓDIGO DE FALLA:	SECCION DE LA MUESTRA						
1	PC	PIEL DE COCODRILO	m2	X	PC							
2	EX	EXUDACION	m2									
3	AG	FISURAS EN BLOQUES	m2									
4	AB	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m									
5	CR	CORRUGACION	m2									
6	DE	DEPRESION	m2									
7	FB	FISURA DE BORDE	m									
8	FR	FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	m									
9	DC	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m									
10	FL	FISURAS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES	m									
					UNIDAD DE MUESTREO:							
					14							
					ÁREA DE MUESTREO:							
					202.87							
					ABSCISA INICIAL:							
					4+625							
					ABSCISA FINAL:							
					4+660							
					OBSERVACIÓN:							
					-Se pudo evidenciar 3 daños en la unidad 1							
DAÑO	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
	ALTA	MEDIA	BAJA									
PC(1)		X		7.88	1.485	14.56	4			27.925	13.765	50
VALOR TOTAL DE DEDUCCION (VDT)											50	

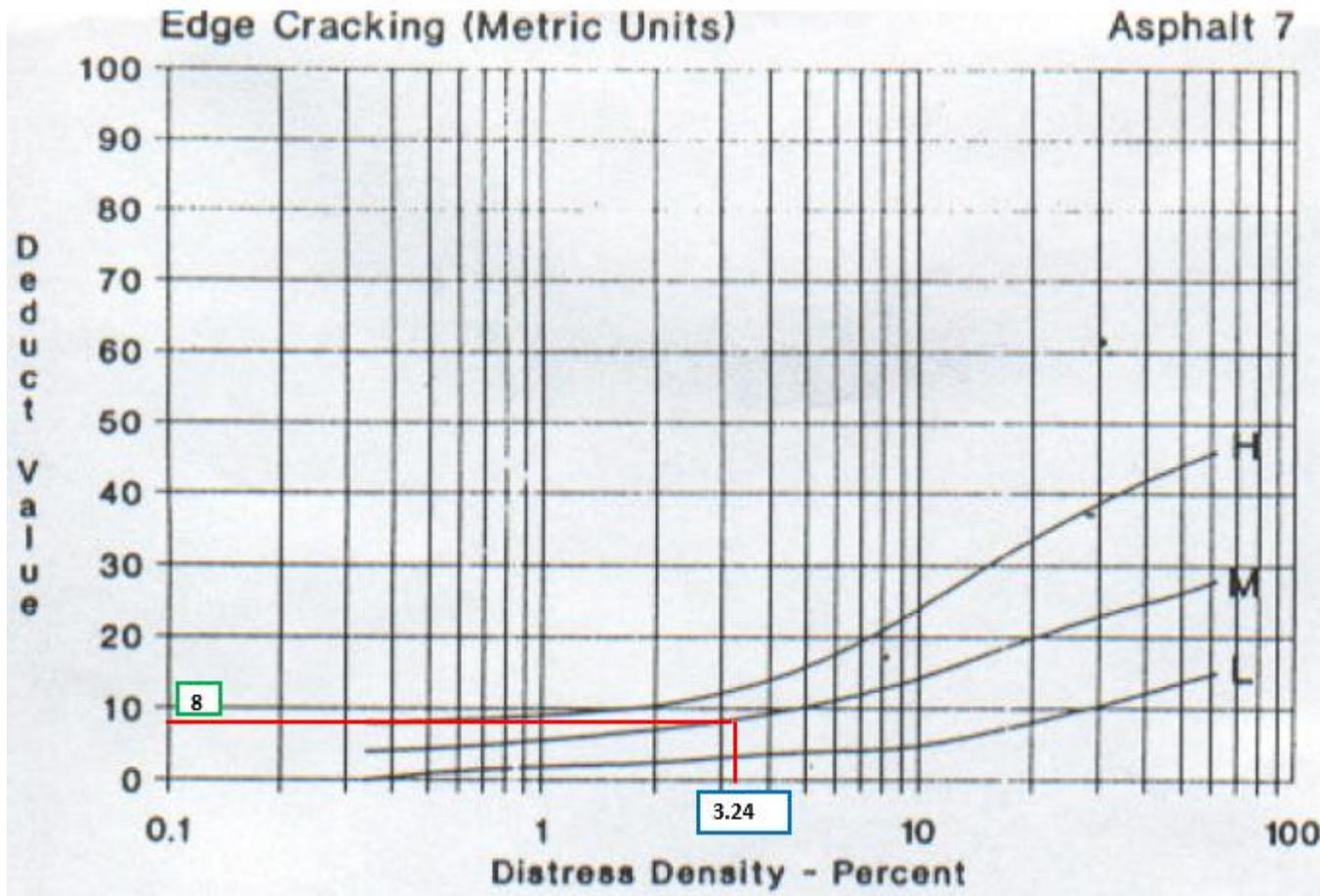
Fuente: Autor

AP(12)



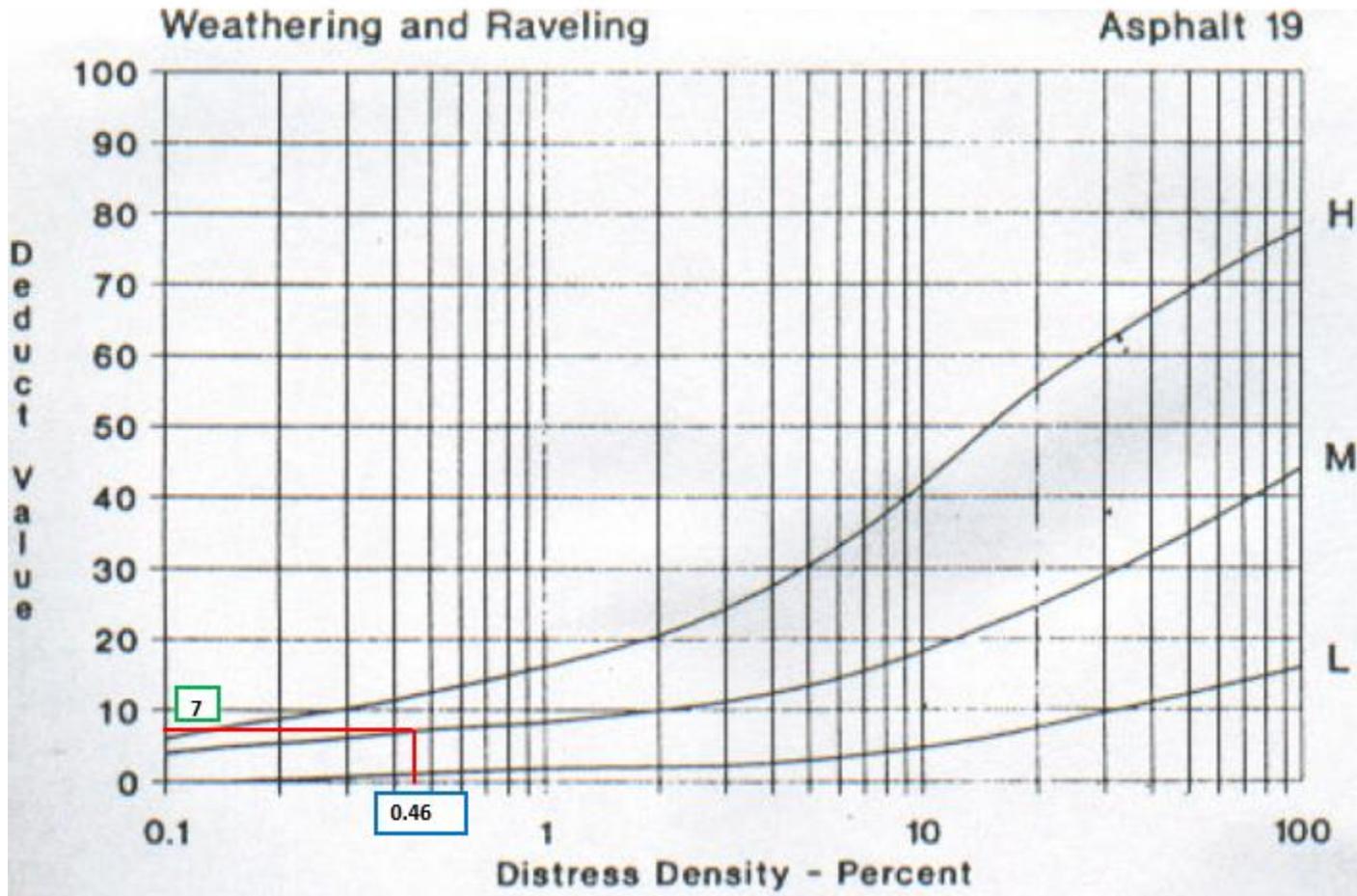
Fuente: Autor

FB(7)



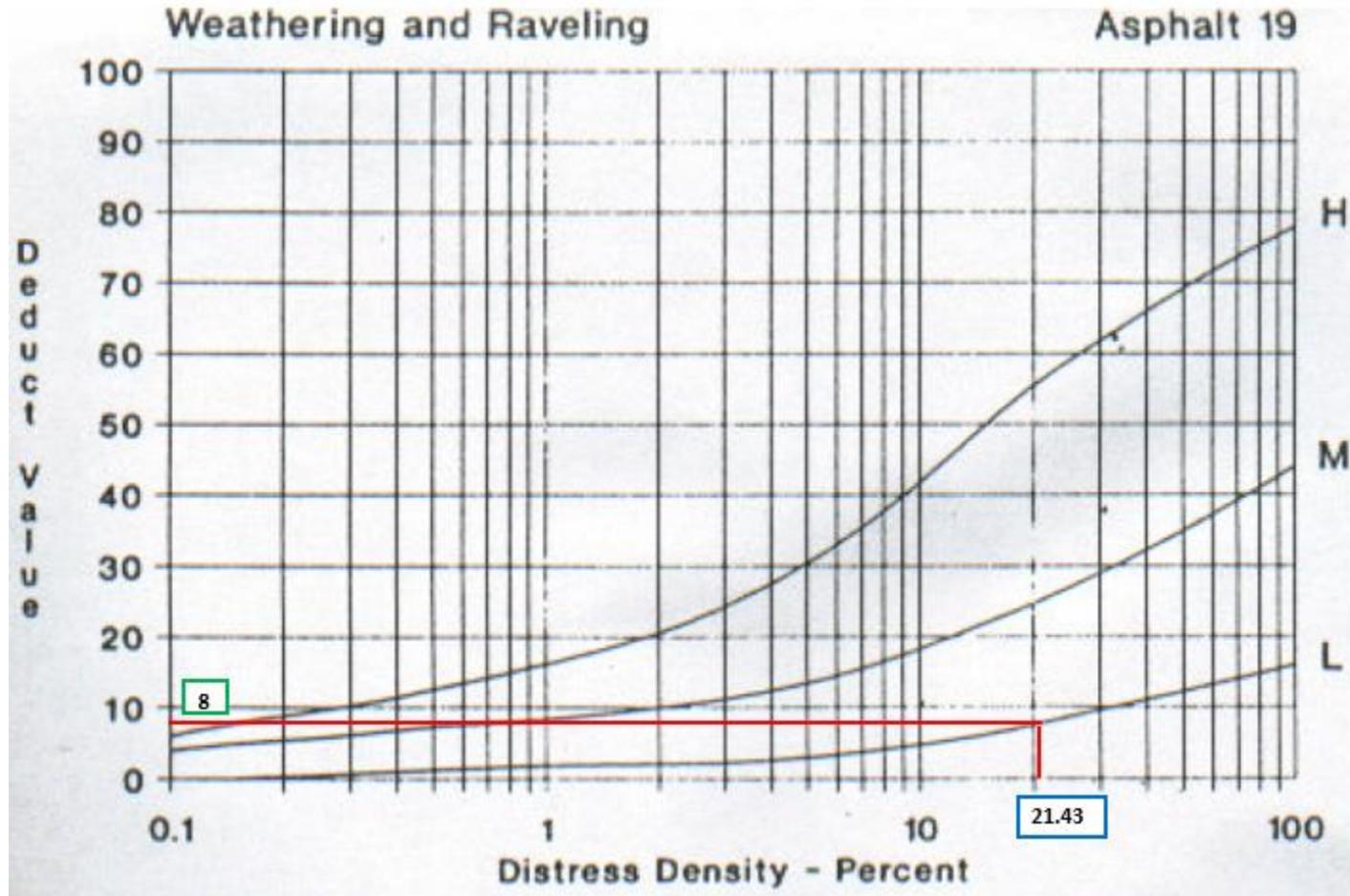
Fuente: Autor

DA(19)



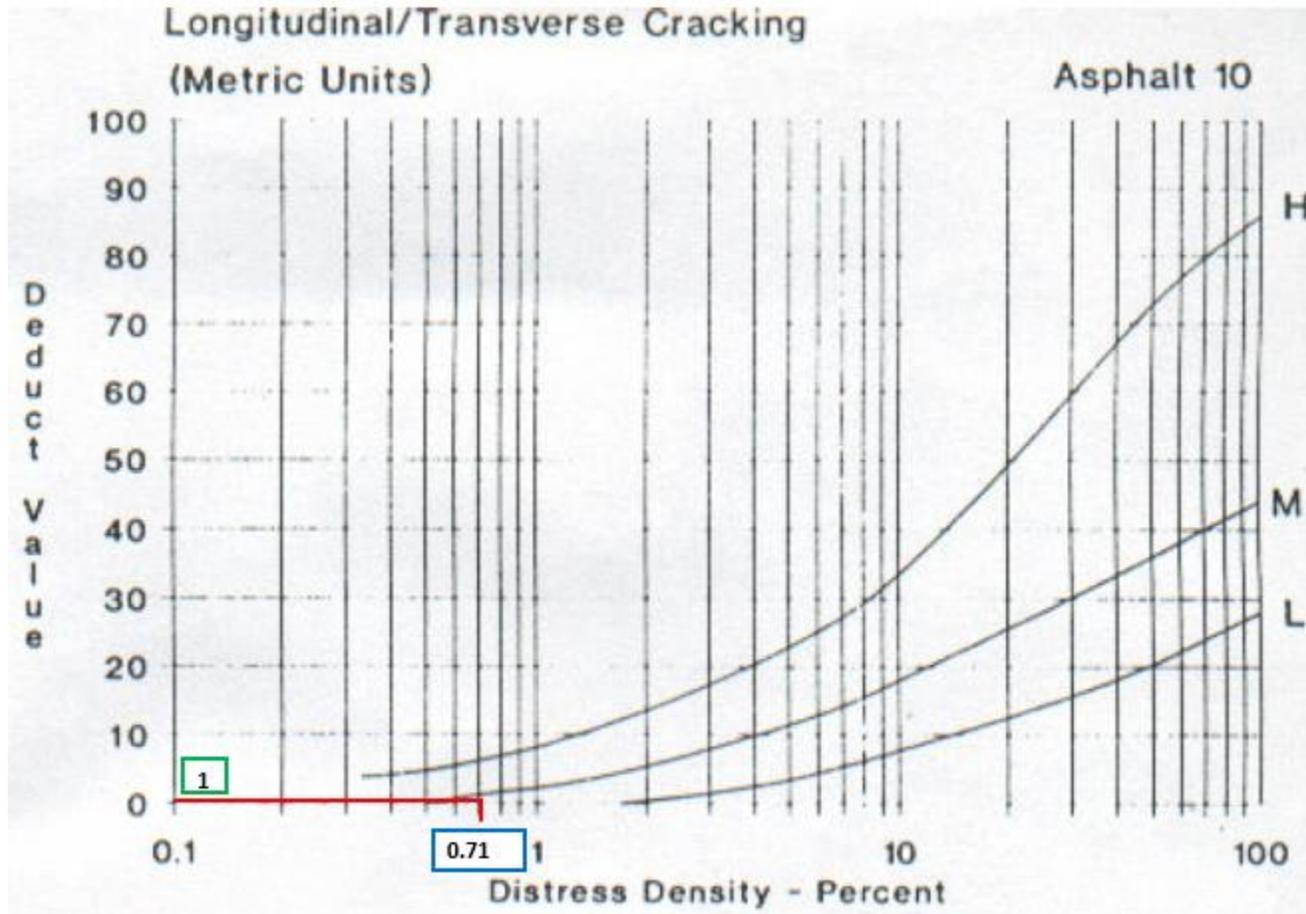
Fuente: Autor

DA(19)



Fuente: Autor

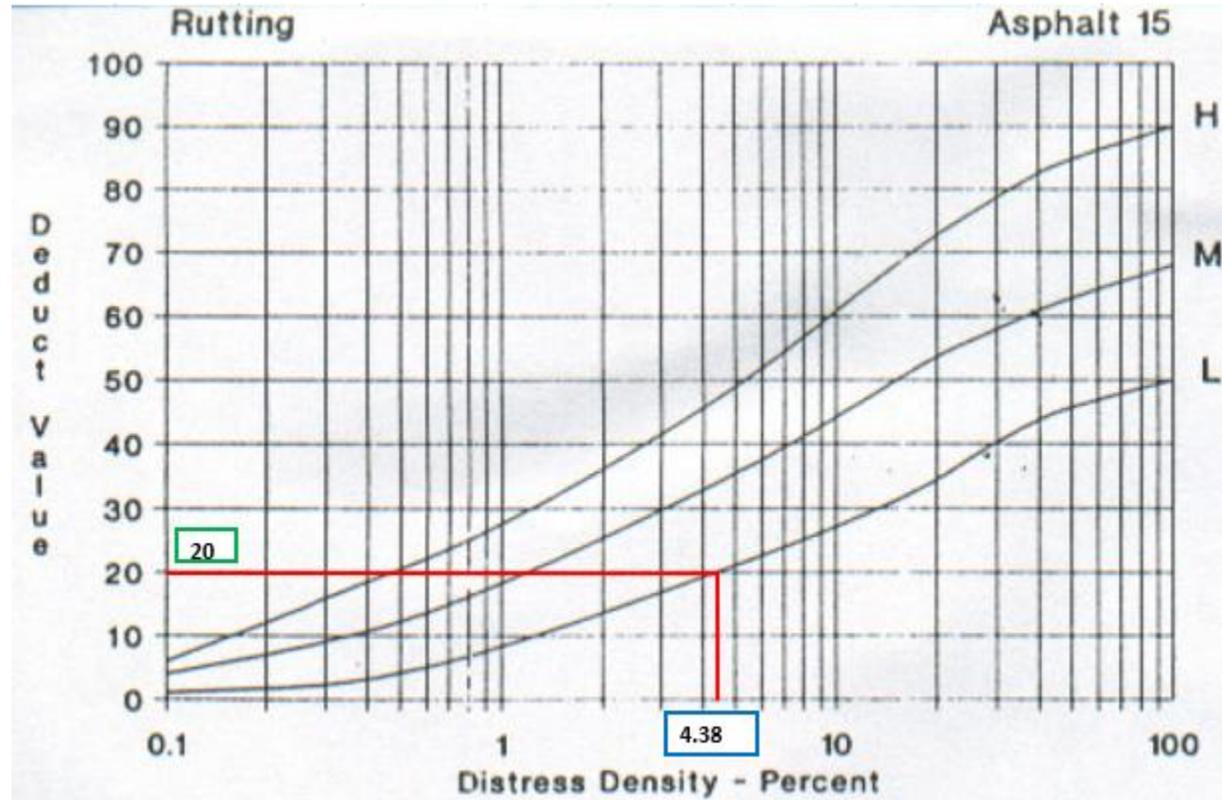
FL(10)



Fuente: Autor

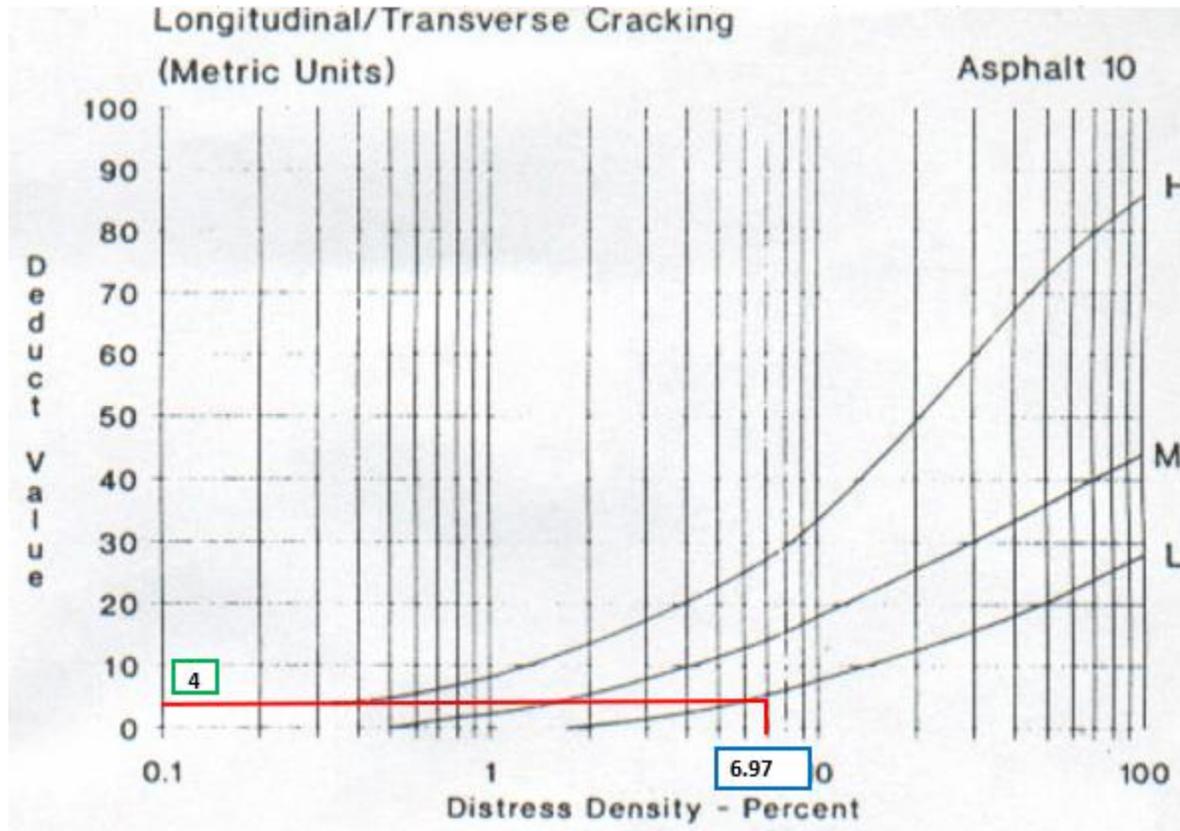
Anexo D-18: Ábacos para Determinar el Valor Deducido de la Unidad de Muestreo 3

A(15)



Fuente: Autor

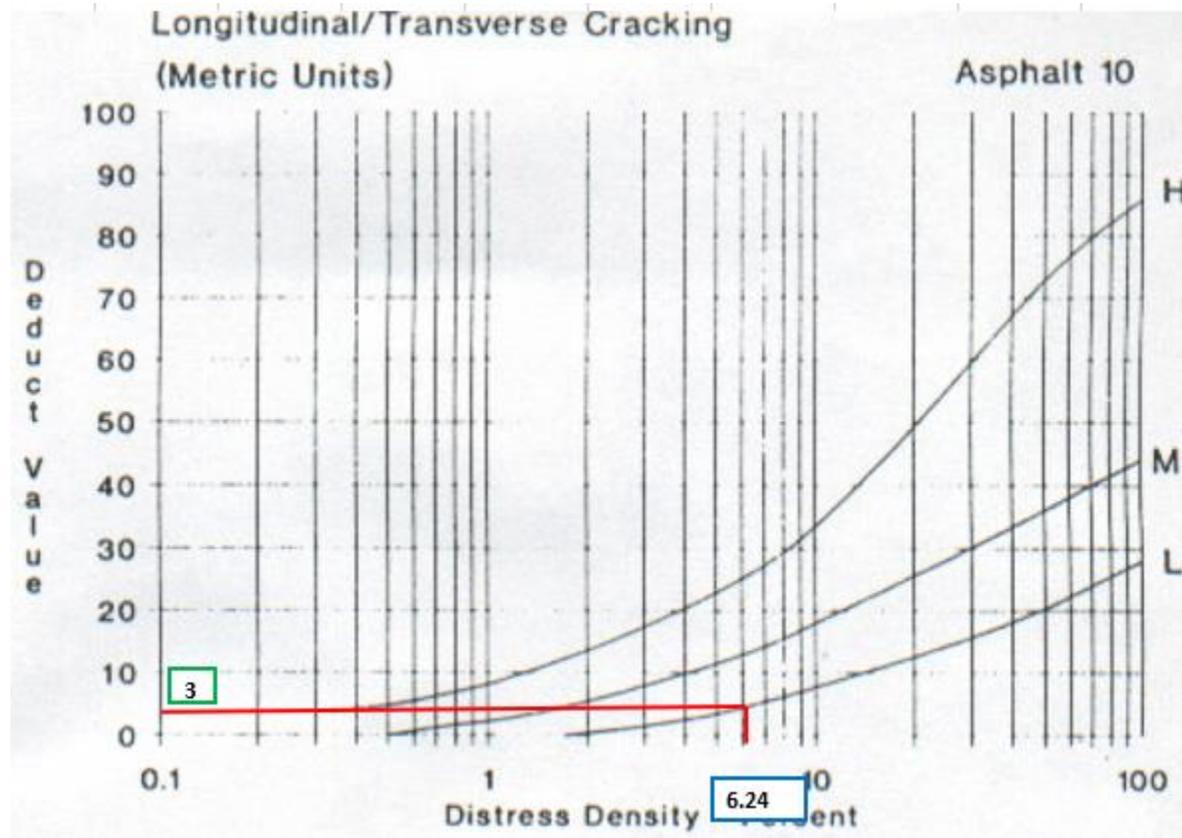
FL(10)



Fuente: Autor

Anexo D-19: Ábacos para Determinar el Valor Deducido de la Unidad de Muestreo 4

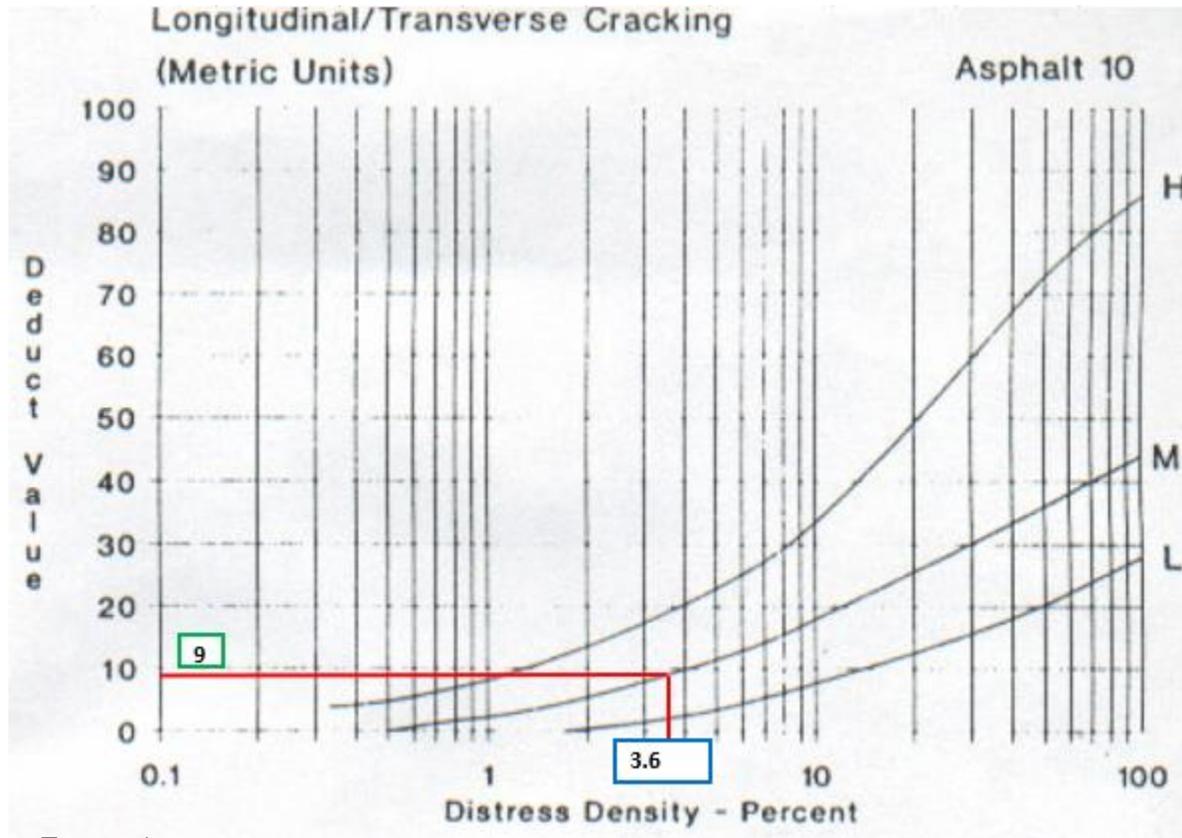
FL(10)



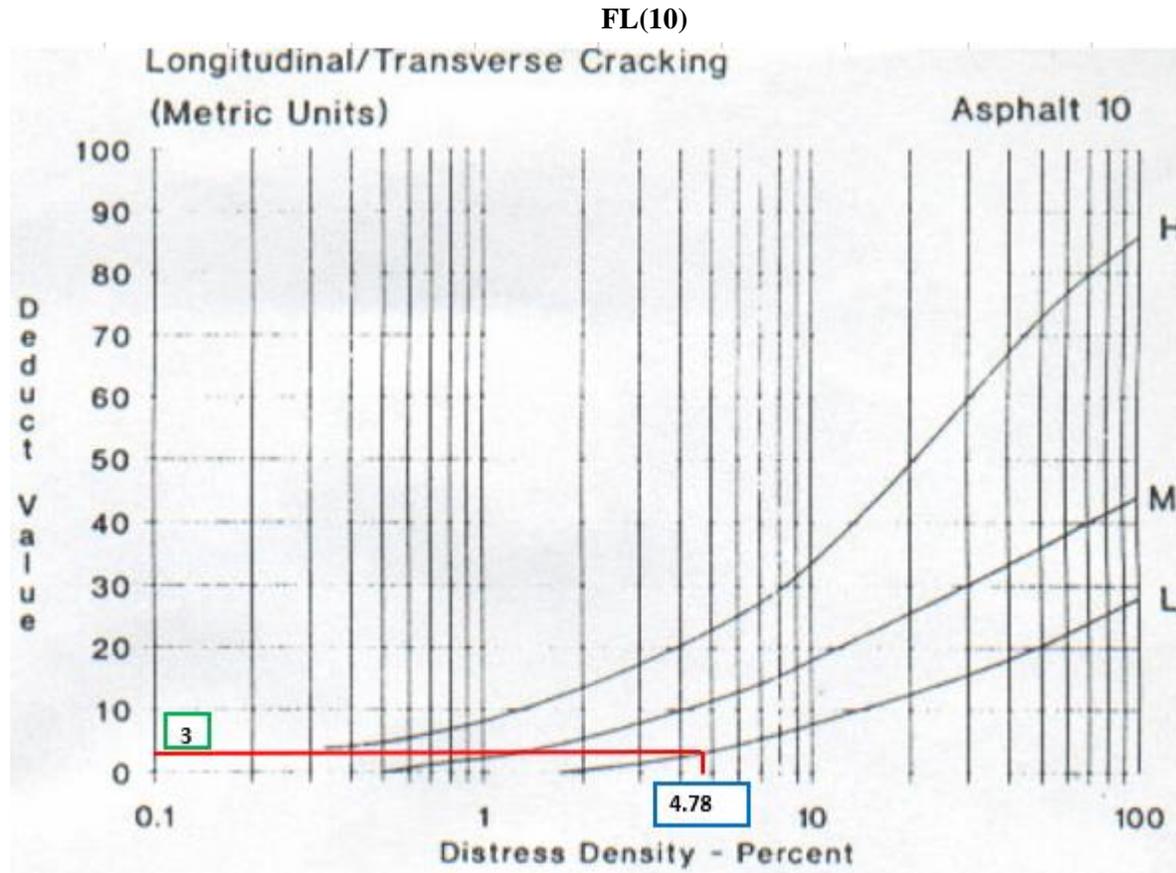
Fuente: Autor

Anexo D-20: Ábacos para Determinar el Valor Deducido de la Unidad de Muestreo 5

FL(10)

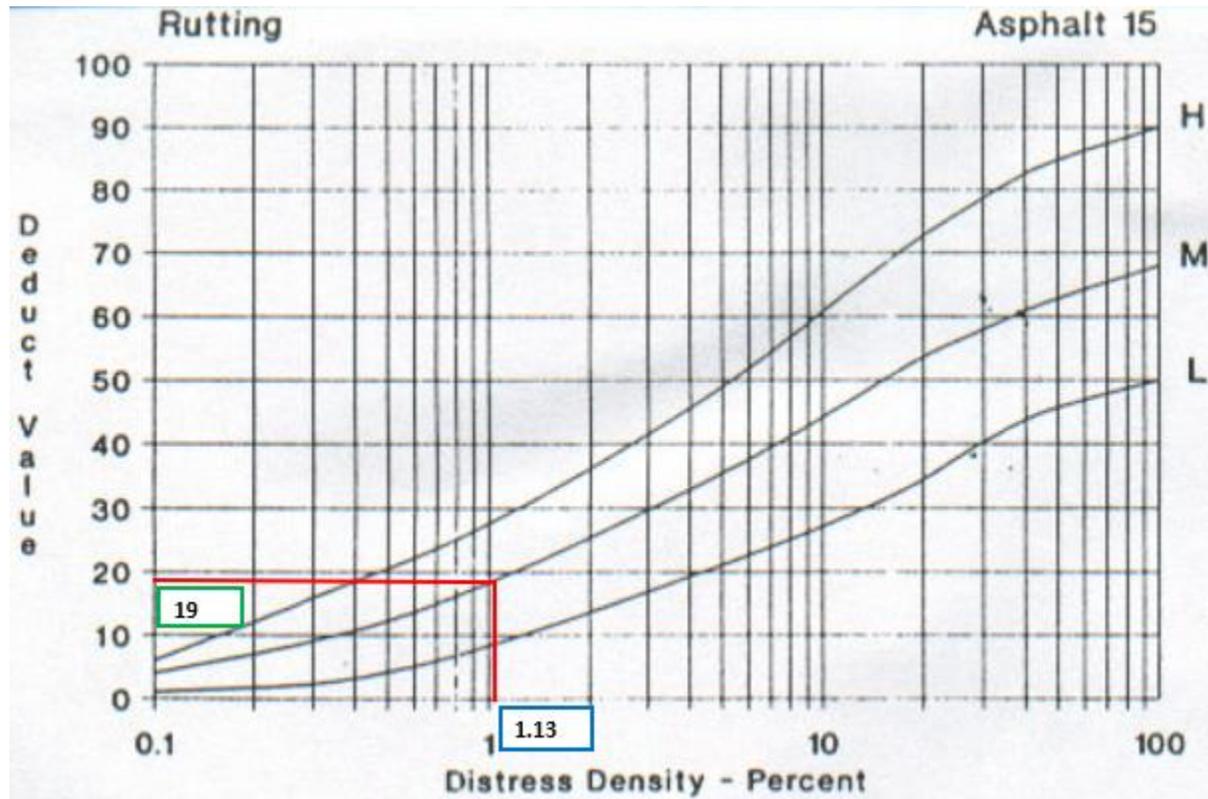


Fuente: Autor



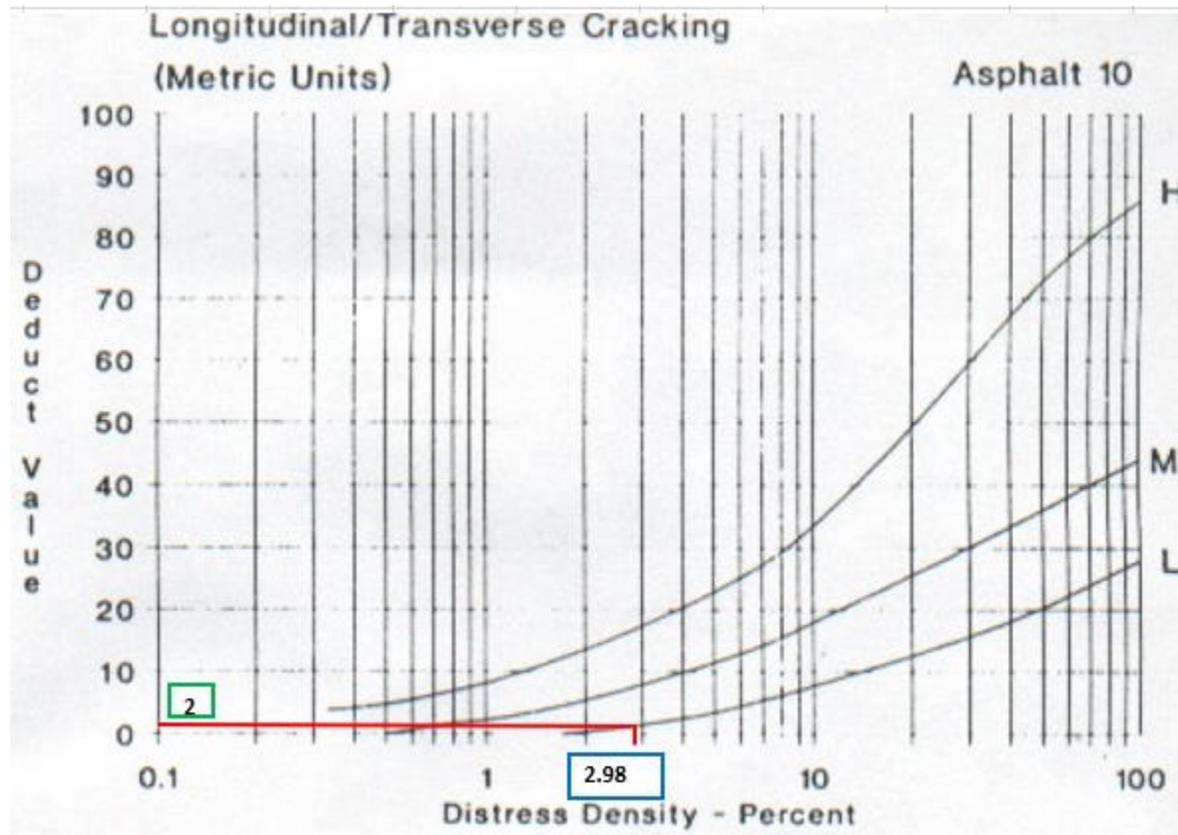
Fuente: Autor

A(15)



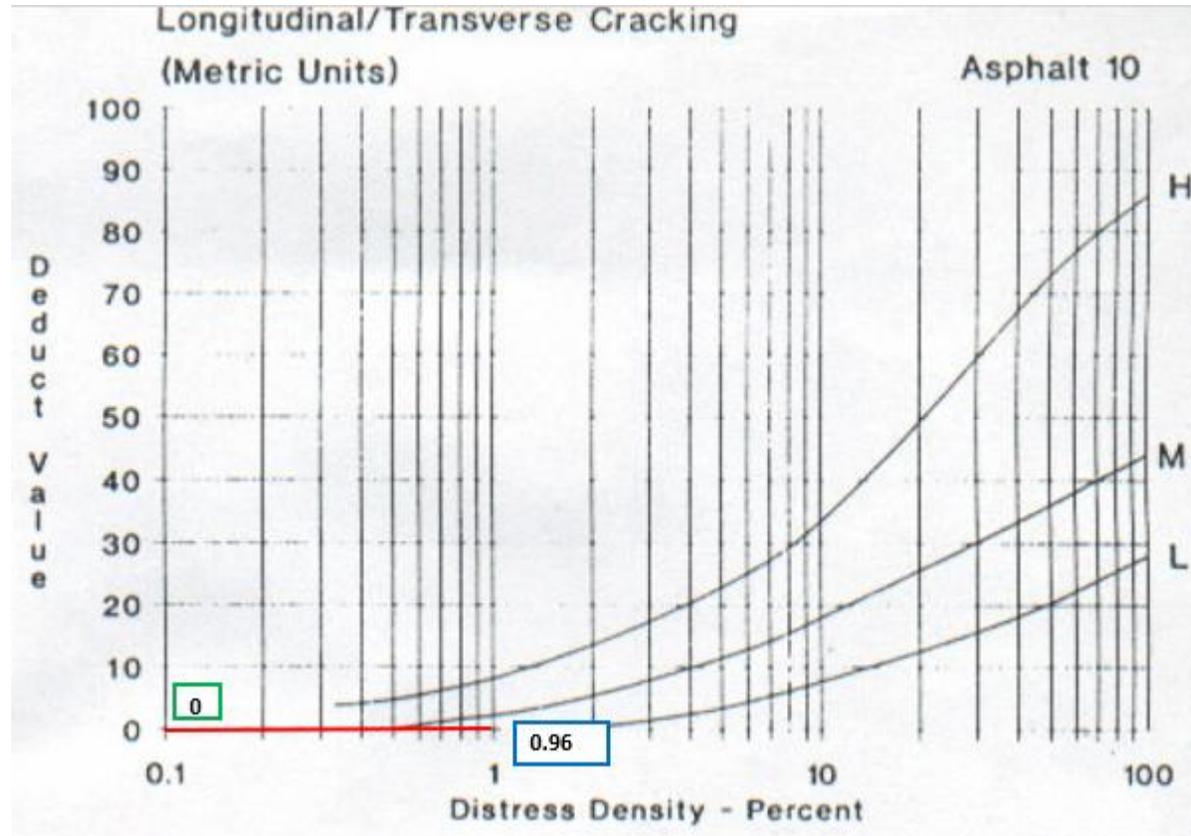
Fuente: Autor

FL(10)



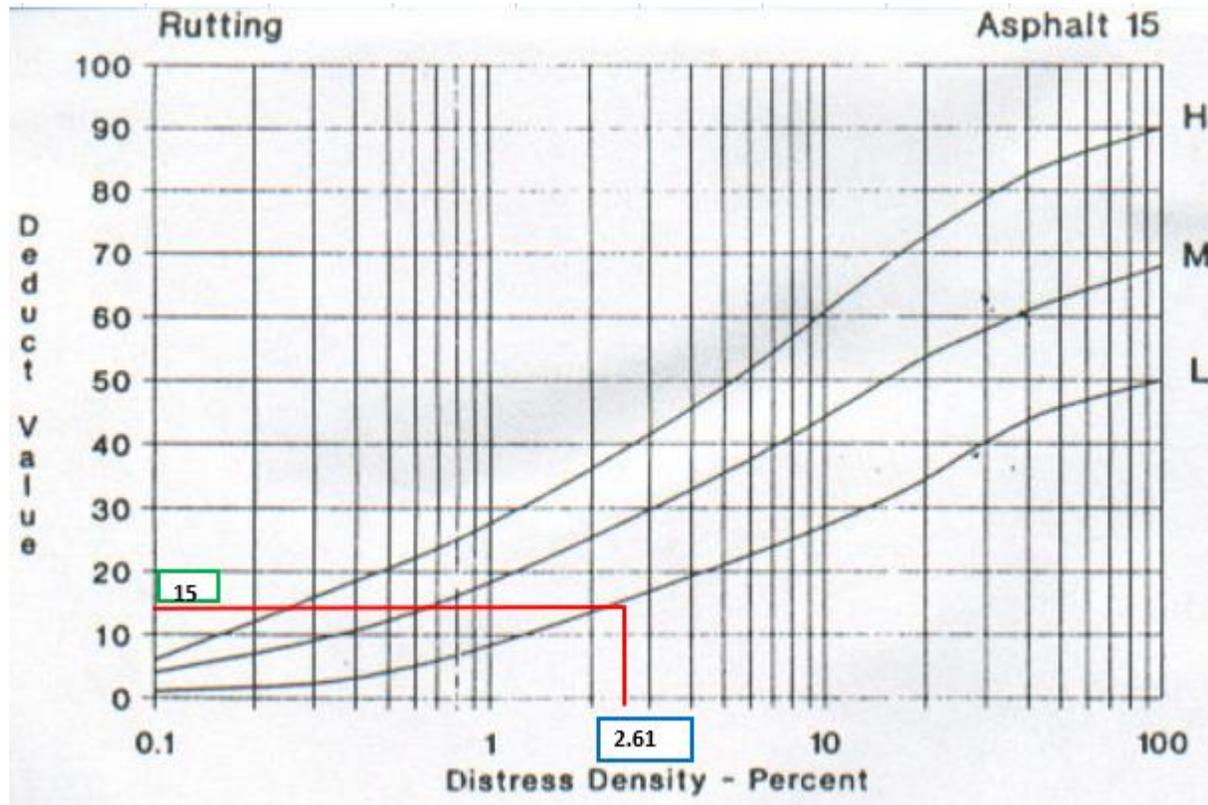
Fuente: Autor

**FL(10)**



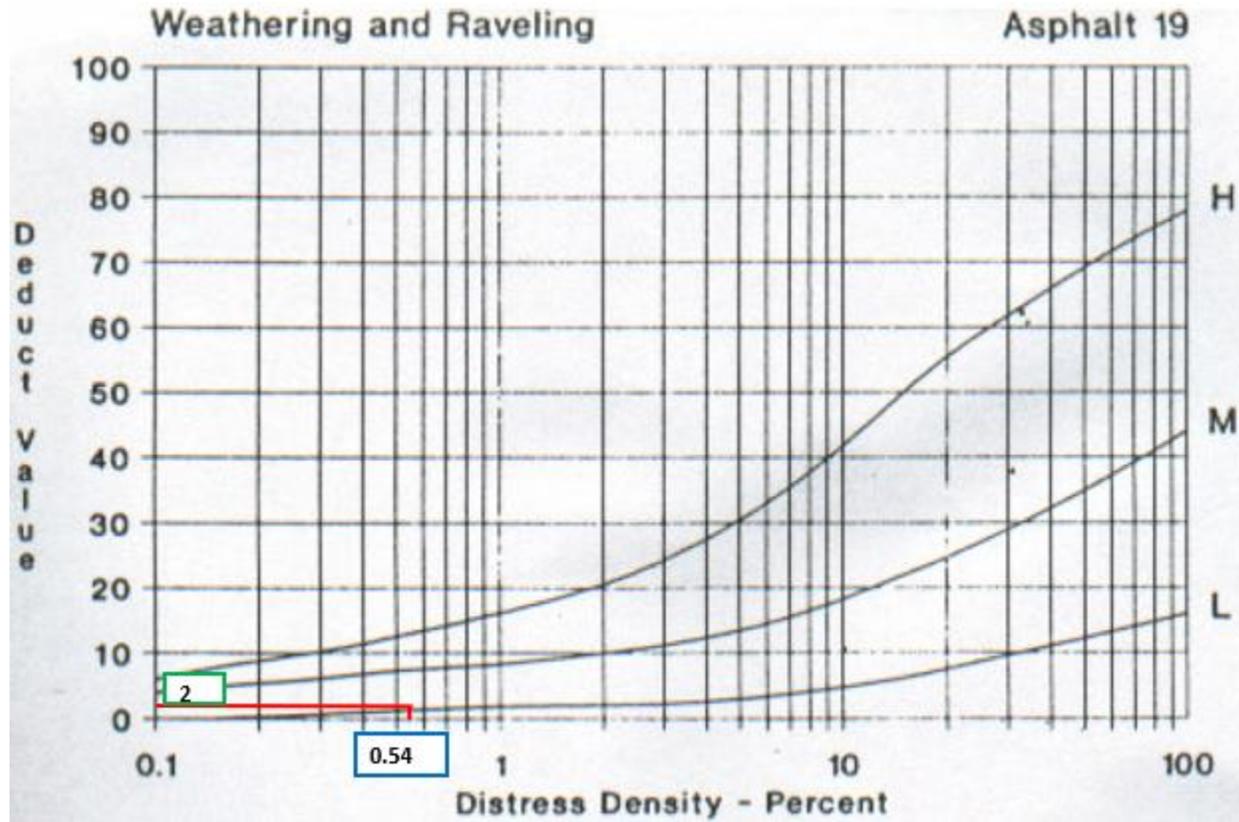
Fuente: Autor

A(15)



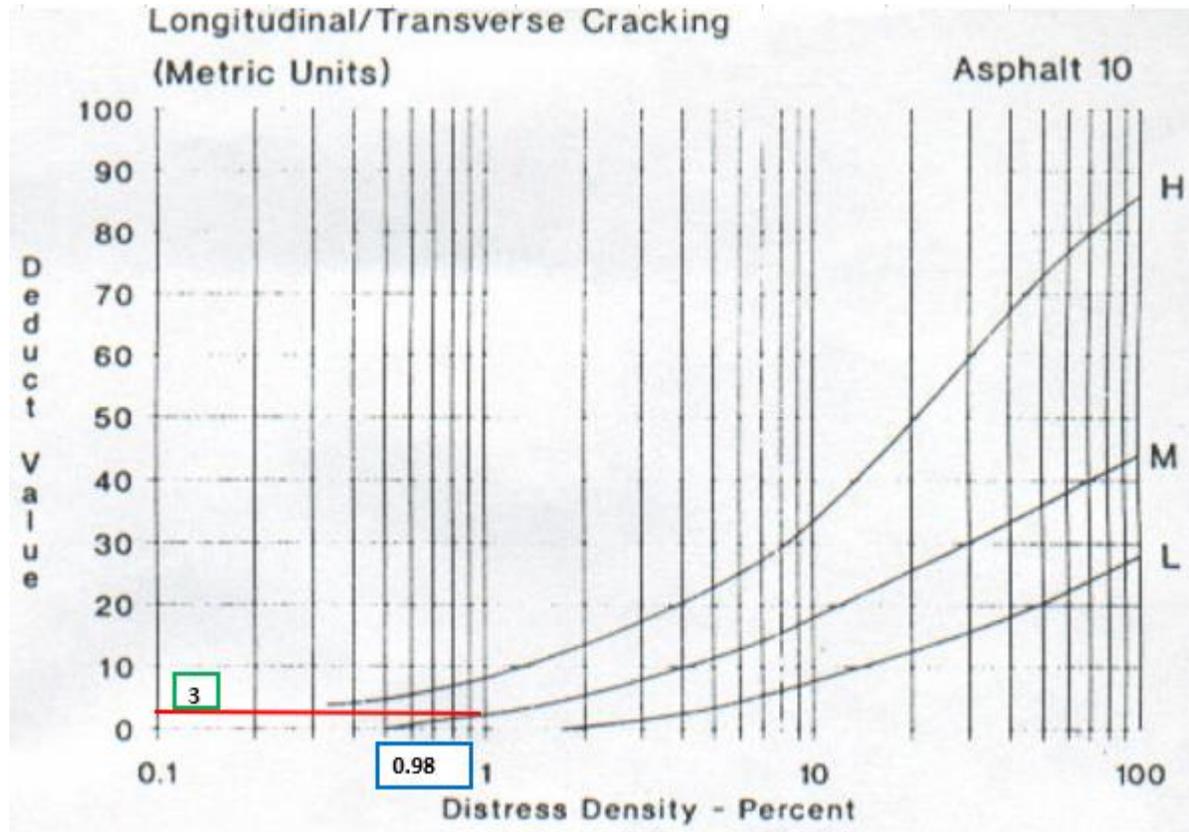
Fuente: Autor

DA(19)



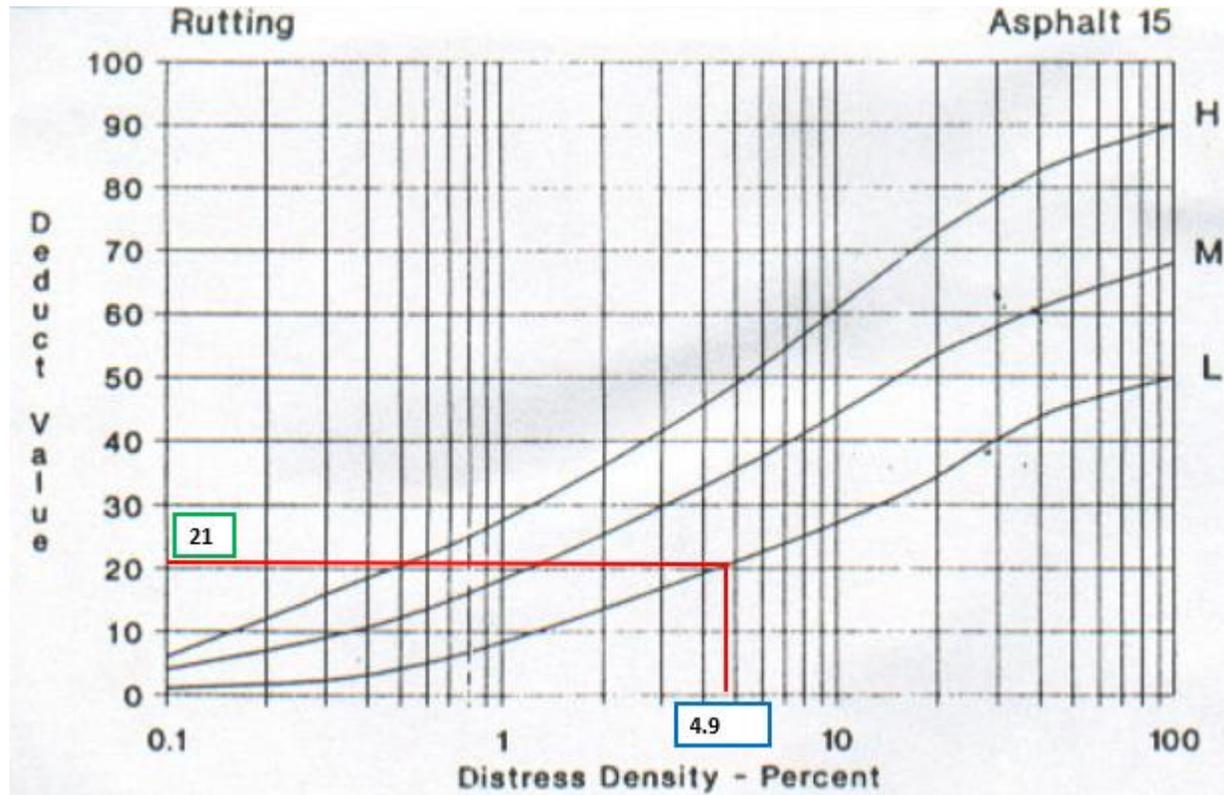
Fuente: Autor

FL(10)



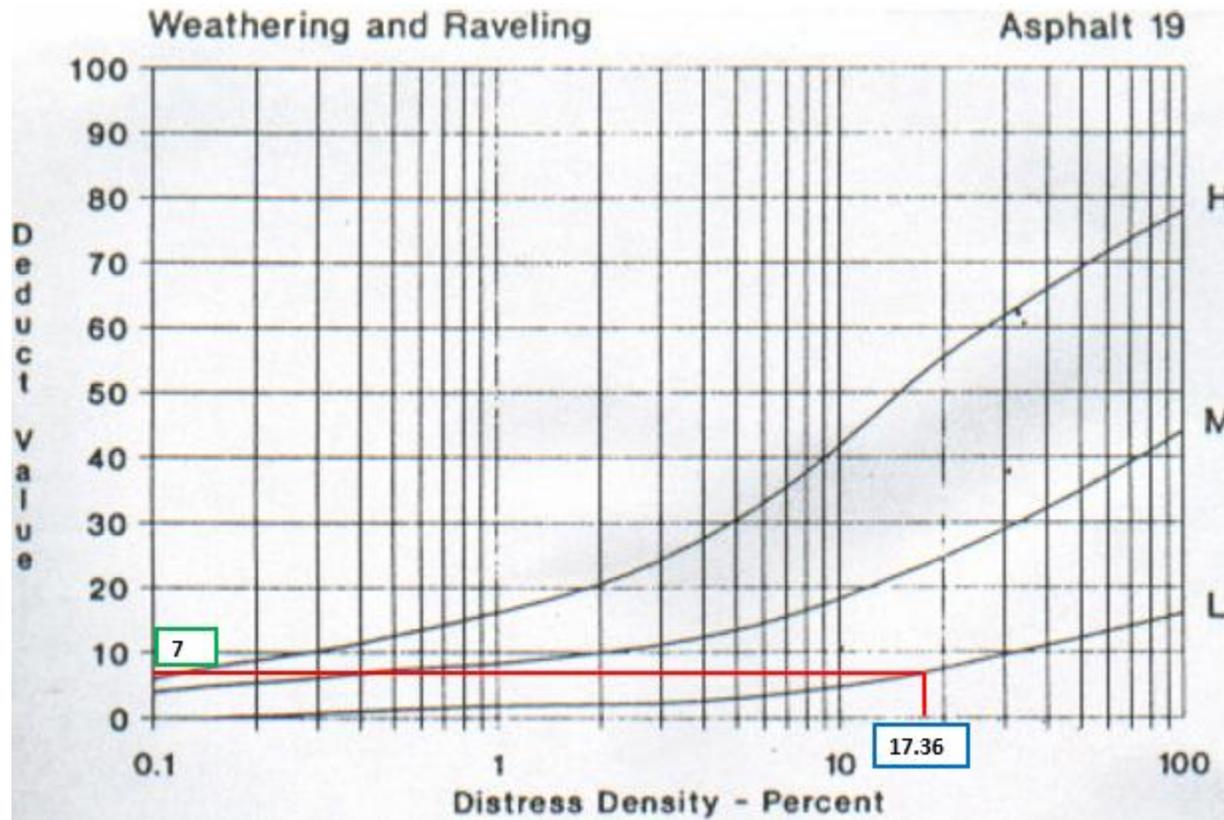
Fuente: Autor

A(15)



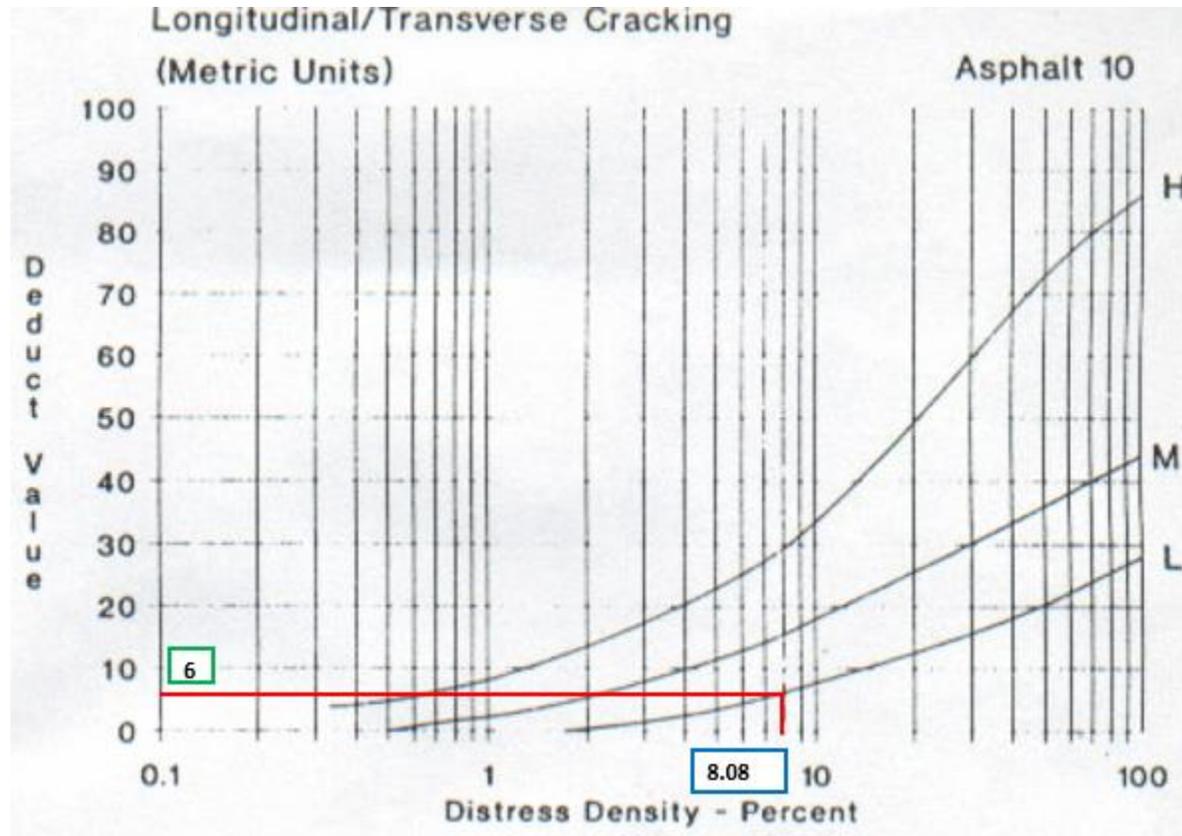
Fuente: Autor

DA(19)



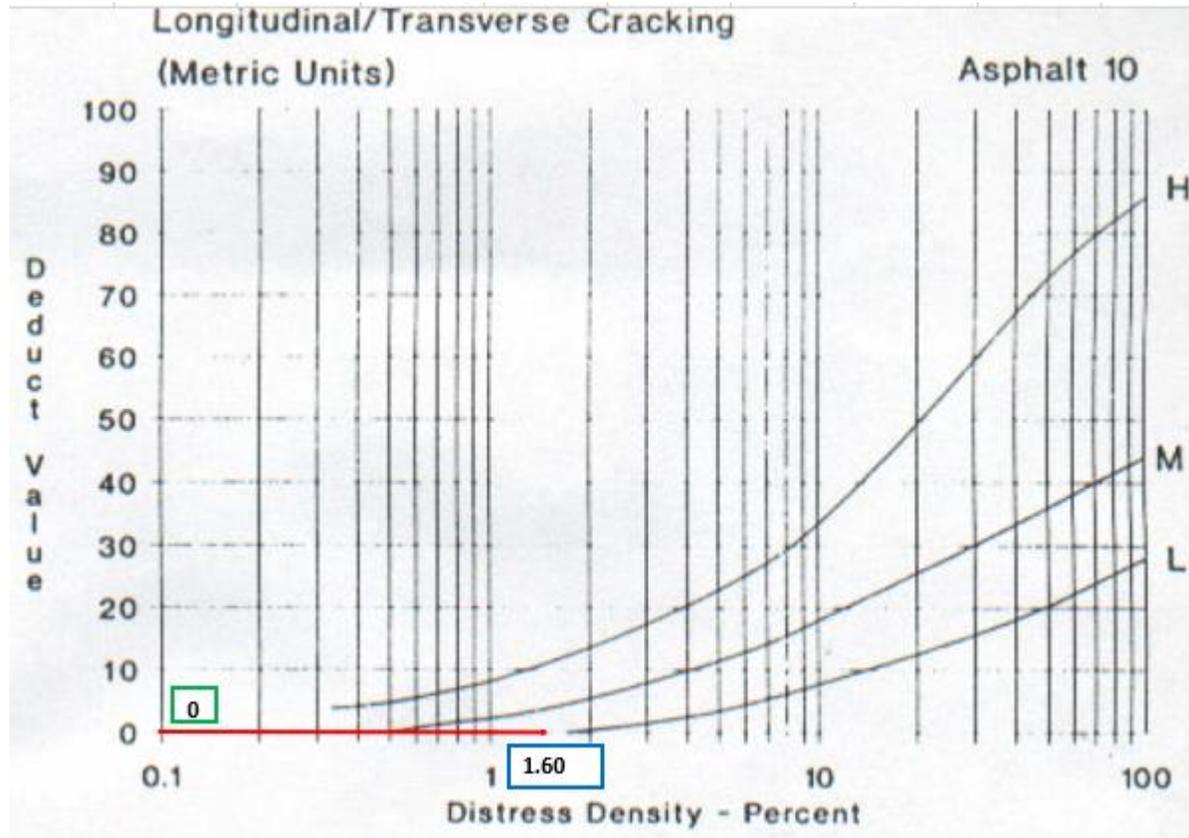
Fuente: Autor

**FL(10)**



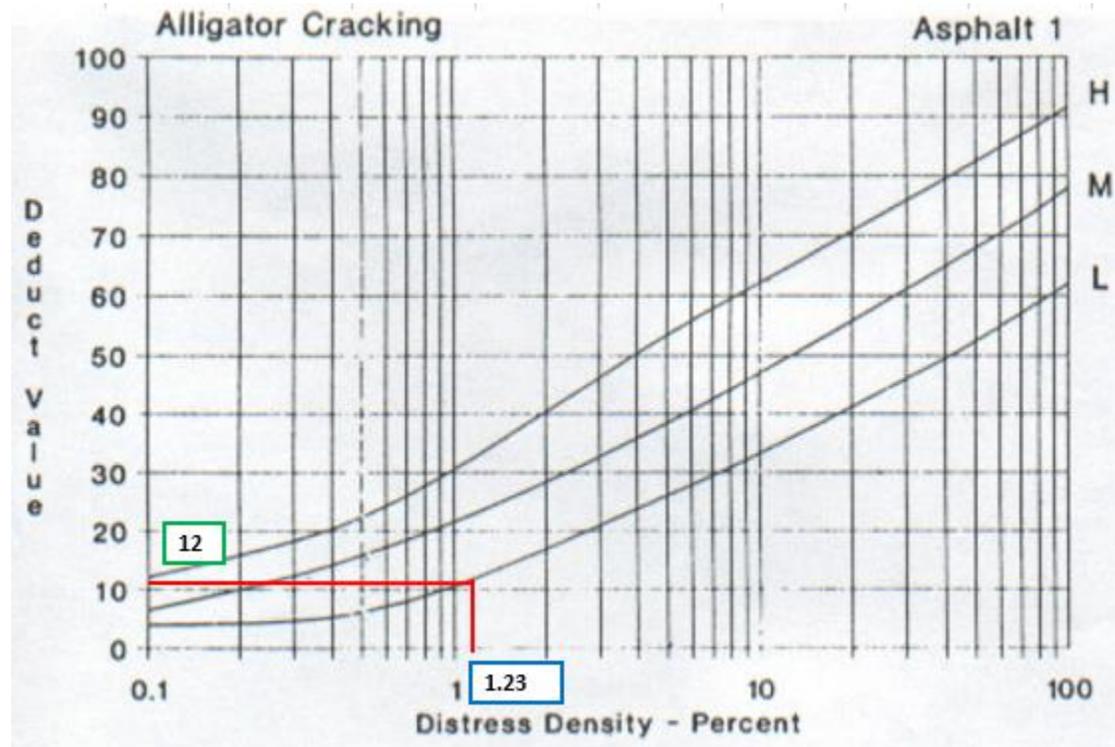
Fuente: Autor

FL(10)



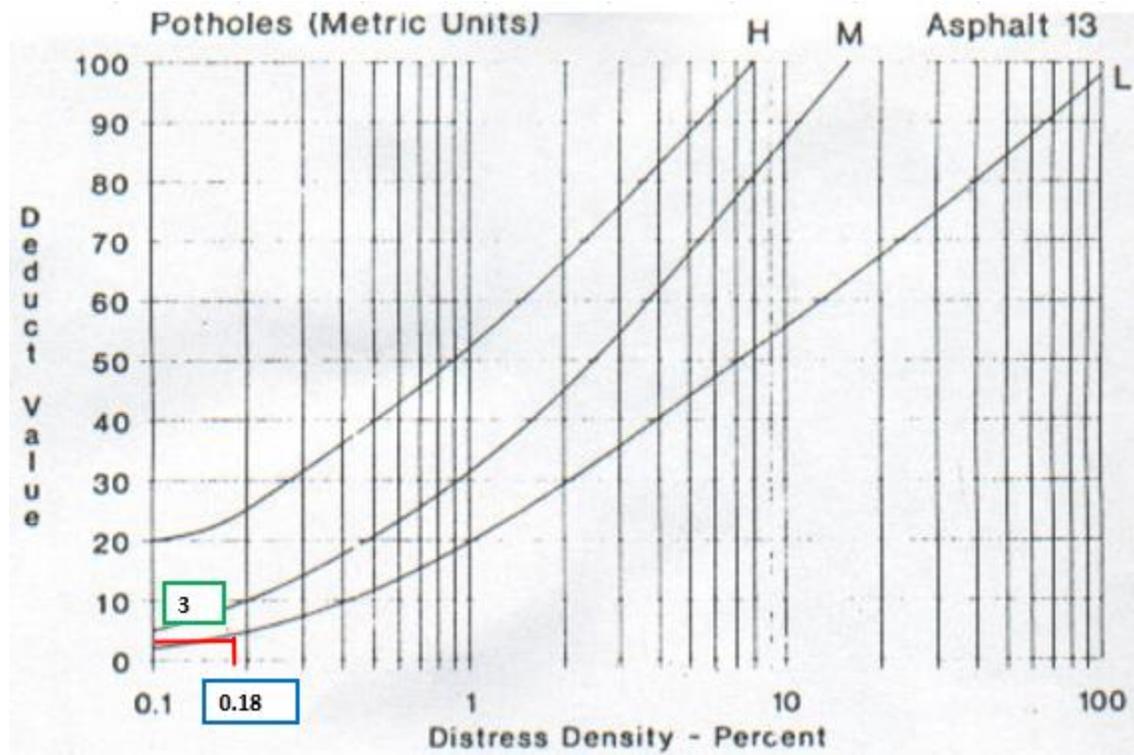
Fuente: Autor

PC(1)



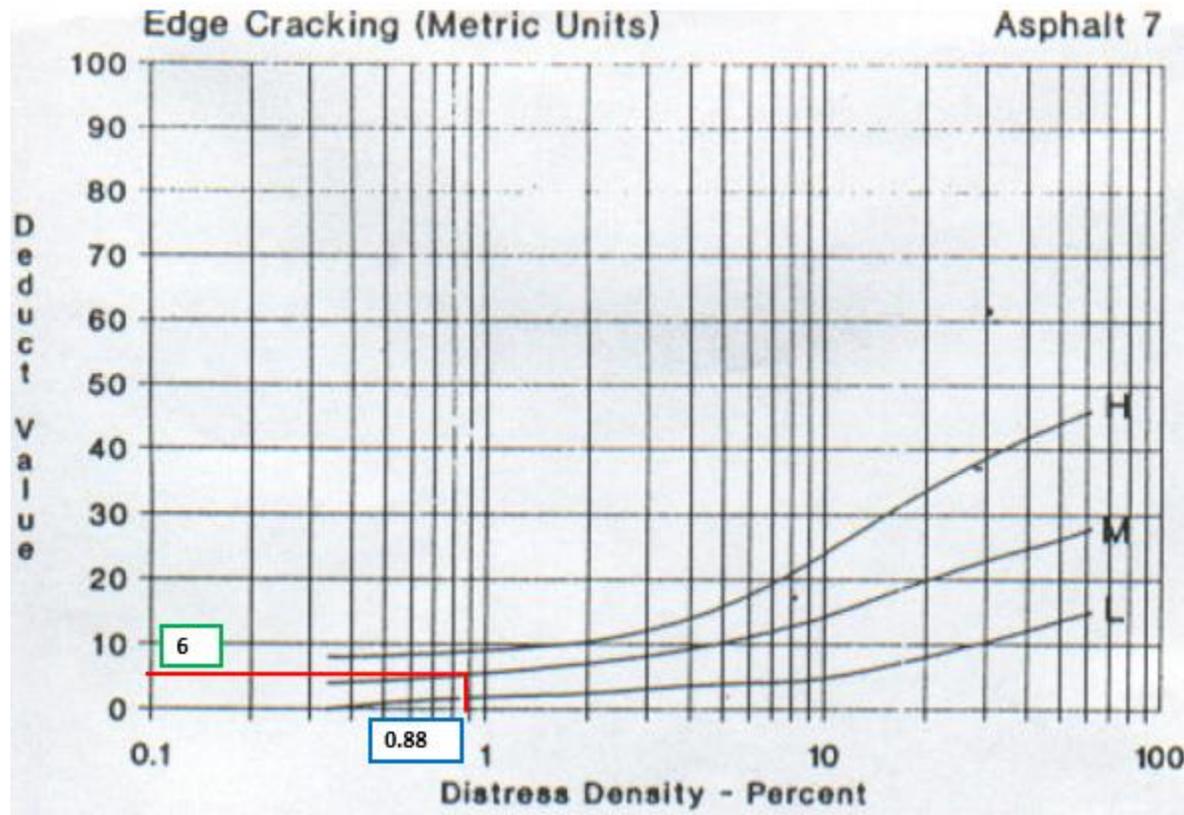
Fuente: Autor

H(13)



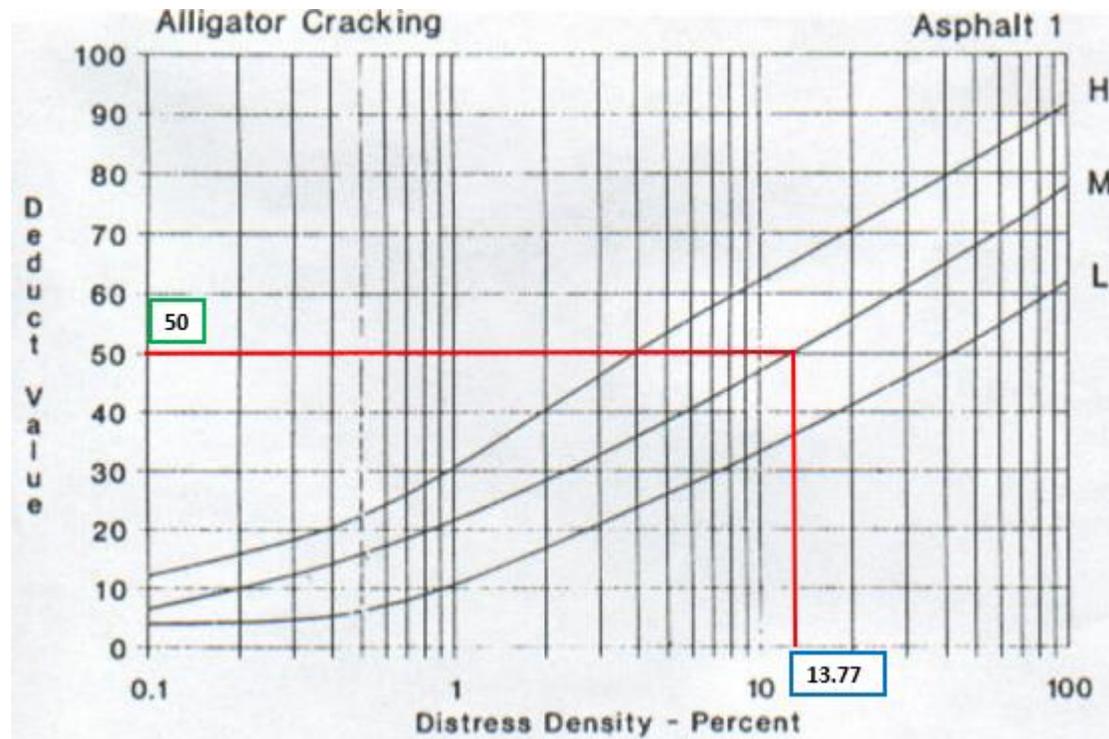
Fuente: Autor

FB(7)



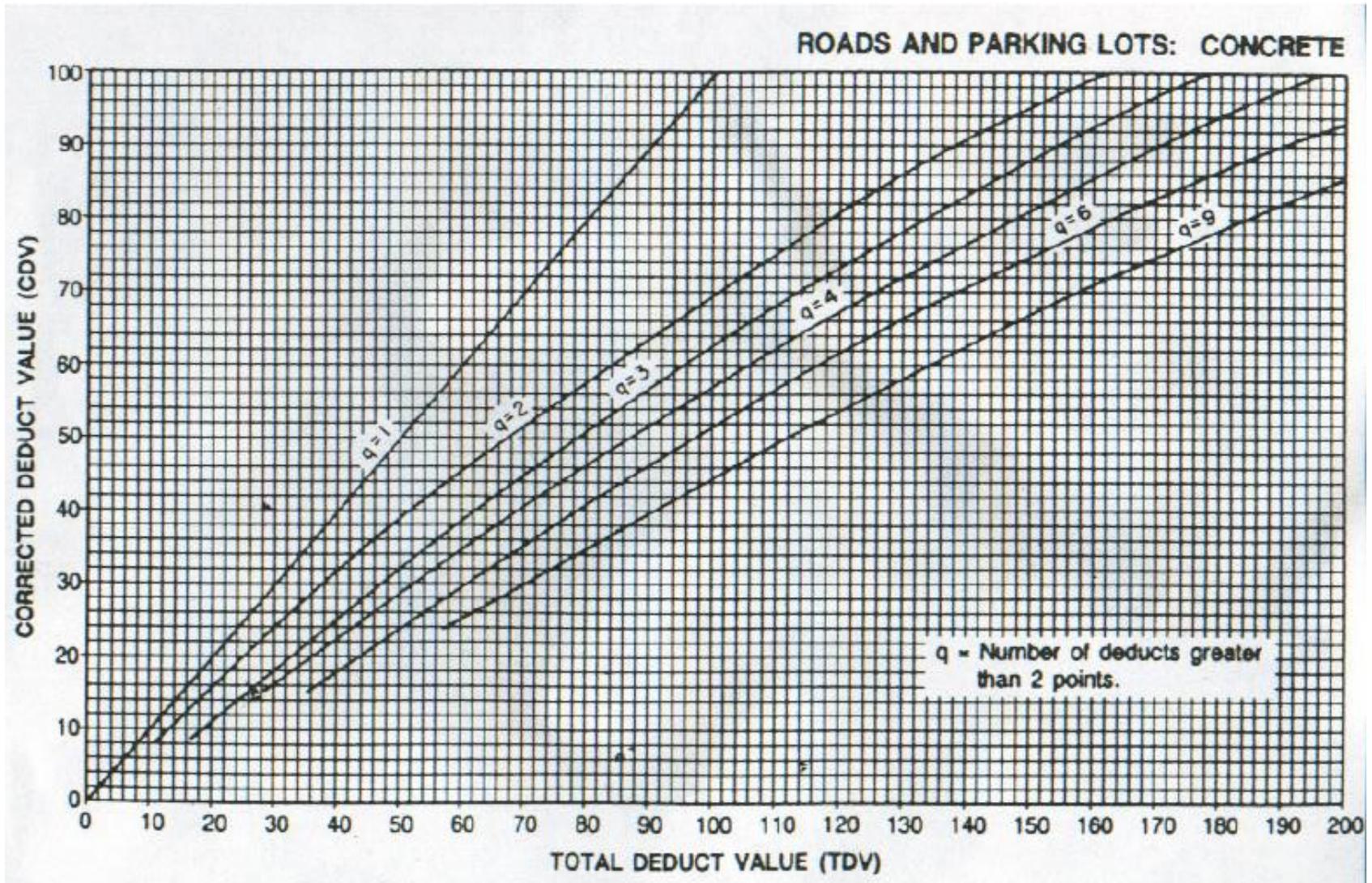
Fuente: Autor

PC(1)



Fuente: Autor

Anexo D-31: Ábaco para Determinar el Máximo Valor Deducido Corregido



Fuente: Luis Ricardo- Manual PCI,2002

## **ANEXO E**

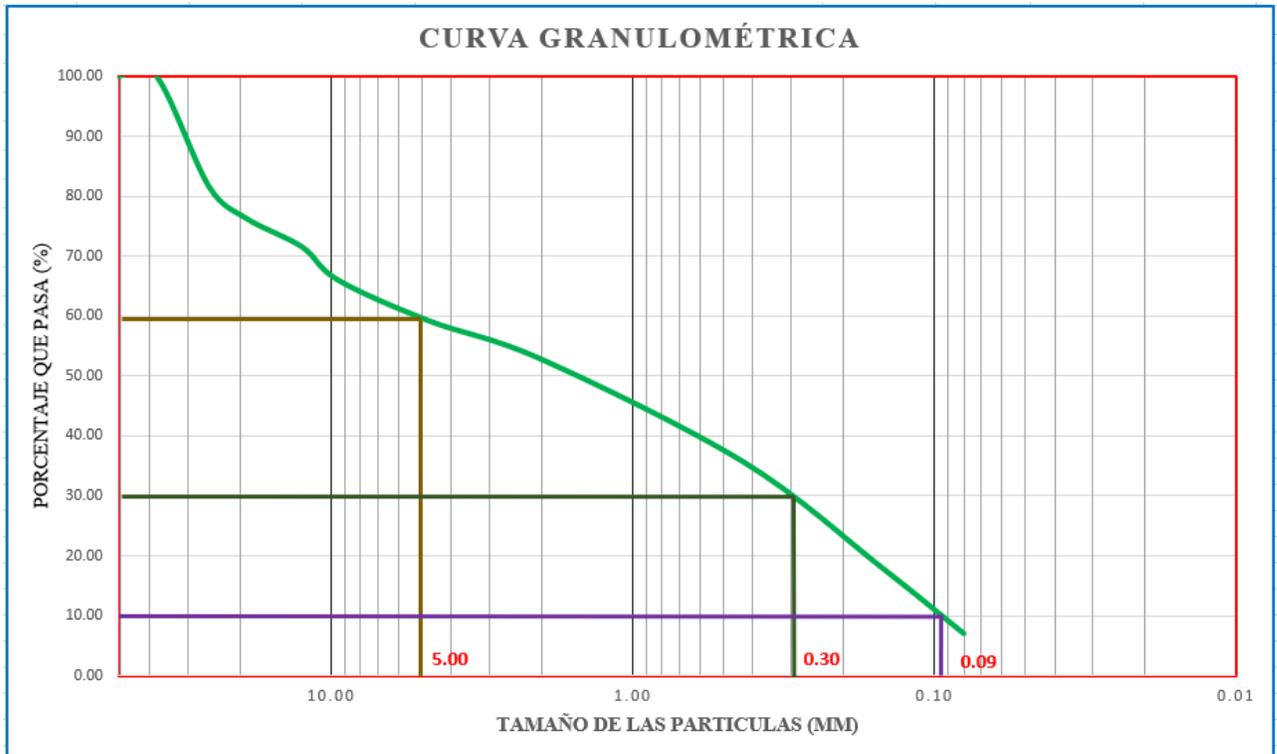
# **GRANULOMETRÍA Y LÍMITE PLÁSTICO**

Anexo E-01: Determinación de Granulometría de la Subrasante, Abscisa km 2+350

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
<b>PROYECTO:</b>	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.				
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza				
<b>NORMA:</b>	ASSTM D - 421 - 58	<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b>	SUELO DE FUNDACIÓN		
	AASHTO T - 87 - 70				
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 2+350				
<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS</b>					
TAMIZ #	mm	PESO RET/PARCIAL (gr)	PESO RET/ACUM. (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.80	0	0	0	100.00
1 1/2"	38.10	0	0	0	100.00
1"	25.40	1299	1299	18.56	81.44
3/4"	19.05	370	1669	23.84	76.16
1/2"	12.50	329	1998	28.54	71.46
3/8"	9.53	384	2382	34.03	65.97
#4	4.76	477	2859	40.84	59.16
<b>PASA #4</b>		4140.92	4140.92	59.16	
# 10	2.00	214.2	214.2	6.48	52.67
# 40	0.43	563.7	777.9	23.55	35.61
# 100	0.15	580.2	1358.1	41.12	18.04
# 200	0.08	364.6	1722.7	52.15	7.00
<b>PASA # 200</b>		231.3	231.3	7.00	
<b>TOTAL</b>		<b>7000</b>			
<b>Peso de Cuarteo (gr)</b>		1954			
<b>Tamaño Nominal Máximo TNM (mm)</b>		25.4			
<b>Diámetro Efectivo D10 (mm)</b>		0.095			
<b>Diámetro Equiparable D30</b>		0.3			
<b>Diámetro Dimensional D60</b>		5			
<b>Coefficiente de uniformidad Cu</b>		52.63			
<b>Coefficiente de Curvatura Cc</b>		0.19			

Fuente: Autor

Anexo E-2: Grafica de la Curva Granulométrica de la Subrasante, Abscisa km 2+350

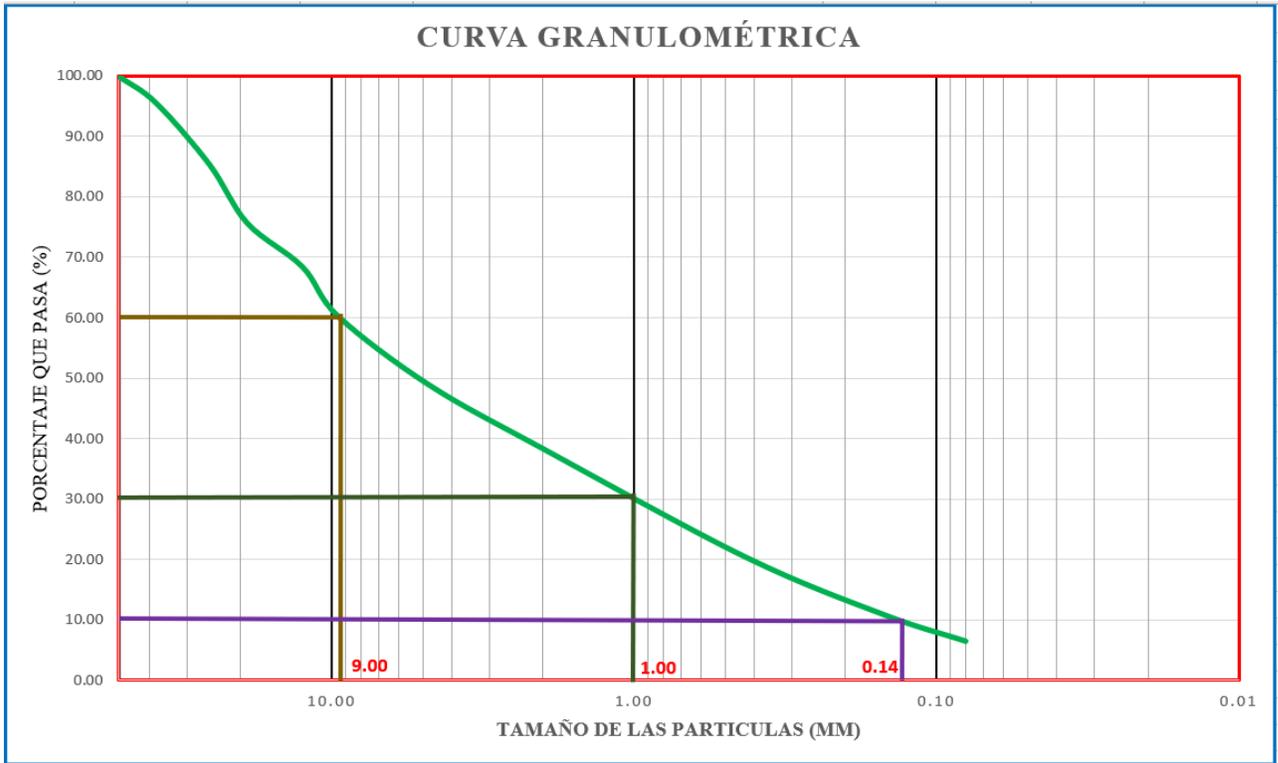


Fuente: Autor

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 					
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
<b>PROYECTO:</b>	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.				
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza				
<b>NORMA:</b>	ASSTM D - 421 - 58	<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> BASE			
	AASHTO T - 87 - 70				
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 2+350				
<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS</b>					
TAMIZ #	mm	PESO RET/PARCIAL (gr)	PESO RET/ACUM. (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.80	0	0	0	100.00
1 1/2"	38.10	313	313	4.471	95.53
1"	25.40	711	1024	14.63	85.37
3/4"	19.05	679	1703	24.33	75.67
1/2"	12.50	507	2210	31.57	68.43
3/8"	9.53	572	2782	39.74	60.26
#4	4.76	797	3579	51.13	48.87
<b>PASA #4</b>		3420.93	3420.93	48.87	
# 10	2.00	342.1	342.1	10.53	38.34
# 40	0.43	580.2	922.3	28.40	20.47
# 100	0.15	309.5	1231.8	37.93	10.94
# 200	0.08	144	1375.8	42.37	6.50
<b>PASA # 200</b>		211.2	211.2	6.50	
<b>TOTAL</b>		<b>7000</b>			
<b>Peso de Cuarteo (gr)</b>		1587			
<b>Tamaño Nominal Máximo TNM (mm)</b>		25.4			
<b>Diámetro Efectivo D10 (mm)</b>		0.14			
<b>Diámetro Equiparable D30</b>		1			
<b>Diámetro Dimensional D60</b>		9			
<b>Coefficiente de uniformidad Cu</b>		64.29			
<b>Coefficiente de Curvatura Cc</b>		0.79			

Fuente: Autor

Anexo E-4: Grafica de la Curva Granulométrica de la Base, Abscisa km 2+350

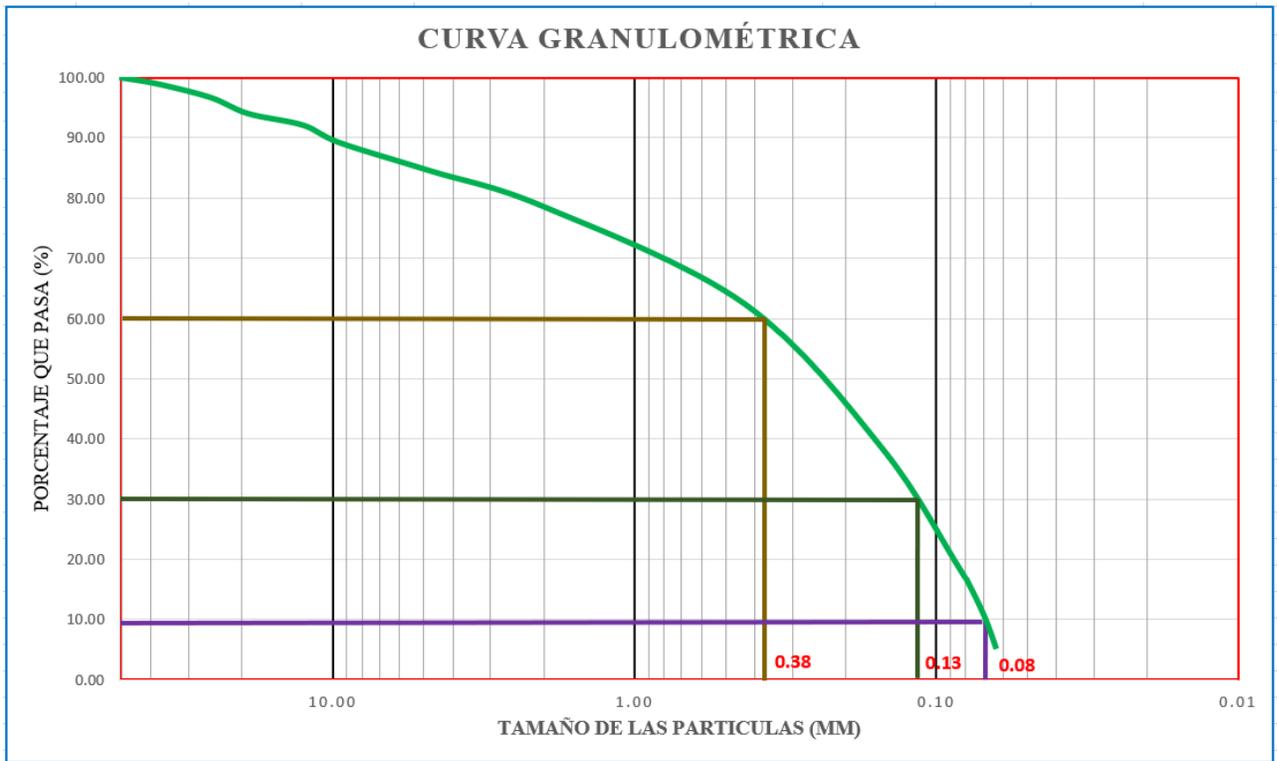


Fuente: Autor

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 					
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>					
<b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
<b>PROYECTO:</b>	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.				
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza				
<b>NORMA:</b>	ASSTM D - 421 - 58	<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> SUELO DE FUNDACIÓN			
	AASHTO T - 87 - 70				
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 3+320				
<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS</b>					
TAMIZ #	mm	PESO RET/PARCIAL (gr)	PESO RET/ACUM. (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA
<b>2"</b>	<b>50.80</b>	0	0	0	100.00
<b>1 1/2"</b>	<b>38.10</b>	74	74	1.06	98.94
<b>1"</b>	<b>25.40</b>	158	232	3.31	96.69
<b>3/4"</b>	<b>19.05</b>	188	420	6.00	94.00
<b>1/2"</b>	<b>12.50</b>	135	555	7.93	92.07
<b>3/8"</b>	<b>9.53</b>	200	755	10.79	89.21
<b>#4</b>	<b>4.76</b>	329	1084	15.49	84.51
<b>PASA #4</b>		5915.95	5915.95	84.51	
<b># 10</b>	<b>2.00</b>	107.1	107.1	5.94	78.57
<b># 40</b>	<b>0.43</b>	291.9	399	22.13	62.39
<b># 100</b>	<b>0.15</b>	434.5	833.5	46.22	38.29
<b># 200</b>	<b>0.08</b>	384.7	1218.2	67.56	16.96
<b>PASA # 200</b>		305.8	305.8	16.96	
<b>TOTAL</b>		<b>7000</b>			
<b>Peso de Cuarteo (gr)</b>			1524		
<b>Tamaño Nominal Máximo TNM (mm)</b>			19.05		
<b>Diámetro Efectivo D10 (mm)</b>			0.08		
<b>Diámetro Equiparable D30</b>			0.13		
<b>Diámetro Dimensional D60</b>			0.38		
<b>Coefficiente de uniformidad Cu</b>			4.75		
<b>Coefficiente de Curvatura Cc</b>			0.56		

Fuente: Autor

Anexo E-6: Grafica de la Curva Granulométrica de la Subrasante, Abscisa km 3+320

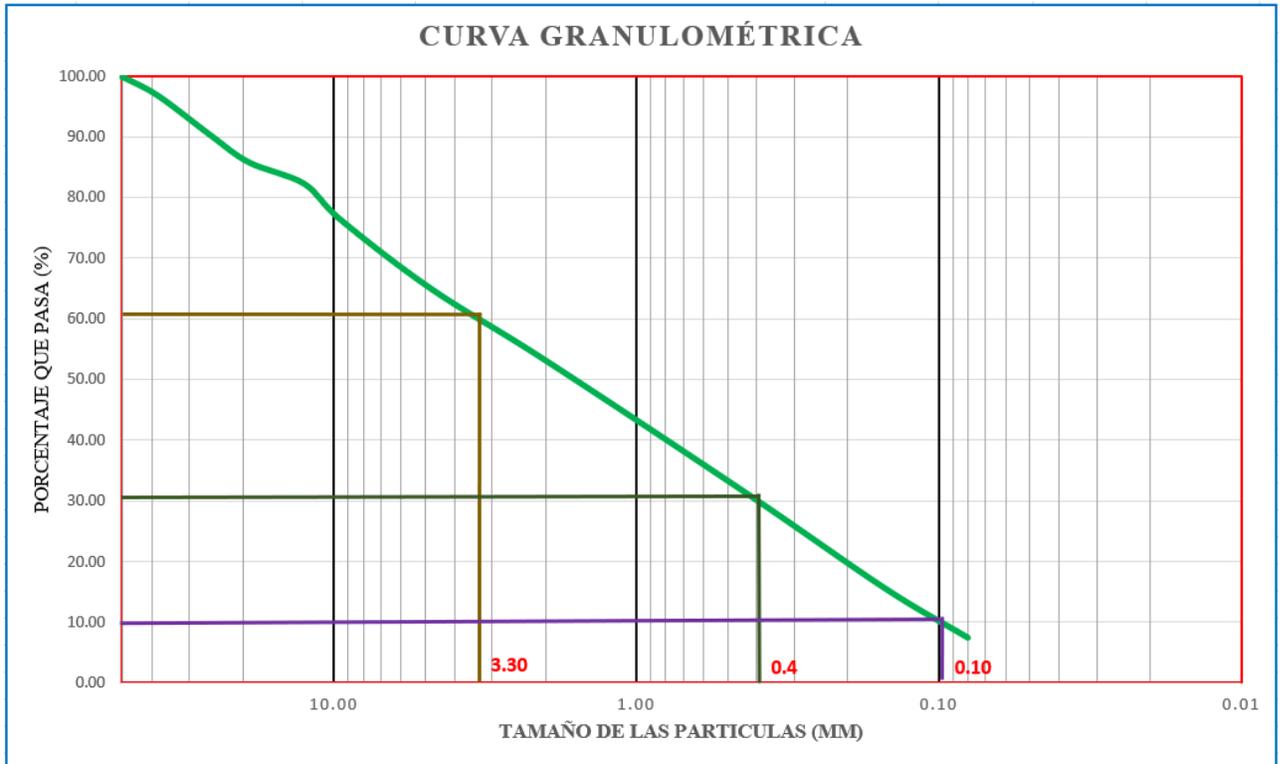


Fuente: Autor

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	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.				
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza				
<b>NORMA:</b>	ASSTM D - 421 - 58 AASHTO T - 87 - 70	<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> BASE			
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 3+320				
<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS</b>					
TAMIZ #	mm	PESO RET/PARCIAL (gr)	PESO RET/ACUM. (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.80	0	0	0	100.00
1 1/2"	38.10	230	230	3.29	96.71
1"	25.40	462	692	9.89	90.11
3/4"	19.05	307	999	14.27	85.73
1/2"	12.50	247	1246	17.80	82.20
3/8"	9.53	407	1653	23.61	76.39
#4	4.76	802	2455	35.07	64.93
<b>PASA #4</b>		4544.94	4544.94	64.93	
# 10	2.00	195	195	11.72	53.21
# 40	0.43	365.4	560.4	33.69	31.24
# 100	0.15	259.9	820.3	49.32	15.61
# 200	0.08	134.4	954.7	57.40	7.53
<b>PASA # 200</b>		125.3	125.3	7.53	
<b>TOTAL</b>		<b>7000</b>			
<b>Peso de Cuarteo (gr)</b>		1080			
<b>Tamaño Nominal Máximo TNM (mm)</b>		25.4			
<b>Diámetro Efectivo D10 (mm)</b>		0.1			
<b>Diámetro Equiparable D30</b>		0.4			
<b>Diámetro Dimensional D60</b>		3.3			
<b>Coefficiente de uniformidad Cu</b>		33.00			
<b>Coefficiente de Curvatura Cc</b>		0.48			

Fuente: Autor

Anexo E-8: Grafica de la Curva Granulométrica de la Base, Abscisa km 3+320

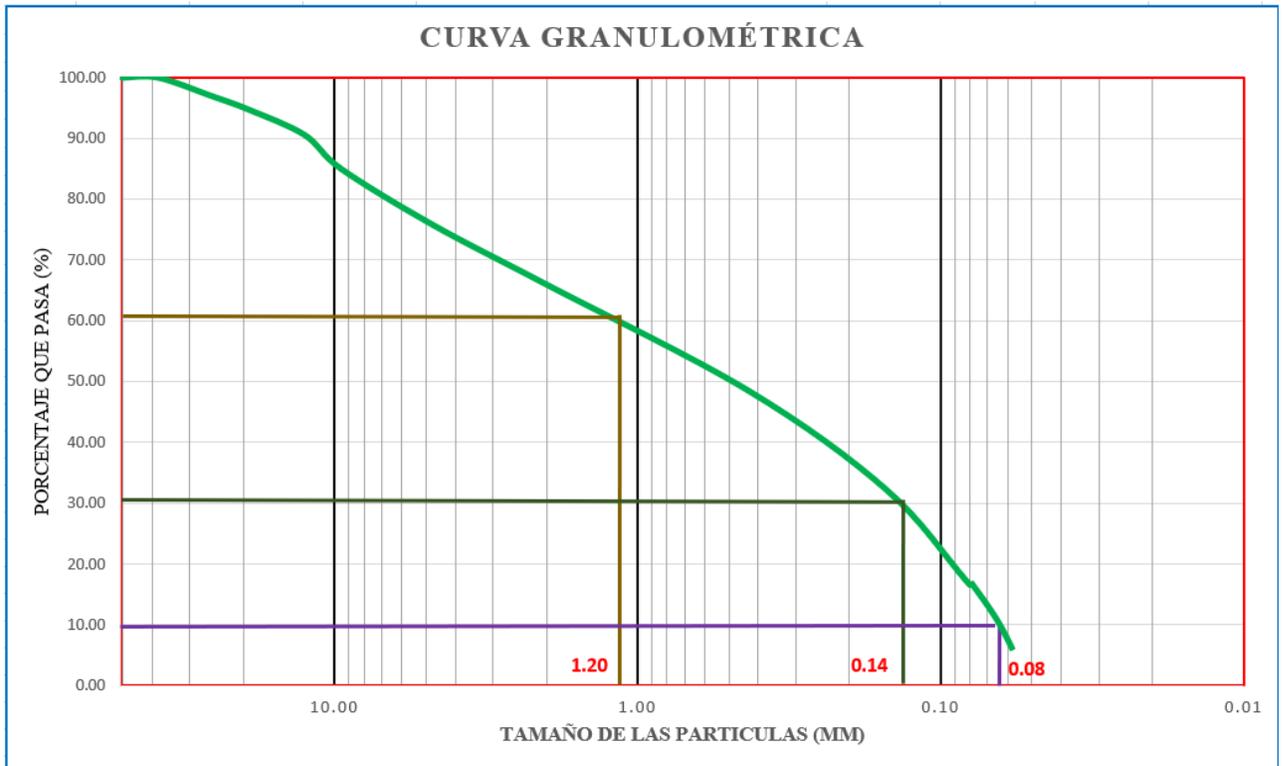


Fuente: Autor

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	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.				
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza				
<b>NORMA:</b>	ASSTM D - 421 - 58	<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> SUELO DE FUNDACIÓN			
	AASHTO T - 87 - 70				
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 4+660				
<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS</b>					
TAMIZ #	mm	PESO RET/PARCIAL (gr)	PESO RET/ACUM. (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA
<b>2"</b>	<b>50.80</b>	0	0	0	100.00
<b>1 1/2"</b>	<b>38.10</b>	0	0	0.00	100.00
<b>1"</b>	<b>25.40</b>	211	211	3.01	96.99
<b>3/4"</b>	<b>19.05</b>	160	371	5.30	94.70
<b>1/2"</b>	<b>12.50</b>	290	661	9.44	90.56
<b>3/8"</b>	<b>9.53</b>	384	1045	14.93	85.07
<b>#4</b>	<b>4.76</b>	643	1688	24.11	75.89
<b>PASA #4</b>		5311.94	5311.94	75.88	
<b># 10</b>	<b>2.00</b>	188.2	188.2	9.84	66.04
<b># 40</b>	<b>0.43</b>	334.2	522.4	27.32	48.56
<b># 100</b>	<b>0.15</b>	313	835.4	43.69	32.20
<b># 200</b>	<b>0.08</b>	297.3	1132.7	59.24	16.65
<b>PASA # 200</b>		318.3	318.3	16.65	
<b>TOTAL</b>		<b>7000</b>			
<b>Peso de Cuarteo (gr)</b>			1451		
<b>Tamaño Nominal Máximo TNM (mm)</b>			19.05		
<b>Diámetro Efectivo D10 (mm)</b>			0.08		
<b>Diámetro Equiparable D30</b>			0.14		
<b>Diámetro Dimensional D60</b>			1.20		
<b>Coefficiente de uniformidad Cu</b>			15.00		
<b>Coefficiente de Curvatura Cc</b>			0.20		

Fuente: Autor

Anexo E-10: Grafica de la Curva Granulométrica de la Subrasante, Abscisa km 4+660

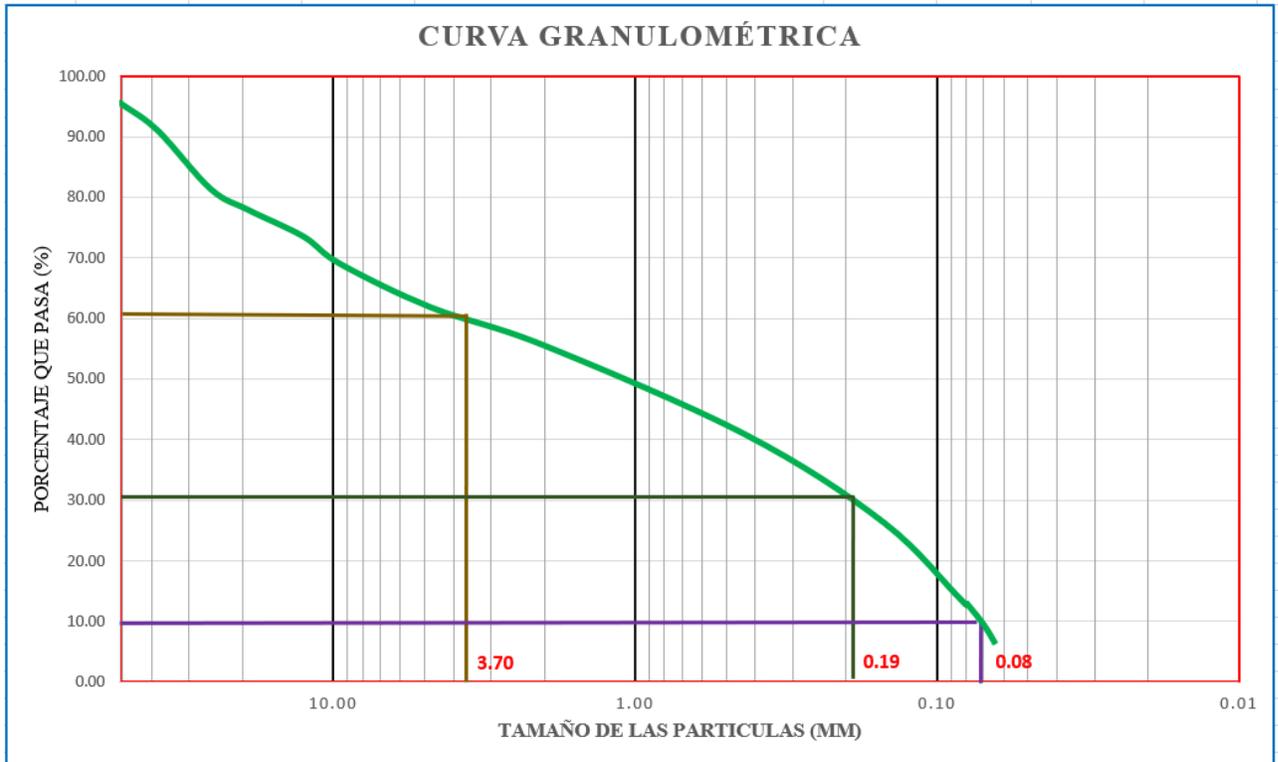


Fuente: Autor

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 					
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
<b>PROYECTO:</b> 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.					
<b>ENSAYADO:</b> Egdo. Darío Chicaiza					
<b>NORMA:</b> ASSTM D - 421 - 58 AASHTO T - 87 - 70				<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> BASE	
<b>UBICACIÓN:</b> Km 4+660					
<b>ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA DE LOS SUELOS</b>					
TAMIZ #	mm	PESO RET/PARCIAL (gr)	PESO RET/ACUM. (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.80	312	312	4.45714286	95.54
1 1/2"	38.10	319	631	9.01	90.99
1"	25.40	677	1308	18.69	81.31
3/4"	19.05	241	1549	22.13	77.87
1/2"	12.50	307	1856	26.51	73.49
3/8"	9.53	308	2164	30.91	69.09
#4	4.76	505	2669	38.13	61.87
<b>PASA #4</b>		4330.95	4330.95	61.87	
# 10	2.00	122.2	122.2	6.31	55.57
# 40	0.43	284.8	407	21.00	40.87
# 100	0.15	280.2	687.2	35.46	26.41
# 200	0.08	263.6	950.8	49.06	12.81
<b>PASA # 200</b>		248.2	248.2	12.81	
<b>TOTAL</b>		<b>7000</b>			
<b>Peso de Cuarteo (gr)</b>			1199		
<b>Tamaño Nominal Máximo TNM (mm)</b>			38.1		
<b>Diámetro Efectivo D10 (mm)</b>			0.08		
<b>Diámetro Equiparable D30</b>			0.19		
<b>Diámetro Dimensional D60</b>			3.7		
<b>Coefficiente de uniformidad Cu</b>			46.25		
<b>Coefficiente de Curvatura Cc</b>			0.12		

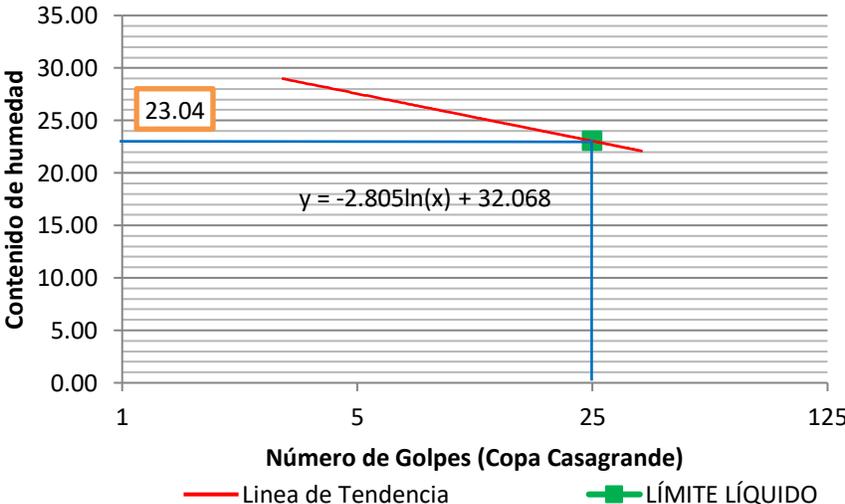
Fuente: Autor

Anexo E-12: Grafica de la Curva Granulométrica de la Base, Abscisa km 4+660.



Fuente: Autor

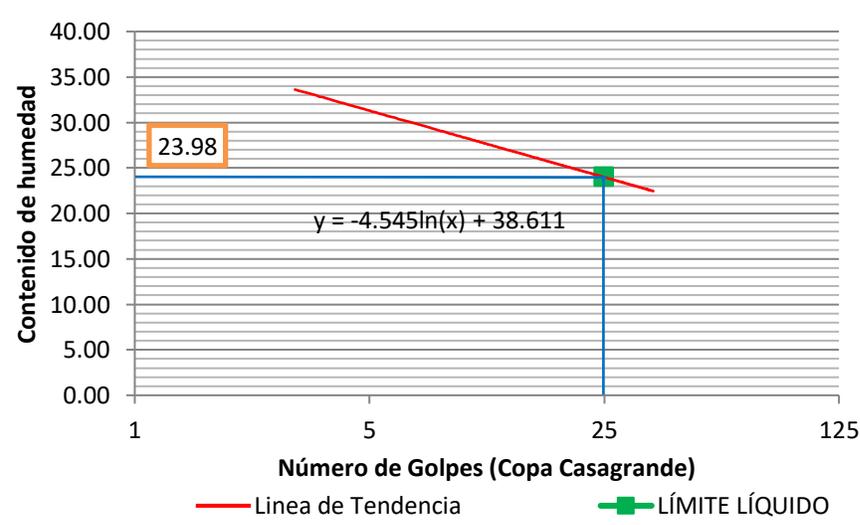
Anexo E-13: Determinación del Límite líquido y Plástico de la Subrasante, Abscisa km 2+350.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>								
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO</b>								
<b>PROYECTO:</b>	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.							
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza	<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b>	SUELO DE FUNDACIÓN					
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 2+350							
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente N°	10	18	34	79	39	42	69	17
Peso del recipiente $W_r$	11.4	11.3	11.2	11.3	11.7	11.8	11.5	11.4
Peso suelo húmedo + P. Recipiente ( $W_m+W_r$ )	35.4	38.3	29.5	31.9	28.7	34.4	39.2	36.4
Peso suelo seco + P. Recipiente ( $W_s+W_r$ )	30.9	33.3	26.1	28	25.4	29.9	32.9	30.7
Peso de Agua $W_w$	4.5	5.0	3.4	3.9	3.3	4.5	6.3	5.7
Peso muestra seca $W_s$	19.5	22.0	14.9	16.7	13.7	18.1	21.4	19.3
Contenido de humedad $w\%=100 W_w/W_s$	23.1	22.7	22.8	23.4	24.1	24.9	29.4	29.5
Promedio W%	22.90		23.09		24.47		29.49	
N° de Golpes	35		21		11		3	
Límite Líquido LL%	23.04							
<b>OBSERVACIONES:</b>	NORMA: AASHTO T- 90-70, ASTM D - 424 - 71, INEN 691							
<h3>Curva de Escurrimiento</h3> 								

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>67</b>	<b>7</b>	<b>54</b>
Peso del recipiente (Wr)	<b>10.70</b>	<b>10.90</b>	<b>10.70</b>	<b>7.50</b>	<b>7.40</b>	<b>7.4</b>
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	<b>11.80</b>	<b>11.90</b>	<b>11.60</b>	<b>8.00</b>	<b>8.50</b>	<b>8.3</b>
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	<b>11.60</b>	<b>11.70</b>	<b>11.40</b>	<b>7.90</b>	<b>8.30</b>	<b>8.2</b>
Peso de Agua Ww	<b>0.20</b>	<b>0.20</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>
Peso muestra seca Ws	<b>0.90</b>	<b>0.80</b>	<b>0.70</b>	<b>0.40</b>	<b>0.90</b>	<b>0.80</b>
Contenido de humedad $w\% = 100 Ww/Ws$	<b>22.22</b>	<b>25.00</b>	<b>28.57</b>	<b>25.00</b>	<b>22.22</b>	<b>12.50</b>
Promedio W% (L.P)	<b>22.59</b>					
Índice de Plasticidad $IP = LL - LP$	<b>0.45</b>					
<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>NORMA: AASHTO T- 90-70, ASTM D - 424 - 59 -74, INEN 691</b>					
	<b>PLÁSTICO</b>					

Fuente: Autor

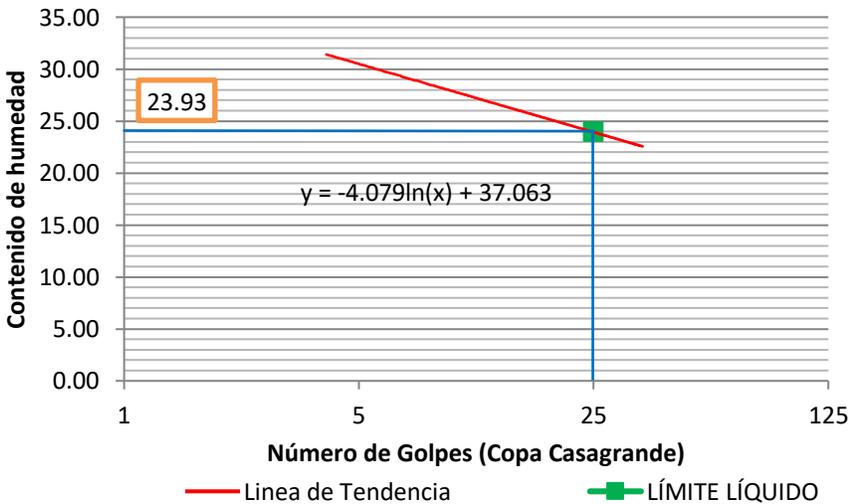
Anexo E-14: Determinación del Límite líquido y Plástico de la Base, Abscisa km 2+350.

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b>								
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO</b>								
<b>PROYECTO:</b>	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.							
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza	<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b> BASE						
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 2+350							
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente N°	8	38	63	76	5	72	75	35
Peso del recipiente Wr	11.4	11.8	11.1	11.4	11	12.2	10.9	11.3
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	31	31.7	31.2	35.9	34.7	34.5	38.6	35
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	27.5	27.9	27.3	31.1	29.5	29.6	31.7	29
Peso de Agua Ww	3.5	3.8	3.9	4.8	5.2	4.9	6.9	6.0
Peso muestra seca Ws	16.1	16.1	16.2	19.7	18.5	17.4	20.8	17.7
Contenido de humedad w%=100 Ww/Ws	21.7	23.6	24.1	24.4	28.1	28.2	33.2	33.9
Promedio W%	22.67		24.22		28.13		33.54	
N° de Golpes	35		21		11		3	
Límite Líquido LL%	23.98							
<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>NORMA: AASHTO T- 90-70, ASTM D - 424 - 71, INEN 691</b>							
<h3>Curva de Ecurrimiento</h3>  <p style="text-align: center;"> <span style="color: red;">—</span> Línea de Tendencia      <span style="color: green;">■</span> LÍMITE LÍQUIDO         </p>								

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	10	18	4	7A	1Ar	1
Peso del recipiente (Wr)	10.70	10.80	10.80	10.80	10.70	10.8
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	12.00	11.30	11.60	11.80	11.60	11.8
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	11.70	11.20	11.40	11.60	11.40	11.5
Peso de Agua Ww	0.30	0.10	0.20	0.20	0.20	0.30
Peso muestra seca Ws	1.00	0.40	0.60	0.80	0.70	0.70
Contenido de humedad $w\% = 100 Ww/Ws$	30.00	25.00	33.33	25.00	28.57	42.86
Promedio W% (L.P)	30.79					
Índice de Plasticidad $IP = LL - LP$	-6.81					
<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>NORMA: AASHTO T- 90-70, ASTM D - 424 - 59 -74, INEN 691</b>					
	<b>NO PLÁSTICO</b>					

Fuente: Autor

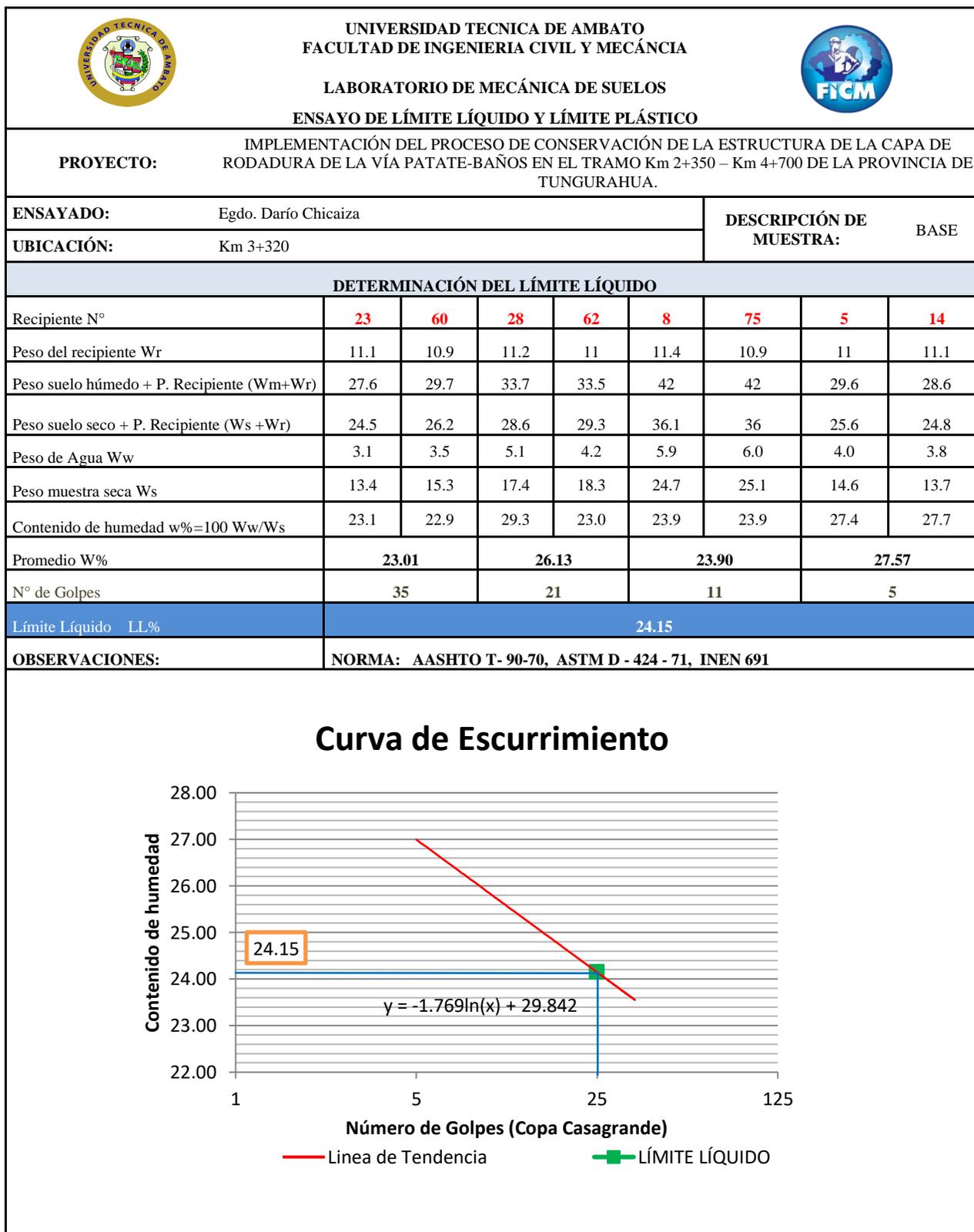
Anexo E-15: Determinación del Límite líquido y Plástico de la Subrasante, Abscisa km 3+320.

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b>								
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO</b>								
<b>PROYECTO:</b>	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.							
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza	<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b>	SUELO DE FUNDACIÓN					
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 3+320							
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente N°	10	38	42	69	39	79	61	18
Peso del recipiente Wr	11.7	11.8	11.8	11.5	11.6	11.3	11.4	11.5
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	31.3	31	34.9	33.2	31.4	32.4	33.6	36
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	27.6	27.5	30.6	29.1	27.1	27.8	28.3	30.2
Peso de Agua Ww	3.7	3.5	4.3	4.1	4.3	4.6	5.3	5.8
Peso muestra seca Ws	15.9	15.7	18.8	17.6	15.5	16.5	16.9	18.7
Contenido de humedad w%=100 Ww/Ws	23.3	22.3	22.9	23.3	27.7	27.9	31.4	31.0
Promedio W%	22.78		23.08		27.81		31.19	
N° de Golpes	35		27		11		4	
Límite Líquido LL%	23.93							
<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>NORMA: AASHTO T- 90-70, ASTM D - 424 - 71, INEN 691</b>							
<h3>Curva de Ecurrimiento</h3>  <p style="text-align: center;"> <span style="color: red;">—</span> Línea de Tendencia      <span style="color: green;">■</span> LÍMITE LÍQUIDO         </p>								

<b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO</b>						
Recipiente N°	<b>24</b>	<b>47</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>61</b>	<b>62</b>
Peso del recipiente (Wr)	7.40	6.10	4.20	6.00	6.10	7.4
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	7.90	6.60	5.00	6.60	7.00	8
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	7.80	6.50	4.80	6.40	6.80	7.9
Peso de Agua Ww	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10
Peso muestra seca Ws	0.40	0.40	0.60	0.40	0.70	0.50
Contenido de humedad w%=100 Ww/Ws	25.00	25.00	33.33	50.00	28.57	20.00
Promedio W% (L.P)	30.32					
Índice de Plasticidad IP = LL - LP	-6.39					
<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>NORMA: AASHTO T- 90-70, ASTM D - 424 - 59 -74, INEN 691</b>					
<b>NO PLÁSTICO</b>						

Fuente: Autor

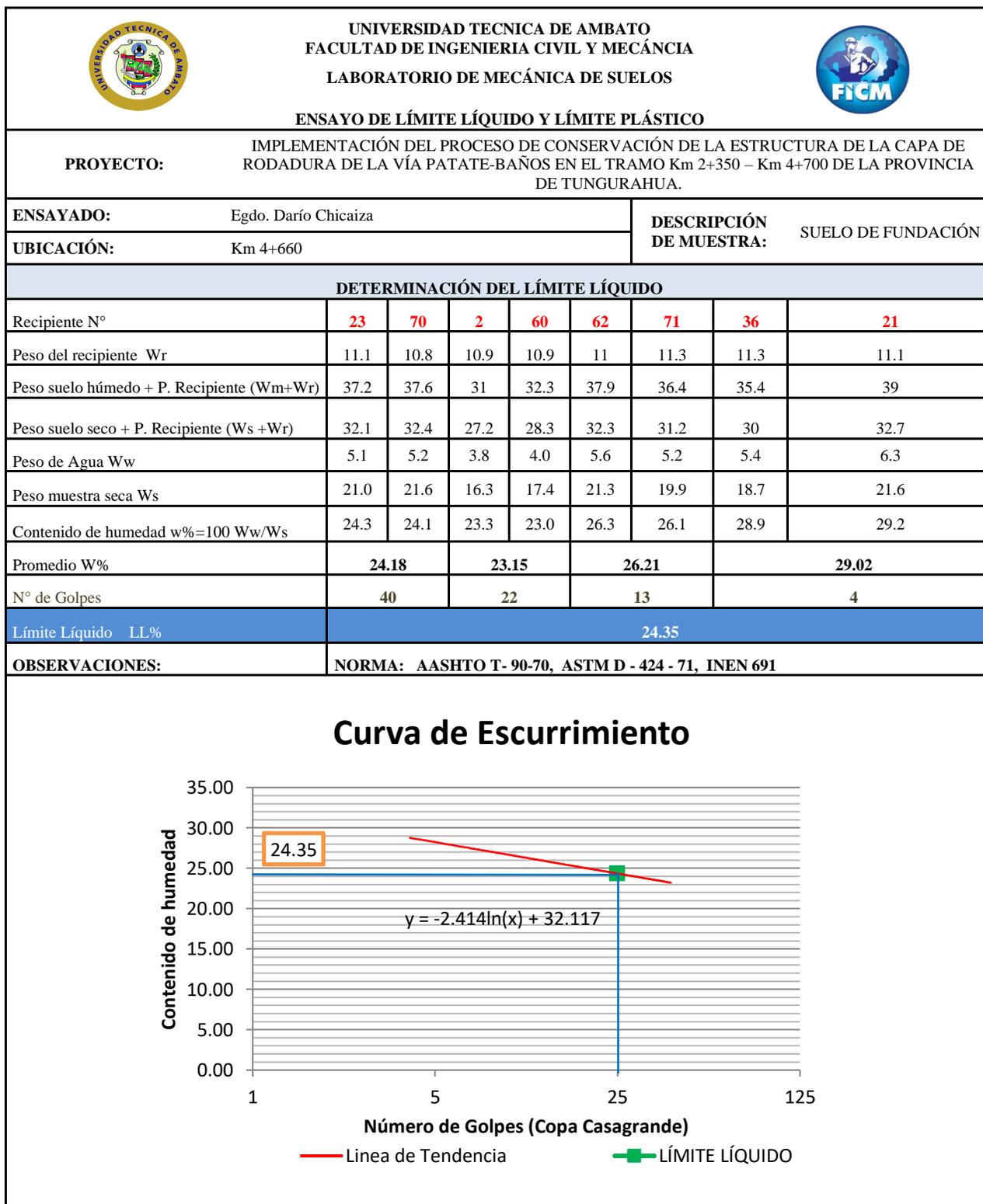
Anexo E-16: Determinación del Límite líquido y Plástico de la Base, Abscisa km 3+320.



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	1	82	1A	5	80	90
Peso del recipiente (Wr)	10.70	10.70	10.70	10.50	10.70	10.7
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	11.40	11.70	11.30	11.90	12.10	12.2
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	11.30	11.50	11.20	11.70	11.90	12
Peso de Agua Ww	0.10	0.20	0.10	0.20	0.20	0.20
Peso muestra seca Ws	0.60	0.80	0.50	1.20	1.20	1.30
Contenido de humedad w%=100 Ww/Ws	16.67	25.00	20.00	16.67	16.67	15.38
Promedio W% (L.P)	18.40					
Índice de Plasticidad IP = LL - LP	5.75					
<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>NORMA: AASHTO T- 90-70, ASTM D - 424 - 59 -74, INEN 691</b>					
<b>PLASTICO</b>						

Fuente: Autor

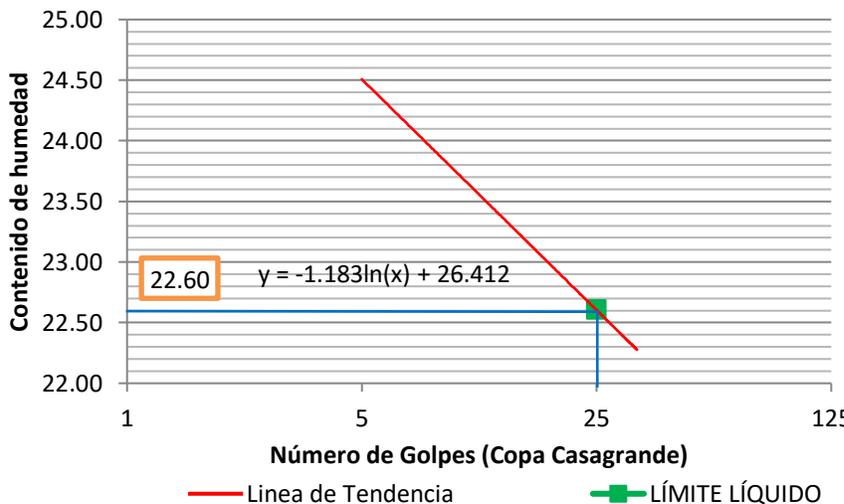
Anexo E-17: Determinación del Límite líquido y Plástico de la Subrasante, Abscisa km 4+660.



<b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO</b>						
Recipiente N°	<b>80</b>	<b>1A</b>	<b>82</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>90</b>
Peso del recipiente (Wr)	<b>10.70</b>	<b>10.70</b>	<b>10.70</b>	<b>10.70</b>	<b>10.50</b>	<b>10.7</b>
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	<b>11.90</b>	<b>11.60</b>	<b>11.50</b>	<b>11.40</b>	<b>11.40</b>	<b>11.4</b>
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	<b>11.70</b>	<b>11.40</b>	<b>11.30</b>	<b>11.30</b>	<b>11.30</b>	<b>11.3</b>
Peso de Agua Ww	<b>0.20</b>	<b>0.20</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>
Peso muestra seca Ws	<b>1.00</b>	<b>0.70</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>0.80</b>	<b>0.60</b>
Contenido de humedad $w\% = 100 Ww/Ws$	<b>20.00</b>	<b>28.57</b>	<b>33.33</b>	<b>16.67</b>	<b>12.50</b>	<b>16.67</b>
Promedio W% (L.P)	<b>21.29</b>					
Índice de Plasticidad $IP = LL - LP$	<b>3.06</b>					
<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>NORMA: AASHTO T- 90-70, ASTM D - 424 - 59 -74, INEN 691</b>					
<b>PLÁSTICO</b>						

Fuente: Autor

Anexo E-18: Determinación del Límite líquido y Plástico de la Base, Abscisa km 4+660.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b>								
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO</b>								
<b>PROYECTO:</b>	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.							
<b>ENSAYADO:</b>	Egdo. Darío Chicaiza	<b>DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:</b>	BASE					
<b>UBICACIÓN:</b>	Km 4+660							
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente N°	61	15	37	28	74	4	40	14
Peso del recipiente W <sub>r</sub>	11.4	11.4	11.3	11.2	11.5	11.1	11.1	11.1
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (W <sub>m</sub> +W <sub>r</sub> )	34.6	34.8	29	31.1	30.4	28.7	34.2	33.9
Peso suelo seco + P. Recipiente (W <sub>s</sub> +W <sub>r</sub> )	30.4	30.5	25.8	27.4	26.7	25.4	29.7	29.4
Peso de Agua W <sub>w</sub>	4.2	4.3	3.2	3.7	3.7	3.3	4.5	4.5
Peso muestra seca W <sub>s</sub>	19.0	19.1	14.5	16.2	15.2	14.3	18.6	18.3
Contenido de humedad w%=100 W <sub>w</sub> /W <sub>s</sub>	22.1	22.5	22.1	22.8	24.3	23.1	24.2	24.6
Promedio W%	22.31		22.45		23.71		24.39	
N° de Golpes	33		23		13		5	
Límite Líquido LL%	22.60							
<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>NORMA: AASHTO T- 90-70, ASTM D - 424 - 71, INEN 691</b>							
<h3>Curva de Esguerramiento</h3>  <p>Contenido de humedad</p> <p>Número de Golpes (Copa Casagrande)</p> <p>— Línea de Tendencia      ■ LÍMITE LÍQUIDO</p>								

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	<b>47</b>	<b>61</b>	<b>51</b>	<b>62</b>	<b>50</b>	<b>24</b>
Peso del recipiente (Wr)	<b>6.10</b>	<b>6.20</b>	<b>6.00</b>	<b>7.40</b>	<b>4.20</b>	<b>7.40</b>
Peso suelo húmedo + P. Recipiente (Wm+Wr)	<b>7.10</b>	<b>7.30</b>	<b>7.40</b>	<b>8.40</b>	<b>4.90</b>	<b>8.50</b>
Peso suelo seco + P. Recipiente (Ws +Wr)	<b>6.90</b>	<b>7.10</b>	<b>7.10</b>	<b>8.20</b>	<b>4.80</b>	<b>8.30</b>
Peso de Agua Ww	<b>0.20</b>	<b>0.20</b>	<b>0.30</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>	<b>0.20</b>
Peso muestra seca Ws	<b>0.80</b>	<b>0.90</b>	<b>1.10</b>	<b>0.80</b>	<b>0.60</b>	<b>0.90</b>
Contenido de humedad w%=100 Ww/Ws	<b>25.00</b>	<b>22.22</b>	<b>27.27</b>	<b>25.00</b>	<b>16.67</b>	<b>22.22</b>
Promedio W% (L.P)	<b>23.06</b>					
Índice de Plasticidad IP = LL - LP	<b>-0.46</b>					
<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>NORMA: AASHTO T- 90-70, ASTM D - 424 - 59 -74, INEN 691</b>					
<b>NO PLÁSTICO</b>						

Fuente: Autor

Anexo E-19: Propiedades de los suelos según ASTM.

**Tabla 35.4** Propiedades de los suelos clasificados según la ASTM.

Clasificación	Símbolos del grupo	Valor como explanada sin acción de la helada	Sensibilidad a la helada	Compresibilidad e hinchamiento	Capacidad de drenaje	d, máx. P. M. (kg/dm <sup>3</sup> )	CBR	Módulo de reacción K(MN/m <sup>3</sup> )	
GRAVAS	GW	Excelente	Nula a muy ligera	Casi nulos	Excelente	2,0-2,3	40-80	80-140	
	GP	Bueno a excelente	Nula a muy ligera	Casi nulos	Excelente	1,8-2,3	30-60	80-140	
	GM	d	Bueno a excelente	Ligera a media	Muy ligeros	Aceptable a mala	2,0-2,4	40-60	80-140
		u	Bueno	Ligera a media	Ligeros	Mala a impermeable	1,9-2,2	20-30	50-140
	GC	Bueno	Ligera a media	Ligeros	Mala a impermeable	2,1-2,4	20-40	50-140	
ARENAS	SW	Bueno	Nula a muy ligera	Casi nulos	Excelente	1,8-2,1	20-40	50-100	
	SP	Aceptable a bueno	Nula a muy ligera	Casi nulos	Excelente	1,7-2,2	10-40	40-100	
	SM	d	Aceptable a bueno	Ligera a alta	Muy ligeros	Aceptable a mala	1,9-2,2	15-40	40-100
		u	Aceptable	Ligera a alta	Ligeros a medios	Mala a impermeable	1,6-2,1	10-20	20-80
	SC	Malo a aceptable	Ligera a alta	Ligeros a medios	Mala a impermeable	1,6-2,2	5-20	20-80	
LIMOS Y ARCILLAS	LL ≤ 50	ML	Malo a aceptable	Media a muy alta	Ligeros a medios	Aceptable a mala	≤ 15	20-50	
		CL	Malo a aceptable	Media a alta	Medios	Impermeable	≤ 15	10-40	
		OL	Malo	Media a alta	Medios a altos	Mala	≤ 5	10-20	
	LL > 50	MH	Malo	Media a muy alta	Altos	Aceptable a mala	≤ 10	10-20	
		CH	Malo a aceptable	Media	Altos	Impermeable	≤ 15	10-40	
		OH	Malo a muy malo	Media	Altos	Impermeable	≤ 5	5-20	
SUELOS ORGÁNICOS	PT	Inaceptable	Ligera	Muy altos	Aceptable a mala				

$$d = LL \leq 25 \quad IP \leq 6$$

## **ANEXO F**

# **ANEXO FOTOGRAFICO**

Anexo F-1: Fotografías de Todos los Ensayos Realizados en la Investigación.

<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>ANEXOS FOTOGRÁFICOS DE LOS ENSAYOS</b></p>		
<p>Excavación de calicatas para muestras de suelos</p>	<p>Medición de capas de la estructura del pavimento</p>	<p>Cantidad de muestra de suelo</p>
		
<p>Ensayo de granulometría tamices grandes</p>	<p>Ensayo de granulometría tamices pequeños</p>	<p>Ensayo de compactación Proctor Modificado</p>
		

<p>Dosificación para el contenido de humedad óptimo</p>	<p>Peso de muestra con molde</p>	<p>Secado de muestras para contenido de humedad óptimo</p>
		
<p>Ensayo de CBR</p>	<p>Ensayo de Limite Plástico</p>	<p>Ensayo de Limite Liquido</p>
		

Conteo Vehicular

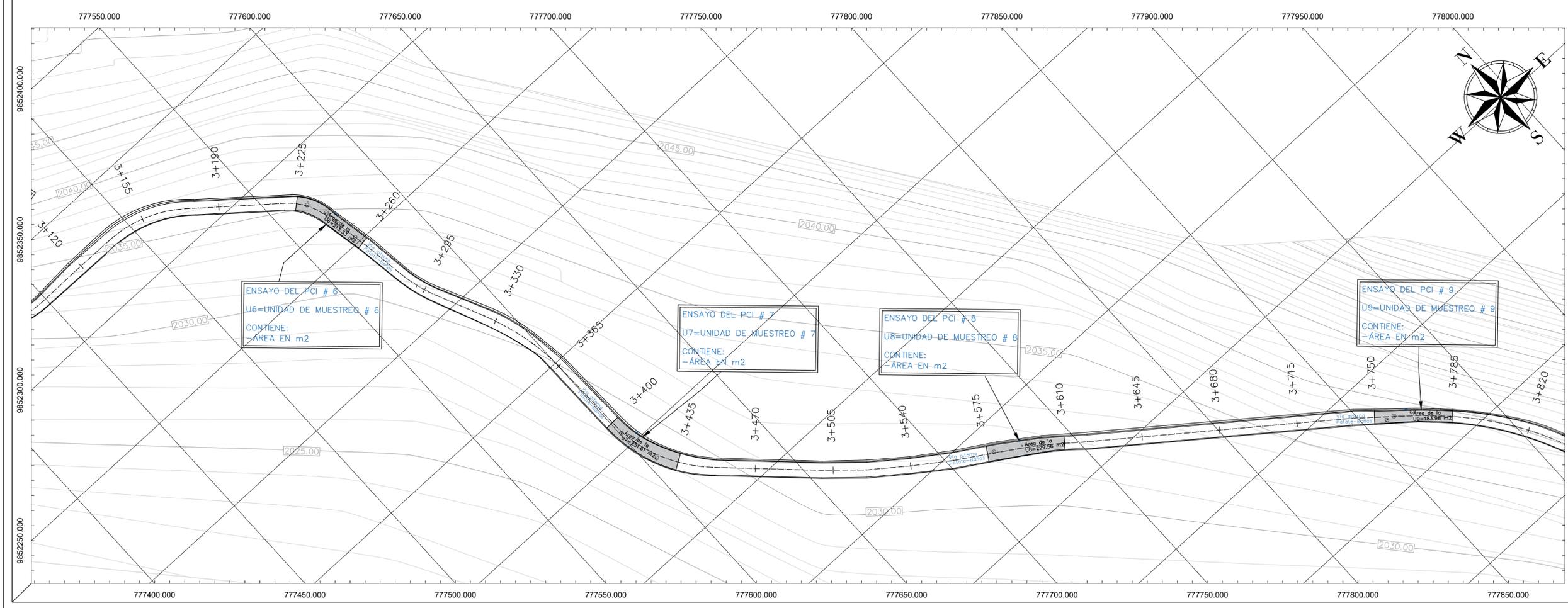
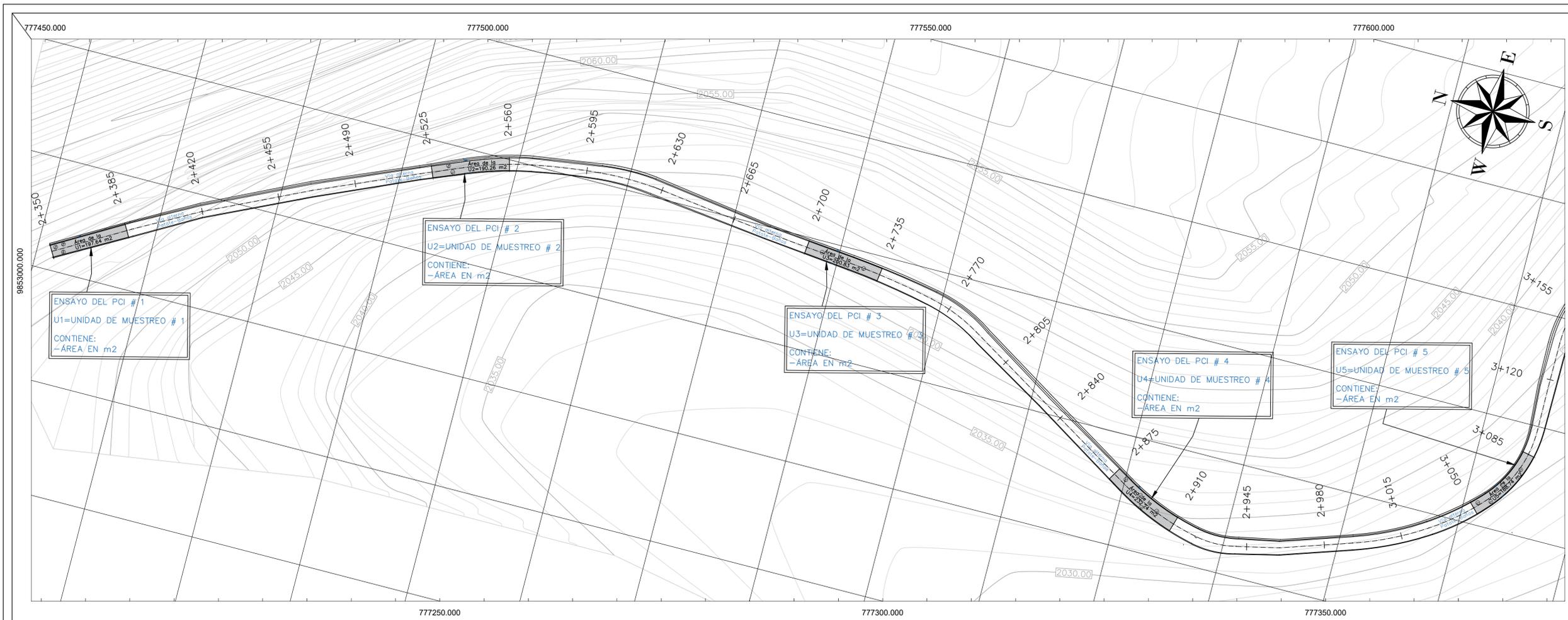


Ensayo de Viga Benkelman



## **ANEXO G**

# **PLANOS DE LA VIA PATATE-BAÑOS**



**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

MAPA PROVINCIA TUNGURAHUA

MAPA CANTÓN

**SECCIÓN DE INICIO Y FINAL:**  
 ABSCISA INICIO :2+350  
 ABSCISA FINAL:3+820

**REFERENCIA:**  
 ALTITUD: 2060 m.s.n.m.

**HOJA No:**  
 1/4

**FECHA:**  
 SEPTIEMBRE/2019

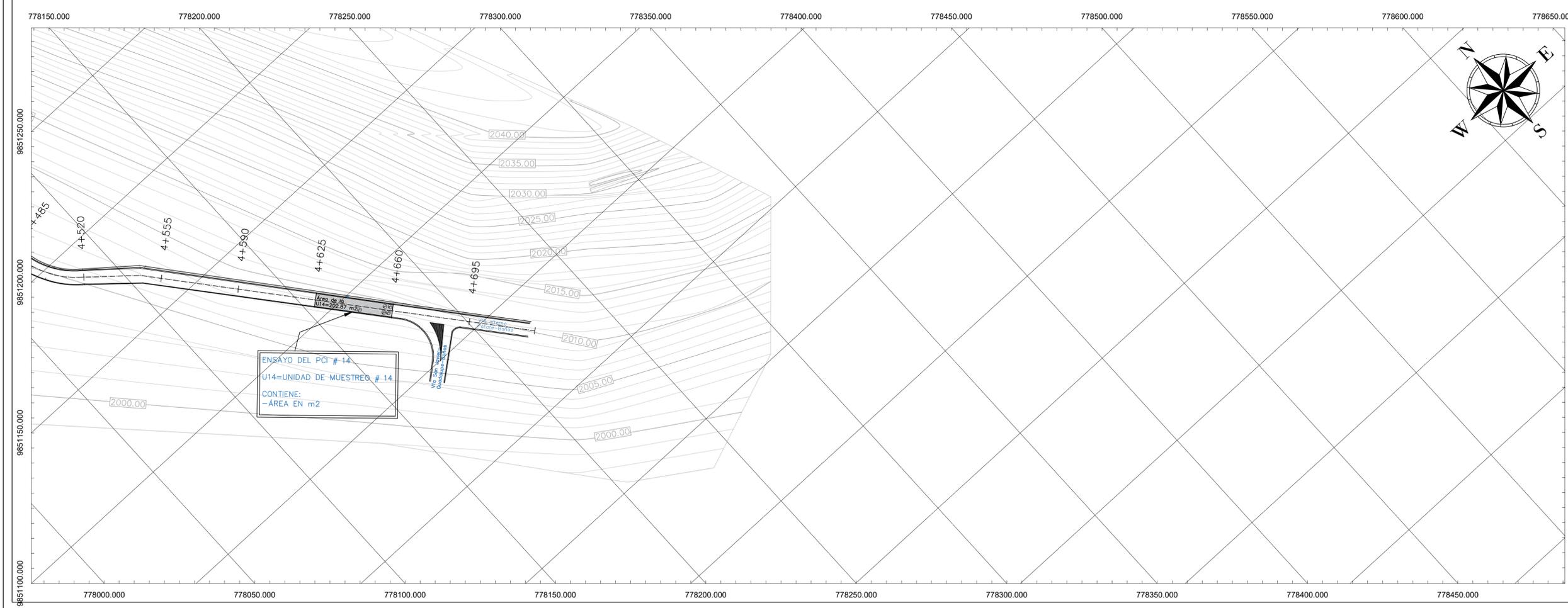
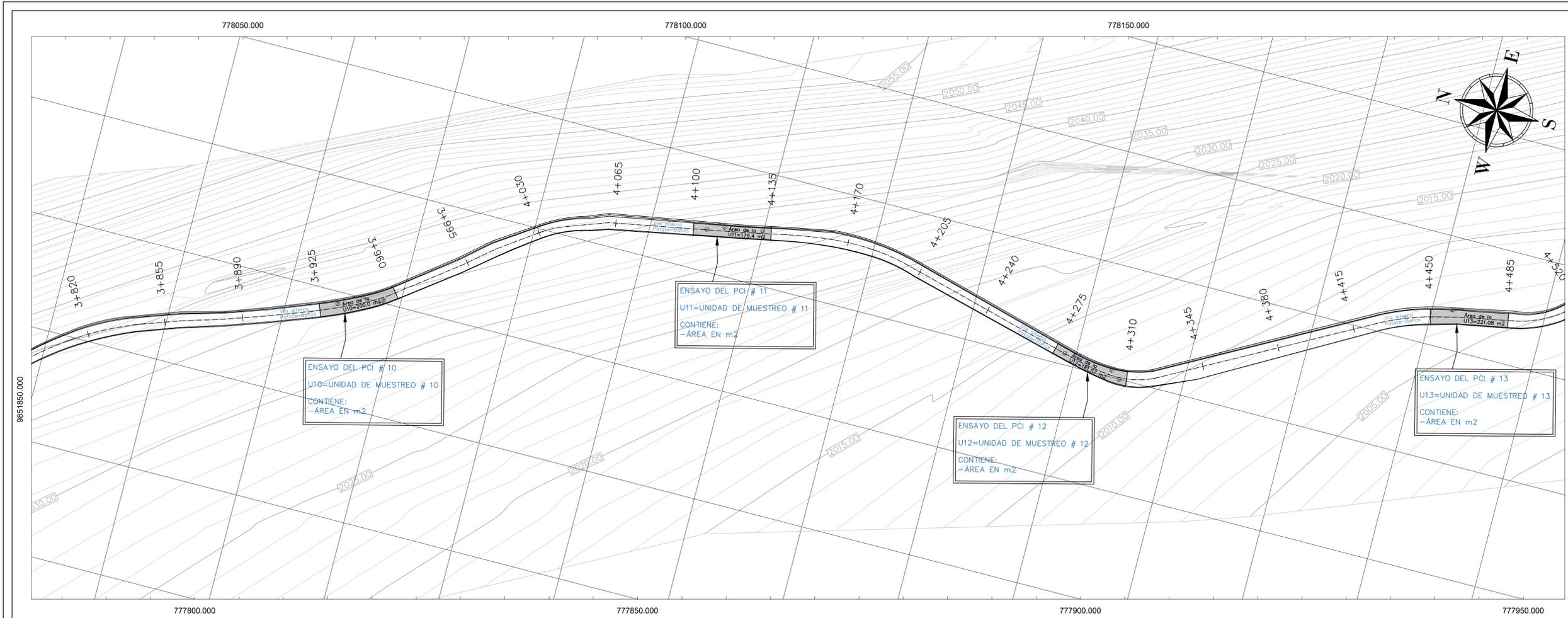
**ESCALA:**  
 ESC H 1:1000  
 ESC V 1:100

**REALIZADO POR:**  
 - DARIÓ BOLÍVAR CHICAIZA CARCHI

**PROYECTO:**  
 IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 - Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**CONTIENE:**  
 ABSCISADO DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS UNIDADES DE MUESTREO DEL ENSAYO PCI

**REVISADO:**  
 ING. RODRIGO ACOSTA





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



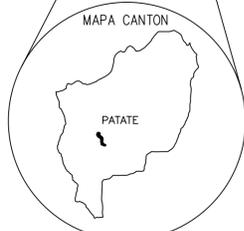
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

MAPA PROVINCIA TUNGURAHUA



MAPA CANTON



**SECCIÓN DE INICIO Y FINAL:**  
ABSCISA INICIO :3+820  
ABSCISA FINAL:4+700

**REFERENCIA:**  
ALTITUD: 2035 m.s.n.m.

**HOJA No:**  
2/4

**FECHA:**  
SEPTIEMBRE/2019

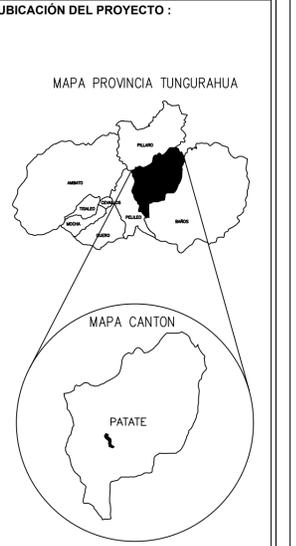
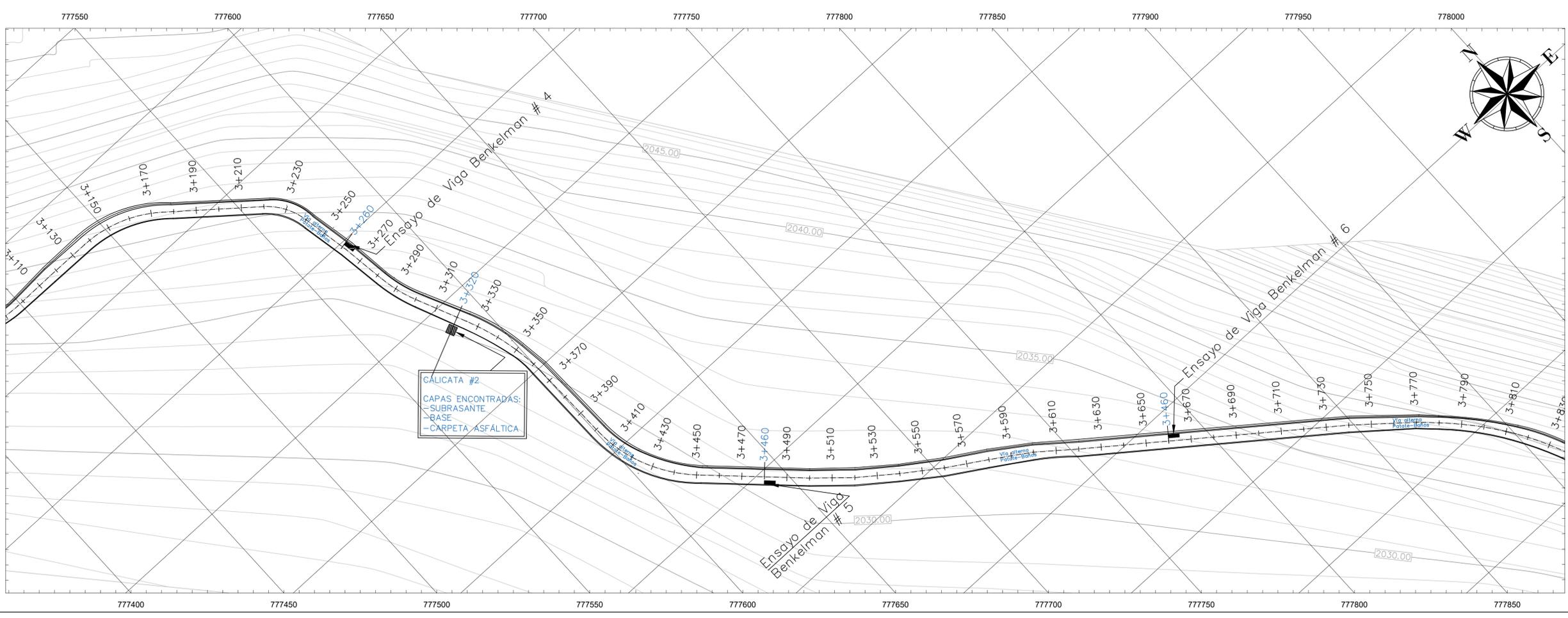
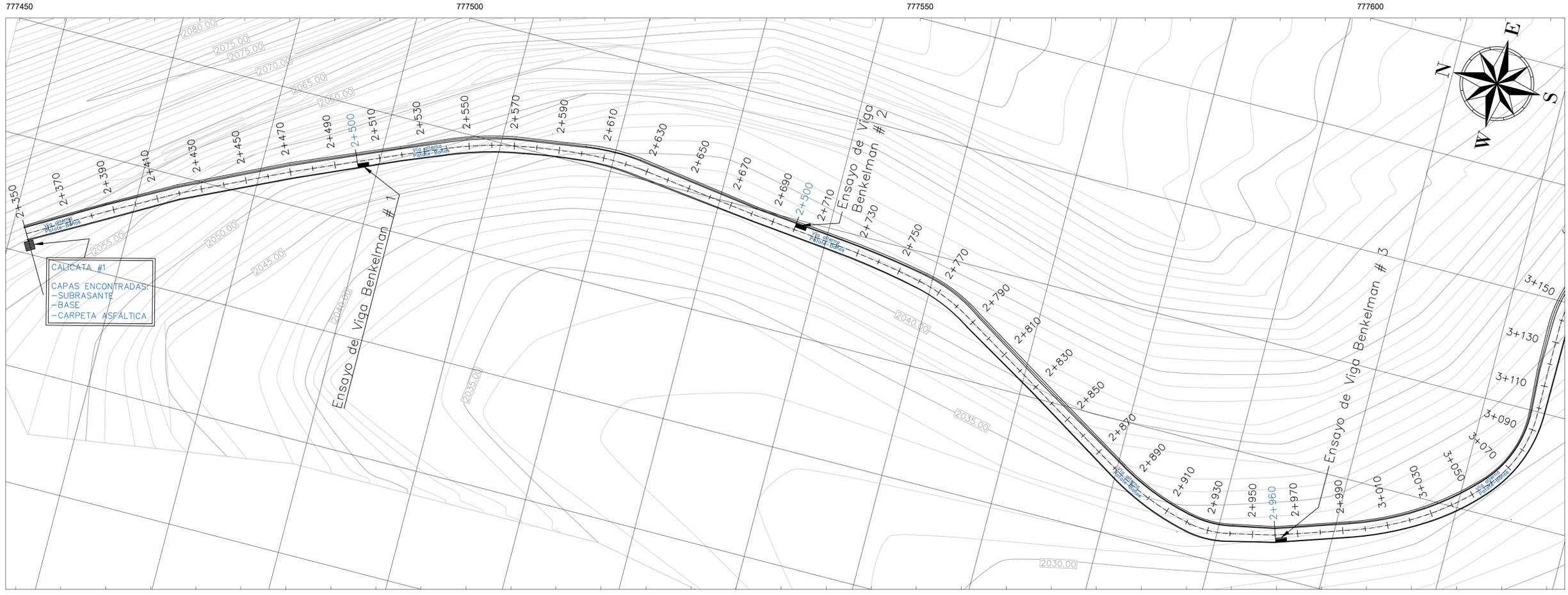
**ESCALA:**  
ESC H 1:1000  
ESC V 1:100

**REALIZADO POR:**  
- DARIÓ BOLÍVAR CHICAIZA CARCHI

**PROYECTO:**  
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 - Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**CONTIENE:**  
ABSCISADO DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS UNIDADES DE MUSTREO DEL ENSAYO PCI

**REVISADO:**  
ING. RODRIGO ACOSTA



**SECCIÓN DE INICIO Y FINAL:**  
 ABSCISA INICIO :2+350  
 ABSCISA FINAL:3+820

**REFERENCIA:**  
 ALTITUD: 2060 m.s.n.m.

**HOJA No:**  
 3/4

**FECHA:**  
 SEPTIEMBRE/2019

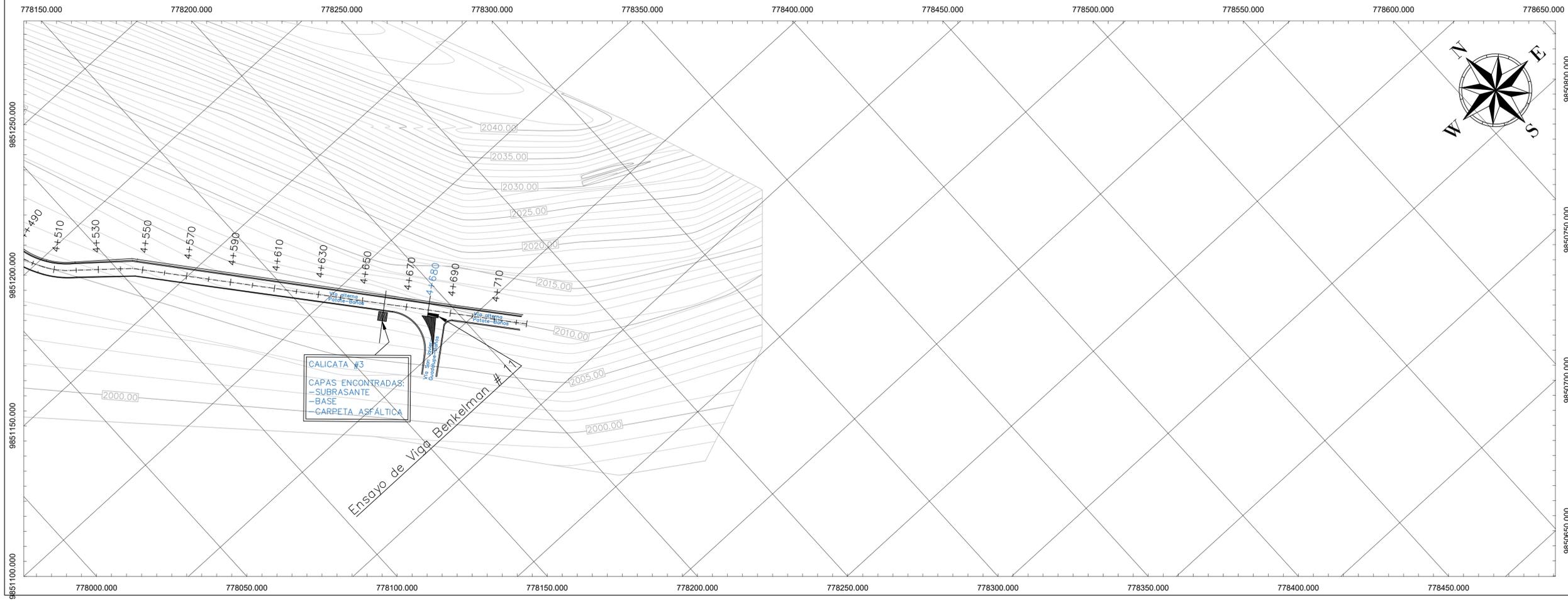
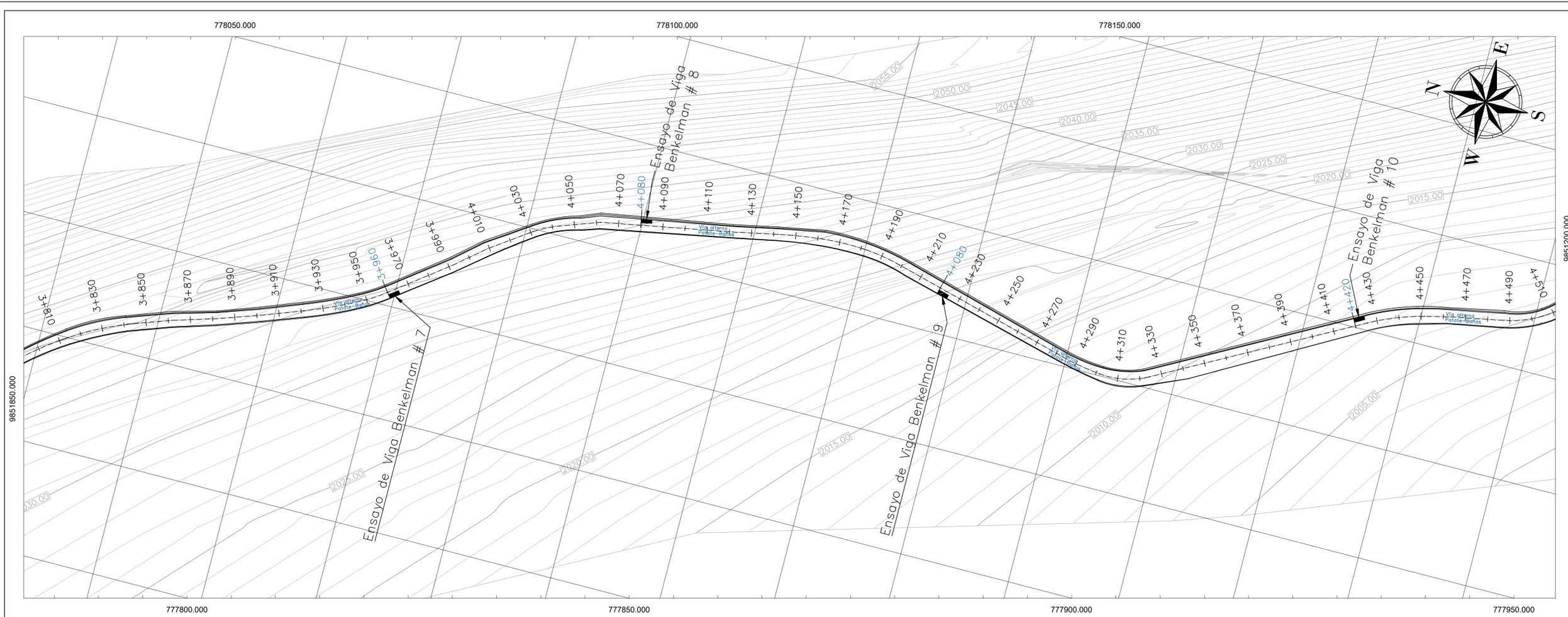
**ESCALA:**  
 ESC H 1:1000  
 ESC V 1:100

**REALIZADO POR:**  
 - DARIÓ BOLÍVAR CHICAIZA CARCHI

**PROYECTO:**  
 IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 - Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**CONTIENE:**  
 ABSCISADO DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS. UBICACIÓN DE CALICATAS (POZOS A CIELO ABIERTO) Y ENSAYO DE LA VIGA BENKELMAN

**REVISADO:**  
 ING. RODRIGO ACOSTA

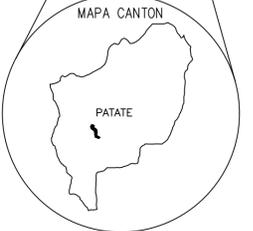


**UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

MAPA PROVINCIA TUNGURAHUA



MAPA CANTON



**SECCIÓN DE INICIO Y FINAL:**  
 ABCISA INICIO :3+820  
 ABCISA FINAL:4+700

**REFERENCIA:**  
 ALTITUD: 2035 m.s.n.m.

**HOJA No:**  
 4/4

**FECHA:**  
 SEPTIEMBRE/2019

**ESCALA:**  
 ESC H 1:1000  
 ESC V 1:100

**REALIZADO POR:**  
 - DARIÓ BOLÍVAR CHICAIZA CARCHI

**PROYECTO:**  
 IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS EN EL TRAMO Km 2+350 - Km 4+700 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**CONTIENE:**  
 ABCISADO DE LA VÍA ALTERNA PATATE-BAÑOS. UBICACIÓN DE CALICATAS (POZOS A CIELO ABIERTO) Y ENSAYO DE LA VIGA BENKELMAN

**REVISADO:**  
 ING. RODRIGO ACOSTA