



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

**PROYECTO TÉCNICO**

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

**TEMA:**

---

**DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**

---

**AUTOR:** Iván Moisés Oleas Córdova

**TUTOR:** Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez, Ph.D.

**AMBATO - ECUADOR**

**Septiembre - 2023**

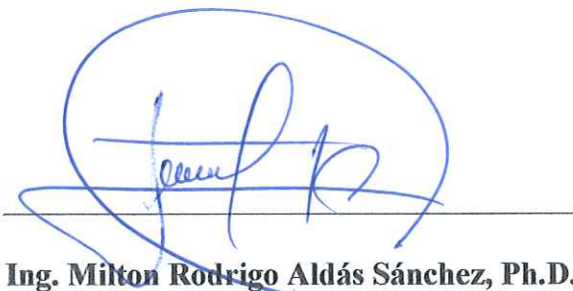
## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnica, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: “**DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**”, elaborado por el Sr. Iván Moisés Oleas Córdova, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 092366749 7, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, septiembre 2023



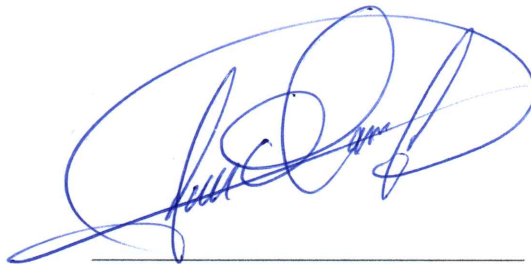
**Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez, Ph.D.**

**TUTOR**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Iván Moisés Oleas Córdova con C.I. 092366749 7, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también de los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2023



**Iván Moisés Oleas Córdova**

**C.I. 092366749 7**

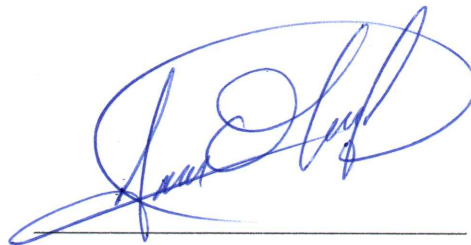
**AUTOR**

## **DERECHOS DEL AUTOR**

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

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

Ambato, septiembre 2023



**Iván Moisés Oleas Córdova**

**C.I. 092366749 7**

**AUTOR**




## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Iván Moisés Oleas Córdova, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: “DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.

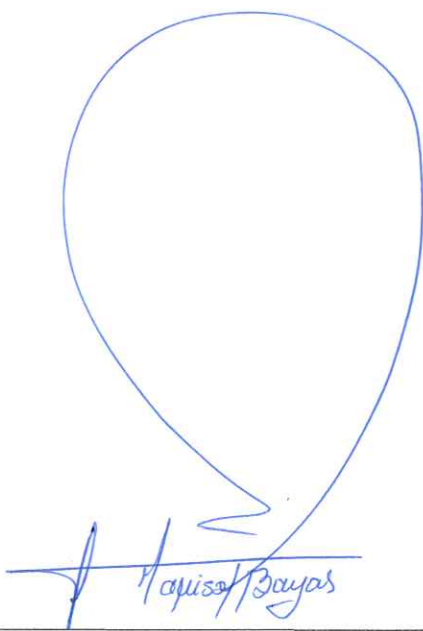
Ambato, septiembre 2023

Para constancia firman:



---

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



---

**Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.**  
**MIEMBRO CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mi familia, padre y madre quienes han sido fieles testigos y creyentes en mi proceso de estudio, y gracias a ellos he logrado alcanzar cada meta propuesta.

Iván Oleas

## **AGRADECIMIENTO**

A pequeños pasos de finalizar una etapa más de mi vida estudiantil, agradezco incondicionalmente a mis padres quienes siempre me ayudaron a saciar aquella sed de conocer, de explicar, de identificar el porqué de los hechos y acontecimientos. Han sido un pilar fundamental para forjar mi destino, la luz de mi camino, la esperanza y mis guías, me faltarían palabras para agradecerles infinitamente todos los esfuerzos y sacrificios que han realizado para llegar a la cúspide de cada meta lograda.

Iván Oleas

## ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
DERECHOS DEL AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Justificación.....	3
1.3. Fundamentación teórica .....	5
1.3.1. Vía o carretera.....	5
1.3.2. Pavimento.....	5
1.3.3. Tipos de pavimento .....	5
1.3.4. Estructura del pavimento flexible .....	6
1.3.5. Conservación de pavimentos .....	7
1.3.6. Evaluación del pavimento .....	8
1.3.7. Causas del deterioro de los pavimentos .....	9
1.3.8. Fallas en pavimentos flexibles .....	9
1.3.9. Tráfico vehicular .....	10
1.3.10. Clasificación de carreteras.....	11

1.3.11.	Estudios de suelos .....	12
1.3.12.	Clasificación del suelo.....	14
1.3.13.	Uso de la Viga Benkelman.....	17
1.4.	Hipótesis.....	17
1.5.	Objetivos .....	18
1.5.1.	Objetivo General .....	18
1.5.2.	Objetivos Específicos.....	18
CAPÍTULO II .....		19
METODOLOGÍA .....		19
2.1.	Descripción de la metodología.....	19
2.2.	Tipos de investigación.....	19
2.2.1.	Investigación exploratoria.....	19
2.2.2.	Investigación de laboratorio .....	19
2.2.3.	Investigación descriptiva.....	19
2.3.	Población y muestra .....	20
2.3.1.	Población.....	20
2.3.2.	Muestra.....	20
2.4.	Materiales y equipos .....	21
2.5.	Métodos.....	22
2.5.1.	Plan de recolección de información .....	22
2.5.2.	Plan de procesamiento y análisis de datos .....	23
CAPÍTULO III.....		24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		24
3.1.	Análisis y discusión de resultados .....	24
3.1.1.	Ubicación del proyecto .....	24
3.1.2.	Levantamiento topográfico de la vía.....	25
3.1.3.	Análisis vehicular.....	25

3.1.4. Evaluación superficial del pavimento, mediante el método de índice de condición de pavimento (PCI) .....	39
3.1.5. Evaluación del pavimento, aplicación de Viga Benkelman .....	44
3.1.6. Estudio de suelos.....	58
3.1.7. Conservación vial.....	62
CAPÍTULO IV .....	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
4.1. Conclusiones .....	65
4.2. Recomendaciones.....	66
BIBLIOGRAFÍA .....	67
ANEXOS .....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Rangos de clasificación del PCI.....	8
<b>Tabla 2.</b> Tipos de fallas en pavimentos flexibles .....	9
<b>Tabla 3.</b> Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.....	11
<b>Tabla 4.</b> Denominación de carreteras por condiciones orográficas .....	12
<b>Tabla 5.</b> Tamaño de tamices.....	12
<b>Tabla 6.</b> Materiales y equipos .....	21
<b>Tabla 7.</b> Plan de recolección de información .....	22
<b>Tabla 8.</b> Coordenadas del proyecto .....	25
<b>Tabla 9.</b> Resumen datos del levantamiento.....	25
<b>Tabla 10.</b> Número de vehículos por día .....	26
<b>Tabla 11.</b> Formato de registro vehicular .....	27
<b>Tabla 12.</b> Tráfico de la Hora Pico .....	28
<b>Tabla 13.</b> TPDA actual de la vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco.....	30
<b>Tabla 14.</b> Tráfico añadido de la vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco .....	30
<b>Tabla 15.</b> TPDA total de la vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco .....	32
<b>Tabla 16.</b> Tasas de crecimiento vehicular .....	34
<b>Tabla 17.</b> Tráfico futuro .....	35
<b>Tabla 18.</b> Clasificación de carreteras .....	36
<b>Tabla 19.</b> Factores de daño según el tipo de vehículo.....	36
<b>Tabla 20.</b> Factores de distribución direccional.....	37
<b>Tabla 21.</b> Porcentaje de W18 en un carril de diseño.....	37
<b>Tabla 22.</b> Número de ejes equivalentes.....	38
<b>Tabla 23.</b> Datos iniciales para la aplicación del PCI.....	39
<b>Tabla 24.</b> Unidades de muestreo para el cálculo de PCI.....	42
<b>Tabla 25.</b> Formato para el levantamiento de datos mediante método PCI.....	43
<b>Tabla 26.</b> Resultados PCI, vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco .....	44
<b>Tabla 27.</b> Lectura de deflexiones obtenidas vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco.....	45
<b>Tabla 28.</b> Deflexiones corregidas por relación de brazos .....	47
<b>Tabla 29.</b> Deflexiones corregidas por efectos de temperatura .....	48
<b>Tabla 30.</b> Factores de corrección por efectos de estacionalidad .....	49
<b>Tabla 31.</b> Deflexiones corregidas por efectos de estacionalidad .....	49



<b>Tabla 32.</b> Cálculo de radios de curvatura.....	50
<b>Tabla 33.</b> Valores de diseño para la deflexión característica .....	51
<b>Tabla 34.</b> Desviación estándar .....	53
<b>Tabla 35.</b> Comportamiento estructural del pavimento de acuerdo con la deflexión.	54
<b>Tabla 36.</b> Deflexiones de la vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco .....	56
<b>Tabla 37.</b> Ubicación de las calicatas a cielo abierto.....	58
<b>Tabla 38.</b> Resultados análisis granulométrico.....	59
<b>Tabla 39.</b> Resultados límites de atterberg .....	59
<b>Tabla 40.</b> Resultados proctor modificado .....	60
<b>Tabla 41.</b> Clasificación del suelo a corde al CBR.....	61
<b>Tabla 42.</b> Resultados CBR .....	61
<b>Tabla 43.</b> Tipo de falla con su respectiva solución .....	62
<b>Tabla 44.</b> Conteo Vehicular Lunes 12-06-2023 .....	72
<b>Tabla 45.</b> Conteo Vehicular Martes 13-06-2023.....	73
<b>Tabla 46.</b> Conteo Vehicular Miércoles 14-06-2023.....	74
<b>Tabla 47.</b> Conteo Vehicular Jueves 15-06-2023 .....	75
<b>Tabla 48.</b> Conteo Vehicular Viernes 16-06-2023 .....	76
<b>Tabla 49.</b> Conteo Vehicular Sábado 17-06-2023 .....	77
<b>Tabla 50.</b> Conteo Vehicular Domingo 18-06-2023.....	78
<b>Tabla 51.</b> PCI, unidad de muestreo #1 .....	80
<b>Tabla 52.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #1 .....	81
<b>Tabla 53.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #2 .....	82
<b>Tabla 54.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #2 .....	83
<b>Tabla 55.</b> PCI, unidad de muestreo #3 .....	84
<b>Tabla 56.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #3 .....	85
<b>Tabla 57.</b> PCI, unidad de muestreo #4 .....	86
<b>Tabla 58.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #4 .....	87
<b>Tabla 59.</b> PCI, unidad de muestreo #5 .....	88
<b>Tabla 60.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #5 .....	89
<b>Tabla 61.</b> PCI, unidad de muestreo #6 .....	90
<b>Tabla 62.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #6.....	91
<b>Tabla 63.</b> PCI, unidad de muestreo #7 .....	92
<b>Tabla 64.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #7 .....	93

<b>Tabla 65.</b> PCI, unidad de muestreo #8 .....	94
<b>Tabla 66.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #8 .....	95
<b>Tabla 67.</b> PCI, unidad de muestreo #9 .....	96
<b>Tabla 68.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #9 .....	97
<b>Tabla 69.</b> PCI, unidad de muestreo #10 .....	98
<b>Tabla 70.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #10 .....	99
<b>Tabla 71.</b> PCI, unidad de muestreo #11 .....	100
<b>Tabla 72.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #11 .....	101
<b>Tabla 73.</b> PCI, unidad de muestreo #12 .....	102
<b>Tabla 74.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #12 .....	103
<b>Tabla 75.</b> PCI, unidad de muestreo #13 .....	104
<b>Tabla 76.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #13 .....	105
<b>Tabla 77.</b> PCI, unidad de muestreo #14 .....	106
<b>Tabla 78.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #14 .....	107
<b>Tabla 79.</b> PCI, unidad de muestreo #15 .....	108
<b>Tabla 80.</b> Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #15 .....	109
<b>Tabla 81.</b> Granulometría, calicata #1 .....	112
<b>Tabla 82.</b> Límites de atterberg, calicata #1 .....	113
<b>Tabla 83.</b> Proctor modificado tipo B, calicata #1 .....	114
<b>Tabla 84.</b> CBR, calicata #1 .....	115
<b>Tabla 85.</b> Granulometría, calicata #2 .....	118
<b>Tabla 86.</b> Límites de atterberg, calicata #2 .....	119
<b>Tabla 87.</b> Proctor modificado tipo B, calicata #2 .....	120
<b>Tabla 88.</b> CBR, calicata #2 .....	121
<b>Tabla 89.</b> Granulometría, calicata #3 .....	124
<b>Tabla 90.</b> Límites de atterberg, calicata #3 .....	125
<b>Tabla 91.</b> Proctor modificado tipo B, calicata #3 .....	126
<b>Tabla 92.</b> CBR, calicata #3 .....	127
<b>Tabla 93.</b> Granulometría, calicata #4 .....	130
<b>Tabla 94.</b> Límites de atterberg, calicata #4 .....	131
<b>Tabla 95.</b> Proctor modificado tipo B, calicata #4 .....	132
<b>Tabla 96.</b> CBR, calicata #4 .....	133
<b>Tabla 97.</b> Granulometría, calicata #5 .....	136

<b>Tabla 98.</b> Límites de atterberg, calicata #5 .....	137
<b>Tabla 99.</b> Proctor modificado tipo B, calicata #5.....	138
<b>Tabla 100.</b> CBR, calicata #5.....	139
<b>Tabla 101.</b> Granulometría, calicata #6 .....	142
<b>Tabla 102.</b> Límites de atterberg, calicata #6 .....	143
<b>Tabla 103.</b> Proctor modificado tipo B, calicata #6.....	144
<b>Tabla 104.</b> CBR, calicata #6.....	145
<b>Tabla 105.</b> Granulometría, calicata #7 .....	148
<b>Tabla 106.</b> Límites de atterberg, calicata #7 .....	149
<b>Tabla 107.</b> Proctor modificado tipo B, calicata #7.....	150
<b>Tabla 108.</b> CBR, calicata #7.....	151
<b>Tabla 109.</b> Granulometría, calicata #8 .....	154
<b>Tabla 110.</b> Límites de atterberg, calicata #8 .....	155
<b>Tabla 111.</b> Proctor modificado tipo B, calicata #8.....	156
<b>Tabla 112.</b> CBR, calicata #8.....	157

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Figura 1.</b> Estructura del pavimento flexible.....	6
<b>Figura 2.</b> Deterioro de un pavimento a través del tiempo.....	7
<b>Figura 3.</b> Curva granulométrica .....	14
<b>Figura 4.</b> Clasificación de suelos Sistema AASHTO .....	15
<b>Figura 5.</b> Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (SUCS).....	16
<b>Figura 6.</b> Modelo Viga Benkelman.....	17
<b>Figura 7.</b> Vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco, tramo de la abscisa 4+000 a 8+000 ....	20
<b>Figura 8.</b> Ubicación del proyecto .....	24
<b>Figura 9.</b> Ubicación de la estación de conteo.....	26
<b>Figura 10.</b> Distribución del TPDA total.....	32
<b>Figura 11.</b> Composición vehicular del TPDA total.....	33
<b>Figura 12.</b> Deflectograma .....	57

## RESUMEN EJECUTIVO

Al ver y entender que el tramo de vía estudiada no se encuentra en un estado óptimo, dificultando de esta manera el acceso, comunicación y conectividad de la zona, con el presente proyecto técnico se busca proponer un plan de conservación para la estructura de la capa de rodadura.

Para ello, primero, se efectuó un levantamiento georreferenciado, mediante el uso del RTK, con esto determinamos las dimensiones de la vía, además de resaltar puntos clave, como cunetas, alcantarillado pluvial y demás secciones. Posterior a ello, se realizó un conteo y tipificación manual de los vehículos, proceso que se efectuó durante una semana en un período desde las 06H00 hasta las 18H00, para el posterior cálculo del TPDA. Como siguiente paso, se procedió con la toma de muestras de suelo, elaborando calicatas, mismas que se excavaron dos por cada kilómetro de vía estudiada, el material obtenido se trasladó al laboratorio para posteriormente ser ensayadas. Se realizó una inspección visual de la vía, proceso con el que identificamos y clasificamos los distintos tipos de daños existentes en la capa de rodadura para determinar PCI. Posterior a ello se realizó el respectivo ensayo con la viga Benkelman cuyo objetivo principal es determinar las deflexiones del pavimento.

Con todos los procesos efectuados anteriormente llegamos a establecer que la vía necesita un mantenimiento rutinario que ayudará a prolongar la vida útil de la misma, ayudando a mantener en óptimo estado un patrimonio tan vital para la interconexión de las parroquias.

**Palabras claves:** RTK, TPDA, Calicata, Granulometría, Límites de Atterberg, CBR, Viga Benkelman.

## **ABSTRACT**

Seeing and understanding that the section of road studied is not in an optimal state, thus hindering access, communication, and connectivity in the area, with this technical project we seek to propose a conservation plan for the structure of the layer rolling.

For this, first, a georeferenced survey was carried out, using RTK, with this we determined the dimensions of the road, in addition to highlighting key points, such as ditches, storm sewers and other sections. Subsequently, a manual count and typing of the vehicles was carried out, a process that was carried out for a week in a period from 06:00 to 18:00, for the subsequent calculation of the TPDA. As a next step, we proceeded with the taking of soil samples, making test pits, which were excavated two for each kilometer of track studied, the material obtained was transferred to the laboratory to be later tested. A visual inspection of the road was carried out, a process with which we identified and classified the different types of damage existing in the surface layer to determine PCI. After that, the respective test was carried out with the Benkelman beam whose main objective is to determine the deflections of the pavement.

With all the processes carried out previously, we came to establish that the road needs routine maintenance that will help prolong its useful life, helping to maintain in optimal condition such a vital heritage for the interconnection of the parishes.

**Key words:** RTK, TPDA, Calicata, Granulometry, Atterberg Limits, CBR, Benkelman Beam.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

La importancia de poseer una red vial en un adecuado estado es un tema que a lo largo del tiempo viene ganando relevancia y siendo prioritario para las instituciones gubernamentales encargadas en sacar a flote el desarrollo socioeconómico de un territorio. [1]

Es por lo que países vecinos como Colombia y Perú han expresado su punto de vista acerca de esta problemática. En Colombia, específicamente en el departamento de Boyacá, entienden que para ellos la red vial constituye un elemento esencial para la configuración espacial de un territorio, además que la cobertura de esta se ve reflejada en mayores facilidades para el intercambio económico y regional. [2]

Para entender la situación por la que estaba atravesando la red vial de Boyacá, se analizó indicadores como la accesibilidad y conectividad, de lo que se obtuvo que más de la mitad de los municipios que conforman este microsistema presentan claros desequilibrios regionales, puesto que el 60% de los municipios son accesibles y el otro 40% presentan un escenario no deseado de accesibilidad. [3]

Por otro lado, hablando en términos de conectividad, la red vial tiene un mínimo potencial favorable para más de la mitad de las cabeceras municipales, lo que se ve reflejado en que los municipios de Tunja, Moravita, Oicatá y Cómbita, poseen mejores condiciones de integración en una estructuración topológica de la red, pero presentan fuertes implicaciones territoriales que van de la mano con la distancia y dispersión existente con las demás cabeceras municipales. [3]

La red vial de Colombia necesita alrededor de 128 millones de dólares anuales para financiar los planes de mantenimiento y mejoramiento de esta, a lo que se añade un monto cercano a los 500 millones de dólares para buscar la rehabilitación de las vías, aquí vemos un claro ejemplo de cómo los valores de rehabilitación son altamente mayores en comparación con los costos de mantenimiento. [4]



En el Perú, Rivera, especialista en transporte y vialidad de la Universidad de Piura manifiesta que una infraestructura vial deteriorada representa una desventaja competitiva, ya que en aquellos países donde existe un adecuado mantenimiento de la red vial, los costos de traslado son menores, además esto permite al pueblo satisfacer necesidades básicas en educación, trabajo, alimentación y salud; y por consiguiente una mejora económica y social. [5]

La red vial de Perú está compuesta por 78 mil kilómetros de carreteras, pero únicamente 300 kilómetros corresponden a autopistas, es decir vías de primer orden, por lo que señalan que, con respecto a países como Argentina y Chile, se encuentran con altas deficiencias en infraestructura vial, por lo que se requiere de inversiones anuales de dos millones de dólares para un correcto crecimiento y mantenimiento a la infraestructura vial del país. [5]

Para la Corporación Andina de Fomento (CAF), es primordial el adecuado mantenimiento vial, por lo que claramente ellos expresan la relación entre nivel del estado, los costos de mantenimiento y los costos del usuario a lo largo del tiempo. Es decir, que, si el estado a lo largo del tiempo no emplea una adecuada estrategia de mantenimiento, el nivel de crecimiento de este vendrá decayendo, al igual que se incrementarían los costos de rehabilitación, ya que el costo para el Estado de reconstruir y rehabilitar una red vial en deplorable condición es mucho mayor que el de poseer programas eficaces y eficientes de mantenimiento, y además los costos de usuario también se incrementan como consecuencia a una menor velocidad de operación y mayores daños a los vehículos. En resumen, los costos totales de transporte serán mucho mayores debido al incremento en tiempo y distancia que se efectuarán para realizar un mismo recorrido. [4]

Por ello es importante la obtención oportuna de información sobre el estado de la red vial, para una correcta toma de decisiones en materia de mantenimiento y rehabilitación vial.

El mantenimiento vial, es un enfoque a mediano y largo plazo, a pesar de que muchas veces las acciones tomadas van enfocadas únicamente a corto plazo, pero se debe priorizar tener por lo menos planes de mantenimiento a mediano plazo, los que deben

poseer una estructura de financiamiento sólida y flexible, para asegurar altos niveles de operación y conservación para la totalidad de la red vial. [4]

En base con los estudios previos analizados, cuyo aporte es notorio hacia la problemática de este proyecto, por lo que se toma como base la información previamente detallada para analizar la viabilidad y solventar la problemática que se detalla en nuestro proyecto, donde se estudia la vía que atraviesa las parroquias de Pinguilí, El Rosal y Yanahurco, pertenecientes al cantón Mocha, provincia de Tungurahua, territorios que debido al desarrollo comercial que están viviendo, presentan falencias en el estado actual de sus vías, para lo cual se quiere diseñar e implementar un plan de conservación vial de la capa de rodadura lo que beneficiará directamente al nivel de vida de los habitantes, así como a todos los usuarios que circulen por la vía.

## **1.2. Justificación**

La red vial de una nación constituye uno de los más grandes patrimonios tangibles de una nación, facilitando su crecimiento y desarrollo tanto social como económico, gracias a que la misma ayuda a conectar y comunicar a los usuarios con una o más localidades vecinas. [6]

Por lo que, preservar las vías en un estado adecuado se convierte en una de las principales responsabilidades de las instituciones competentes, por ejemplo, a nivel nacional el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) se encarga de intervenir en una gran longitud de las vías de la Red Estatal, las cuáles se deben mantener en condiciones adecuadas de transitabilidad y movilidad, para lo que se efectúan obras de mantenimiento tanto rutinario como periódico. [7]

El mantenimiento rutinario lo puede efectuar el MTO directamente, o las microempresas, sus actividades consisten en un bacheo común, sellado de fisuras superficiales, limpieza de cunetas y encauzamientos, mantenimiento de la señalética vertical, entre otras. Por otro lado, tenemos al mantenimiento periódico, el cual se lo ejecuta en casos donde la vía ya ha sufrido un deterioro el que puede ser ya previsto o en ocasiones acelerado, sus actividades pueden ser la colocación de sello asfáltico, intervención en la señalética horizontal, el recapeo, entre más actividades. [8]

Estos mantenimientos se efectúan para preservar la inversión efectuada en la construcción, reconstrucción, mejoramiento y rehabilitación de la red vial; además de garantizar un nivel de transitabilidad permanente en el que los usuarios puedan circular diariamente por las vías sin interrupción alguna, o que estas sean mínimas durante el período de uso, y por consiguiente proporcionar comodidad, seguridad y economía en la circulación de los vehículos. [8]

La provincia de Tungurahua se caracteriza por ser un territorio de alto desarrollo comercial, donde destacan el sector turístico, comercial y textil. El cantón Mocha posee estos argumentos para encaminarse a ser un territorio cuya economía se base principalmente en actividades de comercio. [9]

Por lo tanto, Mocha, ha sido un cantón que en los últimos años ha venido viviendo un gran crecimiento y desarrollo económico y social, debido a que la zona es un medio de conexión con uno o más poblados altamente comerciales. Pero, esto provoca que las vías empleadas vengán presentando falencias y carencias, generando incomodidades e incluso en ocasiones períodos de intransitabilidad en los usuarios, por lo mismo se propone el diseño de un plan de mantenimiento que pueda ayudar al manejo adecuado del recurso vial, así como llegar a satisfacer las necesidades de los habitantes del poblado a intervenir, mejorando la calidad de vida de cada uno de los beneficiados. [10]

Con lo anteriormente mencionado, cabe recalcar que el presente estudio tiene como finalidad el diseño de un plan de conservación para la estructura de la carretera, mediante la evaluación del estado actual de las vías que interconectan a Pinguilí, Rosal y Yanahurco, parroquias pertenecientes al cantón de Mocha, buscando que estas lleguen a brindar un buen nivel de servicio, seguridad y confort a los usuarios, facilitando el transporte de productos, mejorando las condiciones de movilidad y conectividad entre los poblados.

### **1.3.Fundamentación teórica**

#### **1.3.1. Vía o carretera**

En mejores términos, podemos definir que la carretera es la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre para la creación de medios que permitan y faciliten la circulación y el tránsito de vehículos, misma que debe cumplir con características adecuadas. Además, una adecuada infraestructura vial permite el desarrollo y crecimiento de un territorio en sí, al facilitar el comercio y la interconexión con uno o más lugares a la vez, es aquí donde uno puede encontrar el punto más importante del porque se debe tener un diseño estable y conforme a las necesidades y demandas del territorio analizado. [11]

#### **1.3.2. Pavimento**

Una estructura que, conformada por el conjunto de capas de diversos materiales encargados de absorber y transmitir las cargas producidas por el tránsito a un terreno de fundación, mejor conocido como subrasante, esto de una manera disipada; todo ello para facilitar el tránsito de una manera segura y confortable para el usuario. La conformación o capas de este depende directamente del tipo de pavimento escogido para el proyecto, en función de ello analizaremos 3 capas generales, como son la capa de rodadura, base y subbase. [12]

#### **1.3.3. Tipos de pavimento**

##### **1.3.3.1. Pavimento flexible**

Este tipo de pavimento se caracteriza por la presencia de una fina carpeta asfáltica, constituida de material bituminoso que es capaz de adaptarse a las deformaciones del suelo, y por esta característica posee una gran resistencia a esfuerzos de flexo tracción. Su presencia es mayoritaria en las vías principales, aunque requiere de un adecuado y recurrente mantenimiento. [13]

##### **1.3.3.2. Pavimento rígido**

El pavimento rígido se caracteriza porque su capa de rodadura se encuentra constituida por una losa de concreto de cemento Portland, misma que se encuentra apoyada sobre una base, y tal como su nombre lo indica, debido a su gran rigidez, este no tiende a

adaptarse a las deformaciones, pero si produce una distribución adecuada de las cargas de rodamiento, lo que da como resultado que las tensiones hacia la subrasante sean muy bajas. Además, cabe mencionar que este tipo de pavimento necesita muy pocos mantenimientos y es recomendable emplearlo en zonas de alto tráfico pesado. [14]

### 1.3.3.3. Pavimento semirrígido

Es un tipo de pavimento cuya estructura está conformada por una carpeta asfáltica y bases tratadas con asfalto, cemento y cal. Este tipo es recomendable utilizar en subrasantes de categoría buena. [15]

### 1.3.4. Estructura del pavimento flexible

Un pavimento flexible es aquel que se encuentra constituido por una capa de mezcla asfáltica, la cual está situada sobre una capa denominada base y otra capa conocida como subbase, ambas usualmente están conformadas por materiales granulares. Todas estas capas se encontrarán posicionadas sobre una capa de suelo compactado, el que toma el nombre de subrasante. [16]

**Figura 1.** Estructura del pavimento flexible



**Fuente:** Pavimentos, 2015

#### 1.3.4.1. Subrasante

Es la capa compuesta por el terreno natural donde se apoyará toda la estructura del pavimento. Su propósito es soportar, transmitir y distribuir todas las cargas originadas por el tráfico hacia el cuerpo del terraplén. [16]

#### 1.3.4.2. Subbase

Capa encargada de brindar soporte u apoyo a la base y capa de rodadura, misma que debe cumplir con un espesor y materiales granulares definidos, ubicada

específicamente sobre la subrasante, además tiene su función principal, es la de servir como medio para un adecuado drenaje de la vía. [17]

#### 1.3.4.3. Base

Capa cuya finalidad es la absorción y distribución de los esfuerzos transmitidos por las cargas de tránsito y repartirlos uniformemente sobre su capa inferior, la subbase o subrasante, estas generalmente están conformadas por materiales granulares o mezclas bituminosas formadas con materiales ligantes. [18]

#### 1.3.4.4. Carpeta asfáltica

Es la parte encargada de brindar al usuario una superficie, valga redundar, de rodadura en condiciones óptimas, misma que debe poseer un buen drenaje, ser resistente a derrapamientos, cómoda y segura. Además, cabe mencionar que esta no cumple ninguna función estructural debido a que generalmente su espesor es delgado y esta se colocara sobre una base. [19]

#### 1.3.5. Conservación de pavimentos

Comprende a todas aquellas actividades, que tienen como finalidad mantener en alto las condiciones de durabilidad, seguridad, eficiencia y servicio de una vía. Por lo que, sus objetivos son: preservar el patrimonio de una vía; garantizar que la circulación por la misma se efectúe de manera segura, cómodo y fluida; y reducir a largo plazo los costos de reparación o reconstrucción vial. [20]

**Figura 2.** Deterioro de un pavimento a través del tiempo



**Fuente:** Análisis del ciclo de vida de los pavimentos asfálticos, 2015

### 1.3.6. Evaluación del pavimento

Al ser las vías un medio vital para el crecimiento de un poblado, es indispensable que estas se encuentren en un estado adecuado para una correcta y segura circulación vehicular, es aquí donde, entran las evaluaciones al estado del pavimento, con las cuales se busca determinar el estado en el que se encuentra la calzada, tanto en su estructura externa como interna, al igual que las posibles correcciones y mantenimientos que se puedan ejecutar para prolongar y asegurar el tiempo de vida útil de la vía. [21]

Entre los diversos métodos existentes, uno de los más empleados y recomendados tenemos el del índice de condición del pavimento o PCI (Pavement Condition Index). El Índice de condición del pavimento es la metodología más completa para la evaluación y calificación tanto para pavimentos rígidos y flexibles, dentro de los métodos existentes para la gestión vial, esto debido a su fácil implementación debido a que no requiere el empleo de herramientas especializadas.

Para determinar el PCI, este se fundamentó en resultados obtenidos de manera visual sobre la condición y estado del pavimento, en el que se establecen y consideran tres factores fundamentales que son la Clase, Severidad y Cantidad de daño existente.

El PCI, tal y como podemos visualizar en su nombre, es un índice que va desde cero, para referirnos a un pavimento fallado o en muy mal estado, hasta cien, valor que hace referencia a un pavimento excelente o en perfecto estado; los respectivos rangos de clasificación podemos encontrar en la tabla a continuación. [22]

**Tabla 1.** Rangos de clasificación del PCI

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

**Fuente:** Normas para estudios de diseños viales, 2013



**Elaborado por:** Iván Oleas

En definitiva, este método se ejecuta para obtener un índice sobre la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie, así como el inventario visual nos sirve para tener una correcta percepción sobre las causas y efectos de los daños presentes y la relación de esta con las cargas de tránsito o el efecto del clima. [22]

### **1.3.7. Causas del deterioro de los pavimentos**

A lo largo del tiempo de vida útil de un pavimento, este puede venir presentando un deterioro progresivo, afectando desfavorablemente la seguridad, comodidad, eficiencia de la vía entre otros. [23]

El deterioro del pavimento puede originarse por diversas causas, de las cuáles podemos mencionar las más importantes, que son: deficiencias de diseño y constructivas, mal cálculo del TPDA o un incremento imprevisto del mismo y factores ambientales extremos. [23]

### **1.3.8. Fallas en pavimentos flexibles**

En breves palabras se puede decir que una falla es aquella condición presente en un pavimento al momento en que este pierde propiedades y características de servicio para la cual fue diseñado. Las fallas pueden ser tanto estructurales, como funcionales, además, se pueden presentar de diversas maneras, en la tabla 2, mencionamos las fallas más típicas. [24]

**Tabla 2.** Tipos de fallas en pavimentos flexibles

Deformaciones permanentes	Ahuellamiento
	Hundimiento
	Corrugación
	Corrimiento
	Hinchamiento
Fisuraciones o agrietamientos	Fisura longitudinal
	Fisura transversal
	Fisuras en bloques
	Fisuras tipo piel de cocodrilo

	Fisuras reflejadas
	Fisuras en arco
Desintegraciones	Desprendimiento de agregados
	Peladuras
	Estrías longitudinales
	Baches
	Roturas de bordes
	Pulimento de la superficie
Otras fallas	Exudación de asfalto
	Bombeo/ exudación de agua
	Parches

**Fuente:** Catálogo de fallas y reparaciones, 2016

**Elaborado por:** Iván Oleas

### **1.3.9. Tráfico vehicular**

Se conoce como tráfico a la circulación de usuarios, que en nuestro caso de estudio se encuentran en vehículos, dentro de un espacio público. Este se convierte en un fenómeno físico y a la vez social. Este dato, se correlaciona directamente con las características, dimensiones y estructura que debe poseer una vía. [25]

#### **1.3.9.1. Tráfico promedio diario anual (TPDA)**

El tráfico promedio diario o TPDA, es el equivalente al valor promedio del flujo vehicular diario a lo largo de un año calendario, lo que quiere decir que para su obtención es indispensable la toma de datos continuas (diarias) durante un mínimo de 365 días, en cada uno de los tramos o puntos relevantes para el análisis del proyecto. No obstante, en caso de que se imposibilite la toma continua de dichas mediciones, se deberán ejecutar mediciones muestrales para la obtención de un TPDA aproximado al real. [26]

### 1.3.10. Clasificación de carreteras

#### 1.3.10.1. Clasificación por capacidad

Con la finalidad de mejorar la calidad de un diseño vial, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) sugiere que la clasificación de las carreteras se de en función al TPDA de la zona, clasificación que encontramos en la siguiente tabla. [26]

**Tabla 3.** Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Clasificación funcional de las vías en base al TPDA <sub>d</sub>			
Descripción	Clasificación funcional	TPDA <sub>d</sub>	
		Límite inferior	Límite superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o carretera multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

**Fuente:** NEVI MTO, 2012

**Elaborado por:** Iván Oleas

#### 1.3.10.2. Clasificación según su función

##### Carreteras de primer orden

Son aquellas vías cuya función principal es la de conectar e integrar las principales zonas productoras de un territorio como pueden ser las capitales provinciales, zonas fronterizas, puertos, entre otras. Además, las mismas pueden clasificarse en troncales y transversales según la orientación que maneje la vía. [27]

##### Carreteras de segundo orden

Esta clasificación engloba a las vías encargadas de interconectar los diferentes municipios pertenecientes a una provincia, tomando como prioridad brindar un acceso hacia la cabecera cantonal. [27]

### 1.3.10.3. Clasificación según el tipo de terreno o condiciones orográficas

Las carreteras según las características del relieve del terreno natural se encontrarán clasificadas en la tabla a continuación, cabe mencionar que esta clasificación se ejecutará en función a la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada con la explanación de la carretera. [26]

**Tabla 4.** Denominación de carreteras por condiciones orográficas

<b>Tipo de Relieve</b>	<b>Máxima inclinación media</b>
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy Accidentado	$25 < i$

**Fuente:** NEVI MTOP, 2012

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 1.3.11. Estudios de suelos

En obras ingenieriles es indispensable la ejecución de estudios/ensayos de suelos para conocer las propiedades y características físicas, químicas y mecánicas del sitio dónde se situará el proyecto, para evitar daños o falencias futuras. [28]

#### 1.3.11.1. Análisis granulométrico

Este ensayo tiene como objetivo determinar la granulometría del suelo, misma que es la distribución porcentual de los diversos tamaños de agregados de una muestra. Esto se determina mediante el método de tamizado [29]

**Tabla 5.** Tamaño de tamices

Malla Número	Abertura (mm)
4"	101.600
2"	50.800
1"	25.400
$\frac{3}{4}$ "	19.100
$\frac{1}{2}$ "	12.700

3/8"	9.520
1/4"	6.350
#4	4.760
#6	3.360
#8	2.380
#10	2.000
#12	1.680
#20	0.840
#40	0.420
#60	0.250
#100	0.149
#200	0.074

**Fuente:** Mecánica de Suelos, 2005

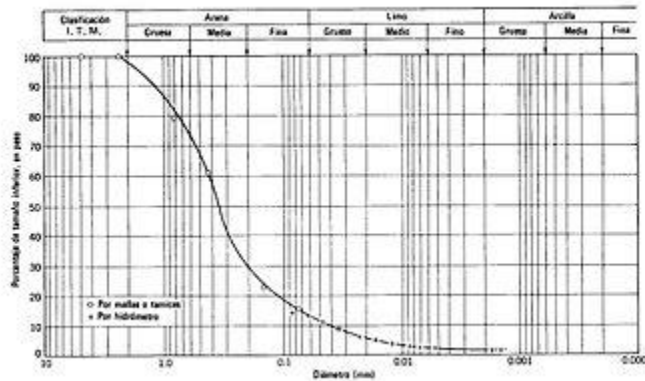
**Elaborado por:** Iván Oleas

### **Curva granulométrica.**

Para entender de mejor manera la constitución del suelo estudiado, elaboramos una gráfica denominada curva granulométrica, esta representa el porcentaje de suelo retenido en cada uno de los tamices, según la forma de esta curva, se puede interpretar lo siguiente: [30]

- Si las curvas son muy verticales los suelos tendrán una mala distribución.
- Si las curvas poseen una pendiente moderada, los suelos tendrán una buena distribución.
- Si las curvas son horizontales, significa que tiene una mala distribución como es el caso de limos y arcillas.
- Finalmente, si las curvas abarcan todo el gráfico con una pendiente moderada de izquierda a derecha, podemos decir que es una mezcla bien graduada de grava, arena, limo y arcilla. [30]

**Figura 3.** Curva granulométrica



**Fuente:** Mecánica de Suelos, 2005

### 1.3.11.2. Ensayo de relación de soporte California (CBR)

Su nombre proviene de las siglas en inglés que significan Californian Bearing Ratio (CBR), y su origen se remonta previo a la segunda guerra mundial instaurado por el Departamento de Transportes de California; se emplea necesariamente para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados, por ejemplo terraplenes o explanadas; y consiste básicamente en compactar una muestra de suelo en moldes normalizados, sumergirlos en agua y aplicar punzonamiento sobre la superficie mediante un pistón normalizado. Este ensayo viene regido por la norma ASTM 1883. [31]

### 1.3.12. Clasificación del suelo

#### 1.3.13.1. Clasificación según AASHTO

Según el sistema de clasificación de la AASHTO, los suelos se clasifican en 8 grupos principales (A-1 a A-8), y esta clasificación se obtiene mediante la granulometría del suelo y los límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico). En el rango entre los grupos A-1 y A-3, encontramos a aquellos con materiales de grano grueso y desde el A-4 al A-7, tenemos aquellos de granulometría fina, y finalmente en el grupo A-8 están los suelos altamente orgánicos como la turba y el fango, estos se identifican claramente mediante inspección visual. [32]

**Figura 4.** Clasificación de suelos Sistema AASHTO

Clasificación General	Materiales Granulares (35 % o menos del total pasa el tamiz No. 200)							Materiales limo-arcillosos (más del 35 % del total pasa el tamiz No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación de Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 <sup>c</sup> A-7-6
Porcentaje de material que pasa el tamiz No. 10	50 max										
No. 40	30 max	50 max	51 min								
No. 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Características de la fracción que pasa el tamiz No. 40											
Límite líquido, $w_L$	6 max		NP	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Índice Plástico, $I_p$	6 max		NP	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min
Índice de Grupo <sup>b</sup>	0		0	0			4 max	8 max	12 max	16 max	20 max

**Fuente:** Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, 2012.

### 1.3.13.2. Clasificación según SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos, realiza su clasificación en base a la granulometría del material y los límites de Atterberg, este utiliza una nomenclatura especial para cada tipo de suelo. [32] [33]



Figura 5. Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (SUCS)

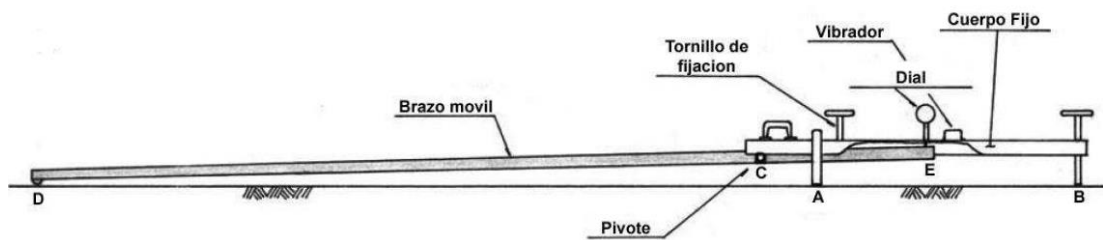
Divisiones mayores		Símbolo de grupo	Nombres típicos	Criterios de clasificación para suelos granulares		
Suelos de grano grueso (más del 50% del material es mayor en tamaño que el tamiz No. 200)	Gravas (Más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz No. 4)	GW	Gravas bien gradadas, mezclas gravosas, pocos o ningún fino	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = 1 < D_{30}^2/D_{10} \times D_{60} < 3$		
		GP	Gravas pobremente gradadas, mezclas grava-arena, pocos o ningún fino	No cumplir todos los requisitos de gradación para GW		
		GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo	Límites de Atterberg por debajo de la línea A ó $I_p < 4$	A los materiales sobre la línea A con $4 < I_p < 7$ se considera de frontera y se les asigna doble símbolo	
		GC				Límites de Atterberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$
	Arenas (Más del 50% de la fracción gruesa es menor que el tamiz No. 4)	Arenas limpias (pocos o ningún fino)	SW	Arenas bien gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino	$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_c = 1 < D_{30}^2/D_{10} \times D_{60} < 3$	
			SP	Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino	No cumplir todos los requisitos de gradación para SW	
		Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas arena-limo	Límites de Atterberg por debajo de la línea A ó $I_p < 4$ .	Si el material está en la zona sombreada con $4 \leq I_p \leq 7$ se considera de frontera y se le asigna doble símbolo
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla	Límites de Atterberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$	
Suelos de grano fino (más del 50% del material pasa el tamiz No. 200)	Limos y arcillas (límite líquido $U_L < 50$ )	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad.	1. Determinar el porcentaje de arenas y gravas de la curva de granulometría. 2. Dependiendo del porcentaje de fino (fracción menor que el tamiz No. 200) los suelos gruesos se clasifican como sigue: Menos del 5% — GW, GP, SW, SP Más del 12% — GM, GC, SM, SC de 5 a 12% — Casos de frontera que requieren doble símbolo		
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.			
		OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad			
	Limo y arcillas (límite líquido $> 50$ )	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos			
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas			
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos			
	Suelos altamente orgánicos	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos			

Fuente: Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, 2012.

### 1.3.13. Uso de la Viga Benkelman

La viga Benkelman es empleada para un ensayo de carácter no destructivo, en el que se mide las deflexiones superficiales de la vía. La deflexión es la deformación elástica que presenta un pavimento bajo la acción de una carga rodante normalizada, y mediante esta manera es posible evaluar la vida útil remanente de un pavimento, evaluar el estado estructural del pavimento, evaluar y controlar los métodos de diseño del pavimento, valorar el debilitamiento progresivo de la estructura debido a solicitaciones del tránsito. La viga, puede ser de brazo simple o doble y mide los desplazamientos verticales de un punto de contacto situado entre el doble eje posterior de un camión que aplica una carga de 18000lb. [34]

**Figura 6.** Modelo Viga Benkelman



**Fuente:** Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016

La viga consta de una primera parte que comprende el cuerpo fijo que se posicionará sobre el terreno mediante tres apoyos, dos de ellos fijos en el punto A y el tercero regulable ubicado en el punto B; la segunda parte la conforma un brazo móvil, unido a una articulación de giro en el punto C, uno de los extremos de esta parte (DE) se encuentra apoyado en el punto D sobre el terreno, mientras que la otra parte se encuentra en contacto con dial de movimiento vertical en el punto E. [34]

### 1.4. Hipótesis

Con la implementación del plan de conservación vial, se espera que en la vía estudiada se realicen mantenimientos rutinarios y periódicos, lo que ayude a mantener y mejorar la calidad de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco en el tramo de la abscisa K4+000 a K8+000, del cantón Mocha, provincia de Tungurahua.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Diseñar una propuesta de un plan de conservación vial en función de las características físicas y mecánicas de la vía Pingüilí-Rosal-Yanahurco en el tramo de la abscisa K4+000 a K8+000

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

Realizar el levantamiento topográfico de la vía existente Pingüilí-Rosal-Yanahurco entre las abscisas K4+000 a K8+000.

Determinar el Tráfico Promedio Anual (TPDA) actual y futuro de la vía existente para un posterior análisis e interpretación. Evaluar la condición física y mecánica del suelo a través de los ensayos de laboratorio y no destructivo.

Diseñar un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía existente Pingüilí-Rosal-Yanahurco entre las abscisas K4+000 a K8+000.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Descripción de la metodología**

Con la finalidad de recabar información relevante, se requiere emplear más de un método investigativo, con la finalidad de ejecutar un correcto desarrollo del proyecto técnico.

#### **2.2. Tipos de investigación**

##### **2.2.1. Investigación exploratoria**

Este tipo de investigación comprende los procesos llevados en campo, con el objetivo de comprender el estado actual de la vía que interconecta los poblados de Pinguilí, El Rosal y Yanahurco, pertenecientes al cantón Mocha. Para esto se ejecutarán actividades como: reconocimiento de campo, levantamiento topográfico, conteo vehicular, toma de muestras de suelo, identificación y tipificación de fallas del pavimento y toma de deflexiones de la vía.

##### **2.2.2. Investigación de laboratorio**

Tal y como su nombre lo indica, esta investigación abarca los procesos técnicos, ensayos llevados a cabo dentro de un laboratorio, en nuestro caso comprende los siguientes ensayos: granulometría, límites de Atterberg, Relación de Soporte de California (CBR), todos estos ejecutados con las muestras de suelo obtenidas en campo, para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

##### **2.2.3. Investigación descriptiva**

Este tipo de investigación nos permite describir de una manera detallada y comprensible la situación actual de una situación en particular, en esta situación, lo que se quiere es detallar el estado en el que se encuentra el tramo de vía a analizar, para lo que se identifican las distintas fallas existentes en el pavimento, para posterior ejecutar el método de Índice de Condición de Pavimento (PCI)

## 2.3. Población y muestra

### 2.3.1. Población

La población por estudiar será la vía que conecta los núcleos urbanizables rurales de Pinguilí, El Rosal y Yanahurco en el tramo de la abscisa K4+000 hasta K8+000, perteneciente al cantón Mocha, provincia de Tungurahua, para el posterior diseño del plan de conservación de la capa de rodadura.

**Figura 7.** Vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco, tramo de la abscisa 4+000 a 8+000



**Fuente:** Google Earth Pro, 2021

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 2.3.2. Muestra

Para el estudio se obtendrán muestras de suelos del lugar, estas se tomarán a lo largo de la vía estudiada, en un rango de 500 m, ejecutando calicatas cuyas dimensiones serán de 1 m x 1 m x 1 m, muestras que serán ensayadas para granulometría del material, compactación de este, obtención de límites de atterberg y finalmente el Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR por sus siglas en inglés) en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Además, para determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), se hará un conteo y tipificación vehicular durante un período de 7 días, en un transcurso de 12 horas diarias consecutivas.

También se tomarán medidas de la deflexión de la vía, mediante el ensayo de la Viga Benkelman, para finalmente mediante el Índice de Condición de Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés) determinar visualmente el grado de afectación de la capa de rodadura, para entender la situación y estado actual de la vía.

#### 2.4. Materiales y equipos

**Tabla 6.** Materiales y equipos

Levantamiento topográfico	Materiales	Espray reflectivo
	Equipos	GPS, laptop, cinta métrica, flexómetro
Toma de muestras	Materiales	Recipientes, fundas, saco de lona
	Equipos	Azadón, barra, pala, piola
Granulometría	Materiales	Muestra 1000gr
	Equipos	Maquina vibradora de tamices, tamices, balanza, recipientes, brocha
Límite plástico	Materiales	300gr de suelo que pasa por el tamiz #40
	Equipos	Recipientes, balanza, mortero, regla, espátula, horno
Límite líquido	Materiales	300gr de suelo que pasa por tamiz #40
	Equipos	Copa de casa grande, balanza, ranurador, recipientes, espátula, horno, probeta
Proctor modificado	Materiales	25kg de suelo
	Equipos	Martillo compactador, balanza, horno, moldes de metal, collarín, enrazador, bandejas, tamices, palustre, brocha, recipientes
CBR	Materiales	20kg de suelo
	Equipos	Martillo compactador, balanza, horno, moldes de metal, collarín, enrazador, bandejas, tamices, palustre, brocha, recipientes
TPDA	Materiales	Ficha técnica

	Equipos	Laptop
PCI	Materiales	Ficha técnica
	Equipos	Flexómetro, manual para identificar la falla
No destructivo (Medición de deflexiones)	Materiales	Libreta de campo, tiza, pintura
	Equipos	Viga Benkelman, volqueta 8.2ton, combo, cincel, cinta métrica, termómetro

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

## 2.5. Métodos

### 2.5.1. Plan de recolección de información

**Tabla 7.** Plan de recolección de información

<b>Preguntas básicas</b>	<b>Explicación</b>
¿Para qué?	Para el diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pinguilí- El Rosal-Yanahurco.
¿De qué persona y objeto?	De la capa de rodadura de la vía Pinguilí- El Rosal-Yanahurco en el tramo de la abscisa K4+000 a K8+000 del cantón Mocha, provincia de Tungurahua
¿Sobre qué aspecto?	Deflexiones superficiales de la estructura del pavimento, índice de condición del pavimento, capacidad portante del suelo y espesores de las capas de la estructura del pavimento
¿Quién evalúa?	Iván Moisés Oleas Córdova
¿Dónde evalúa?	En la vía Pinguilí- El Rosal-Yanahurco en el tramo de la abscisa K4+000 a K8+000. Laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
¿Cómo?	Mediante investigación bibliográfica, visitas de campo, inspección visual, toma de muestras y ensayos de laboratorio.

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### **2.5.2. Plan de procesamiento y análisis de datos**

Comprende los distintos procesos a ejecutarse para el manejo de los datos obtenidos, tanto de manera bibliográfica como de campo, por ejemplo el manejo de software especializados cómo AutoCad o Civil 3D para el aprovechamiento de los datos obtenidos del levantamiento topográfico, así como la interpretación de los datos de cada uno de los ensayos destructivos y no destructivos ejecutados, mediante hojas de cálculo realizadas en Microsoft Excel, es decir todos los procesos que se ejecutarán para determinar el estado presente en la vía a analizar. [35]

En esta etapa se podrá determinar si los datos obtenidos en campo van de la mano con las características del tramo de vía analizado, tanto en el diseño geométrico de la vía, al igual que en el de su capa de rodadura, con ello se puede establecer si el proyecto cumple y satisface las necesidades de los habitantes de la zona. [36]

Se tabulará todos los datos, puntos obtenidos mediante la estación total, para generar una franja de la vía, y con ello realizar un levantamiento georreferenciado de todo el tramo a estudiar.

Por otro lado, con la información obtenida tras el conteo y tipificación vehicular, se realizará el respectivo proceso para la obtención del TPDA, y mediante tasas de crecimiento podemos llegar a estimar el tráfico promedio que pueda llegar a circular por la vía en años posteriores.

Con los datos obtenidos, tras los distintos ensayos de suelo, se llegará establecer el tipo de suelo presente en la zona, así como sus propiedades físicas y mecánicas, dándonos un criterio más acertado sobre la situación actual del sitio.

Finalmente, con todos los datos y características que se obtendrán, se procederá con el diseño de un plan de conservación de la capa de rodadura para la vía existente.



## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis y discusión de resultados

##### 3.1.1. Ubicación del proyecto

El proyecto por estudiar comprende la vía que interconecta los poblados de Pinguilí, El Rosal y Yanahurco, en el tramo de la abscisa K4+000 hasta K8+000, perteneciente al cantón Mocha, provincia de Tungurahua,

**Figura 8.** Ubicación del proyecto



**Fuente:** Google Earth Pro, 2021

**Elaborado por:** Iván Oleas

**Tabla 8.** Coordenadas del proyecto

<b>COORDENADAS</b>			
<b>ABSCISA</b>	<b>ESTE X (m)</b>	<b>NORTE Y (m)</b>	<b>COTA (msnm)</b>
K4+000	764028	9845648	3060
K8+000	763114	9848514	3090

**Fuente:** Iván Oleas

**Elaborado por:** Iván Oleas

### **3.1.2. Levantamiento topográfico de la vía**

El levantamiento georreferenciado se ejecutó con la ayuda de un RTK, lo que nos permite obtener valores reales sobre la dimensión del tramo de vía a estudiar.

**Tabla 9.** Resumen datos del levantamiento

<b>Longitud de la vía</b>	4000 metros
<b>N° de carriles</b>	2 (uno en cada sentido)
<b>Ancho promedio de la calzada</b>	7.85 metros
<b>N° de coordenadas obtenidas</b>	1020

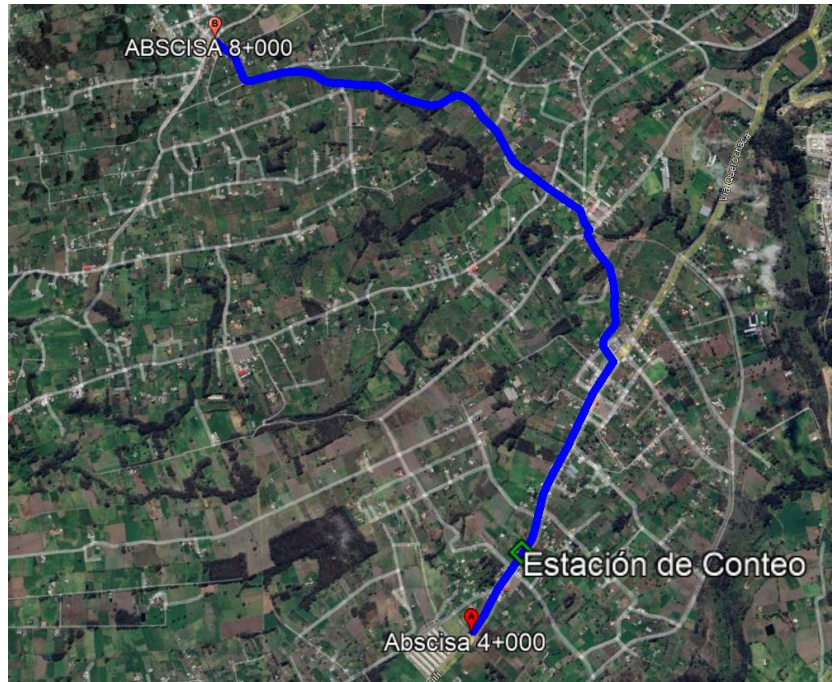
**Fuente:** Iván Oleas

**Elaborado por:** Iván Oleas

### **3.1.3. Análisis vehicular**

Con la finalidad de determinar la cantidad de vehículos que transitan por la vía a estudiar, se ejecutó con un conteo y tipificación vehicular durante un período de 7 días, de lunes a domingo en un rango de 12 horas diarias consecutivas (06H00 a 18H00), este proceso se llevo en un punto adecuado de la vía, tomando como referencia la clasificación de la norma NEVI-12. Este proceso es clave para el cálculo del TPDA de la vía, obtenido mediante el cálculo de la trigésima hora y el factor de la hora pico.

**Figura 9.** Ubicación de la estación de conteo



**Fuente:** Google Earth Pro, 2021

**Elaborado por:** Iván Oleas



**Tabla 10.** Número de vehículos por día

<b>Día</b>	<b>N° de Vehículos</b>
Lunes	1352
Martes	1198
Miércoles	1141
Jueves	1257
Viernes	1243
Sábado	1216
Domingo	1287
<b>Total</b>	<b>8694</b>

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

**Tabla 11. Formato de registro vehicular**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 											
<b>PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>											
<b>CONTEO DE TRÁNSITO</b>											
Vía		Vía principal		Sector	Pinguilí-El Rosal-Yanahurco					Fecha:	12/06/2023
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	Acumulado por hora	
			2D	2DA	2DB	3A	V3A	Total			
6:00	6:15	14	0	1	0	3	0	1	5	19	83
6:15	6:30	18	1	0	1	2	3	0	6	25	
6:30	6:45	13	0	3	1	0	0	1	5	18	
6:45	7:00	21	0	0	0	0	0	0	0	21	
7:00	7:15	20	0	2	3	0	1	0	6	26	96
7:15	7:30	25	1	2	1	1	0	0	4	30	
7:30	7:45	16	0	0	0	2	2	0	4	20	
7:45	8:00	19	0	1	0	0	0	0	1	20	
8:00	8:15	21	0	5	2	0	1	0	8	29	95
8:15	8:30	20	0	2	1	0	0	2	5	25	
8:30	8:45	16	1	1	0	1	0	0	2	19	
8:45	9:00	19	0	0	1	1	1	0	3	22	
9:00	9:15	18	0	3	0	1	0	1	5	23	103
9:15	9:30	26	1	2	1	0	2	0	5	32	
9:30	9:45	22	0	3	1	3	0	1	8	30	
9:45	10:00	17	0	1	0	0	0	0	1	18	
10:00	10:15	19	0	0	0	0	0	0	0	19	114
10:15	10:30	33	0	0	3	1	0	0	4	37	
10:30	10:45	28	0	2	1	0	3	0	6	34	
10:45	11:00	21	1	2	0	0	0	0	2	24	
11:00	11:15	23	0	0	2	0	1	0	3	26	120
11:15	11:30	20	2	2	0	2	0	0	4	26	
11:30	11:45	25	0	3	1	0	0	0	4	29	
11:45	12:00	29	0	3	3	1	3	0	10	39	
12:00	12:15	31	0	4	2	3	1	0	10	41	136
12:15	12:30	29	0	5	3	2	0	2	12	41	
12:30	12:45	25	2	1	1	0	3	0	5	32	
12:45	13:00	18	0	1	2	1	0	0	4	22	
13:00	13:15	22	0	0	2	1	2	0	5	27	141
13:15	13:30	27	0	2	1	0	0	0	3	30	
13:30	13:45	38	1	3	0	2	0	0	5	44	
13:45	14:00	33	2	0	1	2	1	1	5	40	
14:00	14:15	52	2	8	0	0	3	0	11	65	169
14:15	14:30	27	1	3	2	0	1	1	7	35	
14:30	14:45	22	0	3	1	1	1	0	6	28	
14:45	15:00	35	2	0	2	1	1	0	4	41	
15:00	15:15	28	0	3	2	3	0	0	8	36	130
15:15	15:30	34	0	2	4	0	1	1	8	42	
15:30	15:45	26	1	0	0	1	0	0	1	28	
15:45	16:00	18	0	3	1	0	2	0	6	24	
16:00	16:15	16	1	0	3	0	0	0	3	20	73
16:15	16:30	11	0	1	1	2	1	0	5	16	
16:30	16:45	14	0	1	0	0	0	0	1	15	
16:45	17:00	21	0	0	0	0	1	0	1	22	
17:00	17:15	20	0	2	2	3	0	0	7	27	92
17:15	17:30	22	0	0	3	0	2	0	5	27	
17:30	17:45	18	0	2	0	0	0	1	3	21	
17:45	18:00	15	1	0	1	0	0	0	1	17	
<b>TOTAL</b>		1105	20	82	56	40	37	12	227	<b>1352</b>	<b>1352</b>

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

En la tabla N°10, tenemos un resumen del registro del conteo vehicular efectuado desde el Lunes 12 de junio hasta el Domingo 18 de junio del presente año, siendo el día lunes aquel que presenta un mayor tráfico vehicular, además se debe hacer mención en que el mismo día, entre las 14H00 hasta las 15H00, es la hora que presenta mayor tráfico vehicular, estos datos los encontramos en la tabla a continuación.

**Tabla 12.** Tráfico de la Hora Pico

Vía		Vía principal		Sector	Pinguilí-El Rosal-Yanahurco					Fecha:	14/06/2023
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	Acumulado por hora	
			2D	2DA	2DB	3A	V3A	Total			
14:00 - 14:15	52	2	8	0	0	3	0	11	65	169	
14:15 - 14:30	27	1	3	2	0	1	1	7	35		
14:30 - 14:45	22	0	3	1	1	1	0	6	28		
14:45 - 15:00	35	2	0	2	1	1	0	4	41		
<b>TOTAL</b>	136	5	14	5	2	6	1	28	169		

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.3.1. Cálculo del factor de hora pico

$$FHP_{15} = \frac{Q}{4 * Q_{15m\acute{a}x}} \quad \text{Ec.3.1.}$$

Donde:

Q = Total de volumen de tráfico en la hora pico

$Q_{15m\acute{a}x}$  = Volumen máximo en el transcurso de la hora pico

$$FHP_{15} = \frac{169veh}{4 * 65veh}$$

$$FHP_{15} = 0.65$$

Debido a que el valor del factor de hora pico es menor a 1, se procede a considerar que el  $FHP_{15}=1$ , para obtener un tráfico uniforme

$$\therefore FHP_{15} = 1$$

### 3.1.3.2. Cálculo del tráfico promedio diario anual actual (TPDA act)

$$TPDA \text{ act} = \frac{VHP * FHP}{k} \quad \text{Ec.3.2.}$$

Donde:

TPDA act = Tráfico promedio diario anual actual

VHP = Número de vehículos en la hora pico

FHP = Factor de hora pico

k = Porcentaje de la 30ava hora de diseño

k = 8%-12% (10%) Zona urbana

k = 12%-18% (15%) Zona rural

Para nuestro caso, tomamos que k = 15%

#### **TPDA act; vehículos livianos**

$$TPDA \text{ act} = \frac{136 * 1}{0.15}$$

$$TPDA \text{ act} = 907 \text{ veh/día}$$

#### **TPDA act; buses**

$$TPDA \text{ act} = \frac{5 * 1}{0.15}$$

$$TPDA \text{ act} = 34 \text{ veh/día}$$

#### **TPDA act; camiones**

$$TPDA \text{ act} = \frac{28 * 1}{0.15}$$

$$TPDA \text{ act} = 187 \text{ veh/día}$$

**Tabla 13.** TPDA actual de la vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco

Tipo de vehículo	VHP	TPDA act
Livianos	136	907 veh/día
Buses	5	34 veh/día
Camiones	28	187 veh/día
<b>Total</b>		<b>1128 veh/día</b>

Fuente: Iván Oleas, 2023

Elaborado por: Iván Oleas

### 3.1.3.3. Cálculo del tráfico atraído ( $T_a$ )

$$T_a = 10\% * TPDA \text{ act} \quad \text{Ec. 3.3.}$$

Donde:

$T_a$  = Tráfico atraído

TPDA act = Tráfico promedio diario anual actual

**$T_a$ ; vehículos livianos**

$$T_a = 10\% * 907 \text{ veh/día}$$

$$T_a = 91 \text{ veh/día}$$

**$T_a$ ; buses**

$$T_a = 10\% * 34 \text{ veh/día}$$

$$T_a = 4 \text{ veh/día}$$

**$T_a$ ; camiones**

$$T_a = 10\% * 187 \text{ veh/día}$$

$$T_a = 19 \text{ veh/día}$$

**Tabla 14.** Tráfico añadido de la vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco

Tipo de vehículo	TPDA act	$T_a$
Livianos	907 veh/día	91 veh/día
Buses	34 veh/día	4 veh/día

<b>Camiones</b>	187 veh/día	19 veh/día
<b>Total</b>	<b>1128 veh/día</b>	<b>114 veh/día</b>

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.3.4. Cálculo del tráfico promedio diario anual total (TPDA tot)

$$TPDA\ tot = TPDA\ act + Ta \quad \text{Ec. 3.4.}$$

Donde:

TPDA tot = Tráfico promedio diario anual total

TPDA act = Tráfico promedio diario anual total

Ta = Tráfico atraído

#### **TPDA tot; vehículos livianos**

$$TPDA\ tot = (907 + 91)veh/día$$

$$TPDA\ tot = 998\ veh/día$$

#### **TPDA tot; buses**

$$TPDA\ tot = (34 + 4)veh/día$$

$$TPDA\ tot = 38\ veh/día$$

#### **TPDA tot; camiones**

$$TPDA\ tot = (187 + 19)veh/día$$

$$TPDA\ tot = 206\ veh/día$$



**Tabla 15.** TPDA total de la vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco

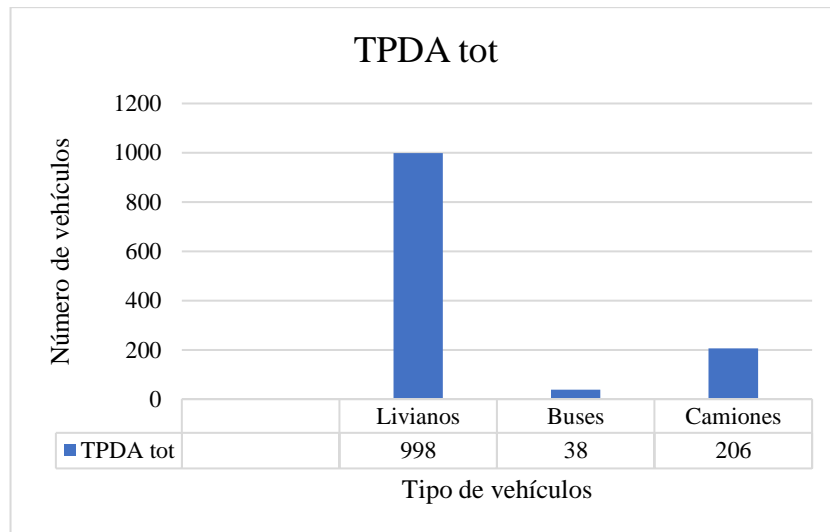
Tipo de vehículo	TPDA act	Ta	TPDA tot	Composición (%)
<b>Livianos</b>	907 veh/día	91 veh/día	998 veh/día	80.35%
<b>Buses</b>	34 veh/día	4 veh/día	38 veh/día	3.06%
<b>Camiones</b>	187 veh/día	19 veh/día	206 veh/día	16.59%
<b>Total</b>	<b>1128 veh/día</b>	<b>114 veh/día</b>	<b>1242 veh/día</b>	<b>100.00%</b>

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

Con el debido proceso obtenemos un TPDA tot para la vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco de 1242 veh/día. En la figura 10 tenemos la distribución del TPDA total los 3 tipos de vehículos analizados; además en la figura 11 podemos observar la composición porcentual del valor del TPDA total.

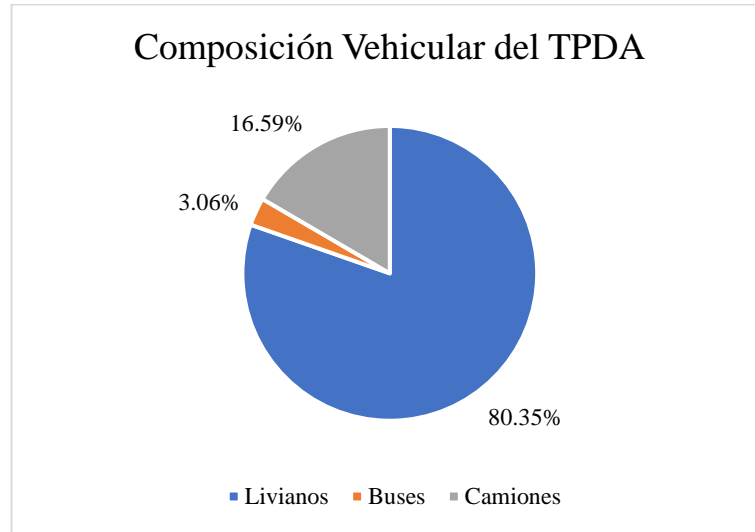
**Figura 10.** Distribución del TPDA total



**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

**Figura 11.** Composición vehicular del TPDA total



**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

En la figura 11 podemos observar que los vehículos livianos componen un 80.35% del TPDA total calculado, siendo este tipo de vehículo el que circula mayoritariamente por la vía estudiada, mientras que el 16.59% pertenece a camiones y finalmente tenemos un valor de 3.06% correspondiente a buses.

### 3.1.3.5. Cálculo del tráfico futuro

Para el presente estudio se proyectará dentro de un período de 20 años hacia el futuro, es decir desde el 2023 hasta el año 2043.

$$Tf = TPDA\ tot(1 + i)^n \quad \text{Ec. 3.5.}$$

Dónde:

Tf = Tráfico futuro

TPDA tot = Tráfico promedio diario anual total

i = Índice de crecimiento vehicular

n = Número de años proyectados

**Tabla 16.** Tasas de crecimiento vehicular

<b>Tasas de crecimiento vehicular</b>					
<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Período</b>				
	<b>2020-2025</b>	<b>2025-2030</b>	<b>2030-2035</b>	<b>2035-2040</b>	<b>2040-2045</b>
Liviano	3.57	3.25	3.25	3.25	3.25
Bus	1.78	1.62	1.62	1.62	1.62
Camión	1.74	1.58	1.58	1.58	1.58

**Fuente:** MTOP, 2013

**Elaborado por:** Iván Oleas

En la Tabla a continuación, podemos observar que el tráfico futuro, para dentro de un periodo de 20 años en la vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco equivale a 2357 veh/día.

**Tabla 17. Tráfico futuro**

		 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>								
<b>TRÁFICO FUTURO PROYECTADO</b>								
N°	AÑO	TASA DE CRECIMIENTO			TF (veh/día)			TPDA Futuro TOTAL (veh/día)
		LIVIANO	BUSES	CAMIONES	LIVIANO	BUSES	CAMIONES	
0	2023	3.57	1.78	1.74	998	38	206	1242
1	2024	3.57	1.78	1.74	1034	40	214	1288
2	2025	3.57	1.78	1.74	1071	41	221	1333
3	2026	3.25	1.62	1.58	1099	42	227	1368
4	2027	3.25	1.62	1.58	1135	44	235	1414
5	2028	3.25	1.62	1.58	1172	45	242	1459
6	2029	3.25	1.62	1.58	1210	47	250	1507
7	2030	3.25	1.62	1.58	1249	48	258	1555
8	2031	3.25	1.62	1.58	1289	50	267	1606
9	2032	3.25	1.62	1.58	1331	51	275	1657
10	2033	3.25	1.62	1.58	1375	53	284	1712
11	2034	3.25	1.62	1.58	1419	55	293	1767
12	2035	3.25	1.62	1.58	1465	56	303	1824
13	2036	3.25	1.62	1.58	1513	58	313	1884
14	2037	3.25	1.62	1.58	1562	60	323	1945
15	2038	3.25	1.62	1.58	1613	62	333	2008
16	2039	3.25	1.62	1.58	1665	64	344	2073
17	2040	3.25	1.62	1.58	1719	66	355	2140
18	2041	3.25	1.62	1.58	1775	68	367	2210
19	2042	3.25	1.62	1.58	1833	70	379	2282
<b>20</b>	<b>2043</b>	3.25	1.62	1.58	1893	73	391	<b>2357</b>

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.3.6. Clasificación vial en función del TPDA

Para el tramo de vía estudiado que interconecta Pinguilí-El Rosal-Yanahurco en la abscisa K4+000 hasta K8+000, tenemos que su TPDA actual es de 1242 veh/día, valor para el año 2023, además sabemos que el tráfico futuro, dentro de un período de 20 años, será de 2357 veh/día aproximadamente, ambos valores los podemos encontrar en la tabla anterior, y podemos con ellos podemos determinar que tanto para el 2023 como el 2043, la vía se encuentra dentro del rango de 1000 a 3000 veh/día, por lo que la vía estudiada es de tipo Colectora clase II.

**Tabla 18.** Clasificación de carreteras

Función	Clase de carretera (MOP)	TPDA (Año de diseño)
Corredor arterial	RI-RII	>8000
	I	3000-8000
Colectora	II	1000-3000
	III	300-1000
Vecinal	IV	100-300
	V	300

**Fuente:** MOP, Norma de diseño geométrico, 2003

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.3.7. Cálculo de ejes equivalentes

Debido a la diversidad de vehículos que circulan por la vía estudiada, se requiere llevar la cuantificación de vehículos a valores de número de ejes equivalentes, esto facilitará estudios posteriores para el presente proyecto.

$$W_{18} = 365 * TPDA_{act} * FD \quad \text{Ec. 3.6}$$

Dónde:

$W_{18}$  = Número de ejes equivalente.

TPDA act = Tráfico promedio diario anual actual.

FD = Factor de daño.

**Tabla 19.** Factores de daño según el tipo de vehículo

Tipo	Simple		Simple doble		Tándem		Trídem		Factor de daño (FD)
	Tons	$(P/6.6)^4$	Tons	$(P/8.2)^4$	Tons	$(P/15)^4$	Tons	$(P/23)^4$	
<b>Bus</b>	4	0.13	8	0.91	-	-	-	-	1.04
<b>C-2P</b>	2.5	0.02	-	-	-	-	-	-	1.29
	7	1.27	-	-	-	-	-	-	
<b>C-2G</b>	6	0.68	11	3.24	-	-	-	-	3.92

<b>C-3</b>	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.75
<b>C-4</b>	6	0.68	-	-	-	-	25	1.4	2.08
<b>C-5</b>	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.75
<b>C-6</b>	6	0.68	-	-	18	2.07	25	1.4	4.15

**Fuente:** F, Moreira, Guía de pavimentos, 2015

**Elaborado por:** Iván Oleas

La vía estudiada que interconecta Pinguilí-EL Rosal-Yanahurco, se encuentra conformada por dos carriles, uno en cada sentido, por lo que según valores expuestos en la norma AASHTO 93 se considerará un porcentaje de 50% de tránsito por cada carril.

**Tabla 20.** Factores de distribución direccional

<b>Número de carriles</b>	<b>Porcentaje de vehículos por carril (%)</b>
2	50
4	45
6 o más	40

**Fuente:** Norma AASHTO 93, Diseño de estructuras de pavimentos, 2014

**Elaborado por:** Iván Oleas

Además, para nuestra vía de estudio, debido a que existe únicamente 1 carril por cada dirección. tenemos un 100% de W18 por carril. Datos que podemos observar en la tabla a continuación.


**Tabla 21.** Porcentaje de W18 en un carril de diseño

<b>Número de carriles en una dirección</b>	<b>Porcentaje de W18 en un carril (%)</b>
1	100
2	80-100
3	60-80

**Fuente:** Norma AASHTO 93, Diseño de estructuras de pavimentos, 2014

**Elaborado por:** Iván Oleas

**Tabla 22. Número de ejes equivalentes**

 <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> </div> 																	
<b>PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>																	
<b>EJES EQUIVALENTES</b>																	
N°	AÑO	TASA DE CRECIMIENTO			TF (veh/día)			TPDA Futuro TOTAL (veh/día)	PESADOS						W18 Parcial	W18 Acumulado	W18 Por sentido
		LIVIANO	BUSES	CAMIONES	LIVIANO	BUSES	CAMIONES		2D	2DA	2DB	3A	V3A	Total			
0	2023	3.57	1.78	1.74	998	38	206	1242	103	37	15	44	7	206	131404	131403.65	65701.825
1	2024	3.57	1.78	1.74	1034	40	214	1288	107	38	16	46	7	214	137499	268902.8	134451.4
2	2025	3.57	1.78	1.74	1071	41	221	1333	110	40	16	47	8	221	141105	410008.15	205004.075
3	2026	3.25	1.62	1.58	1099	42	227	1368	113	41	17	48	8	227	145142	555150.4	277575.2
4	2027	3.25	1.62	1.58	1135	44	235	1414	117	42	17	51	8	235	151209	706358.95	353179.475
5	2028	3.25	1.62	1.58	1172	45	242	1459	121	43	18	52	8	242	155308	861666.45	430833.225
6	2029	3.25	1.62	1.58	1210	47	250	1507	125	45	18	54	8	250	159965	1021631.35	510815.675
7	2030	3.25	1.62	1.58	1249	48	258	1555	129	46	19	55	9	258	165071	1186702.6	593351.3
8	2031	3.25	1.62	1.58	1289	50	267	1606	133	48	19	58	9	267	171346	1358048.2	679024.1
9	2032	3.25	1.62	1.58	1331	51	275	1657	137	49	20	60	9	275	177062	1535109.7	767554.85
10	2033	3.25	1.62	1.58	1375	53	284	1712	142	51	21	60	10	284	181201	1716310.3	858155.15
11	2034	3.25	1.62	1.58	1419	55	293	1767	146	53	21	63	10	293	187475	1903785.25	951892.625
12	2035	3.25	1.62	1.58	1465	56	303	1824	151	54	22	65	11	303	194260	2098045.55	1049022.78
13	2036	3.25	1.62	1.58	1513	58	313	1884	156	56	23	67	11	313	200626	2298671.45	1149335.73
14	2037	3.25	1.62	1.58	1562	60	323	1945	161	58	23	70	11	323	206962	2505633.75	1252816.88
15	2038	3.25	1.62	1.58	1613	62	333	2008	166	60	24	72	11	333	213328	2718961.65	1359480.83
16	2039	3.25	1.62	1.58	1665	64	344	2073	172	62	25	73	12	344	219146	2938107.65	1469053.83
17	2040	3.25	1.62	1.58	1719	66	355	2140	177	64	26	76	12	355	227129	3165236.2	1582618.1
18	2041	3.25	1.62	1.58	1775	68	367	2210	183	66	27	79	12	367	235173	3400409.35	1700204.68
19	2042	3.25	1.62	1.58	1833	70	379	2282	189	68	28	81	13	379	242608	3643017.55	1821508.78
<b>20</b>	<b>2043</b>	3.25	1.62	1.58	1893	73	391	<b>2357</b>	195	70	28	84	14	391	<b>250394</b>	<b>3893411.2</b>	<b>1946705.6</b>

Fuente: Iván Oleas, 2023

Elaborado por: Iván Oleas

### 3.1.4. Evaluación superficial del pavimento, mediante el método de índice de condición de pavimento (PCI)

Con la aplicación del método PCI, lo que buscamos es cuantificar el nivel de falla que presenta el pavimento en la vía estudiada, esto se ejecuta mediante observación visual de las fallas in situ, y con estas procedemos posteriormente a los respectivos cálculos para entender el estado del pavimento.

#### 3.1.4.1. Unidades de muestreo

Para la aplicación del presente método tenemos los siguientes datos.

**Tabla 23.** Datos iniciales para la aplicación del PCI

<b>Datos</b>	
Ancho promedio de la calzada	7.84m
Longitud del tramo (Lt)	4000m
Área del tramo (A)	230±93m <sup>2</sup>
Error admisible estimado para el PCI de la sección (e)	5%
Desviación estándar del PCI ( $\sigma$ )	10

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

#### Cálculo, longitud de la unidad de la muestra.

$$L = \frac{A}{Av} \quad \text{Ec. 3.7}$$

Donde:

L = Longitud de la unidad de muestra

A = Área de la muestra

Av = Ancho de la vía

$$L = \frac{230 \pm 93m^2}{7.84m}$$

$$L = 17.47m \text{ hasta } 41.20m$$



$$\therefore L = 30m$$

### **Cálculo, área del tramo**

$$A = Av * L \quad \text{Ec. 3.8}$$

Donde:

L = Longitud de la unidad de muestra.

A = Área de la muestra.

Av = Ancho de la vía

$$A = 7.84m * 30m$$

$$A = 235.20 m^2$$

El área de  $235.20m^2$ , se encuentra dentro del rango preestablecido de  $230 \pm 93m^2$ , por lo que continuamos con los cálculos.

### **Cálculo, número total de muestras**

$$N = \frac{Lt}{L} \quad \text{Ec. 3.9}$$

Donde:

N = Número total de muestras.

Lt = Longitud del tramo de la vía.

L = Longitud de la unidad de la muestra.

$$N = \frac{4000m}{30m}$$

$$N = 133.33 \approx 134 \text{ unidades}$$

### **Cálculo, unidades mínimas de muestreo**

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2} \quad \text{Ec. 3.10}$$

Dónde:

n = Número mínimo de unidades de muestreo.

e = error admisible estimado para PCI de la sección.

$\sigma$  = Desviación estándar del PCI para pavimentos asfálticos.

$$n = \frac{134 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (134 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14.39 \approx 15 \text{ unidades}$$

### **Cálculo, intervalo de la muestra**

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ec. 3.11}$$

Donde:

i = Intervalo de la muestra.

N = Número total de unidades de muestreo.

n = Número mínimo de unidades de muestreo.

$$i = \frac{134 \text{ unidades}}{15 \text{ unidades}}$$

$$i = 8.93 \approx 9$$

### **Cálculo, corrección para las unidades de muestreo**

$$nc = \frac{N}{i} \quad \text{Ec. 3.12}$$

Donde:

nc = Número corregido de unidades de muestreo.

N = Número total de unidades de muestreo.

i = Intervalo de la muestra.

$$nc = \frac{134 \text{ unidades}}{9}$$

$$nc = 14.89 \approx 15 \text{ unidades}$$

La longitud de la vía a estudiar que interconecta Pinguilí-El Rosal-Yanahurco, tiene una longitud de 4000m, de los cuáles según los cálculos previos, dividiremos en 15

unidades de muestreo con un tramo de 30 metros cada una, datos que encontramos a continuación.

**Tabla 24.** Unidades de muestreo para el cálculo de PCI

Unidad de muestreo	Abscisa inicial (m)	Abscisa final (m)	Ancho de la vía (m)	Longitud de la muestra (m)	Área (m <sup>2</sup> )
1	4+220	4+250	7.84	30	235.2
2	4+470	4+500	7.84	30	235.2
3	4+720	4+750	7.84	30	235.2
4	4+970	5+000	7.84	30	235.2
5	5+220	5+250	7.84	30	235.2
6	5+470	5+500	7.84	30	235.2
7	5+720	5+750	7.84	30	235.2
8	5+970	6+000	7.84	30	235.2
9	6+220	6+250	7.84	30	235.2
10	6+470	6+500	7.84	30	235.2
11	6+720	6+750	7.84	30	235.2
12	6+970	7+000	7.84	30	235.2
13	7+220	7+250	7.84	30	235.2
14	7+470	7+500	7.84	30	235.2
15	7+720	7+750	7.84	30	235.2

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

**Tabla 25.** Formato para el levantamiento de datos mediante método PCI

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20			
<b>Unidad de muestreo</b>	1	<b>Abscisa inicial</b>	4+220	<b>Abscisa final</b>	4+250			
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>								
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PIEL DE COCODRILO	m2						
2	EXUDACIÓN	m2						
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2						
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2						
5	CORRUGACIÓN	m2						
6	DEPRESIÓN	m2						
7	GRIETA DE BORDE	m						
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m						
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m						
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m						
11	PARCHEO	m2						
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
13	HUECOS/BACHES	unidad						
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2						
15	AHUELLAMIENTO	m2						
16	DESPLAZAMIENTO	m2						
17	GRIETA PARABÓLICA	m2						
18	HINCHAMIENTO	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	BAJO	MEDIO	ALTO					
11		x		1.2	1.8	2.16	0.92	9.78
11		x		0.7	0.8	0.56	0.24	4.78
1		x		12.5	1.3	16.25	6.91	41.45
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>							56.01	
<b>PCI=100-VDT</b>							<b>43.99</b>	
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>							<b>Regular</b>	

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.4.2. Resultados del método índice de condición de pavimentos (PCI)

**Tabla 26.** Resultados PCI, vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco

Unidad de muestreo	Abscisa inicial (m)	Abscisa final (m)	Ancho de la vía (m)	Longitud de la muestra (m)	Área del tramo (m <sup>2</sup> )	PCI por muestra	Clasificación	Intervención
1	4+220	4+250	7.84	30	235.2	43.99	Regular	Rehabilitación
2	4+470	4+500	7.84	30	235.2	44.61	Regular	Rehabilitación
3	4+720	4+750	7.84	30	235.2	82.24	Muy Bueno	Mantenimiento
4	4+970	5+000	7.84	30	235.2	36.70	Malo	Rehabilitación
5	5+220	5+250	7.84	30	235.2	66.89	Bueno	Mantenimiento
6	5+470	5+500	7.84	30	235.2	82.56	Muy Bueno	Mantenimiento
7	5+720	5+750	7.84	30	235.2	81.28	Muy Bueno	Mantenimiento
8	5+970	6+000	7.84	30	235.2	54.00	Regular	Rehabilitación
9	6+220	6+250	7.84	30	235.2	84.49	Muy Bueno	Mantenimiento
10	6+470	6+500	7.84	30	235.2	43.12	Regular	Rehabilitación
11	6+720	6+750	7.84	30	235.2	86.13	Excelente	Mantenimiento
12	6+970	7+000	7.84	30	235.2	66.20	Bueno	Rehabilitación
13	7+220	7+250	7.84	30	235.2	49.66	Regular	Rehabilitación
14	7+470	7+500	7.84	30	235.2	53.61	Regular	Rehabilitación
15	7+720	7+750	7.84	30	235.2	65.67	Bueno	Mantenimiento
<b>Promedio PCI</b>						<b>62.74</b>	<b>Bueno</b>	<b>Mantenimiento</b>

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

Posterior al análisis de cada una de las unidades de muestreo, podemos determinar que el tramo de vía estudiado posee un PCI promedio de 62.74, clasificándolo dentro de la categoría de Bueno, aunque necesita un rango de intervención de mantenimiento.

### 3.1.5. Evaluación del pavimento, aplicación de Viga Benkelman.

Para determinar las deflexiones que presenta el pavimento al ser sometido a una carga, se emplea un ensayo de carácter no destructivo mediante el uso de la Viga Benkelman.

**Tabla 27.** Lectura de deflexiones obtenidas vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco

Estación	Abscisa (km)	Espesor (cm)	Temperatura (°C)	Lectura del deflectómetro (x10e-2mm)					
				D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	4+200	5	20.8	0	5	20	27	31	36
2	4+400	5	21.6	0	6	18	31	46	52
3	4+600	5	21.1	0	9	23	42	54	57
4	4+800	5	22.4	0	10	25	34	47	53
5	5+000	5	21.3	0	7	26	47	58	62
6	5+200	5	20.2	0	9	13	23	49	54
7	5+400	5	21.6	0	10	22	26	46	51
8	5+600	5	20.5	0	7	23	49	57	61
9	5+800	5	22.6	0	6	26	47	59	66
10	6+000	5	22.2	0	8	18	24	36	42
11	6+200	5	22.7	0	5	20	44	52	57
12	6+400	5	21.5	0	7	21	40	45	59
13	6+600	5	22.3	0	11	21	45	53	58
14	6+800	5	21.9	0	4	26	30	42	49
15	7+000	5	21.4	0	6	17	27	36	44
16	7+200	5	22.2	0	8	24	45	54	60
17	7+400	5	22.9	0	5	26	25	32	39
18	7+600	5	21.6	0	12	22	38	44	51
19	7+800	5	21.1	0	7	18	32	41	49
20	8+000	5	22.7	0	8	13	24	32	41

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.5.1. Corrección por el brazo de la viga Benkelman, relación 1:2

$$D = RB * (Df - D_0) \quad \text{Ec. 3.13}$$

Donde:

D = Deflexiones

RB = Relación del brazo de la viga

Df = Deflexión final

D<sub>0</sub> = Deflexión inicial

$$D_0 = 2 * (D_{800} - D_0)$$

$$D_0 = 2 * (36 - 0)$$

$$D_0 = 72x10^{-2}mm$$

$$D_{25} = 2 * (D_{800} - D_{25})$$

$$D_{25} = 2 * (36 - 5)$$

$$D_{25} = 62x10^{-2}mm$$

$$D_{50} = 2 * (D_{800} - D_{50})$$

$$D_{50} = 2 * (36 - 20)$$

$$D_{50} = 32x10^{-2}mm$$

$$D_{100} = 2 * (D_{800} - D_{100})$$

$$D_{100} = 2 * (36 - 27)$$

$$D_{100} = 18x10^{-2}mm$$

$$D_{500} = 2 * (D_{800} - D_{500})$$

$$D_{500} = 2 * (36 - 31)$$

$$D_{500} = 10x10^{-2}mm$$

$$D_{800} = 2 * (D_{800} - D_{800})$$

$$D_{800} = 2 * (36 - 36)$$

$$D_{800} = 0x10^{-2}mm$$

**Tabla 28.** Deflexiones corregidas por relación de brazos

Estación	Abscisa (km)	Espesor (cm)	Temperatura (°C)	Lectura del deflectómetro (x10e-2mm)					
				D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	4+200	5	20.8	72	62	32	18	10	0
2	4+400	5	21.6	104	92	68	42	12	0
3	4+600	5	21.1	114	96	68	30	6	0
4	4+800	5	22.4	106	86	56	38	12	0
5	5+000	5	21.3	124	110	72	30	8	0
6	5+200	5	20.2	108	90	82	62	10	0
7	5+400	5	21.6	102	82	58	50	10	0
8	5+600	5	20.5	122	108	76	24	8	0
9	5+800	5	22.6	132	120	80	38	14	0
10	6+000	5	22.2	84	68	48	36	12	0
11	6+200	5	22.7	114	104	74	26	10	0
12	6+400	5	21.5	118	104	76	38	28	0
13	6+600	5	22.3	116	94	74	26	10	0
14	6+800	5	21.9	98	90	46	38	14	0
15	7+000	5	21.4	88	76	54	34	16	0
16	7+200	5	22.2	120	104	72	30	12	0
17	7+400	5	22.9	78	68	26	28	14	0
18	7+600	5	21.6	102	78	58	26	14	0
19	7+800	5	21.1	98	84	62	34	16	0
20	8+000	5	22.7	82	66	56	34	18	0

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.5.2. Corrección por efectos de temperatura

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{D_0}{0.001 * (t - 20^{\circ}C) * h + 1} \quad \text{Ec. 3.14}$$



Donde:

$D_{20^{\circ}C}$  = Deflexión corregida por temperatura.

$D_0$  = Deflexión recuperable.

t = Temperatura del pavimento.

h = Espesor de la capa asfáltica.

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{72}{0.001 * (20.8 - 20^{\circ}C) * 5 + 1}$$

$$D_{20^{\circ}C} = 71.71 \times 10^{-2} mm$$

**Tabla 29.** Deflexiones corregidas por efectos de temperatura

Estación	Abscisa (km)	Espesor (cm)	Temperatura (°C)	Lectura del deflectómetro (x10e-2mm)					
				D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	4+200	5	20.8	71.71	61.75	31.87	17.93	9.96	0
2	4+400	5	21.6	103.17	91.27	67.46	41.67	11.90	0
3	4+600	5	21.1	113.38	95.47	67.63	29.84	5.97	0
4	4+800	5	22.4	104.74	84.98	55.34	37.55	11.86	0
5	5+000	5	21.3	123.20	109.29	71.54	29.81	7.95	0
6	5+200	5	20.2	107.89	89.91	81.92	61.94	9.99	0
7	5+400	5	21.6	101.19	81.35	57.54	49.60	9.92	0
8	5+600	5	20.5	121.70	107.73	75.81	23.94	7.98	0
9	5+800	5	22.6	130.31	118.46	78.97	37.51	13.82	0
10	6+000	5	22.2	83.09	67.26	47.48	35.61	11.87	0
11	6+200	5	22.7	112.48	102.61	73.01	25.65	9.87	0
12	6+400	5	21.5	117.12	103.23	75.43	37.72	27.79	0
13	6+600	5	22.3	114.68	92.93	73.16	25.70	9.89	0
14	6+800	5	21.9	97.08	89.15	45.57	37.64	13.87	0
15	7+000	5	21.4	87.39	75.47	53.62	33.76	15.89	0
16	7+200	5	22.2	118.69	102.87	71.22	29.67	11.87	0
17	7+400	5	22.9	76.89	67.03	25.63	27.60	13.80	0
18	7+600	5	21.6	101.19	77.38	57.54	25.79	13.89	0
19	7+800	5	21.1	97.46	83.54	61.66	33.81	15.91	0
20	8+000	5	22.7	80.91	65.12	55.25	33.55	17.76	0

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.5.3. Corrección por estacionalidad

Debido a la influencia que puede presentar la estación del año en las deflexiones del pavimento, consideramos ciertos factores, que encontramos en la siguiente tabla.

**Tabla 30.** Factores de corrección por efectos de estacionalidad

Tipo de suelo de la subrasante	Estación lluviosa	Estación seca
Arenosa-Permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcillosa-Sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

$$D = 1.2 * D_{20^{\circ}C} \quad \text{Ec. 3.15}$$

Donde:

$D_{20^{\circ}C}$  = Deflexión corregida por efectos de temperatura.

D = Deflexión corregida por efectos de estacionalidad.

$$D = 1.2 * 71.71x10^{-2}mm$$

$$D = 86.06x10^{-2}mm$$

**Tabla 31.** Deflexiones corregidas por efectos de estacionalidad

Estación	Abscisa (km)	Espesor (cm)	Temperatura (°C)	Lectura del deflectómetro (x10e-2mm)					
				D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	4+200	5	20.8	86.06	74.10	38.25	21.51	11.95	0.00
2	4+400	5	21.6	123.81	109.52	80.95	50.00	14.29	0.00
3	4+600	5	21.1	136.05	114.57	81.15	35.80	7.16	0.00
4	4+800	5	22.4	125.69	101.98	66.40	45.06	14.23	0.00
5	5+000	5	21.3	147.84	131.15	85.84	35.77	9.54	0.00
6	5+200	5	20.2	129.47	107.89	98.30	74.33	11.99	0.00
7	5+400	5	21.6	121.43	97.62	69.05	59.52	11.90	0.00
8	5+600	5	20.5	146.03	129.28	90.97	28.73	9.58	0.00
9	5+800	5	22.6	156.37	142.15	94.77	45.01	16.58	0.00
10	6+000	5	22.2	99.70	80.71	56.97	42.73	14.24	0.00
11	6+200	5	22.7	134.98	123.14	87.62	30.78	11.84	0.00
12	6+400	5	21.5	140.55	123.87	90.52	45.26	33.35	0.00
13	6+600	5	22.3	137.62	111.52	87.79	30.85	11.86	0.00
14	6+800	5	21.9	116.49	106.98	54.68	45.17	16.64	0.00
15	7+000	5	21.4	104.87	90.57	64.35	40.52	19.07	0.00
16	7+200	5	22.2	142.43	123.44	85.46	35.61	14.24	0.00
17	7+400	5	22.9	92.26	80.43	30.75	33.12	16.56	0.00
18	7+600	5	21.6	121.43	92.86	69.05	30.95	16.67	0.00
19	7+800	5	21.1	116.96	100.25	73.99	40.58	19.09	0.00
20	8+000	5	22.7	97.09	78.15	66.30	40.26	21.31	0.00

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

Elaborado por: Iván Oleas

### 3.1.5.4. Cálculo de radio de curvatura

$$Rc = \frac{3125}{D_0 - D_{25}} \quad \text{Ec. 3.16}$$

Donde:

Rc = Radio de curvatura

D<sub>0</sub> = Deflexión a 0 metros del eje de carga.

D<sub>25</sub> = Deflexión a 0.25 metros del eje de carga.

$$Rc = \frac{3125}{86.06 - 74.10}$$

$$Rc = 261.46$$

**Tabla 32.** Cálculo de radios de curvatura

Estación	Abscisa (km)	Espesor (cm)	Temperatura (°C)	De (x10e-2mm)		Radio de curvatura
				D0	D25	
1	4+200	5	20.8	86.06	74.10	261.46
2	4+400	5	21.6	123.81	109.52	218.75
3	4+600	5	21.1	136.05	114.57	145.47
4	4+800	5	22.4	125.69	101.98	131.77
5	5+000	5	21.3	147.84	131.15	187.22
6	5+200	5	20.2	129.47	107.89	144.82
7	5+400	5	21.6	121.43	97.62	131.25
8	5+600	5	20.5	146.03	129.28	186.48
9	5+800	5	22.6	156.37	142.15	219.84
10	6+000	5	22.2	99.70	80.71	164.55
11	6+200	5	22.7	134.98	123.14	263.93
12	6+400	5	21.5	140.55	123.87	187.41
13	6+600	5	22.3	137.62	111.52	119.73
14	6+800	5	21.9	116.49	106.98	328.61
15	7+000	5	21.4	104.87	90.57	218.53
16	7+200	5	22.2	142.43	123.44	164.55
17	7+400	5	22.9	92.26	80.43	264.19
18	7+600	5	21.6	121.43	92.86	109.38
19	7+800	5	21.1	116.96	100.25	187.03
20	8+000	5	22.7	97.09	78.15	164.96

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

Elaborado por: Iván Oleas

### 3.1.5.5. Cálculo de la deflexión característica

Para efectuar este cálculo es recomendable adoptar un valor de diseño con 95% de probabilidad y 5% de superación de la zona de estudio, además consideramos que la deflexión superará a la deflexión característica.

**Tabla 33.** Valores de diseño para la deflexión característica

Valor de diseño	Dc	Área D>Dc (%)
50	D	50
75	$\check{D} + 0.674 * \sigma$	25
85	$\check{D} + \sigma$	75
90	$\check{D} + 1.3 * \sigma$	10
95	$\check{D} + 1.645 * \sigma$	5
98	$\check{D} + 2 * \sigma$	2
99	$\check{D} + 2.33 * \sigma$	1

Fuente: Modelación geotécnica de pavimentos, 2007

Elaborado por: Iván Oleas

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Dm - Do)}{(n - 1)}} \quad \text{Ec. 3.17}$$

Donde:

$\sigma$  = Desviación estándar.

Do = Deflexión recuperable corregida a 0 metros del eje de carga.

Dm = Deflexión media de Do

n = Número de datos

$$\sigma = \sqrt{\frac{7445.49}{(20 - 1)}}$$
$$\sigma = 19.80$$

$$D_c = \check{D} + t * \sigma \quad \text{Ec. 3.18}$$

Donde:

$D_c$  = Deflexión característica.

$\check{D}$  = Deflexión promedio de  $D_0$ .

$t$  = probabilidad de que se presenten deflexiones que superan a la deflexión característica.

$\sigma$  = Desviación estándar

$$D_c = 123.86 + 1.645 * 19.80$$

$$D_c = 156.42 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

### 3.1.5.6. Deflexión admisible

$$D_{adm} = \left( \frac{1.15}{W_{18}} \right)^{\frac{1}{4}} * 100 \quad \text{Ec. 3.19}$$

Donde:

$D_{adm}$  = Deflexión admisible

$W_{18}$  = Número de ejes equivalentes ( $W_{18}/1000000$ )

$$D_{adm} = \left( \frac{1.15}{0.0657} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 204.54 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

### 3.1.5.7. Deflexión crítica

$$D_{adm} = \left( \frac{1.15}{W_{18}} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100 \quad \text{Ec. 3.20}$$

Donde:

$D_{adm}$  = Deflexión admisible

$W_{18}$  = Número de ejes equivalentes ( $W_{18}/1000000$ )

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{0.0657}\right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{adm} = 171.61 \times 10^{-2} mm$$

**Tabla 34.** Desviación estándar

Estación	Abscisa (km)	D0	(Dm-Do)	(Dm-Do) <sup>2</sup>
1	4+200	86.06	37.80	1428.87
2	4+400	123.81	0.05	0.00
3	4+600	136.05	-12.20	148.73
4	4+800	125.69	-1.84	3.37
5	5+000	147.84	-23.98	575.18
6	5+200	129.47	-5.61	31.52
7	5+400	121.43	2.43	5.89
8	5+600	146.03	-22.18	491.90
9	5+800	156.37	-32.51	1056.97
10	6+000	99.70	24.15	583.36
11	6+200	134.98	-11.12	123.69
12	6+400	140.55	-16.69	278.55
13	6+600	137.62	-13.76	189.37
14	6+800	116.49	7.36	54.21
15	7+000	104.87	18.99	360.63
16	7+200	142.43	-18.58	345.11
17	7+400	92.26	31.59	998.18
18	7+600	121.43	2.43	5.89
19	7+800	116.96	6.90	47.60
20	8+000	97.09	26.77	716.46
Promedio		123.86	$\Sigma$	<b>7445.49</b>

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

Los resultados serán interpretados de acuerdo con una investigación de CONREVIAl de Perú, dónde se consideran los valores de radio de curvatura y la relación entre las deflexiones.

**Tabla 35.** Comportamiento estructural del pavimento de acuerdo con la deflexión

<b>Deflexión tipo</b>	<b>Comportamiento de la subrasante</b>	<b>Comportamiento del pavimento</b>	<b>Análisis</b>
I	Bueno $D < D_a$	Bueno $R_c > 100m$	Buen comportamiento estructural de la subrasante y pavimento, se estima que el pavimento presenta sus capas en regular estado de deterioro y una subrasante de calidad
II	Malo $D > D_a$	Bueno $R_c > 100m$	Mal comportamiento estructural de la subrasante y buen comportamiento estructural del pavimento, la subrasante no cumple con el tráfico solicitado. Necesita de un refuerzo estructural
III	Bueno $D < D_a$	Malo $R_c < 100m$	Buen comportamiento estructural y mal comportamiento de la estructura del pavimento, por espesores de capas insuficientes que no soporte el tráfico previsto o alto grado de deterioro de dichas capas
IV	Malo $D > D_a$	Malo $R_c < 100m$	Mal comportamiento estructural por parte de la subrasante y pavimento, por espesores de capas insuficientes que no soporte el tráfico previsto o alto grado de deterioro de dichas capas, añadido que la subrasante

			posee un bajo CBR (material inadecuado), posible deficiencia de compactación y/o mal drenaje
--	--	--	--

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas



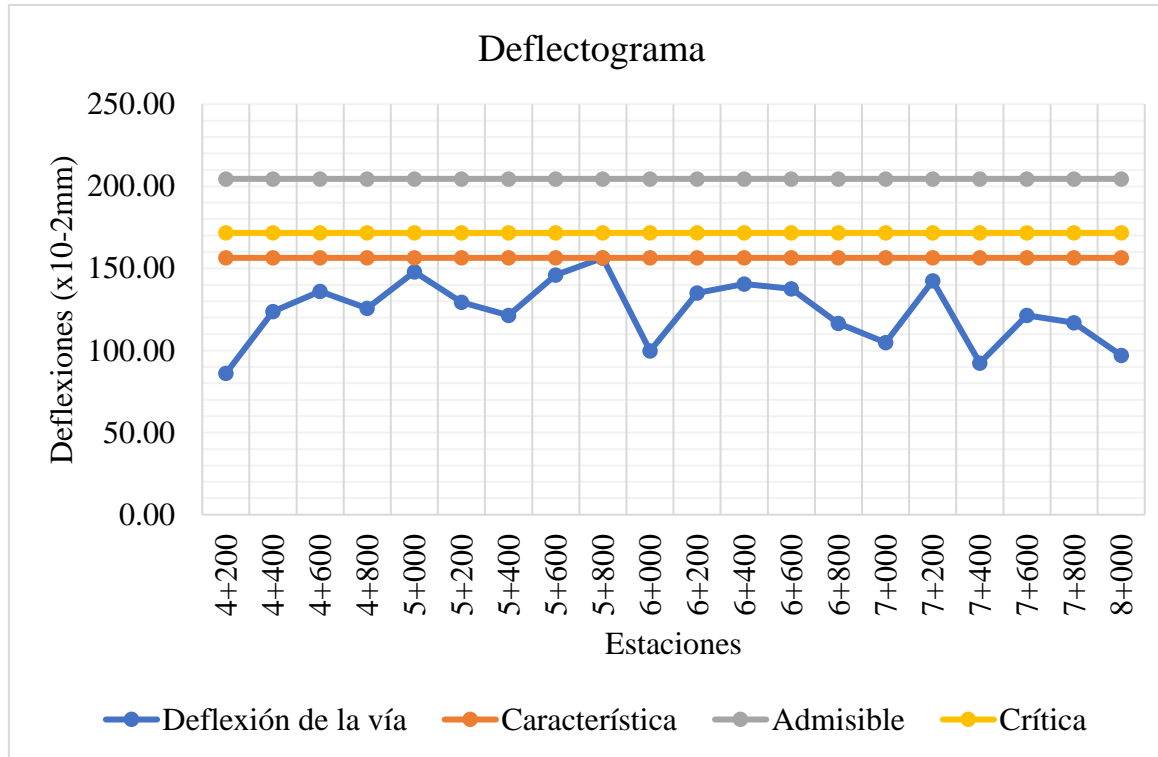
**Tabla 36.** Deflexiones de la vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco

Estación	Abscisa (km)	D0	Radio de Curvatura	Deflexiones (x10-2mm)			Tipo de deflexión	Comportamiento de la subrasante	Comportamiento del pavimento
				Característica	Admisible	Crítica			
1	4+200	86.06	261.46	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
2	4+400	123.81	218.75	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
3	4+600	136.05	145.47	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
4	4+800	125.69	131.77	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
5	5+000	147.84	187.22	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
6	5+200	129.47	144.82	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
7	5+400	121.43	131.25	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
8	5+600	146.03	186.48	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
9	5+800	156.37	219.84	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
10	6+000	99.70	164.55	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
11	6+200	134.98	263.93	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
12	6+400	140.55	187.41	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
13	6+600	137.62	119.73	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
14	6+800	116.49	328.61	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
15	7+000	104.87	218.53	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
16	7+200	142.43	164.55	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
17	7+400	92.26	264.19	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
18	7+600	121.43	109.38	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
19	7+800	116.96	187.03	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
20	8+000	97.09	164.96	156.42	204.54	171.61	Tipo I	Bueno	Bueno
<b>Promedio</b>		<b>123.86</b>	<b>190.00</b>						

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

**Figura 12. Deflectograma**



**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.6. Estudio de suelos

Comprenden aquellos ensayos de carácter destructivo que nos permiten conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo sobre el cuál se ha construido la vía, con lo que podremos determinar el estado y funcionalidad de esta.

Para obtener las muestras se cavaron calicatas a cielo abierto de 1m x 1m x 1m, las que debíamos posicionar como mínimo 2 por cada kilómetro de vía analizado. Con las muestras obtenidas se efectuaron ensayos de granulometría, límites de atterberg, Proctor modificado tipo B y CBR A, datos que encontraremos posteriormente.

La ubicación de las calicatas realizadas se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 37.** Ubicación de las calicatas a cielo abierto

Calicata #	Abscisa	Coordenadas		Profundidad (m)
		Norte	Este	
1	K4+200	9845796.55	764148.08	1.00
2	K4+600	9846114.11	764386.41	1.00
3	K5+500	9846882.08	764767.21	1.00
4	K5+700	9847057.55	764850.49	1.00
5	K6+400	9847661.32	764598.02	1.00
6	K6+800	9847982.62	764371.96	1.00
7	K7+400	9848211.72	763879.06	1.00
8	K7+800	9848330.37	763420.75	1.00

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

#### 3.1.6.1. Análisis granulométrico

El análisis granulométrico, en conjunto con los límites de atterberg, nos permiten determinar el tipo de suelo existente. Este ensayo se ejecutó en base a la norma AASHTO T-27/ ASTM D422. Los resultados detallados los encontramos en el anexo C; a continuación, presentamos una tabla resumen del ensayo.

**Tabla 38.** Resultados análisis granulométrico

Calicata #	Clasificación			Tipo de suelo
	Grava	Arena	Finos	
1	0%	80%	20%	Arena limosa de baja plasticidad
2	0%	73%	27%	Arena limosa de baja plasticidad
3	0%	81%	19%	Arena limosa de baja plasticidad
4	0%	80%	20%	Arena limosa de baja plasticidad
5	0%	81%	19%	Arena limosa de baja plasticidad
6	0%	79%	21%	Arena limosa de baja plasticidad
7	0%	79%	21%	Arena limosa de baja plasticidad
8	0%	84%	16%	Arena limosa de baja plasticidad

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.6.2. Límites de atterberg

Comprende los valores del límite líquido y plástico del suelo, este ensayo se ejecutó en base a la norma AASHTO T90-70 / ASTM D424-59. Los resultados a este ensayo se encuentran detallados en el anexo C; la siguiente tabla muestra una síntesis de los valores obtenidos.

**Tabla 39.** Resultados límites de atterberg

Calicata #	Límite líquido (LL %)	Límite plástico (LP %)	Índice de plasticidad (IP %)
1	25.01%	22.62%	2.39%
2	26.10%	23.44%	2.66%
3	26.80%	25.17%	1.63%

4	27.57%	23.96%	3.61%
5	26.08%	22.64%	3.44%
6	26.16%	24.16%	2.00%
7	24.53%	22.25%	2.28%
8	26.00%	23.68%	2.32%

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.6.3. Proctor modificado tipo B.

El ensayo de Proctor modificado se lleva a cabo bajo la normativa AASHTO T-180/ASTM D1557, cuyos resultados podemos encontrar en el anexo C. En la próxima tabla encontraremos el porcentaje de humedad óptima, así como el peso volumétrico de cada una de las muestras ensayadas.

**Tabla 40.** Resultados proctor modificado

<b>Calicata #</b>	<b>Densidad seca <math>\gamma_d</math> (gr/cc)</b>	<b>Humedad óptima (%)</b>
1	1.6	17
2	1.35	17.5
3	1.48	14
4	1.5	14
5	1.7	16
6	1.4	17
7	1.28	16
8	1.31	16.5

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.6.4. Relación de soporte de california (CBR).

El CBR, se lleva en base a lo estipulado en la norma ASTM-D1883, para determinar su resistencia al corte al igual que el uso y clasificación del suelo ensayado. En la tabla a continuación encontramos la clasificación del suelo según el % de CBR.

**Tabla 41.** Clasificación del suelo a corde al CBR

<b>CBR (%)</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Uso</b>
2-5	Muy mala	Subrasante
5-8	Mala	Subrasante
8-20	Regular-Buena	Subrasante
20-30	Excelente	Subrasante
30-60	Buena	Subbase
60-80	Buena	Base
80-100	Excelente	Base

**Fuente:** Diseño de pavimentos, AASHTO-93

**Elaborado por:** Iván Oleas

Los datos detallados se encuentran en el anexo C, y en la siguiente tabla se observa un resumen de los datos obtenidos por cada muestra.

**Tabla 42.** Resultados CBR

<b>Calicata</b>	<b>CBR (%)</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Uso</b>
1	21.00%	Excelente	Subrasante
2	20.00%	Excelente	Subrasante
3	27.00%	Excelente	Subrasante
4	24.00%	Excelente	Subrasante
5	16.60%	Regular-Buena	Subrasante
6	26.80%	Excelente	Subrasante
7	17.60%	Regular-Buena	Subrasante
8	16.80%	Regular-Buena	Subrasante

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.7. Conservación vial

Para este apartado nos valemos de toda la información recabada anteriormente, como son: los ensayos destructivos de laboratorio, mismos que nos sirvieron para conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo donde se asienta la vía, ensayo no destructivo como la toma de deflexiones mediante el uso de la viga Benkelman, con el que determinamos la condición de la estructura del pavimento y finalmente el método de campo PCI, empleado para cuantificar y tipificar las fallas presentes en la vía y de igual manera determinar el estado actual de la misma.

Con la finalidad de plantear un plan de conservación vial, utilizaremos los datos recabados del PCI, así como las deflexiones medidas con la viga Benkelman.

#### 3.1.7.1. Plan de conservación vial, acorde los datos del PCI.

De acuerdo con los datos recabados en campo y la aplicación de este método, tenemos para los 4km de vía estudiados un PCI de 62.74, lo que nos permite clasificar a la vía como buena y únicamente necesita intervención para mantenimiento.

**Tabla 43.** Tipo de falla con su respectiva solución

Tipo de falla	Abscisa inicial	Abscisa final	Área por intervenir	Unidad	Solución
Piel de cocodrilo	4+220	4+250	16.25	m <sup>2</sup>	Sello superficial sobre carpeta
	4+970	5+000	15.54	m <sup>2</sup>	
	6+470	6+500	20.44	m <sup>2</sup>	
	6+970	7+000	25.92	m <sup>2</sup>	
	7+220	7+250	11.2	m <sup>2</sup>	
	7+470	7+500	21.35	m <sup>2</sup>	
	7+720	7+750	20.44	m <sup>2</sup>	
Agrietamiento en bloque	4+720	4+750	29.52	m <sup>2</sup>	Bacheo+sellado de la superficie en mal estado
	5+220	5+250	50.84	m <sup>2</sup>	
	5+470	5+500	2.73	m <sup>2</sup>	
	6+220	6+250	13	m <sup>2</sup>	
	6+470	6+500	8.54	m <sup>2</sup>	
	6+720	6+750	11.18	m <sup>2</sup>	

Grieta de borde	4+470	4+500	5.5	m	Sellado de grieta/Parqueo parcial profundo
	4+970	5+000	3.3	m	
	5+220	5+250	12.5	m	
	6+720	6+750	4.2	m	
	7+220	7+250	4.5	m	
	7+720	7+750	4.5	m	
Grietas longitudinal y transversal	6+220	6+250	3.6	m	Sellado de grietas
	6+470	6+500	3.7	m	
	7+220	7+250	3	m	
	7+470	7+500	1.8	m	
	7+470	7+500	3.3	m	
Parqueo	4+220	4+250	2.16	m <sup>2</sup>	Sustitución del parche
	4+220	4+250	0.56	m <sup>2</sup>	
	4+470	4+500	2.64	m <sup>2</sup>	
	5+220	5+250	0.8	m <sup>2</sup>	
	5+470	5+500	0.78	m <sup>2</sup>	
Huecos/Baches	5+470	5+500	0.28	m <sup>2</sup>	Parqueo superficial o profundo
	5+970	6+000	0.9	m <sup>2</sup>	
Ahuellamiento	4+470	4+500	12.74	m <sup>2</sup>	Bacheo superficial nivelante
	4+470	4+500	1.25	m <sup>2</sup>	
	4+970	5+000	8.75	m <sup>2</sup>	
	5+720	5+750	8.96	m <sup>2</sup>	
	7+220	7+250	2.6	m <sup>2</sup>	

**Fuente:** Iván Oleas, 2023

**Elaborado por:** Iván Oleas

### 3.1.7.2. Plan de conservación vial, acorde deflexiones viga Benkelman.

Este ensayo se realizó con la finalidad de evaluar el estado de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco, dónde se obtuvieron deflexiones de Tipo I, además que tenemos que el comportamiento tanto del pavimento, como la subrasante es bueno debido a que las deflexiones son menores a las deflexiones



admisibles. Por lo tanto, se puede determinar que la vía únicamente necesita un mantenimiento de carácter superficial.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

Se diseñó un plan de conservación para vía Pinguilí-El Rosal-Yanahurco en el tramo de la abscisa K4+000 a k8+000, perteneciente al cantón Mocha, provincia de Tungurahua, en base a los datos del PCI promedio de la vía de 63,74 es necesario hacer un mantenimiento periódico de forma obligatoria en un tiempo de 6 meses

Se realizó el levantamiento topográfico georreferenciado de la vía Pinguilí-EL Rosal-Yanahurco, del cual obtuvimos un total de 1020 puntos, con una longitud de 4km y un ancho promedio de la calzada de 7,84m, identificándose fallas existentes, las mismas que fueron identificadas con coordenadas específicas, datos que fueron procesados tras la aplicación del software especializado Civil 3D.

Se determinó un TPDA de 1242veh/día, y un proyecto en un período de 20 años, de 2357 veh/día, por lo que según la MOP 2003, la vía se clasifica como Colectora clase II, por lo que la vía satisface necesidades actuales. Con el material obtenido gracias a las calicatas a cielo abierto, se efectuaron ensayos de granulometría y límites de atterberg, los que, en conjunto con la clasificación de la SUCS, nos ayudan a determinar que el suelo del sitio de estudio es una Arena limosa de baja plasticidad, además con la aplicación del ensayo de CBR, obtuvimos valores de 21%,20%,27%,24%,16.6%,26.8%,17.6% y 16.8% por lo que el suelo de la subrasante se encuentra dentro de un estado Regular-Bueno hasta Excelente.

Se diseñó un plan de conservación de la vía tomando en cuenta las fallas existentes en la capa de rodadura para mantener en buen estado el servicio. Se evaluó el índice de condición del pavimento PCI, a lo largo de la vía, obteniendo 15 unidades de muestreo con una longitud de 30m, el valor promedio del PCI obtenido es de 62.74, lo que se clasifica dentro de la clasificación Bueno, cuya intervención necesaria es únicamente Mantenimiento rutinario y periódico superficial a lo largo de la vía. Con la aplicación de la viga Benkelman, se determinaron que las deflexiones de la vía son de tipo I, y el comportamiento de la subbase es bueno, ya que estas son menores a la deflexión admisible de  $204.54 \times 10^{-2}$  mm, además el comportamiento del pavimento de igual

manera es bueno, debido a que los radios de curvatura obtenidos son mayores a 100m, es decir a nivel estructural la vía se encuentra en buen estado.

#### **4.2. Recomendaciones**

Se recomienda que el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Mocha, efectúe un plan de mantenimiento rutinario y periódico para la vía que interconecta los poblados de Pinguilí-El Rosal- Yanahurco, lo que permitirá mantener la vía en un adecuado estado de transitabilidad sin comprometer la estructura de esta.

Al momento de determinar el índice de condición de pavimento (PCI), se recomienda llevar a campo fichas técnicas especializadas que faciliten la recolección de la información.

Se recomienda abarcar durante el estudio de la malla curricular de la carrera de ingeniería civil, el tema y funcionamiento de la Viga Benkelman, ensayo de carácter no destructivo vital para entender la estructura de la vía.

Se recomienda durante la ejecución de los ensayos de laboratorio y de campo, así cómo en las inspecciones de campo, portar los equipos de seguridad necesarios para evitar afectaciones y salvaguardar el estado de salud.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. E. Espinosa, «Primicias,» 6 Abril 2023. [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/firmas/vias-ecuador-desarrollo-economia-infraestructura/>. [Último acceso: 14 Mayo 2023].
- [2] O. S. Pérez, «Análisis integral de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos. Métodos de diagnóstico y procesamiento de información,» vol. 15, p. 14, 2021.
- [3] A. F. Bautista, «Análisis de accesibilidad y conectividad de la red vial intermunicipal en el microsistema regional de la provincia Centro en Boyacá, Colombia,» p. 19, 2017.
- [4] CAF Corporación Andina de Fomento, Mantenimiento vial. Informe sectorial, CAF, 2010.
- [5] A. G. Boza, «udep.edu.pe,» 5 Diciembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/12/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>. [Último acceso: 11 Mayo 2023].
- [6] M. A. Jiménez, «UCR,» 2003. [En línea]. Available: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/412/EI%20plan%20vial%20y%20el%20desarrollo%20y%20conservaci%C3%B3n%20de%20la%20red%20cantonal%20-%20Mario%20Arce.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 28 02 2023].
- [7] A. Bull, Mejoramiento de la gestión vial con aportes específicos del sector privado, Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2003.
- [8] MTOP, «obraspublicas.gob,» Octubre 2012. [En línea]. Available: <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2015/12/CONSERVACION-NIVELES-DE-SERVICIO.pdf. [Último acceso: 13 Abril 2023].

- [9] M. A. E. Cristian Espinel López, «Desarrollo territorial de la provincia de tungurahua y su efecto en la economía del ecuador,» *EUMED*, p. 10, 2019.
- [10] MAGAP, «Metadatos,» 2014. [En línea]. Available: [http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Memoria\\_tecnica\\_Coberturas\\_MOCHA\\_20150306.pdf](http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Memoria_tecnica_Coberturas_MOCHA_20150306.pdf). [Último acceso: 28 Febrero 2023].
- [11] D. Z. A. R. Jorge Montaña de León, «Consideraciones, procedimientos y conceptos para la realización de un proyecto geométrico de carreteras,» *Dialnet*, p. 11, 2015.
- [12] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, «Norma para estudios y diseños viales,» vol. III, n° 1028, 2013.
- [13] Grupo BITAFAL, «Bitafal,» 22 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://bitafal.com.uy/conceptos-basicos-sobre-pavimentos-flexibles/>. [Último acceso: 3 Marzo 2023].
- [14] ALICARESP, «alicaresp,» 14 Enero 2019. [En línea]. Available: <http://alicaresp.com/2019/01/14/conceptos-basicos-de-pavimentos/>. [Último acceso: 2 Marzo 2023].
- [15] Ministerio de transporte y comunicaciones, «Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos,» Instituto de la construcción y gerencia, Perú, 2013.
- [16] C. Giordani, Pavimentos, Rosario: UTN, 2015.
- [17] Instituto Mexicano del Transporte, «Materiales para Subbases,» p. 7, 2011.
- [18] Instituto Mexicano del Transporte, «Materiales para bases hidráulicas,» p. 12, 2016.

- [19] Instituto Mexicano del Transporte, «Capas de rodadura con mezcla asfáltica en frío,» p. 25, 2013.
- [20] L. A. M. Ponce, Mantenimiento y conservación de carreteras, Alicante: Editorial área de innovación y desarrollo, S.I., 2018.
- [21] R. T. R. S. A. P. M. S. S. T. Juan Orozco, «Sistema de evaluación de pavimentos,» p. 81, 2004.
- [22] L. R. V. Varela, «Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras,» p. 90, 2002.
- [23] C. A. M. Alarcón, Análisis del ciclo de vida de los pavimentos asfálticos, Bogotá: Universidad de Nueva Granada, 2015.
- [24] Departamento de administración y evaluación de pavimentos, Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación, República Dominicana: Dirección general de reglamentos y sistemas, 2016.
- [25] R. Fernández, Elementos de la teoría del tráfico vehicular, Lima: Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011.
- [26] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, Norma para estudios y diseños viales Volumen N°2 Libro A, Quito: MTOP, 2013.
- [27] INVIAS, «INVIAS.GOV.CO,» 1 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/2-uncategorised/2706-clasificacion-de-las-carreteras#:~:text=Son%20aquellas%20troncales%2C%20transversales%20y,las%20exigencias%20particulares%20del%20proyecto.> [Último acceso: 2 Marzo 2023].
- [28] N. Cárdenas, «noticias UTPL,» 15 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://noticias.utpl.edu.ec/cual-es-la-importancia-de-realizar-un-estudio-de-suelo-para-construir.> [Último acceso: 13 Junio 2023].

- [29] J. T. Corral, «Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la República Dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón,» *redalyc*, vol. 37, p. 43, 2013.
- [30] J. Badillo, *Mecánica de suelos Tomo 1 Fundamentos de la mecánica de suelos*, México: LIMUSA, 2001.
- [31] C. F. Córdova, «Universidad de Piura,» 19 Enero 2015. [En línea]. Available: [https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/01/metodo-alternativo-cbr/#:~:text=El%20Ensayo%20CBR%20\(California%20Bearing,controladas%20de%20humedad%20y%20densidad..](https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/01/metodo-alternativo-cbr/#:~:text=El%20Ensayo%20CBR%20(California%20Bearing,controladas%20de%20humedad%20y%20densidad..) [Último acceso: 13 Junio 2023].
- [32] B. M. Das, *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones 7ma edición*, Santa Fé: CENGAGE Learning, 2012.
- [33] J. E. Bowles, *Manual de Laboratorio de suelos en ingeniería civil*, Juárez: MCGRAW-HILL, 1981.
- [34] Ministerio de Transporte y Comunicaciones Perú, *Manual de ensayo de materiales*, Perú: Ministerio de Transporte y Comunicaciones Perú, 2016.
- [35] KEEPCODING, «Keepcoding,» 27 Octubre 2022. [En línea]. Available: <https://keepcoding.io/blog/que-es-el-procesamiento-de-datos/>. [Último acceso: 01 Marzo 2023].
- [36] ECDISIS ESTUDIO, «ECDISIS,» 14 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://ecdisis.com/que-son-y-como-se-obtienen-los-datos-de-campo/>. [Último acceso: 01 Marzo 2023].

**ANEXOS**

**ANEXO A**  
**CONTEO VEHICULAR**



**Tabla 44. Conteo Vehicular Lunes 12-06-2023**

Vía		Vía principal		Sector		Pinguilí-El Rosal-Yanahurco				Fecha:	12/06/2023
HORA		LIVIANOS	BUSES	2D	2DA	2DB	3A	V3A	Total	TOTAL	Acumulado por hora
6:00	6:15	14	0	1	0	3	0	1	5	19	83
6:15	6:30	18	1	0	1	2	3	0	6	25	
6:30	6:45	13	0	3	1	0	0	1	5	18	
6:45	7:00	21	0	0	0	0	0	0	0	21	
7:00	7:15	20	0	2	3	0	1	0	6	26	96
7:15	7:30	25	1	2	1	1	0	0	4	30	
7:30	7:45	16	0	0	0	2	2	0	4	20	
7:45	8:00	19	0	1	0	0	0	0	1	20	
8:00	8:15	21	0	5	2	0	1	0	8	29	95
8:15	8:30	20	0	2	1	0	0	2	5	25	
8:30	8:45	16	1	1	0	1	0	0	2	19	
8:45	9:00	19	0	0	1	1	1	0	3	22	
9:00	9:15	18	0	3	0	1	0	1	5	23	103
9:15	9:30	26	1	2	1	0	2	0	5	32	
9:30	9:45	22	0	3	1	3	0	1	8	30	
9:45	10:00	17	0	1	0	0	0	0	1	18	
10:00	10:15	19	0	0	0	0	0	0	0	19	114
10:15	10:30	33	0	0	3	1	0	0	4	37	
10:30	10:45	28	0	2	1	0	3	0	6	34	
10:45	11:00	21	1	2	0	0	0	0	2	24	
11:00	11:15	23	0	0	2	0	1	0	3	26	120
11:15	11:30	20	2	2	0	2	0	0	4	26	
11:30	11:45	25	0	3	1	0	0	0	4	29	
11:45	12:00	29	0	3	3	1	3	0	10	39	
12:00	12:15	31	0	4	2	3	1	0	10	41	136
12:15	12:30	29	0	5	3	2	0	2	12	41	
12:30	12:45	25	2	1	1	0	3	0	5	32	
12:45	13:00	18	0	1	2	1	0	0	4	22	
13:00	13:15	22	0	0	2	1	2	0	5	27	141
13:15	13:30	27	0	2	1	0	0	0	3	30	
13:30	13:45	38	1	3	0	2	0	0	5	44	
13:45	14:00	33	2	0	1	2	1	1	5	40	
14:00	14:15	52	2	8	0	0	3	0	11	65	169
14:15	14:30	27	1	3	2	0	1	1	7	35	
14:30	14:45	22	0	3	1	1	1	0	6	28	
14:45	15:00	35	2	0	2	1	1	0	4	41	
15:00	15:15	28	0	3	2	3	0	0	8	36	130
15:15	15:30	34	0	2	4	0	1	1	8	42	
15:30	15:45	26	1	0	0	1	0	0	1	28	
15:45	16:00	18	0	3	1	0	2	0	6	24	
16:00	16:15	16	1	0	3	0	0	0	3	20	73
16:15	16:30	11	0	1	1	2	1	0	5	16	
16:30	16:45	14	0	1	0	0	0	0	1	15	
16:45	17:00	21	0	0	0	0	1	0	1	22	
17:00	17:15	20	0	2	2	3	0	0	7	27	92
17:15	17:30	22	0	0	3	0	2	0	5	27	
17:30	17:45	18	0	2	0	0	0	1	3	21	
17:45	18:00	15	1	0	1	0	0	0	1	17	
<b>TOTAL</b>		1105	20	82	56	40	37	12	227	<b>1352</b>	<b>1352</b>



**Tabla 45. Conteo Vehicular Martes 13-06-2023**

Vía		Vía principal		Sector	Pinguilí-El Rosal-Yanahurco					Fecha:	13/06/2023
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	Acumulado por hora
				2D	2DA	2DB	3A	V3A	Total		
6:00	6:15	13	2	0	0	2	1	0	3	18	
6:15	6:30	30	0	2	2	1	0	2	7	37	103
6:30	6:45	26	1	2	0	0	3	0	5	32	
6:45	7:00	13	0	1	2	0	0	0	3	16	
7:00	7:15	32	1	2	1	2	2	0	7	40	91
7:15	7:30	15	0	0	1	0	1	0	2	17	
7:30	7:45	14	0	1	1	0	0	0	2	16	
7:45	8:00	12	2	3	0	1	0	0	4	18	
8:00	8:15	24	0	3	1	1	0	0	5	29	97
8:15	8:30	33	1	1	1	2	1	0	5	39	
8:30	8:45	11	0	0	0	0	2	1	3	14	
8:45	9:00	12	0	0	2	1	0	0	3	15	
9:00	9:15	18	0	0	0	0	0	1	1	19	97
9:15	9:30	24	1	3	1	0	0	0	4	29	
9:30	9:45	10	0	0	1	0	2	0	3	13	
9:45	10:00	32	0	1	0	2	0	1	4	36	
10:00	10:15	18	0	0	1	1	0	0	2	20	80
10:15	10:30	21	0	2	0	0	1	0	3	24	
10:30	10:45	15	1	3	1	2	0	0	6	22	
10:45	11:00	12	0	1	1	0	0	0	2	14	
11:00	11:15	16	0	1	2	0	1	0	4	20	92
11:15	11:30	17	2	2	2	0	0	0	4	23	
11:30	11:45	24	0	3	2	0	0	0	5	29	
11:45	12:00	15	0	0	0	1	2	2	5	20	
12:00	12:15	11	0	0	0	0	3	1	4	15	96
12:15	12:30	21	0	1	0	1	1	0	3	24	
12:30	12:45	28	2	0	2	1	0	3	6	36	
12:45	13:00	16	0	1	2	1	1	0	5	21	
13:00	13:15	28	1	3	2	0	1	1	7	36	122
13:15	13:30	20	0	0	1	2	0	1	4	24	
13:30	13:45	33	1	0	2	0	2	0	4	38	
13:45	14:00	22	0	2	0	0	0	0	2	24	
14:00	14:15	18	0	0	1	1	0	0	2	20	96
14:15	14:30	21	0	2	1	2	1	0	6	27	
14:30	14:45	25	1	0	1	2	2	0	5	31	
14:45	15:00	16	0	1	0	1	0	0	2	18	
15:00	15:15	27	2	3	2	0	1	0	6	35	101
15:15	15:30	16	0	2	1	2	0	1	6	22	
15:30	15:45	20	0	1	2	1	3	0	7	27	
15:45	16:00	13	1	3	0	0	0	0	3	17	
16:00	16:15	34	1	1	7	4	4	1	17	52	148
16:15	16:30	13	0	0	1	2	1	0	4	17	
16:30	16:45	27	0	0	1	3	0	1	5	32	
16:45	17:00	40	2	2	1	2	0	0	5	47	
17:00	17:15	12	0	0	0	1	0	0	1	13	75
17:15	17:30	18	0	2	1	0	2	0	5	23	
17:30	17:45	15	1	1	0	3	1	2	7	23	
17:45	18:00	14	0	1	1	0	0	0	2	16	
<b>TOTAL</b>		965	23	57	51	45	39	18	210	<b>1198</b>	<b>1198</b>

**Tabla 46. Conteo Vehicular Miércoles 14-06-2023**

Vía		Vía principal		Sector	Pinguilí-El Rosal-Yanahurco					Fecha:	14/06/2023
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	Acumulado por hora
				2D	2DA	2DB	3A	V3A	Total		
6:00	6:15	12	0	0	0	1	0	0	1	13	
6:15	6:30	14	0	2	1	0	2	0	5	19	76
6:30	6:45	15	1	1	0	3	1	2	7	23	
6:45	7:00	19	0	1	1	0	0	0	2	21	
7:00	7:15	21	0	1	0	3	0	0	4	25	
7:15	7:30	20	1	0	1	2	3	0	6	27	117
7:30	7:45	29	0	3	1	0	0	0	4	33	
7:45	8:00	32	0	0	0	0	0	0	0	32	
8:00	8:15	15	0	2	3	0	1	0	6	21	
8:15	8:30	13	1	2	1	1	0	0	4	18	87
8:30	8:45	24	0	0	0	2	2	0	4	28	
8:45	9:00	19	0	1	0	0	0	0	1	20	
9:00	9:15	20	0	5	2	0	1	0	8	28	
9:15	9:30	16	0	2	1	0	0	0	3	19	75
9:30	9:45	10	1	1	0	1	0	0	2	13	
9:45	10:00	12	0	0	1	1	1	0	3	15	
10:00	10:15	18	2	0	0	2	1	0	3	23	
10:15	10:30	13	0	2	2	1	0	2	7	20	81
10:30	10:45	14	1	2	0	0	3	0	5	20	
10:45	11:00	15	0	1	2	0	0	0	3	18	
11:00	11:15	12	1	2	1	2	2	0	7	20	
11:15	11:30	15	0	0	1	0	1	0	2	17	72
11:30	11:45	14	0	1	1	0	0	0	2	16	
11:45	12:00	13	2	3	0	1	0	0	4	19	
12:00	12:15	28	0	3	1	1	0	0	5	33	
12:15	12:30	23	1	1	1	2	1	0	5	29	106
12:30	12:45	20	0	0	0	0	2	1	3	23	
12:45	13:00	18	0	0	2	1	0	0	3	21	
13:00	13:15	22	0	3	0	1	0	1	5	27	
13:15	13:30	31	1	2	1	0	2	0	5	37	136
13:30	13:45	33	0	3	1	3	0	1	8	41	
13:45	14:00	30	0	1	0	0	0	0	1	31	
14:00	14:15	12	0	0	0	0	0	0	0	12	
14:15	14:30	10	0	0	3	1	0	0	4	14	65
14:30	14:45	13	0	2	1	0	3	0	6	19	
14:45	15:00	17	1	2	0	0	0	0	2	20	
15:00	15:15	20	0	0	2	0	1	0	3	23	
15:15	15:30	14	2	2	0	2	0	0	4	20	105
15:30	15:45	26	0	3	1	0	0	0	4	30	
15:45	16:00	22	0	3	3	1	3	0	10	32	
16:00	16:15	24	0	4	2	3	1	0	10	34	
16:15	16:30	25	0	5	3	2	0	2	12	37	134
16:30	16:45	21	2	1	1	0	3	0	5	28	
16:45	17:00	31	0	1	2	1	0	0	4	35	
17:00	17:15	13	0	0	0	0	0	1	1	14	
17:15	17:30	18	1	3	1	0	0	0	4	23	87
17:30	17:45	22	0	0	1	0	2	0	3	25	
17:45	18:00	21	0	1	0	2	0	1	4	25	
<b>TOTAL</b>		<b>919</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>11</b>	<b>204</b>	<b>1141</b>	<b>1141</b>

**Tabla 47. Conteo Vehicular Jueves 15-06-2023**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>										
<p align="center"><b>PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISCA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b></p>												
<b>CONTEO DE TRÁNSITO</b>												
Vía		Vía principal		Sector	Pinguilí-El Rosal-Yanahurco					Fecha:	15/06/2023	
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	Acumulado por hora		
				2D	2DA	2DB	3A	V3A				
6:00	6:15	20	0	3	0	1	0	1	0	5	25	118
6:15	6:30	22	1	2	1	0	2	0	0	5	28	
6:30	6:45	24	0	3	1	3	0	1	0	8	32	
6:45	7:00	32	0	1	0	0	0	0	0	1	33	
7:00	7:15	26	0	0	0	0	0	0	0	0	26	95
7:15	7:30	21	0	0	3	1	0	0	0	4	25	
7:30	7:45	18	0	2	1	0	3	0	0	6	24	
7:45	8:00	17	1	2	0	0	0	0	0	2	20	
8:00	8:15	19	0	0	2	0	1	0	0	3	22	95
8:15	8:30	15	2	2	0	2	0	0	0	4	21	
8:30	8:45	17	0	3	1	0	0	0	0	4	21	
8:45	9:00	21	0	3	3	1	3	0	0	10	31	
9:00	9:15	22	1	0	3	0	0	0	0	3	26	99
9:15	9:30	25	0	1	1	2	1	0	0	5	30	
9:30	9:45	17	0	1	0	0	0	0	0	1	18	
9:45	10:00	24	0	0	0	0	1	0	0	1	25	
10:00	10:15	21	2	0	0	2	1	0	0	3	26	98
10:15	10:30	17	0	2	2	1	0	2	0	7	24	
10:30	10:45	19	1	2	0	0	3	0	0	5	25	
10:45	11:00	20	0	1	2	0	0	0	0	3	23	
11:00	11:15	23	1	2	1	2	2	0	0	7	31	107
11:15	11:30	22	0	0	1	0	1	0	0	2	24	
11:30	11:45	20	0	1	1	0	0	0	0	2	22	
11:45	12:00	24	2	3	0	1	0	0	0	4	30	
12:00	12:15	18	0	3	1	1	0	0	0	5	23	87
12:15	12:30	24	1	1	1	2	1	0	0	5	30	
12:30	12:45	15	0	0	0	0	2	1	0	3	18	
12:45	13:00	13	0	0	2	1	0	0	0	3	16	
13:00	13:15	19	0	0	0	0	1	0	0	1	20	126
13:15	13:30	31	0	4	4	2	2	0	0	12	43	
13:30	13:45	22	1	2	2	0	0	0	0	4	27	
13:45	14:00	29	2	0	0	4	1	0	0	5	36	
14:00	14:15	33	0	1	6	2	0	0	0	9	42	149
14:15	14:30	27	2	2	5	2	0	0	0	9	38	
14:30	14:45	25	0	2	0	4	0	0	0	6	31	
14:45	15:00	29	2	2	2	3	0	0	0	7	38	
15:00	15:15	16	0	1	0	3	0	1	0	5	21	94
15:15	15:30	25	1	0	1	2	3	0	0	6	32	
15:30	15:45	17	0	3	1	0	0	1	0	5	22	
15:45	16:00	19	0	0	0	0	0	0	0	0	19	
16:00	16:15	18	0	2	3	0	1	0	0	6	24	92
16:15	16:30	20	1	2	1	1	0	0	0	4	25	
16:30	16:45	21	0	0	0	2	2	0	0	4	25	
16:45	17:00	17	0	1	0	0	0	0	0	1	18	
17:00	17:15	24	0	5	2	0	1	0	0	8	32	97
17:15	17:30	17	0	2	1	0	0	2	0	5	22	
17:30	17:45	16	1	1	0	1	0	0	0	2	19	
17:45	18:00	21	0	0	1	1	1	0	0	3	24	
<b>TOTAL</b>		1022	22	68	56	47	33	9	213	<b>1257</b>	<b>1257</b>	

**Tabla 48. Conteo Vehicular Viernes 16-06-2023**

Vía		Vía principal		Sector	Pinguilí-El Rosal-Yanahurco					Fecha:	16/06/2023
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	Acumulado por hora
				2D	2DA	2DB	3A	V3A	Total		
6:00	6:15	23	1	0	3	0	0	0	3	27	
6:15	6:30	16	0	1	1	2	1	0	5	21	91
6:30	6:45	17	0	1	0	0	0	0	1	18	
6:45	7:00	24	0	0	0	0	1	0	1	25	
7:00	7:15	18	0	3	2	3	0	0	8	26	
7:15	7:30	15	0	2	4	0	1	1	8	23	106
7:30	7:45	31	1	0	0	1	0	0	1	33	
7:45	8:00	18	0	3	1	0	2	0	6	24	
8:00	8:15	32	1	0	3	0	0	0	3	36	
8:15	8:30	27	0	1	1	2	1	0	5	32	119
8:30	8:45	31	0	1	0	0	0	0	1	32	
8:45	9:00	18	0	0	0	0	1	0	1	19	
9:00	9:15	32	0	2	2	3	0	0	7	39	
9:15	9:30	22	0	0	3	0	2	0	5	27	120
9:30	9:45	30	0	2	0	0	0	1	3	33	
9:45	10:00	19	1	0	1	0	0	0	1	21	
10:00	10:15	24	2	3	2	0	1	0	6	32	
10:15	10:30	19	0	2	1	2	0	1	6	25	118
10:30	10:45	17	0	1	2	1	3	0	7	24	
10:45	11:00	33	1	3	0	0	0	0	3	37	
11:00	11:15	23	1	1	7	4	4	1	17	41	
11:15	11:30	21	0	0	1	2	1	0	4	25	126
11:30	11:45	23	0	0	1	3	0	1	5	28	
11:45	12:00	25	2	2	1	2	0	0	5	32	
12:00	12:15	21	0	0	0	1	0	0	1	22	
12:15	12:30	23	0	2	1	0	2	0	5	28	109
12:30	12:45	19	1	1	0	3	1	2	7	27	
12:45	13:00	30	0	1	1	0	0	0	2	32	
13:00	13:15	32	0	1	0	3	0	1	5	37	
13:15	13:30	18	1	0	1	2	3	0	6	25	107
13:30	13:45	19	0	3	1	0	0	1	5	24	
13:45	14:00	21	0	0	0	0	0	0	0	21	
14:00	14:15	15	0	2	3	0	1	0	6	21	
14:15	14:30	19	1	2	1	1	0	0	4	24	78
14:30	14:45	12	0	0	0	2	2	0	4	16	
14:45	15:00	16	0	1	0	0	0	0	1	17	
15:00	15:15	14	0	5	2	0	1	0	8	22	
15:15	15:30	12	0	2	1	0	0	2	5	17	83
15:30	15:45	18	1	1	0	1	0	0	2	21	
15:45	16:00	20	0	0	1	1	1	0	3	23	
16:00	16:15	13	2	0	0	2	1	0	3	18	
16:15	16:30	14	0	2	2	1	0	2	7	21	91
16:30	16:45	18	1	2	0	0	3	0	5	24	
16:45	17:00	25	0	1	2	0	0	0	3	28	
17:00	17:15	15	1	2	1	2	2	0	7	23	
17:15	17:30	27	0	0	1	0	1	0	2	29	95
17:30	17:45	17	0	1	1	0	0	0	2	19	
17:45	18:00	18	2	3	0	1	0	0	4	24	
<b>TOTAL</b>		1014	20	60	55	45	36	13	209	1243	

**Tabla 49. Conteo Vehicular Sábado 17-06-2023**

Vía		Vía principal		Sector	Pinguilí-El Rosal-Yanahurco					Fecha:	17/06/2023
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	Acumulado por hora
				2D	2DA	2DB	3A	V3A	Total		
6:00	6:15	15	0	0	2	0	1	0	3	18	
6:15	6:30	21	2	2	0	2	0	1	5	28	109
6:30	6:45	18	0	3	1	0	0	0	4	22	
6:45	7:00	31	0	3	3	1	3	0	10	41	
7:00	7:15	15	0	4	2	3	1	0	10	25	
7:15	7:30	23	0	5	3	2	0	2	12	35	110
7:30	7:45	17	2	1	1	0	3	0	5	24	
7:45	8:00	22	0	1	2	1	0	0	4	26	
8:00	8:15	34	0	0	0	0	0	1	1	35	
8:15	8:30	10	1	3	1	0	0	0	4	15	95
8:30	8:45	18	0	0	1	0	2	0	3	21	
8:45	9:00	20	0	1	0	2	0	1	4	24	
9:00	9:15	24	0	3	0	1	0	1	5	29	
9:15	9:30	27	1	2	1	0	2	0	5	33	119
9:30	9:45	30	0	3	1	3	0	1	8	38	
9:45	10:00	18	0	1	0	0	0	0	1	19	
10:00	10:15	16	0	0	0	0	0	0	0	16	
10:15	10:30	21	0	0	3	1	0	0	4	25	79
10:30	10:45	16	0	2	1	0	3	0	6	22	
10:45	11:00	13	1	2	0	0	0	0	2	16	
11:00	11:15	26	0	0	2	0	1	0	3	29	
11:15	11:30	13	2	2	0	2	0	0	4	19	113
11:30	11:45	31	0	3	1	0	0	0	4	35	
11:45	12:00	20	0	3	3	1	3	0	10	30	
12:00	12:15	12	1	0	3	0	0	0	3	16	
12:15	12:30	22	0	1	1	2	1	0	5	27	76
12:30	12:45	21	0	1	0	0	0	0	1	22	
12:45	13:00	10	0	0	0	0	1	0	1	11	
13:00	13:15	25	0	1	0	3	0	1	5	30	
13:15	13:30	20	1	0	1	2	3	0	6	27	113
13:30	13:45	32	0	3	1	0	0	1	5	37	
13:45	14:00	19	0	0	0	0	0	0	0	19	
14:00	14:15	22	0	2	3	0	1	0	6	28	
14:15	14:30	20	1	2	1	1	0	0	4	25	98
14:30	14:45	15	0	0	0	2	2	0	4	19	
14:45	15:00	25	0	1	0	0	0	0	1	26	
15:00	15:15	23	0	5	2	0	1	0	8	31	
15:15	15:30	24	0	2	1	0	0	2	5	29	113
15:30	15:45	30	1	1	0	1	0	0	2	33	
15:45	16:00	17	0	0	1	1	1	0	3	20	
16:00	16:15	23	0	0	0	0	3	1	4	27	
16:15	16:30	16	0	1	0	1	1	0	3	19	92
16:30	16:45	12	2	0	2	1	0	3	6	20	
16:45	17:00	21	0	1	2	1	1	0	5	26	
17:00	17:15	16	1	3	2	0	1	1	7	24	
17:15	17:30	20	0	0	1	2	0	1	4	24	99
17:30	17:45	25	1	0	2	0	2	0	4	30	
17:45	18:00	19	0	2	0	0	0	0	2	21	
<b>TOTAL</b>		988	17	70	51	36	37	17	211	<b>1216</b>	

**Tabla 50. Conteo Vehicular Domingo 18-06-2023**

Vía		Vía principal		Sector	Pinguilí-El Rosal-Yanahurco					Fecha:	18/06/2023
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	Acumulado por hora	
				2D	2DA	2DB	3A	V3A	Total		
6:00	6:15	18	1	1	7	4	4	1	17	36	128
6:15	6:30	16	0	0	1	2	1	0	4	20	
6:30	6:45	26	0	0	1	3	0	1	5	31	
6:45	7:00	34	2	2	1	2	0	0	5	41	
7:00	7:15	27	0	0	0	1	0	0	1	28	126
7:15	7:30	22	0	2	1	0	2	0	5	27	
7:30	7:45	31	1	1	0	3	1	2	7	39	
7:45	8:00	30	0	1	1	0	0	0	2	32	
8:00	8:15	29	0	5	2	0	1	0	8	37	114
8:15	8:30	19	0	2	1	0	0	2	5	24	
8:30	8:45	23	1	1	0	1	0	0	2	26	
8:45	9:00	24	0	0	1	1	1	0	3	27	
9:00	9:15	19	2	0	0	2	1	0	3	24	106
9:15	9:30	18	0	2	2	1	0	2	7	25	
9:30	9:45	23	1	2	0	0	3	0	5	29	
9:45	10:00	25	0	1	2	0	0	0	3	28	
10:00	10:15	18	1	2	1	2	2	0	7	26	84
10:15	10:30	21	0	0	1	0	1	0	2	23	
10:30	10:45	16	0	1	1	0	0	0	2	18	
10:45	11:00	11	2	3	0	1	0	0	4	17	
11:00	11:15	14	2	8	0	0	3	0	11	27	116
11:15	11:30	29	1	3	2	0	1	1	7	37	
11:30	11:45	19	0	3	1	1	1	0	6	25	
11:45	12:00	21	2	0	2	1	1	0	4	27	
12:00	12:15	20	0	3	2	3	0	0	8	28	100
12:15	12:30	10	0	2	4	0	1	1	8	18	
12:30	12:45	21	1	0	0	1	0	0	1	23	
12:45	13:00	25	0	3	1	0	2	0	6	31	
13:00	13:15	26	1	0	3	0	0	0	3	30	111
13:15	13:30	30	0	1	1	2	1	0	5	35	
13:30	13:45	23	0	1	0	0	0	0	1	24	
13:45	14:00	21	0	0	0	0	1	0	1	22	
14:00	14:15	11	0	2	2	3	0	0	7	18	82
14:15	14:30	14	0	0	3	0	2	0	5	19	
14:30	14:45	23	0	2	0	0	0	1	3	26	
14:45	15:00	17	1	0	1	0	0	0	1	19	
15:00	15:15	15	0	3	1	1	0	0	5	20	119
15:15	15:30	24	1	1	1	2	1	0	5	30	
15:30	15:45	31	0	0	0	0	2	1	3	34	
15:45	16:00	32	0	0	2	1	0	0	3	35	
16:00	16:15	14	0	0	0	0	1	0	1	15	99
16:15	16:30	18	0	4	4	2	2	0	12	30	
16:30	16:45	25	1	2	2	0	0	0	4	30	
16:45	17:00	17	2	0	0	4	1	0	5	24	
17:00	17:15	18	0	0	2	0	1	0	3	21	102
17:15	17:30	20	2	2	0	2	0	0	4	26	
17:30	17:45	22	0	3	1	0	0	0	4	26	
17:45	18:00	19	0	3	3	1	3	0	10	29	
<b>TOTAL</b>		1029	25	72	61	47	41	12	233	<b>1287</b>	<b>1287</b>




**ANEXO B**

**ÍNDICE DE CONDICIÓN**

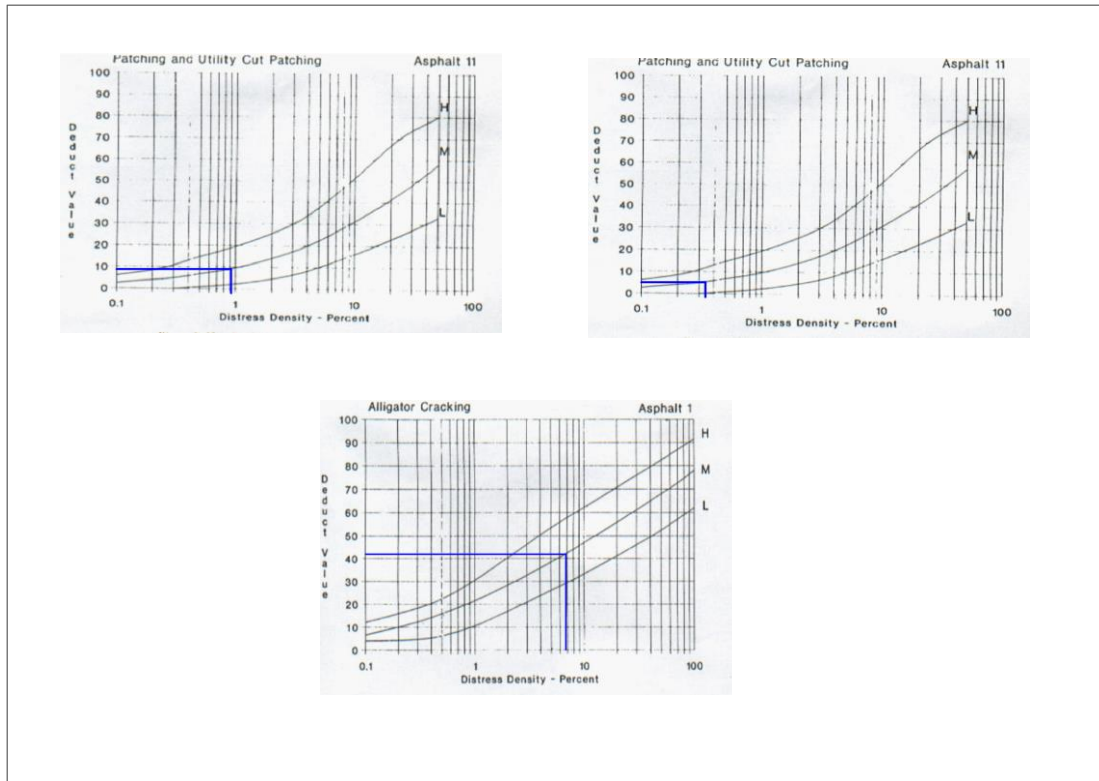
**DEL PAVIMENTO PCI**






**Tabla 51. PCI, unidad de muestreo #1**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"									
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20				
<b>Unidad de muestreo</b>	1	<b>Abscisa inicial</b>	4+220	<b>Abscisa final</b>	4+250				
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>									
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA						
1	PIEL DE COCODRILO	m2							
2	EXUDACIÓN	m2							
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2							
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2							
5	CORRUGACIÓN	m2							
6	DEPRESIÓN	m2							
7	GRIETA DE BORDE	m							
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m							
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m							
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m							
11	PARCHEO	m2							
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2							
13	HUECOS/BACHES	unidad							
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2							
15	AHUELLAMIENTO	m2							
16	DESPLAZAMIENTO	m2							
17	GRIETA PARABÓLICA	m2							
18	HINCHAMIENTO	m2							
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2							
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	BAJO	MEDIO	ALTO						
11		x		1.2	1.8		2.16	0.92	9.78
11		x		0.7	0.8		0.56	0.24	4.78
1		x		12.5	1.3		16.25	6.91	41.45
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>									56.01
<b>PCI=100-VDT</b>									<b>43.99</b>
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>									<b>Regular</b>

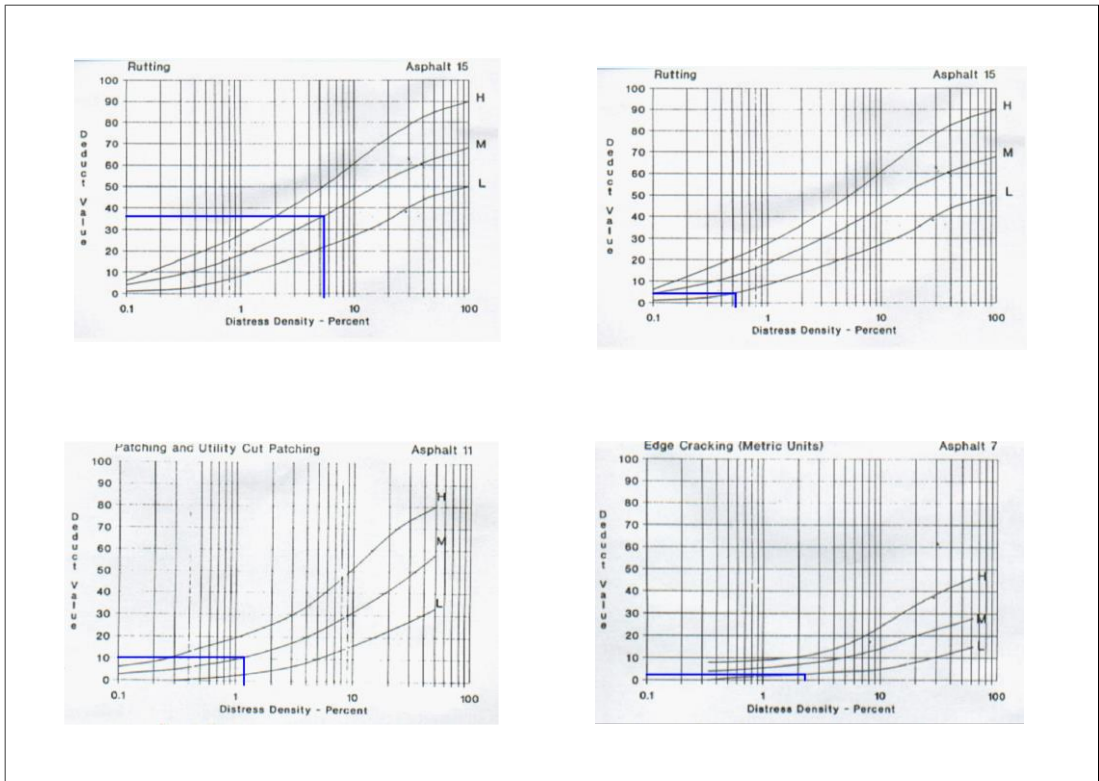
**Tabla 52.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #1





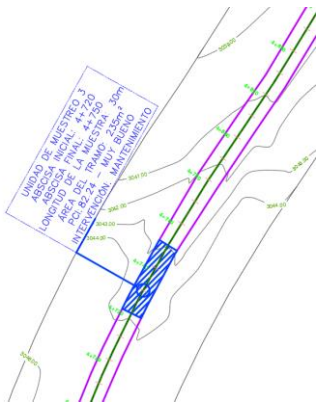
**Tabla 53.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGULÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20			
<b>Unidad de muestreo</b>	2	<b>Abscisa inicial</b>	4+470	<b>Abscisa final</b>	4+500			
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>								
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PIEL DE COCODRILO	m2						
2	EXUDACIÓN	m2						
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2						
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2						
5	CORRUGACIÓN	m2						
6	DEPRESIÓN	m2						
7	GRIETA DE BORDE	m						
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m						
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m						
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m						
11	PARCHEO	m2						
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
13	HUECOS/BACHES	unidad						
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2						
15	AHUELLAMIENTO	m2						
16	DESPLAZAMIENTO	m2						
17	GRIETA PARABÓLICA	m2						
18	HINCHAMIENTO	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	BAJO	MEDIO	ALTO					
15		x		1.3	9.8	12.74	5.42	36.98
15	x			2.5	0.5	1.25	0.53	4.54
11		x		1.1	2.4	2.64	1.12	10.6
7	x			5.5		5.5	2.34	3.27
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>								55.39
<b>PCI=100-VDT</b>								<b>44.61</b>
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>								<b>Regular</b>

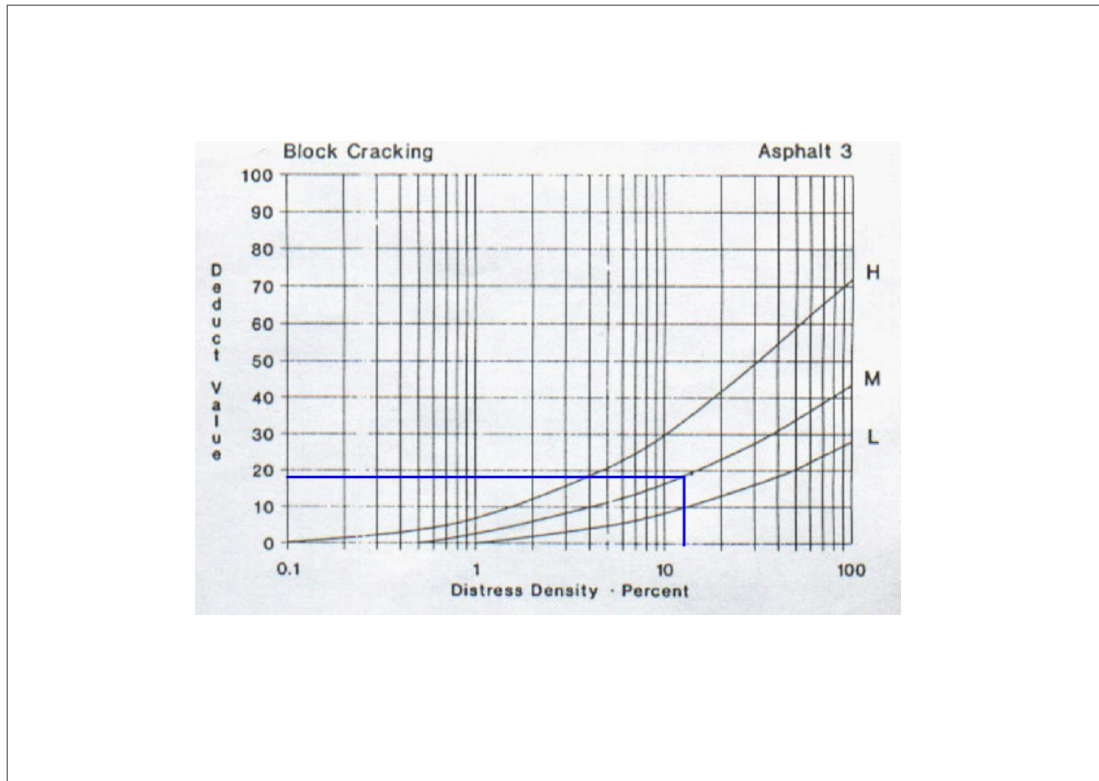
**Tabla 54.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #2





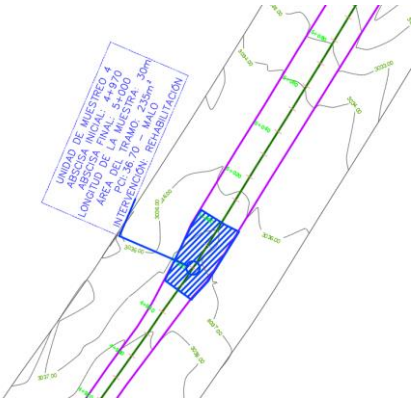
**Tabla 55. PCI, unidad de muestreo #3**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGULÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20			
<b>Unidad de muestreo</b>	3	<b>Abscisa inicial</b>	4+720	<b>Abscisa final</b>	4+750			
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>								
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PIEL DE COCODRILO	m2						
2	EXUDACIÓN	m2						
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2						
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2						
5	CORRUGACIÓN	m2						
6	DEPRESIÓN	m2						
7	GRIETA DE BORDE	m						
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m						
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m						
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m						
11	PARCHEO	m2						
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
13	HUECOS/BACHES	unidad						
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2						
15	AHUELLAMIENTO	m2						
16	DESPLAZAMIENTO	m2						
17	GRIETA PARABÓLICA	m2						
18	HINCHAMIENTO	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	BAJO	MEDIO	ALTO					
3		x		12.3	2.4	29.52	12.55	17.76
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>								17.76
<b>PCI=100-VDT</b>								<b>82.24</b>
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>								<b>Muy Bueno</b>

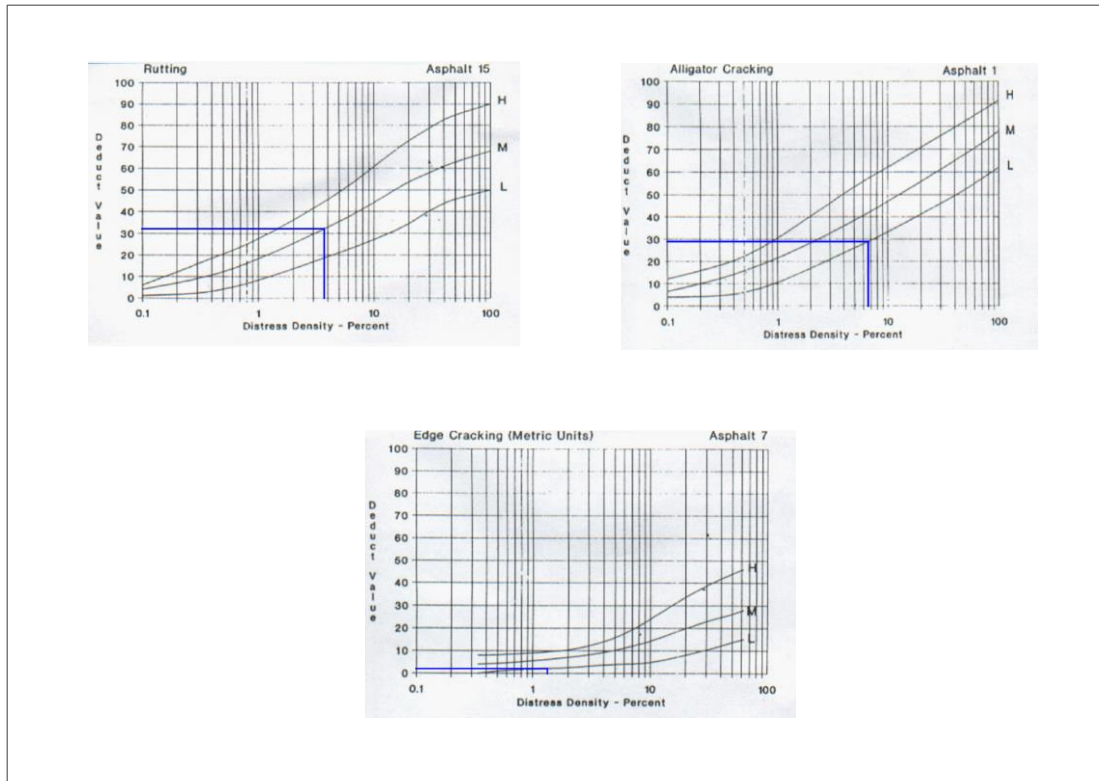
**Tabla 56.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #3



**Tabla 57. PCI, unidad de muestreo #4**



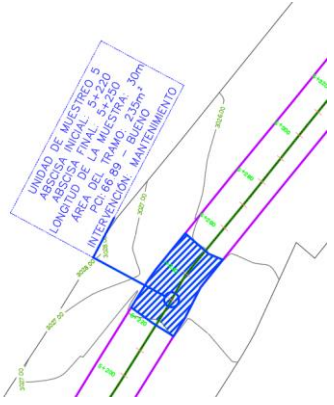
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGULÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20			
<b>Unidad de muestreo</b>	4	<b>Abscisa inicial</b>	4+970	<b>Abscisa final</b>	5+000			
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>								
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PIEL DE COCODRILO	m2						
2	EXUDACIÓN	m2						
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2						
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2						
5	CORRUGACIÓN	m2						
6	DEPRESIÓN	m2						
7	GRIETA DE BORDE	m						
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m						
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m						
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m						
11	PARCHEO	m2						
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
13	HUECOS/BACHES	unidad						
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2						
15	AHUELLAMIENTO	m2						
16	DESPLAZAMIENTO	m2						
17	GRIETA PARABÓLICA	m2						
18	HINCHAMIENTO	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	BAJO	MEDIO	ALTO					
15		x		5	1.75	8.75	3.72	32.48
1	x			7.4	2.1	15.54	6.61	28.52
7	x			3.3		3.3	1.40	2.3
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>							63.3	
<b>PCI=100-VDT</b>							36.7	
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>							<b>Malo</b>	

**Tabla 58.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #4

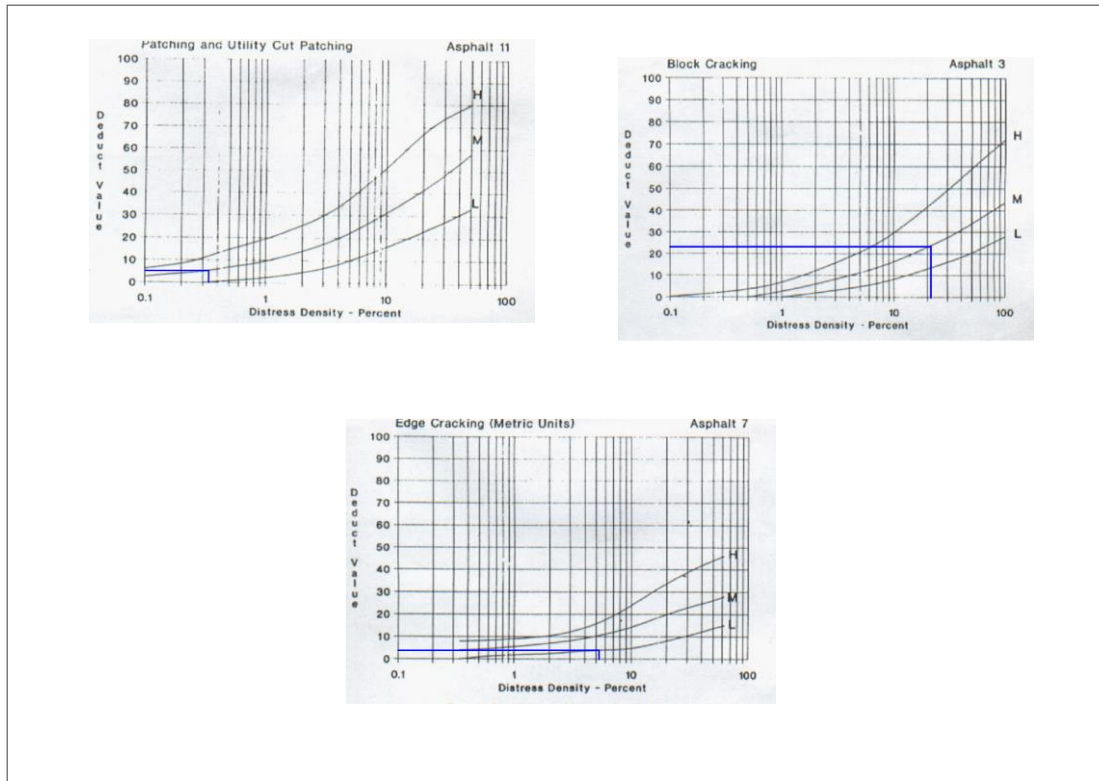






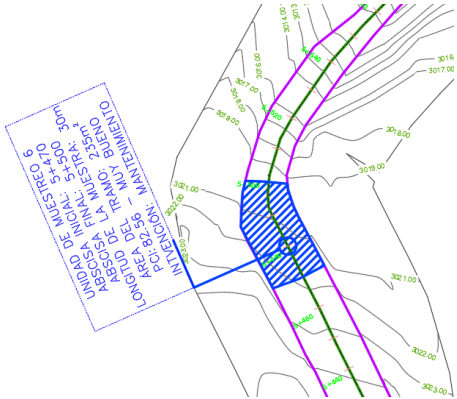
**Tabla 59.** PCI, unidad de muestreo #5

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGULÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20			
<b>Unidad de muestreo</b>	5	<b>Abscisa inicial</b>	5+220	<b>Abscisa final</b>	5+250			
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>								
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PIEL DE COCODRILO	m2						
2	EXUDACIÓN	m2						
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2						
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2						
5	CORRUGACIÓN	m2						
6	DEPRESIÓN	m2						
7	GRIETA DE BORDE	m						
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m						
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m						
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m						
11	PARCHEO	m2						
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
13	HUECOS/BACHES	unidad						
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2						
15	AHUELLAMIENTO	m2						
16	DESPLAZAMIENTO	m2						
17	GRIETA PARABÓLICA	m2						
18	HINCHAMIENTO	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	BAJO	MEDIO	ALTO					
11		x		0.5	1.6	0.8	0.34	5.52
3		x		4.1	12.4	50.84	21.62	23.73
7	x			12.5		12.5	5.31	3.86
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>								33.11
<b>PCI=100-VDT</b>								<b>66.89</b>
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>								<b>Bueno</b>

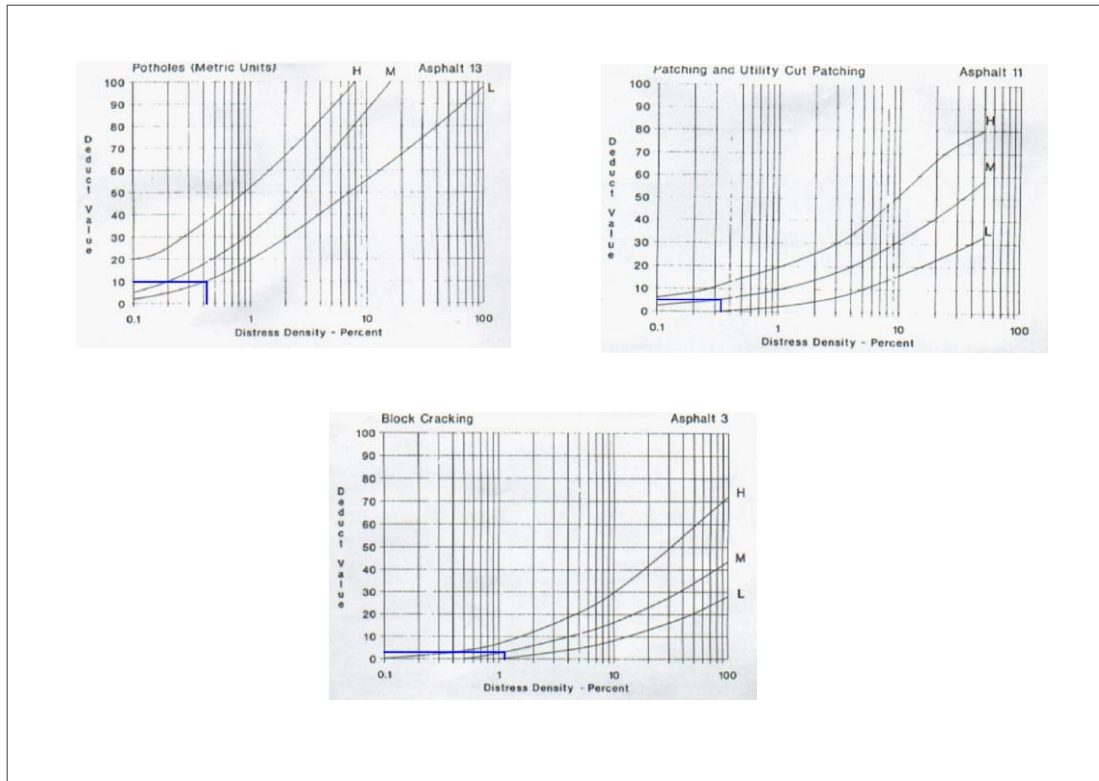
**Tabla 60.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #5





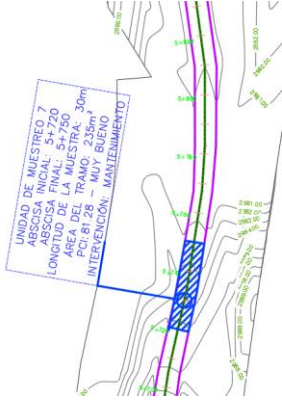
**Tabla 61.** PCI, unidad de muestreo #6

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGULÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20		
<b>Unidad de muestreo</b>	6	<b>Abscisa inicial</b>	5+470	<b>Abscisa final</b>	5+500		
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>							
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA				
1	PIEL DE COCODRILO	m2					
2	EXUDACIÓN	m2					
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2					
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2					
5	CORRUGACIÓN	m2					
6	DEPRESIÓN	m2					
7	GRIETA DE BORDE	m					
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m					
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m					
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m					
11	PARCHEO	m2					
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2					
13	HUECOS/BACHES	unidad					
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2					
15	AHUELLAMIENTO	m2					
16	DESPLAZAMIENTO	m2					
17	GRIETA PARABÓLICA	m2					
18	HINCHAMIENTO	m2					
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2					
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	BAJO	MEDIO	ALTO				
13	x			1		0.43	9.64
11		x		0.5	1.55	0.33	5.44
3		x		1.3	2.1	1.16	2.36
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>							17.44
<b>PCI=100-VDT</b>							<b>82.56</b>
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>							<b>Muy Bueno</b>

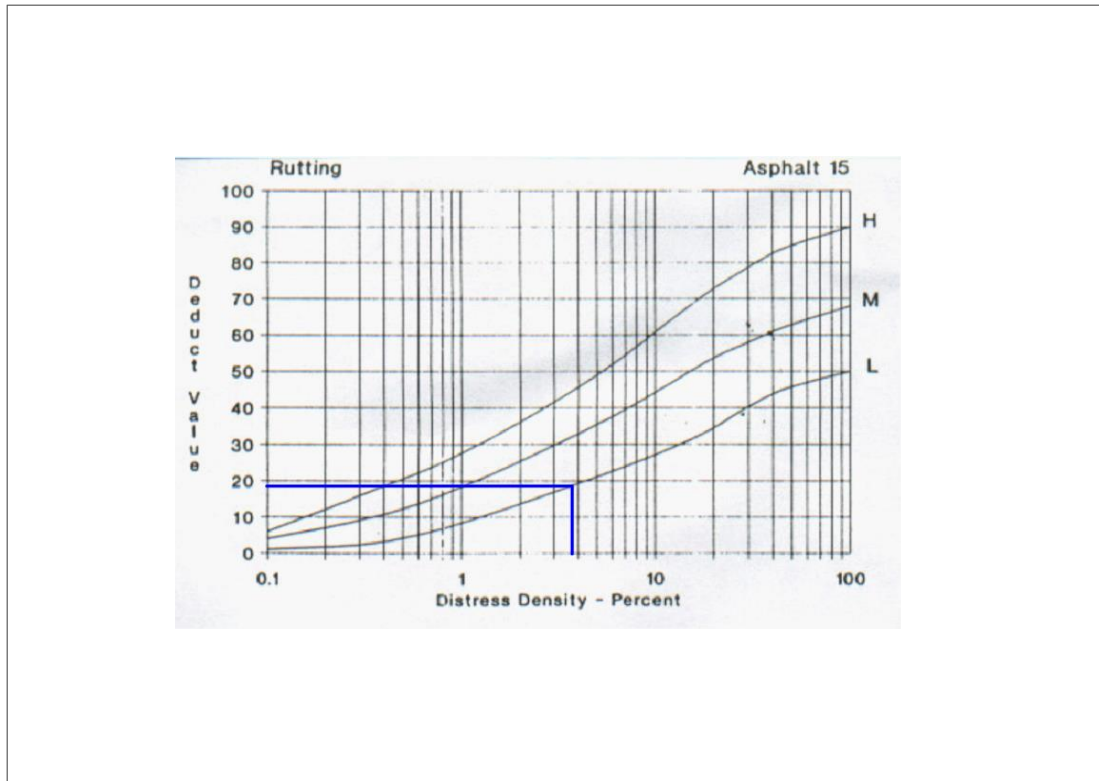
**Tabla 62.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #6





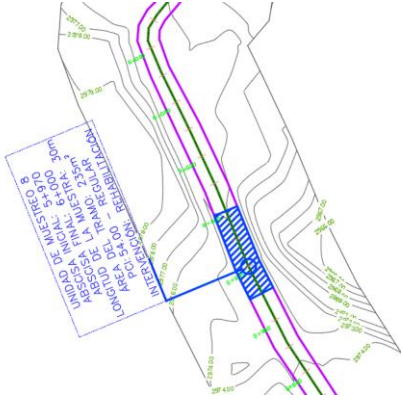
**Tabla 63.** PCI, unidad de muestreo #7

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGULÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20			
<b>Unidad de muestreo</b>	7	<b>Abscisa inicial</b>	5+720	<b>Abscisa final</b>	5+750			
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>								
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PIEL DE COCODRILO	m2						
2	EXUDACIÓN	m2						
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2						
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2						
5	CORRUGACIÓN	m2						
6	DEPRESIÓN	m2						
7	GRIETA DE BORDE	m						
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m						
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m						
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m						
11	PARCHEO	m2						
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
13	HUECOS/BACHES	unidad						
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2						
15	AHUELLAMIENTO	m2						
16	DESPLAZAMIENTO	m2						
17	GRIETA PARABÓLICA	m2						
18	HINCHAMIENTO	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	BAJO	MEDIO	ALTO					
15	x			1.12	8	8.96	3.81	18.72
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>							18.72	
<b>PCI=100-VDT</b>							<b>81.28</b>	
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>							<b>Muy Bueno</b>	

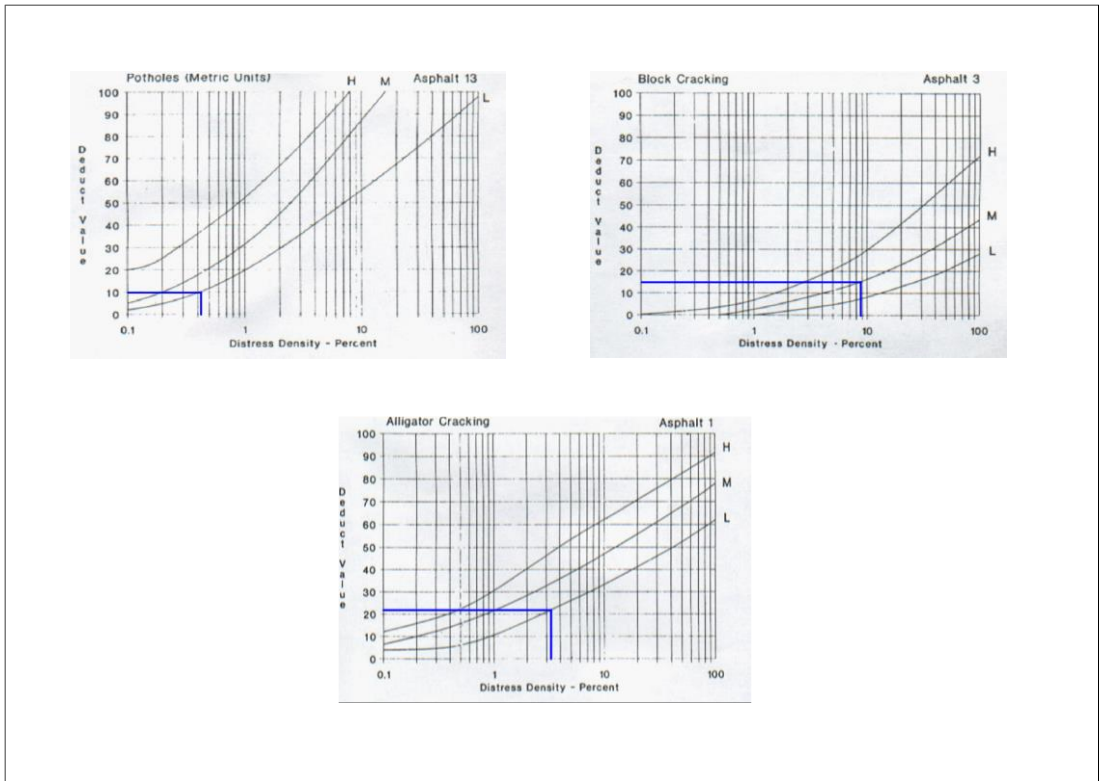
**Tabla 64.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #7



**Tabla 65. PCI, unidad de muestreo #8**




		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20			
<b>Unidad de muestreo</b>	8	<b>Abscisa inicial</b>	5+970	<b>Abscisa final</b>	6+000			
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>								
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PIEL DE COCODRILO	m2						
2	EXUDACIÓN	m2						
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2						
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2						
5	CORRUGACIÓN	m2						
6	DEPRESIÓN	m2						
7	GRIETA DE BORDE	m						
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m						
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m						
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m						
11	PARCHEO	m2						
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
13	HUECOS/BACHES	unidad						
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2						
15	AHUELLAMIENTO	m2						
16	DESPLAZAMIENTO	m2						
17	GRIETA PARABÓLICA	m2						
18	HINCHAMIENTO	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	BAJO	MEDIO	ALTO					
13	x			1		1	0.43	9.64
3		x		12.3	1.7	20.91	8.89	14.82
1	x			4.3	1.8	7.74	3.29	21.54
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>								46.00
<b>PCI=100-VDT</b>								<b>54.00</b>
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>								<b>Regular</b>

**Tabla 66.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #8

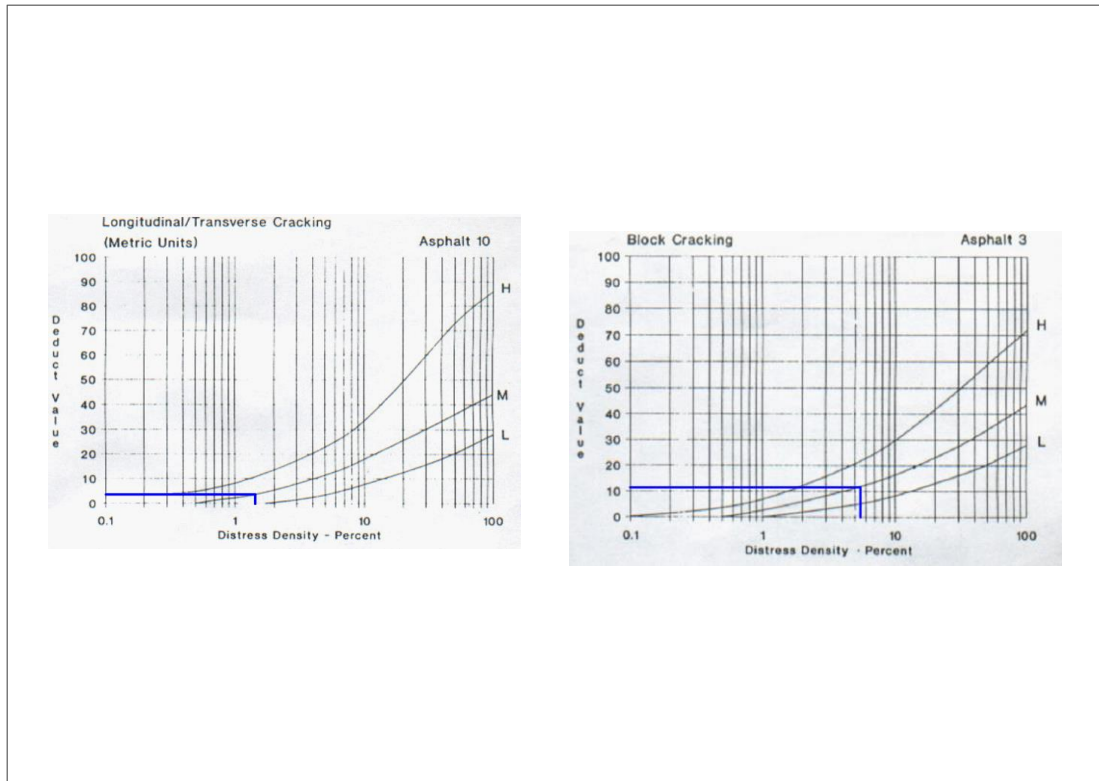






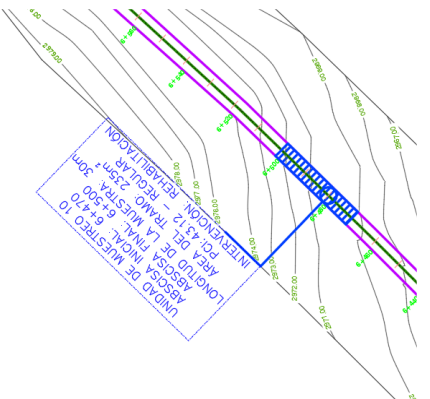
**Tabla 67.** PCI, unidad de muestreo #9

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGULÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20			
<b>Unidad de muestreo</b>	9	<b>Abscisa inicial</b>	6+220	<b>Abscisa final</b>	6+250			
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>								
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PIEL DE COCODRILO	m2						
2	EXUDACIÓN	m2						
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2						
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2						
5	CORRUGACIÓN	m2						
6	DEPRESIÓN	m2						
7	GRIETA DE BORDE	m						
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m						
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m						
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m						
11	PARCHEO	m2						
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
13	HUECOS/BACHES	unidad						
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2						
15	AHUELLAMIENTO	m2						
16	DESPLAZAMIENTO	m2						
17	GRIETA PARABÓLICA	m2						
18	HINCHAMIENTO	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	BAJO	MEDIO	ALTO					
10		x		3.6		3.6	1.53	3.57
3		x		2.6	5	13	5.53	11.94
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>							15.51	
<b>PCI=100-VDT</b>							<b>84.49</b>	
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>							<b>Muy Bueno</b>	

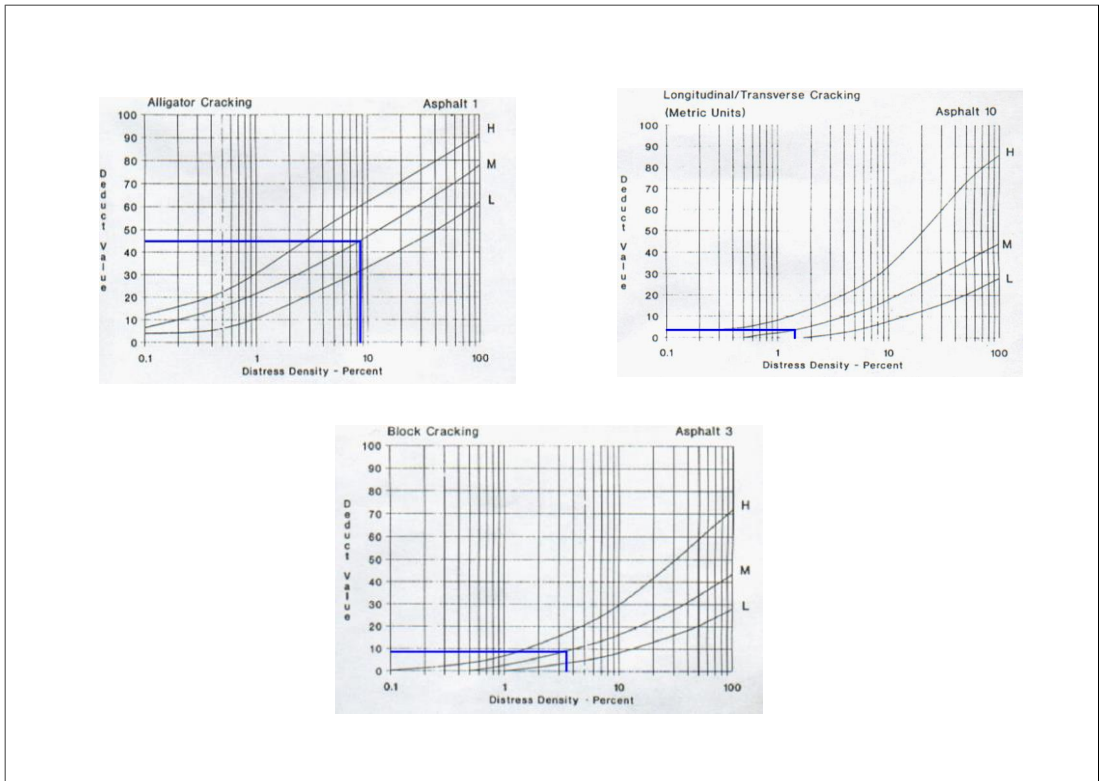
**Tabla 68.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #9





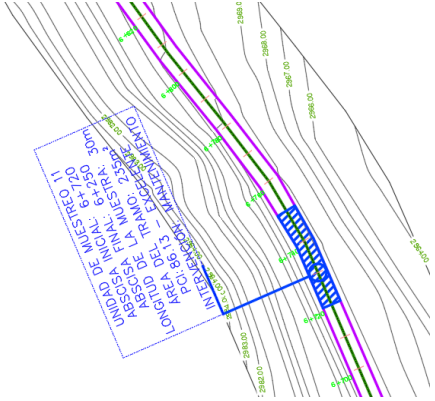
**Tabla 69.** PCI, unidad de muestreo #10

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGULÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20			
<b>Unidad de muestreo</b>	10	<b>Abscisa inicial</b>	6+470	<b>Abscisa final</b>	6+500			
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>								
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PIEL DE COCODRILO	m2						
2	EXUDACIÓN	m2						
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2						
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2						
5	CORRUGACIÓN	m2						
6	DEPRESIÓN	m2						
7	GRIETA DE BORDE	m						
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m						
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m						
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m						
11	PARCHEO	m2						
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
13	HUECOS/BACHES	unidad						
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2						
15	AHUELLAMIENTO	m2						
16	DESPLAZAMIENTO	m2						
17	GRIETA PARABÓLICA	m2						
18	HINCHAMIENTO	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	BAJO	MEDIO	ALTO					
1		x		2.8	7.3	20.44	8.69	43.9
10		x		3.7		3.7	1.57	3.65
3		x		1.4	6.1	8.54	3.63	9.33
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>								56.88
<b>PCI=100-VDT</b>								<b>43.12</b>
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>								<b>Regular</b>

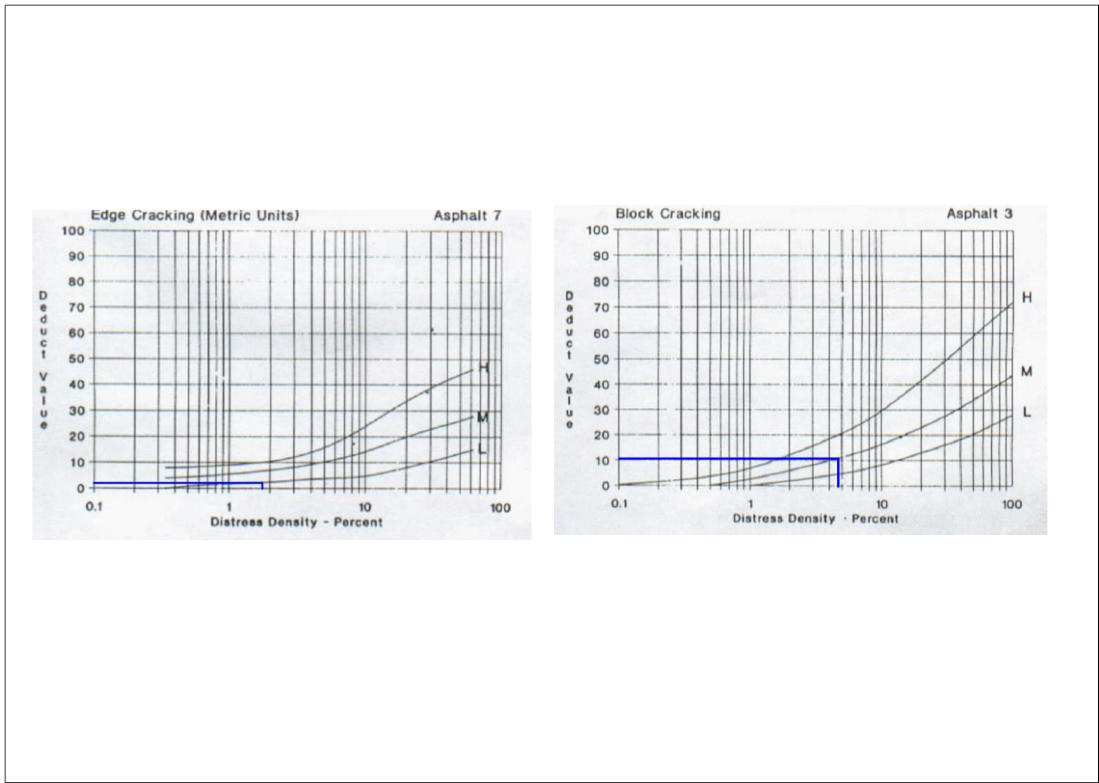
**Tabla 70.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #10





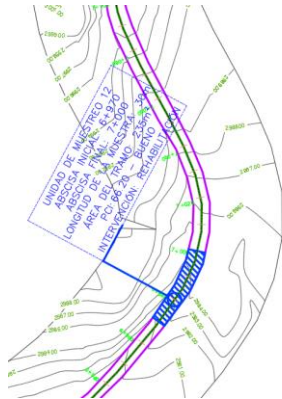
**Tabla 71. PCI, unidad de muestreo #11**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGULÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20		
<b>Unidad de muestreo</b>	11	<b>Abscisa inicial</b>	6+720	<b>Abscisa final</b>	6+750		
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>							
<b>N°</b>	<b>FALLA</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>ESQUEMA</b>			
1	PIEL DE COCODRILO		m2				
2	EXUDACIÓN		m2				
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		m2				
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS		m2				
5	CORRUGACIÓN		m2				
6	DEPRESIÓN		m2				
7	GRIETA DE BORDE		m				
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA		m				
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA		m				
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL		m				
11	PARCHEO		m2				
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS		m2				
13	HUECOS/BACHES		unidad				
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		m2				
15	AHUELLAMIENTO		m2				
16	DESPLAZAMIENTO		m2				
17	GRIETA PARABÓLICA		m2				
18	HINCHAMIENTO		m2				
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		m2				
<b>FALLA (N°)</b>	<b>SEVERIDAD</b>			<b>CANTIDADES PARCIALES</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>				
7	x			4.2		1.79	2.89
3		x		2.6	4.3	4.75	10.98
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>							13.87
<b>PCI=100-VDT</b>							<b>86.13</b>
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>							<b>Excelente</b>

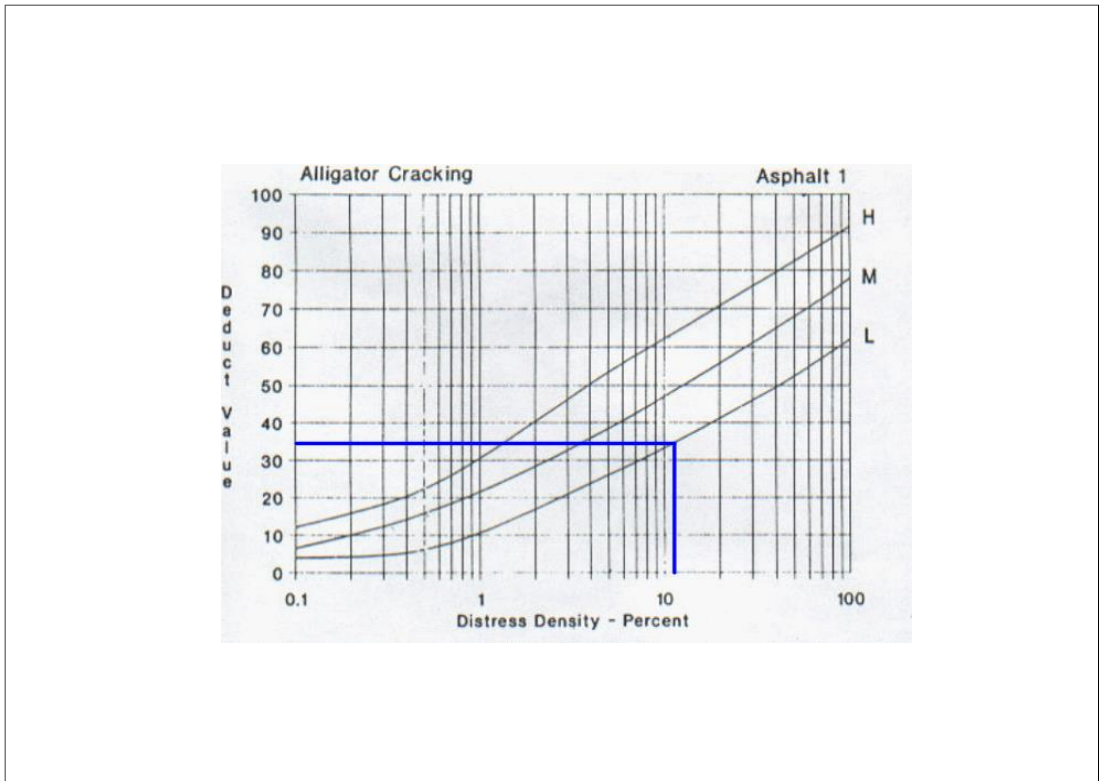
**Tabla 72.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #11



**Tabla 73. PCI, unidad de muestreo #12**



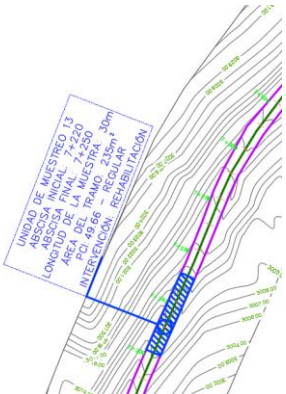
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20			
<b>Unidad de muestreo</b>	12	<b>Abscisa inicial</b>	6+970	<b>Abscisa final</b>	7+000			
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>								
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PIEL DE COCODRILO	m2						
2	EXUDACIÓN	m2						
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2						
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2						
5	CORRUGACIÓN	m2						
6	DEPRESIÓN	m2						
7	GRIETA DE BORDE	m						
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m						
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m						
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m						
11	PARCHEO	m2						
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
13	HUECOS/BACHES	unidad						
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2						
15	AHUELLAMIENTO	m2						
16	DESPLAZAMIENTO	m2						
17	GRIETA PARABÓLICA	m2						
18	HINCHAMIENTO	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	BAJO	MEDIO	ALTO					
1	x			3.2	8.1	25.92	11.02	33.8
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>							33.8	
<b>PCI=100-VDT</b>							<b>66.2</b>	
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>							<b>Bueno</b>	

**Tabla 74.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #12

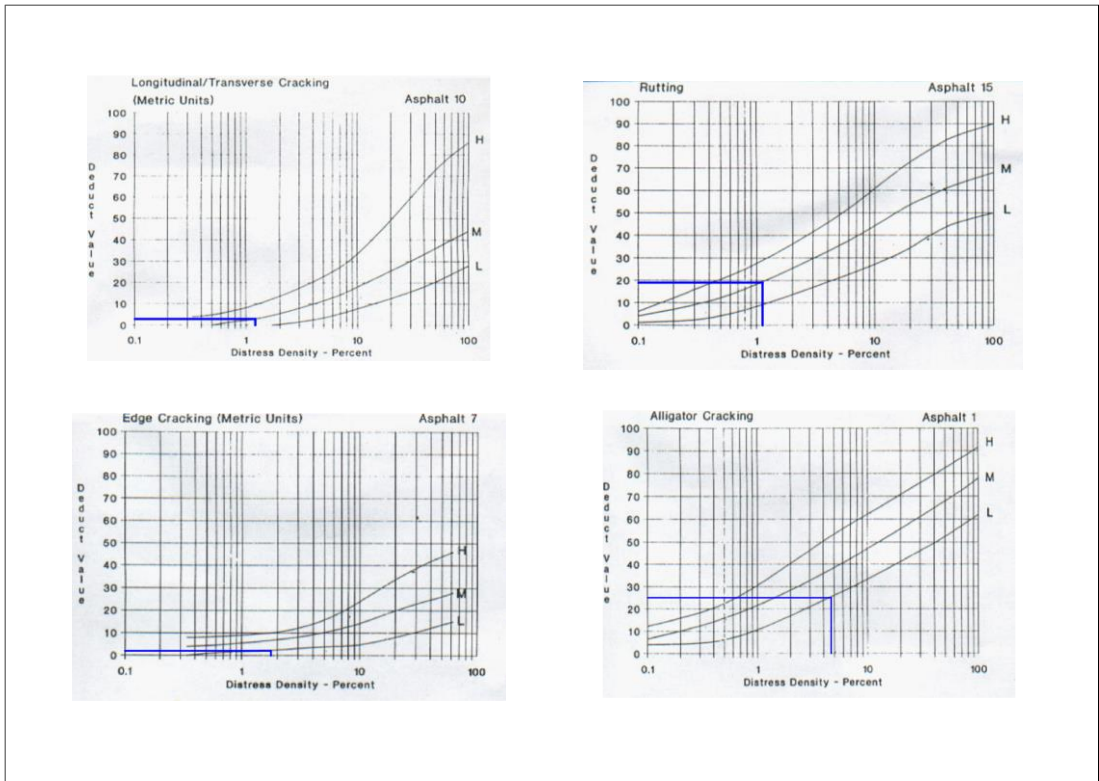






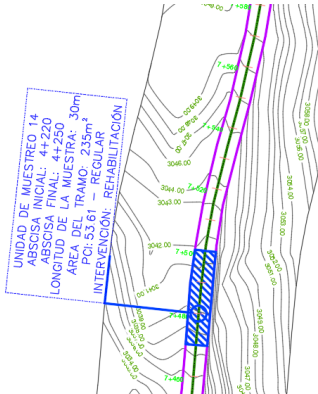
**Tabla 75. PCI, unidad de muestreo #13**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGULÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20			
<b>Unidad de muestreo</b>	13	<b>Abscisa inicial</b>	7+220	<b>Abscisa final</b>	7+250			
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>								
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PIEL DE COCODRILO	m2						
2	EXUDACIÓN	m2						
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2						
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2						
5	CORRUGACIÓN	m2						
6	DEPRESIÓN	m2						
7	GRIETA DE BORDE	m						
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m						
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m						
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m						
11	PARCHEO	m2						
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
13	HUECOS/BACHES	unidad						
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2						
15	AHUELLAMIENTO	m2						
16	DESPLAZAMIENTO	m2						
17	GRIETA PARABÓLICA	m2						
18	HINCHAMIENTO	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	BAJO	MEDIO	ALTO					
10		x		3		3	1.28	3.02
15		x		0.4	6.5	2.6	1.11	18.98
7	x			4.5		4.5	1.91	3.07
1	x			1.6	7	11.2	4.76	25.27
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>								50.34
<b>PCI=100-VDT</b>								<b>49.66</b>
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>								<b>Regular</b>

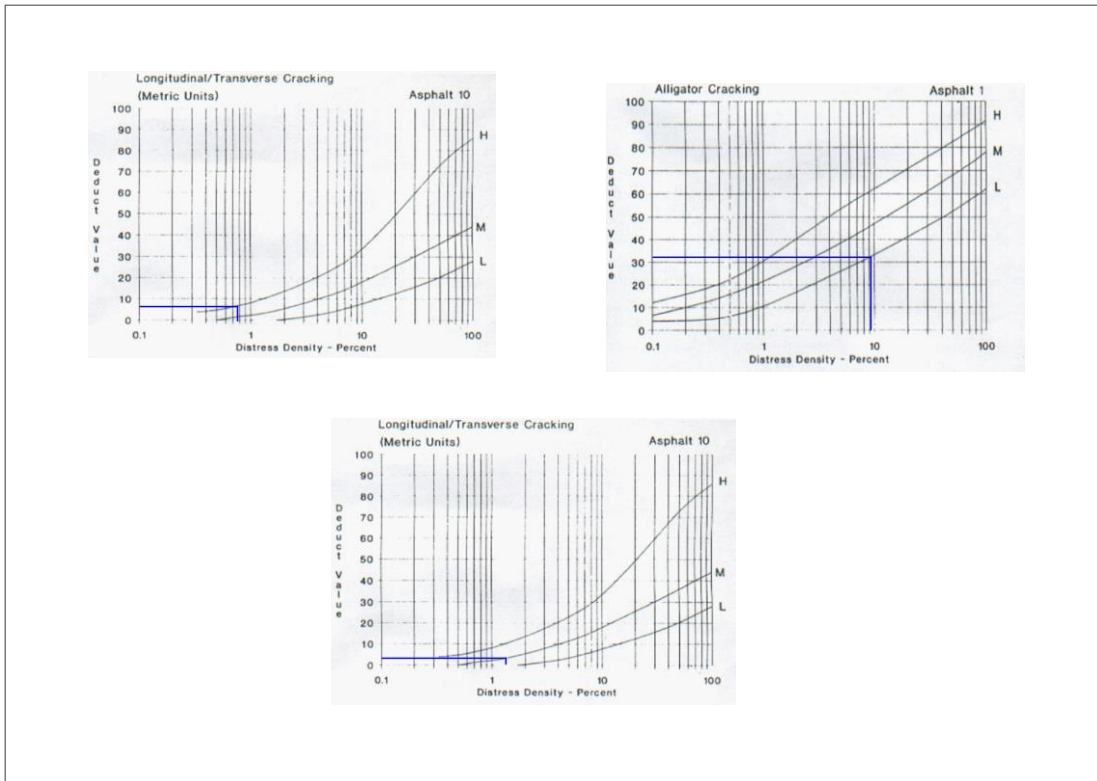
**Tabla 76.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #13





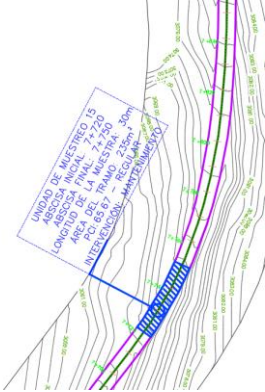
**Tabla 77. PCI, unidad de muestreo #14**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGULÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20			
<b>Unidad de muestreo</b>	14	<b>Abscisa inicial</b>	7+470	<b>Abscisa final</b>	7+500			
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>								
<b>N°</b>	<b>FALLA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ESQUEMA</b>					
1	PIEL DE COCODRILO	m2						
2	EXUDACIÓN	m2						
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2						
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2						
5	CORRUGACIÓN	m2						
6	DEPRESIÓN	m2						
7	GRIETA DE BORDE	m						
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m						
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m						
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m						
11	PARCHEO	m2						
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
13	HUECOS/BACHES	unidad						
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2						
15	AHUELLAMIENTO	m2						
16	DESPLAZAMIENTO	m2						
17	GRIETA PARABÓLICA	m2						
18	HINCHAMIENTO	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
<b>FALLA (N°)</b>	<b>SEVERIDAD</b>			<b>CANTIDADES PARCIALES</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>					
10			x	1.8		1.8	0.77	11.4
1	x			3.5	6.1	21.35	9.08	31.71
10		x		3.3		3.3	1.40	3.28
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>							46.39	
<b>PCI=100-VDT</b>							<b>53.61</b>	
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>							<b>Regular</b>	

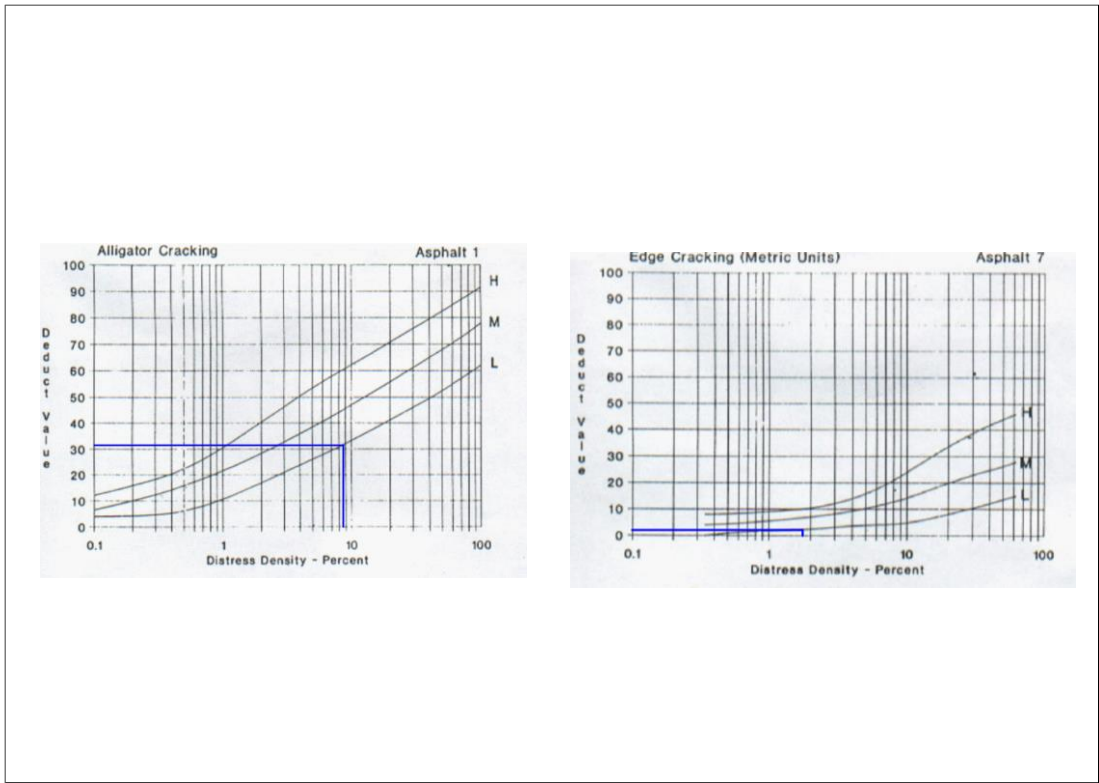
**Tabla 78.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #14



**Tabla 79.** PCI, unidad de muestreo #15

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGULÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Responsable</b>	Iván Oleas	<b>Ancho de la vía (m)</b>	7.84	<b>Área de muestreo (m2)</b>	235.20			
<b>Unidad de muestreo</b>	15	<b>Abscisa inicial</b>	7+720	<b>Abscisa final</b>	7+750			
<b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PCI</b>								
N°	FALLA	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PIEL DE COCODRILO	m2						
2	EXUDACIÓN	m2						
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2						
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2						
5	CORRUGACIÓN	m2						
6	DEPRESIÓN	m2						
7	GRIETA DE BORDE	m						
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	m						
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	m						
10	GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	m						
11	PARCHEO	m2						
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
13	HUECOS/BACHES	unidad						
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2						
15	AHUELLAMIENTO	m2						
16	DESPLAZAMIENTO	m2						
17	GRIETA PARABÓLICA	m2						
18	HINCHAMIENTO	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2						
FALLA (N°)	SEVERIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	BAJO	MEDIO	ALTO					
1	x			2.8	7.3	20.44	8.69	31.26
7	x			4.5		4.5	1.91	3.07
<b>VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT)</b>							34.33	
<b>PCI=100-VDT</b>							<b>65.67</b>	
<b>CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>							<b>Bueno</b>	

**Tabla 80.** Valores deducidos de los daños, unidad de muestreo #15



**ANEXO C**

**ESTUDIOS DE SUELO**

## **Calicata #1**

### **Ubicación**

Coordenada X: 9845796.55

Coordenada Y: 764148.08

Abscisa: K4+200



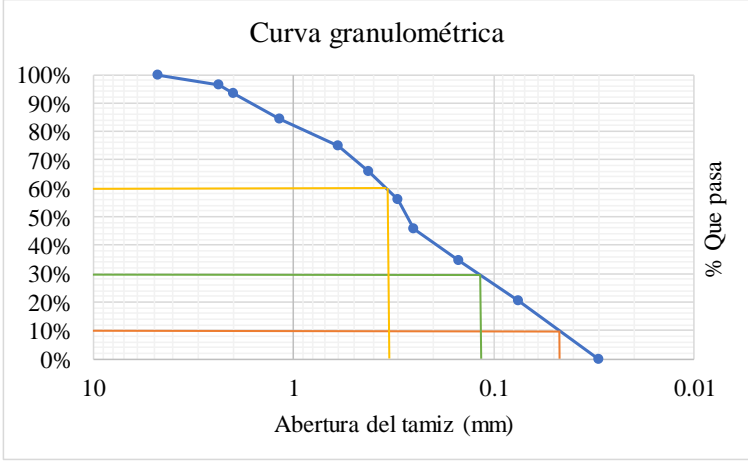
Profundidad: 1.00m

### **Ensayos**



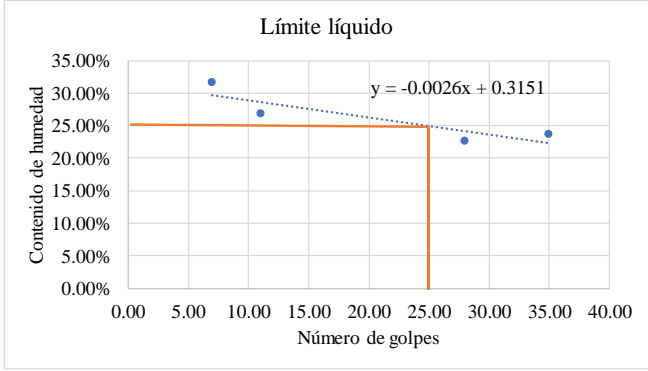
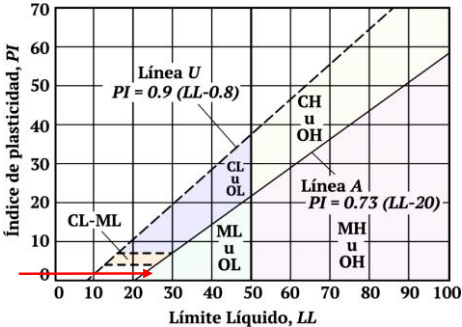
- Granulometría
- Límites de atterberg
- Proctor modificado tipo B
- CBR





**Tabla 81. Granulometría, calicata #1**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISCA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>					
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Profundidad</b>	1m	<b>Coodendas</b>	
<b>Peso de la muestra:</b>	1000	<b>Abscisa</b>	4+200	X:9845796	
<b>Muestra:</b>	1	<b>Fecha</b>	05/06/2023	Y:764148	
Granulometría					
# Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa
4	4.76	0	0	0%	100%
8	2.36	36.2	36.2	4%	96%
10	2	31.5	67.7	7%	93%
16	1.18	88.1	155.8	16%	84%
30	0.6	93.8	249.6	25%	75%
40	0.425	93.5	343.1	34%	66%
50	0.3	96.8	439.9	44%	56%
60	0.25	103.2	543.1	54%	46%
100	0.15	111.5	654.6	65%	35%
200	0.075	141.4	796	80%	20%
Bandeja		203.9	999.9	100%	0%
Resultados					
		Cu	7.45	Error permitido	1.00%
D10	0.047	Cc	0.88	Error calculado	0.01%
D30	0.12				
D60	0.35				
Clasificación		Tipo de suelo			
<b>Grava</b>	0%	<b>Clasificación de grupo</b>  SM		<b>Tipo de material</b> Arena limosa Baja plasticidad	
<b>Arena</b>	80%				
<b>Finos</b>	20%				
 <p style="text-align: center;">Curva granulométrica</p>					

**Tabla 82. Límites de atterberg, calicata #1**

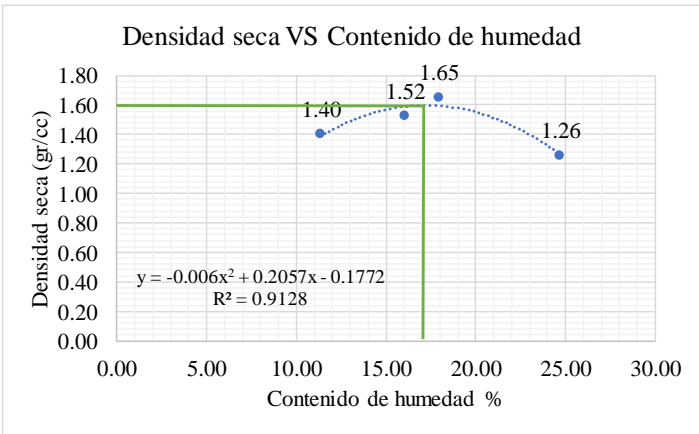
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	4+200	<b>Coordenada X:</b>	9845796			
<b>Muestra:</b>	1	<b>Fecha:</b>	05/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	764148			
Límite líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra húmeda + recipiente (gr)	23.60	23.30	25.60	24.20	27.20	26.30	21.10	22.90
Muestra seca + recipiente (gr)	21.20	19.70	22.50	21.40	24.60	23.30	19.20	20.60
Peso del recipiente (gr)	11.20	10.50	11.60	10.30	11.10	11.70	11.60	10.30
Peso del agua Ww (gr)	2.40	3.60	3.10	2.80	2.60	3.00	1.90	2.30
Peso de muestra seca (gr)	10.00	9.20	10.90	11.10	13.50	11.60	7.60	10.30
Contenido de humedad (%)	24.00%	39.13%	28.44%	25.23%	19.26%	25.86%	25.00%	22.33%
Contenido de humedad promedio	31.57%		26.83%		22.56%		23.67%	
Número de golpes	7.00		11.00		28.00		35.00	
								
Límite plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra húmeda + recipiente (gr)	8.20	9.30	11.20	7.90	8.30			
Muestra seca + recipiente (gr)	8.00	8.90	10.90	7.70	7.90			
Peso del recipiente (gr)	7.20	7.30	9.60	6.20	6.40			
Peso del agua Ww (gr)	0.20	0.40	0.30	0.20	0.40			
Peso de muestra seca (gr)	0.80	1.60	1.30	1.50	1.50			
Contenido de humedad (%)	25.00%	25.00%	23.08%	13.33%	26.67%			
Límite plástico	22.62%							
RESULTADOS								
Límite líquido	25.01%							
Límite plástico	22.62%							
Índice de plasticidad	2.39%							
								

**Tabla 83.** Proctor modificado tipo B, calicata #1

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<p align="center"><b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</p>								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	4+200	<b>Coordenada X:</b>	9845796			
<b>Muestra:</b>	1	<b>Fecha:</b>	06/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	764148			
<b>Datos</b>								
# de golpes	56	Peso del martillo	10lb	Peso molde (gr)	12746			
Altura de caída	18"	# de capas	5	Volumen molde (cc)	2304.52			
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>Proceso de compactación</b>								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde+suelo húmedo (gr)	16824	16362	17231	16345				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4078	3616	4485	3599				
Densidad húmeda Ym (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77	1.57	1.95	1.56				
<b>Contenido de humedad</b>								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso húmedo+recipiente (Wh+Wr)	146.13	154.52	164.45	164.15	165.17	165.32	168.11	171.2
Peso M.seca+recipiente (Ws+Wr)	134.15	133.78	138.65	137.51	147.16	143.25	160.58	150.9
Peso del recipiente (Wr)	32.5	31.7	30.3	33.4	32.6	33.7	32.1	30.7
Peso del agua (Ww)	11.98	20.74	25.8	26.64	18.01	22.07	7.53	20.3
Peso de la muestra seca (Ws)	101.65	102.08	108.35	104.11	114.56	109.55	128.48	120.2
Contenido de humedad (W%)	11.79	20.32	23.81	25.59	15.72	20.15	5.86	16.89
Contenido de humedad (W%) promedio	16.05		24.70		17.93		11.37	
Densidad seca Yd (gr/cm <sup>3</sup> )	1.52		1.26		1.65		1.40	
<b>Densidad seca máxima (Yd) = 1.60gr/cm<sup>3</sup></b>				<b>Contenido de humedad óptimo (W%) = 17%</b>				



  

**Densidad seca VS Contenido de humedad**



$y = -0.006x^2 + 0.2057x - 0.1772$   
 $R^2 = 0.9128$

**Tabla 84. CBR, calicata #1**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	4+200	<b>Coordenada X:</b>	9845796			
<b>Muestra:</b>	1	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	764148			
<b>Peso de la muestra (gr)</b>		6000	<b>Tipo</b>			Proctor modificado		
<b>Peso de martillo (lb)</b>		10	<b>Densidad máxima (gr/cc)</b>			1.6		
<b>Altura de caída (pulg)</b>		18	<b>Contenido de humedad óptimo (%)</b>			17		
<b>Molde</b>			<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
<b>Dimensiones</b>			Diametro	15.2	Diametro	15.1	Diametro	15.2
			Altura	12.5	Altura	12.5	Altura	12.7
<b>Ensayo de compactación</b>								
Molde N°			1		2		3	
N° de capas			5		5		5	
N° de golpes			56		27		11	
<b>Condición de la muestra</b>			<b>Antes de remojo</b>					
Suelo húmedo+molde (gr)			11824		11362		11231	
Peso molde (gr)			7746		7535		7426	
Peso suelo húmedo (gr)			4078		3827		3805	
Volumen de muestra (cm <sup>3</sup> )			2268.23		2238.48		2304.52	
Peso unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )			1.80		1.71		1.65	
<b>Contenido de humedad</b>			<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>
Recipiente N°			25	30	35	40	45	50
Peso húmedo+recipiente (gr)			165.17	165.32	146.13	154.52	164.45	164.15
Peso seco+recipiente (gr)			147.16	143.25	134.15	133.78	138.65	137.51
Peso recipiente (gr)			32.6	33.7	32.5	31.7	30.3	33.4
Peso agua (gr)			18.01	22.07	11.98	20.74	25.80	26.64
Peso suelo seco (gr)			114.56	109.55	101.65	102.08	108.35	104.11
Contenido de humedad (%)			15.72	20.15	11.79	20.32	23.81	25.59
Contenido de humedad promedio (%)			17.93		16.05		24.70	
<b>Peso unitario seco <math>\gamma_m</math> (gr/cm<sup>3</sup>)</b>			<b>1.524</b>		<b>1.473</b>		<b>1.324</b>	

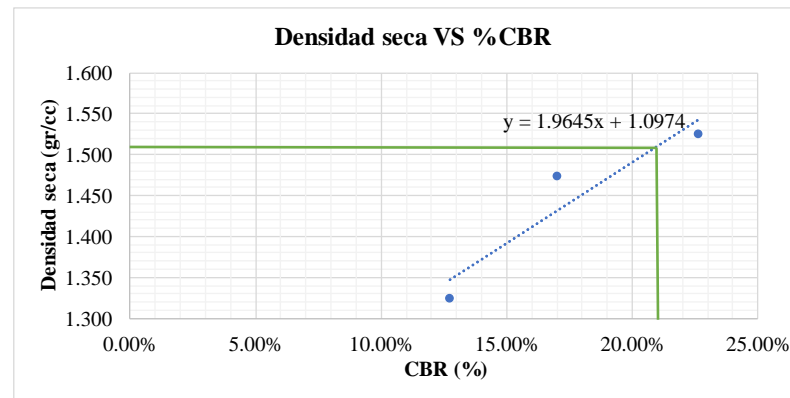
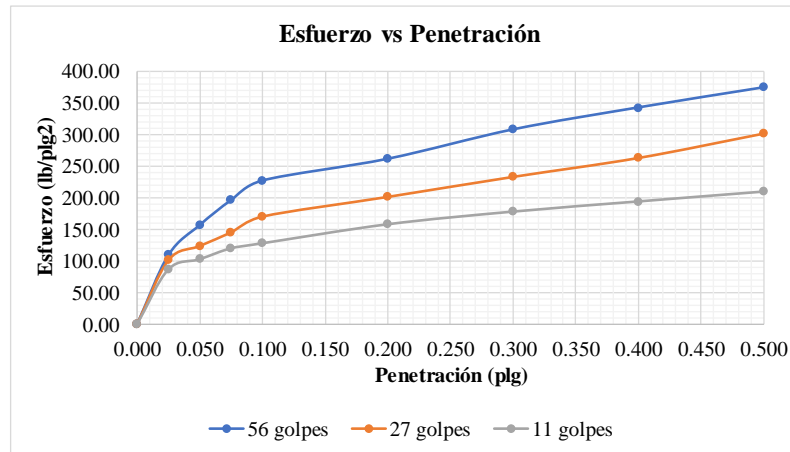


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISIA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"**

<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	4+200	<b>Coordenada X:</b>	9845796
<b>Calicata:</b>	1	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	764148
Máquina de compresión simple (Controls)	<b>Área del pistón (plg<sup>2</sup>)</b>		3	<b>Muestra</b>	Subrsante
		<b>Vel. De carga (mm/min)</b>	1.27	<b>Peso muestra (gr)</b>	6000
<b>N° Molde</b>		<b>56</b>		<b>27</b>	<b>11</b>
<b>Penetración (plg)</b>		<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>
0.000		0.00	0.00	0.00	0.00
0.025		327.00	109.00	303.90	101.30
0.050		469.20	156.40	371.10	123.70
0.075		587.10	195.70	435.30	145.10
0.100		679.50	226.50	510.30	170.10
0.200		782.40	260.80	603.60	201.20
0.300		921.30	307.10	698.40	232.80
0.400		1025.10	341.70	788.10	262.70
0.500		1120.20	373.40	903.60	301.20
<b>N° Molde</b>		<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>	<b>CBR 0.1 (plg)</b>	<b>Densidad seca</b>	
A		226.50	22.65%	1.524	
B		170.10	17.01%	1.473	
C		127.40	12.74%	1.324	
<b>Densidad seca máxima</b>		1.524			
<b>95%</b>		1.45			
<b>%CBR 0.1 (plg)</b>		<b>21.00%</b>	<b>Subrsante</b>	<b>Excelente</b>	



## **Calicata #1**

### **Ubicación**

Coordenada X: 9846114.11

Coordenada Y: 764386.41



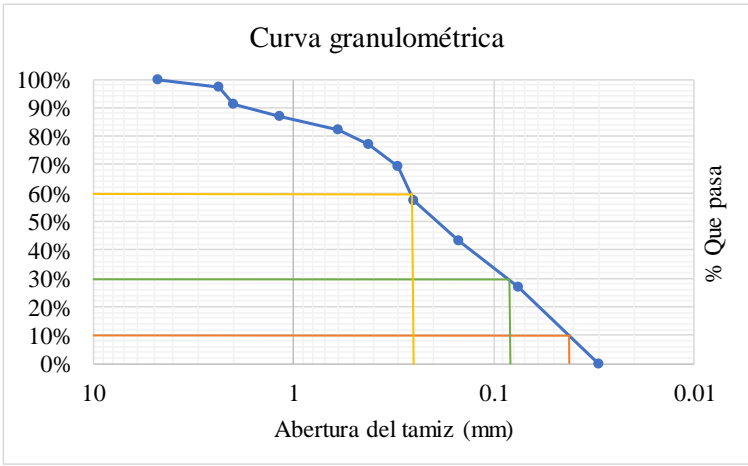
Abscisa: K4+600

Profundidad: 1.00m



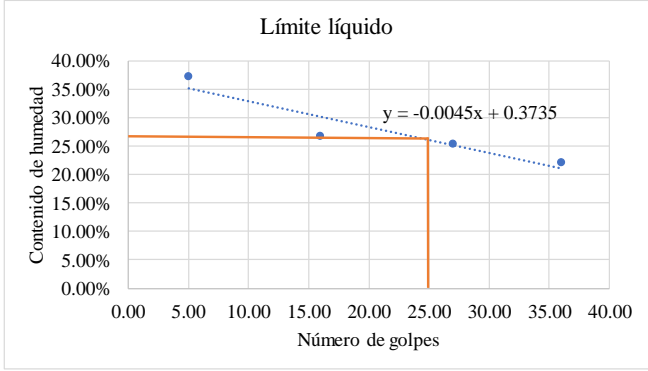
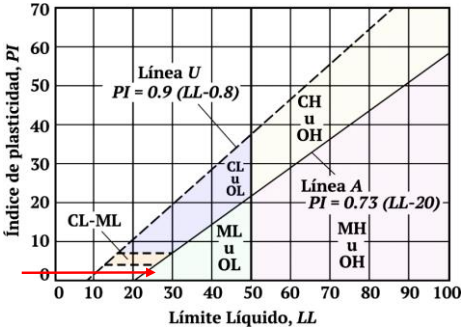
### **Ensayos**

- Granulometría
- Límites de atterberg
- Proctor modificado tipo B
- CBR

Tabla 85. Granulometría, calicata #2



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>					
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Profundidad</b>	1m	<b>Coodendas</b>	
<b>Peso de la muestra:</b>	1000	<b>Abscisa</b>	4+600	X:9846114	
<b>Muestra:</b>	2	<b>Fecha</b>	05/06/2023	Y:764386	
Granulometría					
# Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa
4	4.76	0	0	0%	100%
8	2.36	27.2	27.2	3%	97%
10	2	61.5	88.7	9%	91%
16	1.18	43.5	132.2	13%	87%
30	0.6	44.8	177	18%	82%
40	0.425	51.7	228.7	23%	77%
50	0.3	76.8	305.5	31%	69%
60	0.25	119.3	424.8	42%	58%
100	0.15	142.6	567.4	57%	43%
200	0.075	164.7	732.1	73%	27%
Bandeja		267.8	999.9	100%	0%
Resultados					
		Cu	6.43	Error permitido	1.00%
D10	0.042	Cc	0.50	Error calculado	0.01%
D30	0.075				
D60	0.27				
Clasificación		Tipo de suelo			
<b>Grava</b>	0%	<b>Clasificación de grupo</b>		<b>Tipo de material</b>	
<b>Arena</b>	73%	SM		Arena limosa	
<b>Finos</b>	27%			Baja plasticidad	
 <p style="text-align: center;">Curva granulométrica</p>					

**Tabla 86. Límites de atterberg, calicata #2**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	4+600	<b>Coordenada X:</b>	9846114	
<b>Muestra:</b>	2	<b>Fecha:</b>	05/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	764148	
Límite líquido						
# Recipiente	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + recipiente (gr)	27.30	26.10	25.20	24.60	23.70	23.40
Muestra seca + recipiente (gr)	23.60	21.30	22.60	21.30	21.30	20.90
Peso del recipiente (gr)	11.60	10.30	11.20	10.50	11.20	11.60
Peso del agua Ww (gr)	3.70	4.80	2.60	3.30	2.40	2.50
Peso de muestra seca (gr)	12.00	11.00	11.40	10.80	10.10	9.30
Contenido de humedad (%)	30.83%	43.64%	22.81%	30.56%	23.76%	26.88%
Contenido de humedad promedio	37.23%		26.68%		25.32%	
Número de golpes	5.00		16.00		27.00	
						
Límite plástico						
# Recipiente	1	2	3	4	5	
Muestra húmeda + recipiente (gr)	11.10	9.40	8.10	8.30	7.60	
Muestra seca + recipiente (gr)	10.80	9.20	7.90	8.10	7.40	
Peso del recipiente (gr)	9.80	8.30	6.90	7.30	6.40	
Peso del agua Ww (gr)	0.30	0.20	0.20	0.20	0.20	
Peso de muestra seca (gr)	1.00	0.90	1.00	0.80	1.00	
Contenido de humedad (%)	30.00%	22.22%	20.00%	25.00%	20.00%	
Límite plástico						23.44%
RESULTADOS						
Límite líquido						26.10%
Límite plástico						23.44%
Índice de plasticidad						2.66%
						

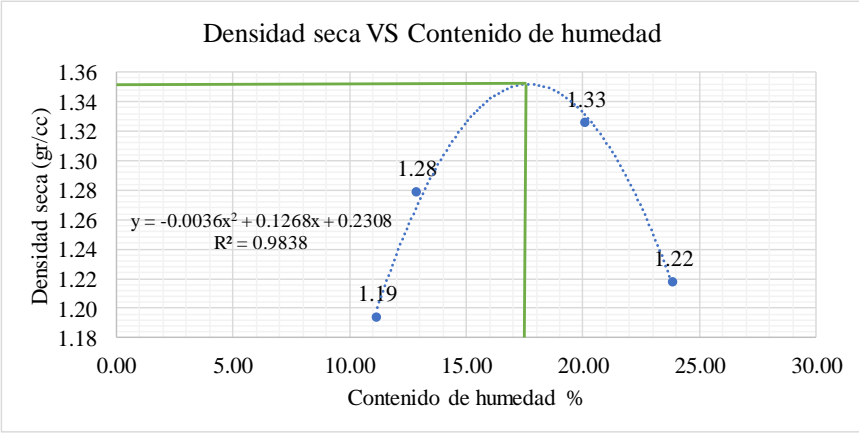


**Tabla 87.** Proctor modificado tipo B, calicata #2

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	4+600	<b>Coordenada X:</b>	9846114			
<b>Muestra:</b>	1	<b>Fecha:</b>	06/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	764386			
<b>Datos</b>								
# de golpes	56	Peso del martillo	10lb	Peso molde (gr)	13974			
Altura de caída	18"	# de capas	5	Volumen molde (cc)	2358.96			
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>Proceso de compactación</b>								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde+suelo húmedo (gr)	17104	17378	17531	17729				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3130	3404	3557	3755				
Densidad húmeda Ym (gr/cm <sup>3</sup> )	1.33	1.44	1.51	1.59				
<b>Contenido de humedad</b>								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso húmedo+recipiente (Wh+Wr)	124.5	125.7	112.5	111.7	110.8	111.2	212.9	213.4
Peso M.seca+recipiente (Ws+Wr)	115.1	116.4	103.2	102.7	95.6	96.4	183.1	182.3
Peso del recipiente (Wr)	32.5	31.7	30.3	33.4	32.6	33.7	32.1	30.7
Peso del agua (Ww)	9.4	9.3	9.3	9	15.2	14.8	29.8	31.1
Peso de la muestra seca (Ws)	82.6	84.7	72.9	69.3	63	62.7	151	151.6
Contenido de humedad (W%)	11.38	10.98	12.76	12.99	24.13	23.60	19.74	20.51
Contenido de humedad (W%) promedio	11.18		12.87		23.87		20.12	
Densidad seca Yd (gr/cm <sup>3</sup> )	1.19		1.28		1.22		1.33	
<b>Densidad seca máxima (Yd) = 1.35gr/cm<sup>3</sup></b>				<b>Contenido de humedad óptimo (W%) = 17.5%</b>				



  

**Densidad seca VS Contenido de humedad**



$y = -0.0036x^2 + 0.1268x + 0.2308$   
 $R^2 = 0.9838$

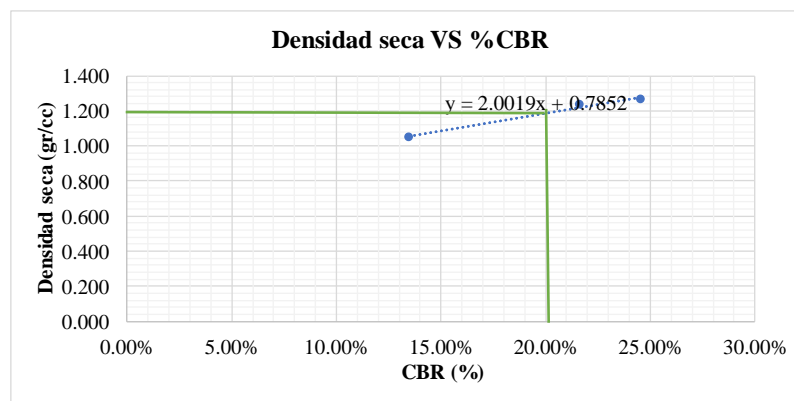
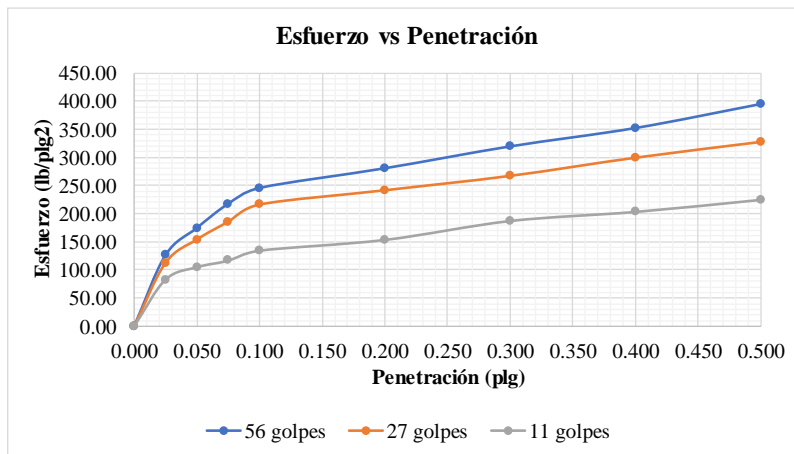
**Tabla 88. CBR, calicata #2**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	4+600	<b>Coordenada X:</b>	9846114			
<b>Calicata:</b>	1	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	764386			
<b>Peso de la muestra (gr)</b>		6000	<b>Tipo</b>		Proctor modificado			
<b>Peso de martillo (lb)</b>		10	<b>Densidad máxima (gr/cc)</b>		1.35			
<b>Altura de caída (pulg)</b>		18	<b>Contenido de humedad óptimo (%)</b>		17.5			
<b>Molde</b>			<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
<b>Dimensiones</b>			Diametro	15	Diametro	15.2	Diametro	15
			Altura	12.5	Altura	12.7	Altura	12.5
<b>Ensayo de compactación</b>								
Molde N°			1	2	3			
N° de capas			5	5	5			
N° de golpes			56	27	11			
<b>Condición de la muestra</b>			<b>Antes de remojo</b>					
Suelo húmedo+molde (gr)			12104	12378	12531			
Peso molde (gr)			8647	8955	9462			
Peso suelo húmedo (gr)			3457	3423	3069			
Volumen de muestra (cm <sup>3</sup> )			2208.93	2304.52	2208.93			
Peso unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )			1.57	1.49	1.39			
<b>Contenido de humedad</b>			<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>
Recipiente N°			25	30	35	40	45	50
Peso húmedo+recipiente (gr)			110.8	111.2	212.9	213.4	112.5	111.7
Peso seco+recipiente (gr)			95.6	96.4	183.1	182.3	92.3	92.7
Peso recipiente (gr)			32.6	33.7	32.1	30.7	30.3	33.4
Peso agua (gr)			15.20	14.80	29.80	31.10	20.20	19.00
Peso suelo seco (gr)			63.00	62.70	151.00	151.60	62.00	59.30
Contenido de humedad (%)			24.13	23.60	19.74	20.51	32.58	32.04
Contenido de humedad promedio (%)			23.87		20.12		32.31	
<b>Peso unitario seco <math>\gamma_m</math> (gr/cm<sup>3</sup>)</b>			<b>1.263</b>		<b>1.236</b>		<b>1.050</b>	



**PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISIA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"**

<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	4+600	<b>Coordenada X:</b>	9846114
<b>Calicata:</b>	1	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	764386
Máquina de compresión simple (Controls)	<b>Área del pistón (plg<sup>2</sup>)</b>	3	<b>Muestra</b>		Subrsante
	<b>Vel. De carga (mm/min)</b>	1.27	<b>Peso muestra (gr)</b>		6000
<b>N° Molde</b>	<b>56</b>		<b>27</b>		<b>11</b>
<b>Penetración (plg)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>	<b>Dial</b>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	378.90	126.30	337.80	112.60	249.30
0.050	523.80	174.60	462.60	154.20	315.60
0.075	652.50	217.50	557.10	185.70	350.70
0.100	736.80	245.60	648.90	216.30	404.10
0.200	841.80	280.60	725.10	241.70	461.70
0.300	958.20	319.40	801.90	267.30	562.80
0.400	1056.30	352.10	898.80	299.60	611.40
0.500	1184.10	394.70	982.80	327.60	675.90
<b>N° Molde</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>		<b>CBR 0.1 (plg)</b>	<b>Densidad seca</b>	
A	245.60		24.56%	1.263	
B	216.30		21.63%	1.236	
C	134.70		13.47%	1.050	
<b>Densidad seca máxima</b>			1.263		
95%			1.20		
<b>%CBR 0.1 (plg)</b>	<b>20.00%</b>		<b>Subrsante</b>	<b>Excelente</b>	



### **Calicata #3**

#### **Ubicación**

Coordenada X: 9846882.08

Coordenada Y: 764767.21



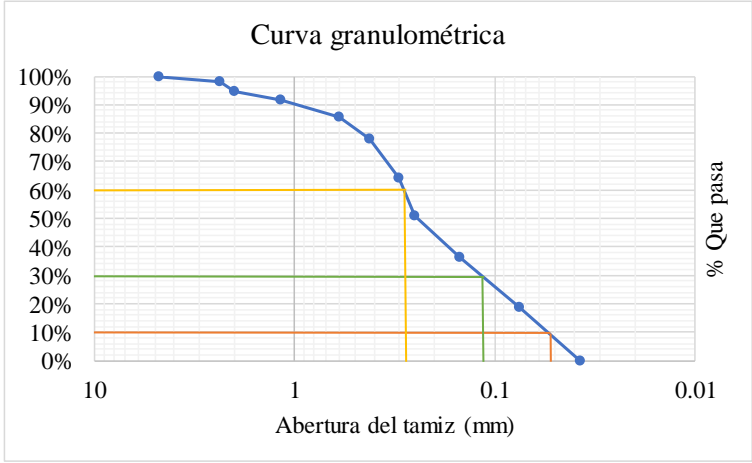
Abscisa: K5+500

Profundidad: 1.00m



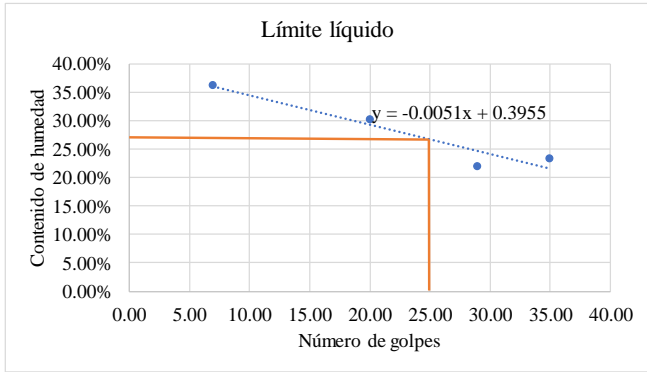
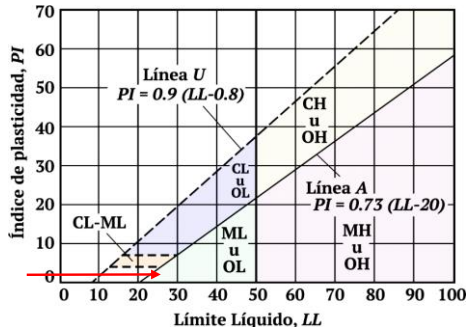
#### **Ensayos**

- Granulometría
- Límites de atterberg
- Proctor modificado tipo B
- CBR



**Tabla 89. Granulometría, calicata #3**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>					
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Profundidad</b>	1m	<b>Coodendas</b>	
<b>Peso de la muestra:</b>	1000	<b>Abscisa</b>	5+500	X:9846882	
<b>Muestra:</b>	3	<b>Fecha</b>	05/06/2023	Y:764746	
Granulometría					
# Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa
4	4.76	0.00	0.00	0%	100%
8	2.36	17.40	17.40	2%	98%
10	2	36.10	53.50	5%	95%
16	1.18	31.50	85.00	9%	92%
30	0.6	58.10	143.10	14%	86%
40	0.425	77.50	220.60	22%	78%
50	0.3	136.50	357.10	36%	64%
60	0.25	132.70	489.80	49%	51%
100	0.15	146.40	636.20	64%	36%
200	0.075	175.30	811.50	81%	19%
Bandeja		188.30	999.80	100%	0%
Resultados					
		Cu	5.38	Error permitido	1.00%
D10	0.052	Cc	0.99	Error calculado	0.02%
D30	0.12				
D60	0.28				
Clasificación		Tipo de suelo			
<b>Grava</b>	0%	SM		<b>Tipo de material</b>	
<b>Arena</b>	81%			Arena limosa	
<b>Finos</b>	19%			Baja plasticidad	
 <p style="text-align: center;">Curva granulométrica</p>					

**Tabla 90. Límites de atterberg, calicata #3**

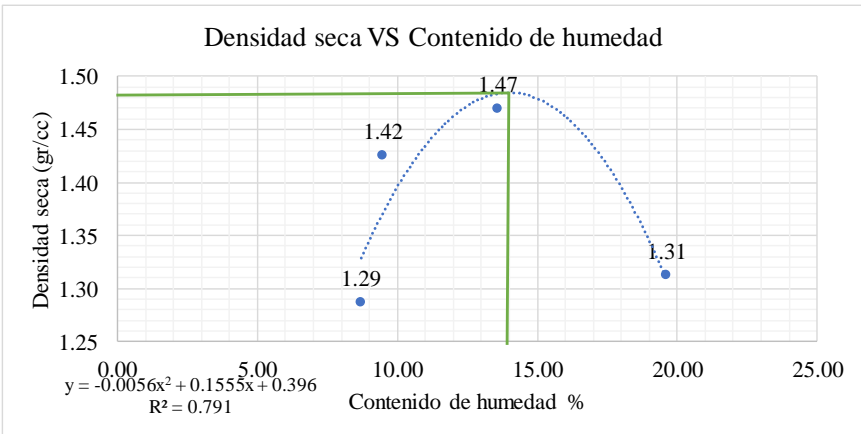
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGULÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCSCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	5+500	<b>Coordenada X:</b>	9846882			
<b>Muestra:</b>	2	<b>Fecha:</b>	05/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	764767			
<b>Límite líquido</b>								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra húmeda + recipiente (gr)	27.20	25.90	25.70	25.10	23.70	23.20	22.70	20.90
Muestra seca + recipiente (gr)	23.40	21.50	22.60	21.40	21.40	21.10	19.20	20.30
Peso del recipiente (gr)	11.70	10.40	11.10	10.30	11.10	11.30	10.60	10.10
Peso del agua Ww (gr)	3.80	4.40	3.10	3.70	2.30	2.10	3.50	0.60
Peso de muestra seca (gr)	11.70	11.10	11.50	11.10	10.30	9.80	8.60	10.20
Contenido de humedad (%)	32.48%	39.64%	26.96%	33.33%	22.33%	21.43%	40.70%	5.88%
Contenido de humedad promedio	36.06%		30.14%		21.88%		23.29%	
Número de golpes	7.00		20.00		29.00		35.00	
								
<b>Límite plástico</b>								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra húmeda + recipiente (gr)	11.20	8.30	7.90	8.10	8.50			
Muestra seca + recipiente (gr)	10.90	8.10	7.70	7.90	8.20			
Peso del recipiente (gr)	9.80	7.10	7.00	7.10	7.00			
Peso del agua Ww (gr)	0.30	0.20	0.20	0.20	0.30			
Peso de muestra seca (gr)	1.10	1.00	0.70	0.80	1.20			
Contenido de humedad (%)	27.27%	20.00%	28.57%	25.00%	25.00%			
Límite plástico						25.17%		
<b>RESULTADOS</b>								
<b>Límite líquido</b>						<b>26.80%</b>		
<b>Límite plástico</b>						<b>25.17%</b>		
<b>Índice de plasticidad</b>						<b>1.63%</b>		
								

**Tabla 91.** Proctor modificado tipo B, calicata #3

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	5+500	<b>Coordenada X:</b>	9846882			
<b>Muestra:</b>	3	<b>Fecha:</b>	06/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	764767			
Datos								
# de golpes	56	Peso del martillo	10lb	Peso molde (gr)	13682			
Altura de caída	18"	# de capas	5	Volumen molde (cc)	2304.52			
Peso inicial deseado		6000	6000	6000	6000			
Proceso de compactación								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde+suelo húmedo (gr)	16905	17277	17299	17527				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3223	3595	3617	3845				
Densidad húmeda Ym (gr/cm <sup>3</sup> )	1.40	1.56	1.57	1.67				
Contenido de humedad								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso húmedo+recipiente (Wh+Wr)	135.4	137.5	115.2	117.1	120.6	121.8	202.9	203.6
Peso M.seca+recipiente (Ws+Wr)	128.3	127.9	108.1	109.6	111.9	102.4	183.1	182.3
Peso del recipiente (Wr)	32.5	31.7	30.3	33.4	32.6	33.7	32.1	30.7
Peso del agua (Ww)	7.1	9.6	7.1	7.5	8.7	19.4	19.8	21.3
Peso de la muestra seca (Ws)	95.8	96.2	77.8	76.2	79.3	68.7	151	151.6
Contenido de humedad (W%)	7.41	9.98	9.13	9.84	10.97	28.24	13.11	14.05
Contenido de humedad (W%) promedio	8.70		9.48		19.60		13.58	
Densidad seca Yd (gr/cm <sup>3</sup> )	1.29		1.42		1.31		1.47	
<b>Densidad seca máxima (Yd) = 1.48gr/cm<sup>3</sup></b>				<b>Contenido de humedad óptimo (W%) = 14%</b>				


  

Densidad seca VS Contenido de humedad



$y = -0.0056x^2 + 0.1555x + 0.396$   
 $R^2 = 0.791$

**Tabla 92. CBR, calicata #3**

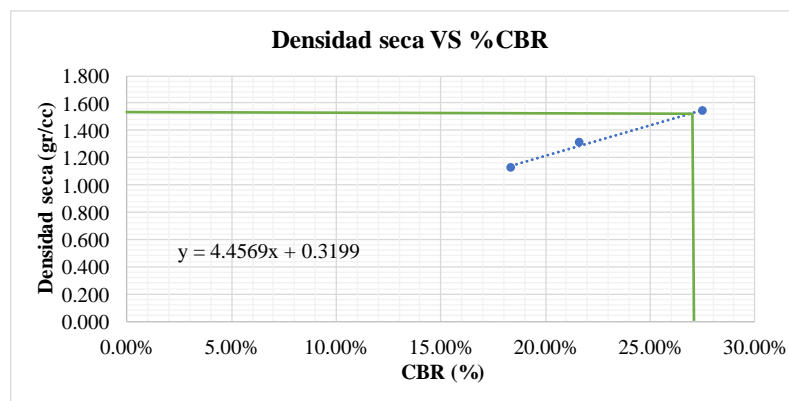
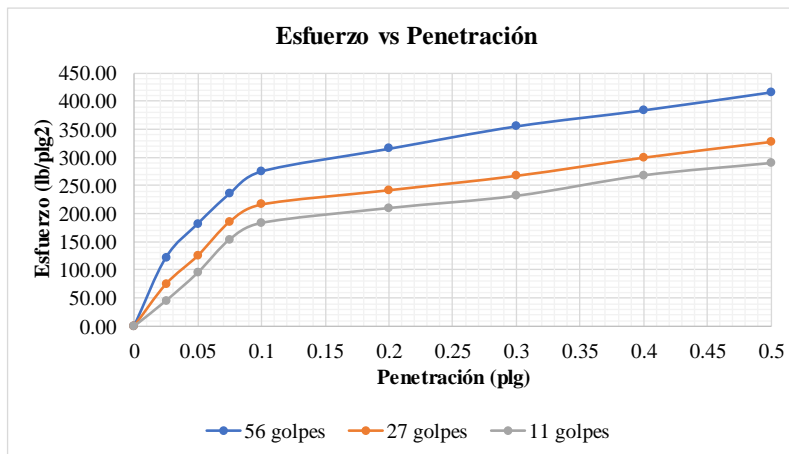
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	5+500	<b>Coordenada X:</b>	9846882		
<b>Calicata:</b>	3	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	764767		
<b>Peso de la muestra (gr)</b>	6000	<b>Tipo</b>		Proctor modificado			
<b>Peso de martillo (lb)</b>	10	<b>Densidad máxima (gr/cc)</b>		1.48			
<b>Altura de caída (pulg)</b>	18	<b>Contenido de humedad óptimo (%)</b>		14			
<b>Molde</b>		<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
<b>Dimensiones</b>		Diametro	15.1	Diametro	15.1	Diametro	15.2
		Altura	12.5	Altura	12.5	Altura	12.5
<b>Ensayo de compactación</b>							
Molde N°		1		2		3	
N° de capas		5		5		5	
N° de golpes		56		27		11	
<b>Condición de la muestra</b>		<b>Antes de remojo</b>					
Suelo húmedo+molde (gr)		11905		12257		12698	
Peso molde (gr)		8137		8932		9654	
Peso suelo húmedo (gr)		3768		3325		3044	
Volumen de muestra (cm <sup>3</sup> )		2238.48		2238.48		2268.23	
Peso unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )		1.68		1.49		1.34	
<b>Contenido de humedad</b>		<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>
Recipiente N°		25	30	35	40	45	50
Peso húmedo+recipiente (gr)		115.2	117.1	202.9	203.6	120.6	121.8
Peso seco+recipiente (gr)		108.1	109.6	183.1	182.3	111.9	102.4
Peso recipiente (gr)		30.3	33.4	32.1	30.7	32.6	33.7
Peso agua (gr)		7.10	7.50	19.80	21.30	8.70	19.40
Peso suelo seco (gr)		77.80	76.20	151.00	151.60	79.30	68.70
Contenido de humedad (%)		9.13	9.84	13.11	14.05	10.97	28.24
Contenido de humedad promedio (%)		9.48		13.58		19.60	
<b>Peso unitario seco <math>\gamma_m</math> (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>1.537</b>		<b>1.308</b>		<b>1.122</b>	





**PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"**

<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	5+500	<b>Coordenada X:</b>	9846882
<b>Calicata:</b>	3	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	764767
Máquina de compresión simple (Controls)	<b>Área del pistón (plg2)</b>	3	<b>Muestra</b>		Subsante
	<b>Vel. De carga (mm/min)</b>	1.27	<b>Peso muestra (gr)</b>		6000
<b>N° Molde</b>		56	27	11	
<b>Penetración (plg)</b>			<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg2)</b>	<b>Dial</b>
					<b>Presión (lb/plg2)</b>
0.000			0.00	0.00	0.00
0.025			366.60	122.20	74.90
0.050			546.90	182.30	125.60
0.075			706.80	235.60	185.70
0.100			825.30	275.10	216.30
0.200			945.90	315.30	241.70
0.300			1065.30	355.10	267.30
0.400			1151.10	383.70	299.60
0.500			1246.80	415.60	327.60
<b>N° Molde</b>		<b>Presión (lb/plg2)</b>		<b>CBR 0.1 (plg)</b>	<b>Densidad seca</b>
A		275.10		27.51%	1.537
B		216.30		21.63%	1.308
C		183.40		18.34%	1.122
<b>Densidad seca máxima</b>		1.537			
95%		1.46			
<b>%CBR 0.1 (plg)</b>		<b>27.00%</b>		<b>Subsante</b>	<b>Excelente</b>



## **Calicata #4**

### **Ubicación**

Coordenada X: 9847057.55

Coordenada Y: 764850.49



Abscisa: K5+700

Profundidad: 1.00m



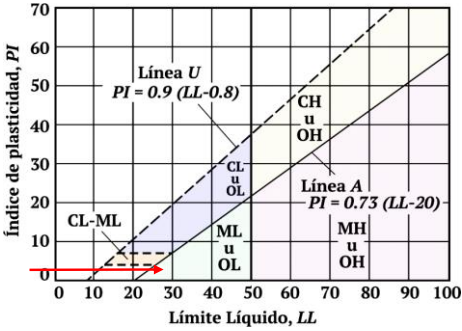
### **Ensayos**

- Granulometría
- Límites de atterberg
- Proctor modificado tipo B
- CBR



**Tabla 93.** Granulometría, calicata #4

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>					
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Profundidad</b>	1m	<b>Coodendas</b>	
<b>Peso de la muestra:</b>	1000	<b>Abscisa</b>	5+700	X:9847057	
<b>Muestra:</b>	4	<b>Fecha</b>	05/06/2023	Y:764850	
Granulometría					
# Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa
4	4.76	0	0	0%	100%
8	2.36	35.9	35.9	4%	96%
10	2	44.6	80.5	8%	92%
16	1.18	55.8	136.3	14%	86%
30	0.6	46.1	182.4	18%	82%
40	0.425	73.8	256.2	26%	74%
50	0.3	113.5	369.7	37%	63%
60	0.25	121.4	491.1	49%	51%
100	0.15	141.9	633	63%	37%
200	0.075	164.3	797.3	80%	20%
Bandeja		202.6	999.9	100%	0%
Resultados					
		Cu	5.47	Error permitido	1.00%
D10	0.053				
D30	0.12	Cc	0.94	Error calculado	0.01%
D60	0.29				
Clasificación		Tipo de suelo			
<b>Grava</b>	0%	<b>Clasificación de grupo</b>		<b>Tipo de material</b>	
<b>Arena</b>	80%	SM		Arena limosa	
<b>Finos</b>	20%			Baja plasticidad	
<p style="text-align: center;">Curva granulométrica</p>					

**Tabla 94. Límites de atterberg, calicata #4**

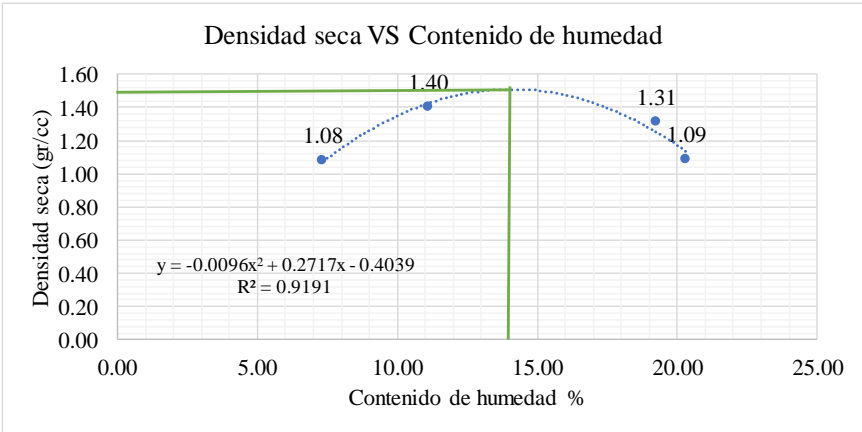
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	5+700	<b>Coordenada X:</b>	9847057			
<b>Muestra:</b>	4	<b>Fecha:</b>	05/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	764850			
Límite líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra húmeda + recipiente (gr)	26.30	25.70	25.30	24.80	22.70	22.60	22.10	21.60
Muestra seca + recipiente (gr)	22.50	22.10	22.10	21.80	20.30	20.10	19.70	19.80
Peso del recipiente (gr)	11.60	11.80	11.90	11.70	10.70	10.30	10.60	10.90
Peso del agua Ww (gr)	3.80	3.60	3.20	3.00	2.40	2.50	2.40	1.80
Peso de muestra seca (gr)	10.90	10.30	10.20	10.10	9.60	9.80	9.10	8.90
Contenido de humedad (%)	34.86%	34.95%	31.37%	29.70%	25.00%	25.51%	26.37%	20.22%
Contenido de humedad promedio	34.91%		30.54%		25.26%		23.30%	
Número de golpes	6.00		17.00		30.00		37.00	
								
Límite plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra húmeda + recipiente (gr)	8.40	9.10	11.30	8.10	9.30			
Muestra seca + recipiente (gr)	8.20	8.90	11.10	7.80	9.00			
Peso del recipiente (gr)	7.30	8.10	10.20	6.50	7.90			
Peso del agua Ww (gr)	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30			
Peso de muestra seca (gr)	0.90	0.80	0.90	1.30	1.10			
Contenido de humedad (%)	22.22%	25.00%	22.22%	23.08%	27.27%			
Límite plástico						23.96%		
RESULTADOS								
Límite líquido						27.57%		
Límite plástico						23.96%		
Índice de plasticidad						3.61%		
								

**Tabla 95.** Proctor modificado tipo B, calicata #4

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	5+700	<b>Coordenada X:</b>	9847057			
<b>Muestra:</b>	3	<b>Fecha:</b>	06/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	764850			
<b>Datos</b>								
# de golpes	56	Peso del martillo	10lb	Peso molde (gr)	13751			
Altura de caída	18"	# de capas	5	Volumen molde (cc)	2244.28			
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>Proceso de compactación</b>								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde+suelo húmedo (gr)	16354	17246	17259	16687				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2603	3495	3508	2936				
Densidad húmeda Ym (gr/cm <sup>3</sup> )	1.16	1.56	1.56	1.31				
<b>Contenido de humedad</b>								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso húmedo+recipiente (Wh+Wr)	143.5	141.6	167.2	167.8	175.4	177.9	191.5	189.1
Peso M.seca+recipiente (Ws+Wr)	135.4	134.5	154.6	153.1	152.4	154.3	164.2	162.8
Peso del recipiente (Wr)	31.3	31.5	30.7	30.9	32.5	32.1	31.7	31.4
Peso del agua (Ww)	8.1	7.1	12.6	14.7	23	23.6	27.3	26.3
Peso de la muestra seca (Ws)	104.1	103	123.9	122.2	119.9	122.2	132.5	131.4
Contenido de humedad (W%)	7.78	6.89	10.17	12.03	19.18	19.31	20.60	20.02
Contenido de humedad (W%) promedio	7.34		11.10		19.25		20.31	
Densidad seca Yd (gr/cm <sup>3</sup> )	1.08		1.40		1.31		1.09	
<b>Densidad seca máxima (Yd) = 1.5gr/cm<sup>3</sup></b>				<b>Contenido de humedad óptimo (W%) = 14%</b>				



  

**Densidad seca VS Contenido de humedad**



$y = -0.0096x^2 + 0.2717x - 0.4039$   
 $R^2 = 0.9191$

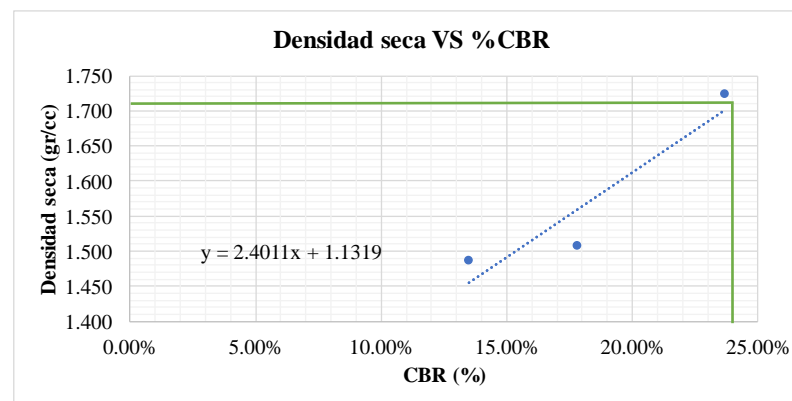
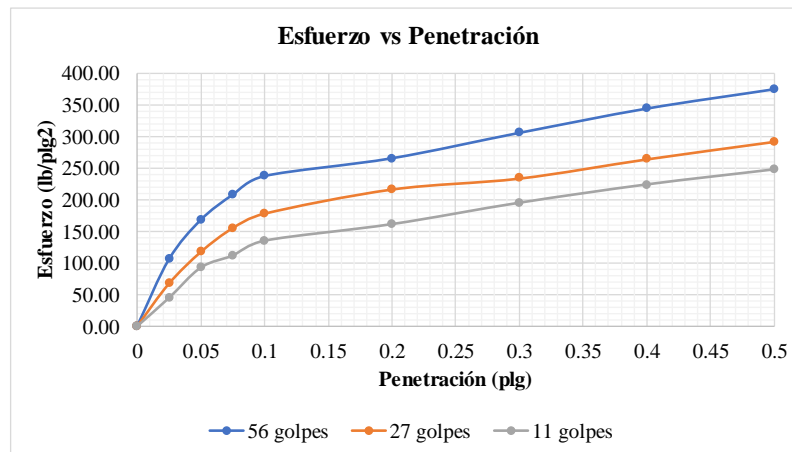
**Tabla 96. CBR, calicata #4**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	5+700	<b>Coordenada X:</b>	9847057			
<b>Calicata:</b>	4	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	764850			
<b>Peso de la muestra (gr)</b>		6000	<b>Tipo</b>		Proctor modificado			
<b>Peso de martillo (lb)</b>		10	<b>Densidad máxima (gr/cc)</b>		1.5			
<b>Altura de caída (pulg)</b>		18	<b>Contenido de humedad óptimo (%)</b>		14			
<b>Molde</b>			<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
<b>Dimensiones</b>			Diametro	15	Diametro	15	Diametro	15.1
			Altura	12.5	Altura	12.7	Altura	12.5
<b>Ensayo de compactación</b>								
Molde N°			1	2	3			
N° de capas			5	5	5			
N° de golpes			56	27	11			
<b>Condición de la muestra</b>			<b>Antes de remojo</b>					
Suelo húmedo+molde (gr)			13354	13687	13859			
Peso molde (gr)			9124	9654	9857			
Peso suelo húmedo (gr)			4230	4033	4002			
Volumen de muestra (cm <sup>3</sup> )			2208.93	2244.28	2238.48			
Peso unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )			1.91	1.80	1.79			
<b>Contenido de humedad</b>			<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>
Recipiente N°			25	30	35	40	45	50
Peso húmedo+recipiente (gr)			167.2	167.8	175.4	177.9	191.5	189.1
Peso seco+recipiente (gr)			154.6	153.1	152.4	154.3	164.2	162.8
Peso recipiente (gr)			30.7	30.9	32.5	32.1	31.7	31.4
Peso agua (gr)			12.60	14.70	23.00	23.60	27.30	26.30
Peso suelo seco (gr)			123.90	122.20	119.90	122.20	132.50	131.40
Contenido de humedad (%)			10.17	12.03	19.18	19.31	20.60	20.02
Contenido de humedad promedio (%)			11.10		19.25		20.31	
<b>Peso unitario seco <math>\gamma_m</math> (gr/cm<sup>3</sup>)</b>			<b>1.724</b>		<b>1.507</b>		<b>1.486</b>	



**PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISIA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"**

<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	5+700	<b>Coordenada X:</b>	9847057
<b>Calicata:</b>	4	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	764850
Máquina de compresión simple (Controls)	<b>Área del pistón (plg<sup>2</sup>)</b>	3	<b>Muestra</b>		Subrsante
	<b>Vel. De carga (mm/min)</b>	1.27	<b>Peso muestra (gr)</b>		6000
<b>N° Molde</b>	<b>56</b>		<b>27</b>		<b>11</b>
<b>Penetración (plg)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>	<b>Dial</b>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	317.10	105.70	202.50	67.50	134.10
0.050	504.00	168.00	352.80	117.60	277.50
0.075	622.80	207.60	465.90	155.30	334.20
0.100	711.30	237.10	534.60	178.20	404.40
0.200	795.60	265.20	649.20	216.40	482.70
0.300	915.90	305.30	701.10	233.70	583.80
0.400	1030.80	343.60	792.30	264.10	670.20
0.500	1122.30	374.10	875.40	291.80	741.30
<b>N° Molde</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>		<b>CBR 0.1 (plg)</b>	<b>Densidad seca</b>	
A	237.10		23.71%	1.724	
B	178.20		17.82%	1.507	
C	134.80		13.48%	1.486	
Densidad seca máxima			1.724		
95%			1.64		
<b>%CBR 0.1 (plg)</b>	<b>24.00%</b>		<b>Subrsante</b>	<b>Excelente</b>	



## **Calicata #5**

### **Ubicación**

Coordenada X: 9847661.32

Coordenada Y: 764598.03

Abscisa: K6+400



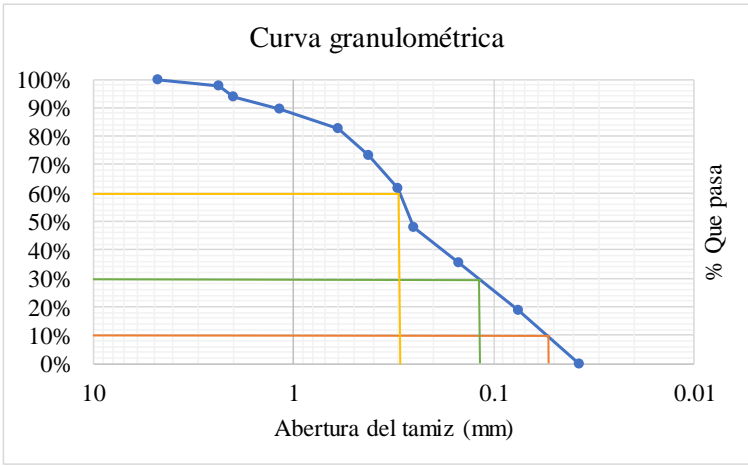
Profundidad: 1.00m

### **Ensayos**



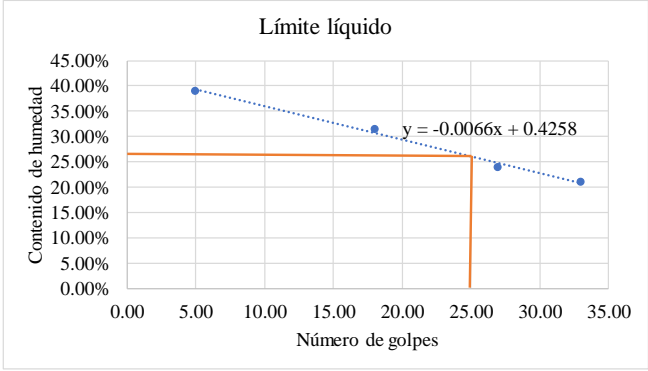
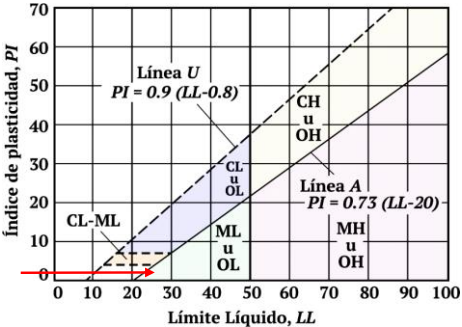
- Granulometría
- Límites de atterberg
- Proctor modificado tipo B
- CBR





Tabla 97. Granulometría, calicata #5

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>					
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Profundidad</b>	1m	<b>Coodendas</b>	
<b>Peso de la muestra:</b>	1000	<b>Abscisa</b>	6+400	X:9847661	
<b>Muestra:</b>	5	<b>Fecha</b>	05/06/2023	Y:764598	
Granulometría					
# Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa
4	4.76	0	0	0%	100%
8	2.36	24.9	24.9	2%	98%
10	2	39.3	64.2	6%	94%
16	1.18	42.8	107	11%	89%
30	0.6	65.4	172.4	17%	83%
40	0.425	97.2	269.6	27%	73%
50	0.3	113.5	383.1	38%	62%
60	0.25	136.4	519.5	52%	48%
100	0.15	128.2	647.7	65%	35%
200	0.075	166.4	814.1	81%	19%
Bandeja		185.8	999.9	100%	0%
Resultados					
		Cu	5.77	Error permitido	1.00%
D10	0.052	Cc	0.92	Error calculado	0.01%
D30	0.12				
D60	0.3				
Clasificación		Tipo de suelo			
<b>Grava</b>	0%	<b>Clasificación de grupo</b>		<b>Tipo de material</b>	
<b>Arena</b>	81%	SM		Arena limosa	
<b>Finos</b>	19%			Baja plasticidad	
					

**Tabla 98. Límites de atterberg, calicata #5**

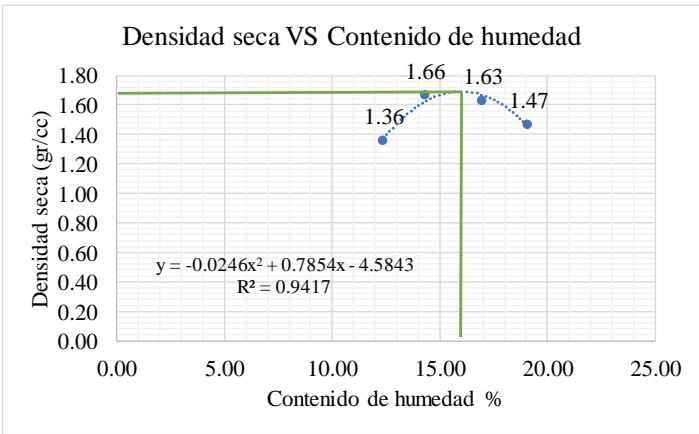
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	6+400	<b>Coordenada X:</b>	9847661			
<b>Muestra:</b>	5	<b>Fecha:</b>	05/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	764598			
Límite líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra húmeda + recipiente (gr)	28.20	27.90	26.10	25.30	24.10	23.80	22.60	21.90
Muestra seca + recipiente (gr)	23.40	23.50	22.70	21.60	21.70	21.50	20.40	20.10
Peso del recipiente (gr)	11.70	11.60	11.30	10.40	11.80	11.70	10.80	10.60
Peso del agua Ww (gr)	4.80	4.40	3.40	3.70	2.40	2.30	2.20	1.80
Peso de muestra seca (gr)	11.70	11.90	11.40	11.20	9.90	9.80	9.60	9.50
Contenido de humedad (%)	41.03%	36.97%	29.82%	33.04%	24.24%	23.47%	22.92%	18.95%
Contenido de humedad promedio	39.00%			31.43%		23.86%		20.93%
Número de golpes	5.00		18.00		27.00		33.00	
								
Límite plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra húmeda + recipiente (gr)	7.10	8.30	7.50	7.10	7.40			
Muestra seca + recipiente (gr)	6.90	8.10	7.30	6.90	7.20			
Peso del recipiente (gr)	6.10	7.10	6.20	6.10	6.40			
Peso del agua Ww (gr)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20			
Peso de muestra seca (gr)	0.80	1.00	1.10	0.80	0.80			
Contenido de humedad (%)	25.00%	20.00%	18.18%	25.00%	25.00%			
Límite plástico	22.64%							
RESULTADOS								
Límite líquido	26.08%							
Límite plástico	22.64%							
Índice de plasticidad	3.44%							
								

**Tabla 99.** Proctor modificado tipo B, calicata #5



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<p align="center"><b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</p>								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	6+400	<b>Coordenada X:</b>	9847661			
<b>Muestra:</b>	1	<b>Fecha:</b>	06/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	764598			
<b>Datos</b>								
# de golpes	56	Peso del martillo	10lb	Peso molde (gr)	15241			
Altura de caída	18"	# de capas	5	Volumen molde (cc)	2297.29			
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>Proceso de compactación</b>								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde+suelo húmedo (gr)	18743	19604	19616	19251				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3502	4363	4375	4010				
Densidad húmeda Ym (gr/cm <sup>3</sup> )	1.52	1.90	1.90	1.75				
<b>Contenido de humedad</b>								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso húmedo+recipiente (Wh+Wr)	163.46	167.54	185.44	186.14	196.75	195.53	208.16	211.72
Peso M.seca+recipiente (Ws+Wr)	148.13	153.25	165.51	167.65	172.85	171.32	180.15	182.45
Peso del recipiente (Wr)	31.2	30.7	32.7	31.6	30.4	30.5	32.1	30.7
Peso del agua (Ww)	15.33	14.29	19.93	18.49	23.9	24.21	28.01	29.27
Peso de la muestra seca (Ws)	116.93	122.55	132.81	136.05	142.45	140.82	148.05	151.75
Contenido de humedad (W%)	13.11	11.66	15.01	13.59	16.78	17.19	18.92	19.29
Contenido de humedad (W%) promedio	12.39		14.30		16.98		19.10	
Densidad seca Yd (gr/cm <sup>3</sup> )	1.36		1.66		1.63		1.47	
<b>Densidad seca máxima (Yd) = 1.7gr/cm<sup>3</sup></b>				<b>Contenido de humedad óptimo (W%) = 16%</b>				

**Densidad seca VS Contenido de humedad**



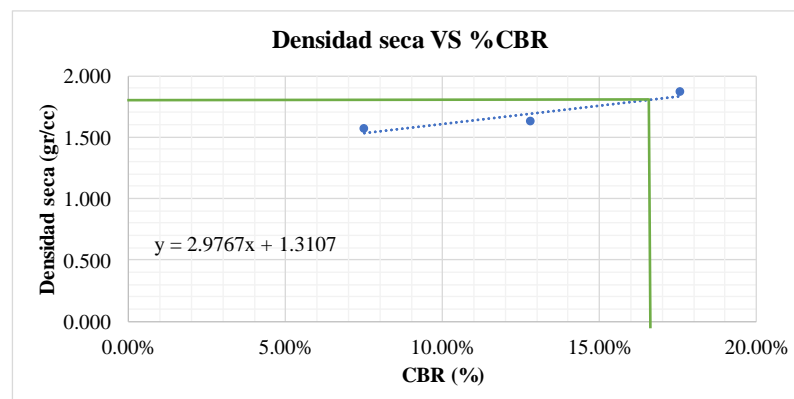
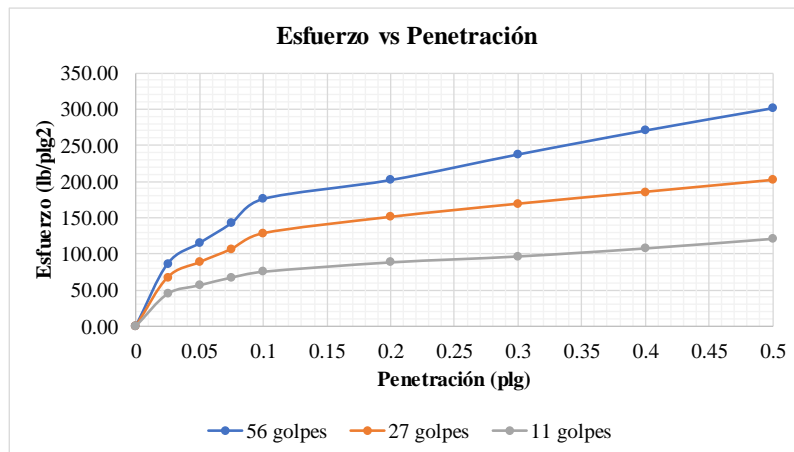
**Tabla 100. CBR, calicata #5**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	6+400	<b>Coordenada X:</b>	9847661		
<b>Calicata:</b>	5	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	764598		
<b>Peso de la muestra (gr)</b>	6000	<b>Tipo</b>		Proctor modificado			
<b>Peso de martillo (lb)</b>	10	<b>Densidad máxima (gr/cc)</b>		1.7			
<b>Altura de caída (pulg)</b>	18	<b>Contenido de humedad óptimo (%)</b>		16			
<b>Molde</b>		<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
<b>Dimensiones</b>		Diametro	15	Diametro	15	Diametro	15
		Altura	12.5	Altura	12.5	Altura	12.5
<b>Ensayo de compactación</b>							
Molde N°		1		2		3	
N° de capas		5		5		5	
N° de golpes		56		27		11	
<b>Condición de la muestra</b>		<b>Antes de remojo</b>					
Suelo húmedo+molde (gr)		11911		11604		11473	
Peso molde (gr)		7327		7316		7314	
Peso suelo húmedo (gr)		4584		4288		4159	
Volumen de muestra (cm <sup>3</sup> )		2208.93		2208.93		2208.93	
Peso unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )		2.08		1.94		1.88	
<b>Contenido de humedad</b>		<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>
Recipiente N°		25	30	35	40	45	50
Peso húmedo+recipiente (gr)		167.2	167.8	175.4	177.9	191.5	189.1
Peso seco+recipiente (gr)		154.6	153.1	152.4	154.3	164.2	162.8
Peso recipiente (gr)		30.7	30.9	32.5	32.1	31.7	31.4
Peso agua (gr)		12.60	14.70	23.00	23.60	27.30	26.30
Peso suelo seco (gr)		123.90	122.20	119.90	122.20	132.50	131.40
Contenido de humedad (%)		10.17	12.03	19.18	19.31	20.60	20.02
Contenido de humedad promedio (%)		11.10		19.25		20.31	
<b>Peso unitario seco <math>\gamma_m</math> (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>1.868</b>		<b>1.628</b>		<b>1.565</b>	



**PROYECTO:** "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	6+400	<b>Coordenada X:</b>	9847661
<b>Calicata:</b>	5	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	764598
Máquina de compresión simple (Controls)		<b>Área del pistón (plg<sup>2</sup>)</b>	3	<b>Muestra</b>	Subrasante
		<b>Vel. De carga (mm/min)</b>	1.27	<b>Peso muestra (gr)</b>	6000
<b>N° Molde</b>			<b>56</b>	<b>27</b>	<b>11</b>
<b>Penetración (plg)</b>		<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>
0.000		0.00	0.00	0.00	0.00
0.025		259.20	86.40	202.50	67.50
0.050		344.70	114.90	264.90	88.30
0.075		426.90	142.30	319.20	106.40
0.100		527.40	175.80	384.60	128.20
0.200		605.70	201.90	452.10	150.70
0.300		711.60	237.20	506.40	168.80
0.400		810.90	270.30	555.60	185.20
0.500		903.30	301.10	604.80	201.60
<b>N° Molde</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>		<b>CBR 0.1 (plg)</b>		<b>Densidad seca</b>
A	175.80		17.58%		1.868
B	128.20		12.82%		1.628
C	75.20		7.52%		1.565
<b>Densidad seca máxima</b>			1.868		
95%			1.77		
<b>%CBR 0.1 (plg)</b>		<b>16.60%</b>		<b>Subrasante</b>	<b>Regular-Bueno</b>



## **Calicata #6**

### **Ubicación**

Coordenada X: 9847982.62

Coordenada Y: 764371.96



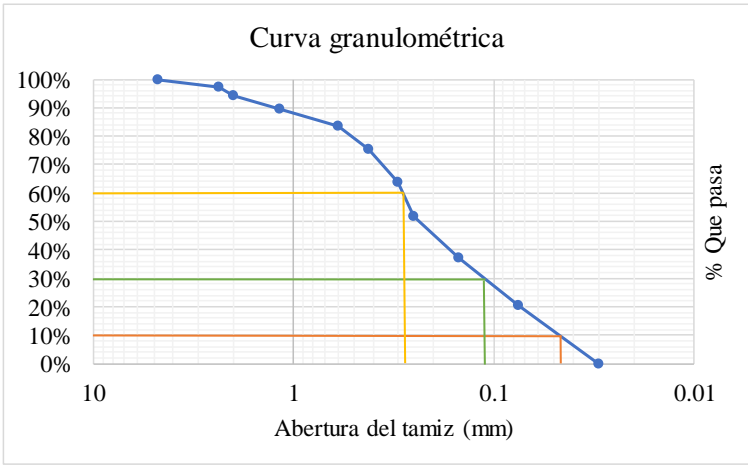
Abscisa: K6+800

Profundidad: 1.00m



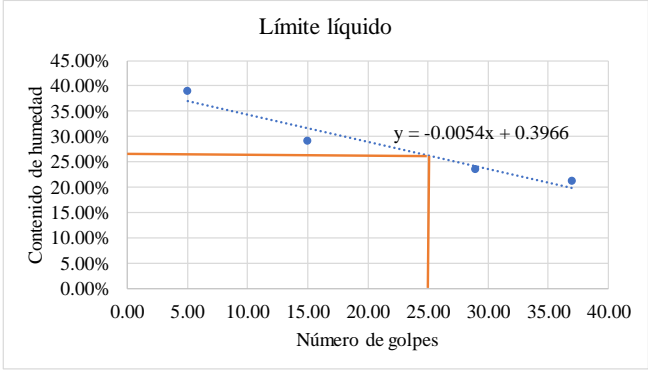
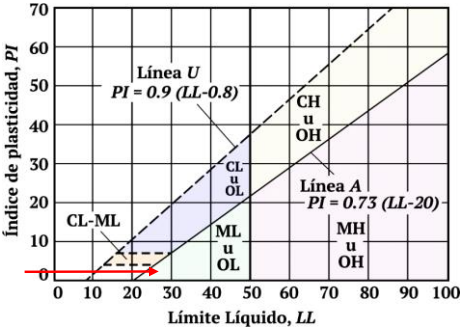
### **Ensayos**

- Granulometría
- Límites de atterberg
- Proctor modificado tipo B
- CBR

**Tabla 101.** Granulometría, calicata #6



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>					
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Profundidad</b>	1m	<b>Coodendas</b>	
<b>Peso de la muestra:</b>	1000	<b>Abscisa</b>	6+800	X:9847982	
<b>Muestra:</b>	6	<b>Fecha</b>	05/06/2023	Y:761371	
Granulometría					
# Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa
4	4.76	0	0	0%	100%
8	2.36	26.9	26.9	3%	97%
10	2	32.1	59	6%	94%
16	1.18	45.2	104.2	10%	90%
30	0.6	61.4	165.6	17%	83%
40	0.425	81.6	247.2	25%	75%
50	0.3	116.1	363.3	36%	64%
60	0.25	121.3	484.6	48%	52%
100	0.15	144.6	629.2	63%	37%
200	0.075	164.5	793.7	79%	21%
Bandeja		206.1	999.8	100%	0%
Resultados					
		Cu	6.17	Error permitido	1.00%
D10	0.047				
D30	0.11	Cc	0.89	Error calculado	0.02%
D60	0.29				
Clasificación		Tipo de suelo			
<b>Grava</b>	0%	<b>Clasificación de grupo</b>		<b>Tipo de material</b>	
<b>Arena</b>	79%	SM		Arena limosa	
<b>Finos</b>	21%			Baja plasticidad	
					

**Tabla 102. Límites de atterberg, calicata #6**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	6+800	<b>Coordenada X:</b>	9847982			
<b>Muestra:</b>	6	<b>Fecha:</b>	05/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	764371			
Límite líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra húmeda + recipiente (gr)	26.30	25.10	24.60	24.20	22.70	22.40	20.90	20.10
Muestra seca + recipiente (gr)	22.60	20.30	21.60	20.90	20.30	20.10	18.80	18.60
Peso del recipiente (gr)	10.60	10.10	10.20	10.50	10.20	10.10	10.30	10.10
Peso del agua Ww (gr)	3.70	4.80	3.00	3.30	2.40	2.30	2.10	1.50
Peso de muestra seca (gr)	12.00	10.20	11.40	10.40	10.10	10.00	8.50	8.50
Contenido de humedad (%)	30.83%	47.06%	26.32%	31.73%	23.76%	23.00%	24.71%	17.65%
Contenido de humedad promedio	38.95%		29.02%		23.38%		21.18%	
Número de golpes	5.00		15.00		29.00		37.00	
								
Límite plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra húmeda + recipiente (gr)	10.20	8.50	7.20	7.40	8.60			
Muestra seca + recipiente (gr)	10.00	8.30	7.00	7.20	8.40			
Peso del recipiente (gr)	9.10	7.50	6.20	6.50	7.40			
Peso del agua Ww (gr)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20			
Peso de muestra seca (gr)	0.90	0.80	0.80	0.70	1.00			
Contenido de humedad (%)	22.22%	25.00%	25.00%	28.57%	20.00%			
Límite plástico	24.16%							
RESULTADOS								
Límite líquido						26.16%		
Límite plástico						24.16%		
Índice de plasticidad						2.00%		
								

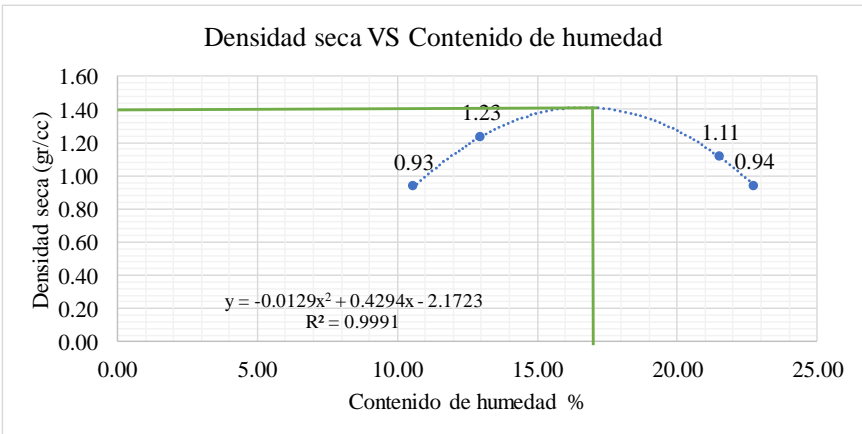


**Tabla 103.** Proctor modificado tipo B, calicata #6

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<p align="center"><b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</p>								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	6+800	<b>Coordenada X:</b>	9848211			
<b>Muestra:</b>	6	<b>Fecha:</b>	07/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	763879			
<b>Datos</b>								
# de golpes	56	Peso del martillo	10lb	Peso molde (gr)	14357			
Altura de caída	18"	# de capas	5	Volumen molde (cc)	2244.28			
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>Proceso de compactación</b>								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde+suelo húmedo (gr)	16675	17484	17397	16938				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2318	3127	3040	2581				
Densidad húmeda Ym (gr/cm <sup>3</sup> )	1.03	1.39	1.35	1.15				
<b>Contenido de humedad</b>								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso húmedo+recipiente (Wh+Wr)	145.3	146.1	162.7	163.2	174.5	175.9	195.1	191.8
Peso M.seca+recipiente (Ws+Wr)	134.5	135.2	148.5	147.2	146.8	152.4	164.2	162.8
Peso del recipiente (Wr)	32.6	32.1	31.5	31.7	30.8	30.1	31.4	32.3
Peso del agua (Ww)	10.8	10.9	14.2	16	27.7	23.5	30.9	29
Peso de la muestra seca (Ws)	101.9	103.1	117	115.5	116	122.3	132.8	130.5
Contenido de humedad (W%)	10.60	10.57	12.14	13.85	23.88	19.22	23.27	22.22
Contenido de humedad (W%) promedio	10.59		12.99		21.55		22.75	
Densidad seca Yd (gr/cm <sup>3</sup> )	0.93		1.23		1.11		0.94	
<b>Densidad seca máxima (Yd) = 1.4gr/cm<sup>3</sup></b>				<b>Contenido de humedad óptimo (W%) = 17%</b>				


  

**Densidad seca VS Contenido de humedad**



$y = -0.0129x^2 + 0.4294x - 2.1723$   
 $R^2 = 0.9991$

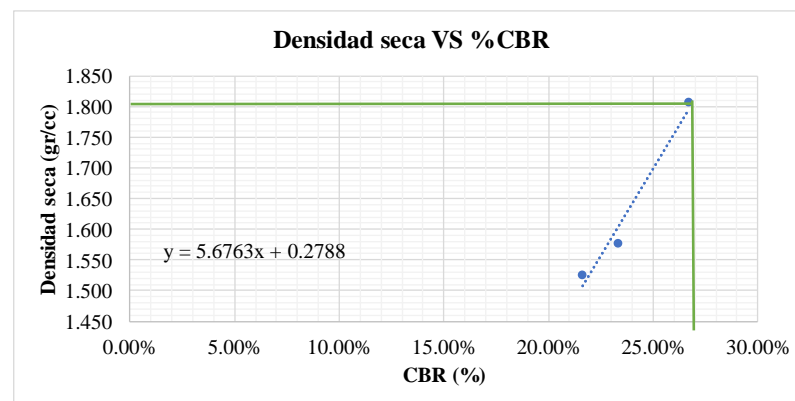
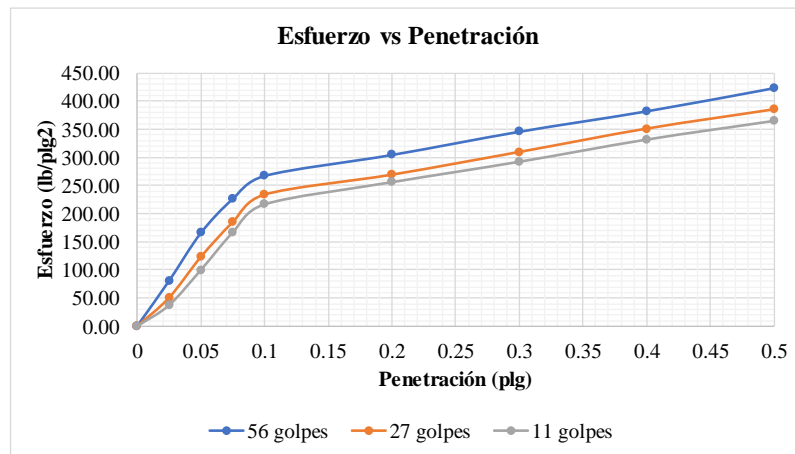
**Tabla 104. CBR, calicata #6**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	6+800	<b>Coordenada X:</b>	9847982		
<b>Calicata:</b>	6	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	763879		
<b>Peso de la muestra (gr)</b>		6000	<b>Tipo</b>			Proctor modificado	
<b>Peso de martillo (lb)</b>		10	<b>Densidad máxima (gr/cc)</b>			1.7	
<b>Altura de caída (pulg)</b>		18	<b>Contenido de humedad óptimo (%)</b>			16	
<b>Molde</b>		<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
<b>Dimensiones</b>		Diametro	15.1	Diametro	15.2	Diametro	15.1
		Altura	12.7	Altura	12.5	Altura	12.7
<b>Ensayo de compactación</b>							
Molde N°		1		2		3	
N° de capas		5		5		5	
N° de golpes		56		27		11	
<b>Condición de la muestra</b>		<b>Antes de remojo</b>					
Suelo húmedo+molde (gr)		11958		11475		11297	
Peso molde (gr)		7318		7127		7040	
Peso suelo húmedo (gr)		4640		4348		4257	
Volumen de muestra (cm <sup>3</sup> )		2274.30		2268.23		2274.30	
Peso unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )		2.04		1.92		1.87	
<b>Contenido de humedad</b>		<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>
Recipiente N°		25	30	35	40	45	50
Peso húmedo+recipiente (gr)		162.7	163.2	174.5	175.9	195.1	191.8
Peso seco+recipiente (gr)		148.5	147.2	146.8	152.4	164.2	162.8
Peso recipiente (gr)		31.5	31.7	30.8	30.1	31.4	32.3
Peso agua (gr)		14.20	16.00	27.70	23.50	30.90	29.00
Peso suelo seco (gr)		117.00	115.50	116.00	122.30	132.80	130.50
Contenido de humedad (%)		12.14	13.85	23.88	19.22	23.27	22.22
Contenido de humedad promedio (%)		12.99		21.55		22.75	
<b>Peso unitario seco <math>\gamma_m</math> (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>1.806</b>		<b>1.577</b>		<b>1.525</b>	



**PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISIA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"**

<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	6+800	<b>Coordenada X:</b>	9847982
<b>Calicata:</b>	6	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	763879
Máquina de compresión simple (Controls)	<b>Área del pistón (plg<sup>2</sup>)</b>	3	<b>Muestra</b>		Subrasante
	<b>Vel. De carga (mm/min)</b>	1.27	<b>Peso muestra (gr)</b>		6000
<b>N° Molde</b>	<b>56</b>		<b>27</b>		<b>11</b>
<b>Penetración (plg)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>	<b>Dial</b>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	240.90	80.30	150.90	50.30	111.90
0.050	497.10	165.70	368.10	122.70	299.10
0.075	678.90	226.30	552.90	184.30	498.90
0.100	802.20	267.40	700.20	233.40	649.20
0.200	914.40	304.80	806.40	268.80	767.40
0.300	1038.30	346.10	927.30	309.10	876.30
0.400	1147.50	382.50	1051.50	350.50	994.50
0.500	1271.10	423.70	1154.10	384.70	1094.10
<b>N° Molde</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>		<b>CBR 0.1 (plg)</b>		<b>Densidad seca</b>
A	267.40		26.74%		1.806
B	233.40		23.34%		1.577
C	216.40		21.64%		1.525
Densidad seca máxima			1.806		
95%			1.72		
<b>%CBR 0.1 (plg)</b>	<b>26.80%</b>		<b>Subrasante</b>		<b>Excelente</b>



## **Calicata #7**

### **Ubicación**

Coordenada X: 9848211.72

Coordenada Y: 763879.06



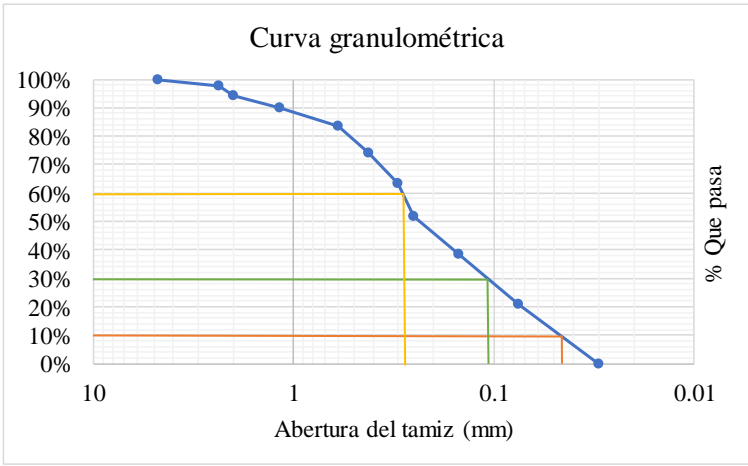
Abscisa: K7+400

Profundidad: 1.00m



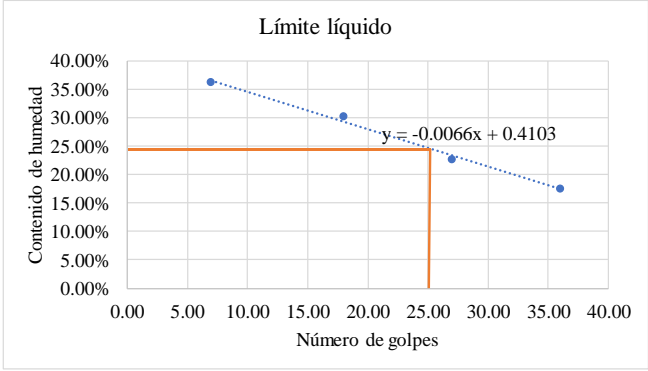
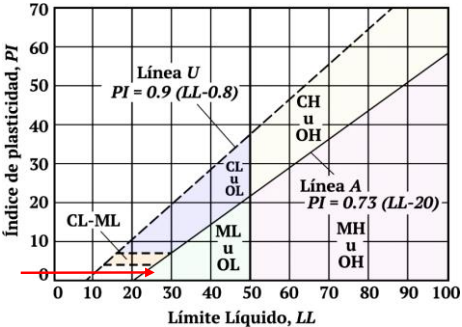
### **Ensayos**

- Granulometría
- Límites de atterberg
- Proctor modificado tipo B
- CBR



**Tabla 105.** Granulometría, calicata #7

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>						
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Profundidad</b>	1m	<b>Coodendas</b>		
<b>Peso de la muestra:</b>	1000	<b>Abscisa</b>	7+400	X:9848211		
<b>Muestra:</b>	7	<b>Fecha</b>	05/06/2023	Y:763879		
Granulometría						
# Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa	
4	4.76	0	0	0%	100%	
8	2.36	21.7	21.7	2%	98%	
10	2	35.3	57	6%	94%	
16	1.18	45.8	102.8	10%	90%	
30	0.6	61.2	164	16%	84%	
40	0.425	97.6	261.6	26%	74%	
50	0.3	106.3	367.9	37%	63%	
60	0.25	116.5	484.4	48%	52%	
100	0.15	129.2	613.6	61%	39%	
200	0.075	178.1	791.7	79%	21%	
Bandeja		208.2	999.9	100%	0%	
Resultados						
		Cu	6.30	Error permitido	1.00%	
D10	0.046	Cc	0.91	Error calculado	0.01%	
D30	0.11					
D60	0.29					
Clasificación		Tipo de suelo				
<b>Grava</b>	0%	<b>Clasificación de grupo</b>		<b>Tipo de material</b>		
<b>Arena</b>	79%	SM		Arena limosa		
<b>Finos</b>	21%			Baja plasticidad		
						

**Tabla 106. Límites de atterberg, calicata #7**

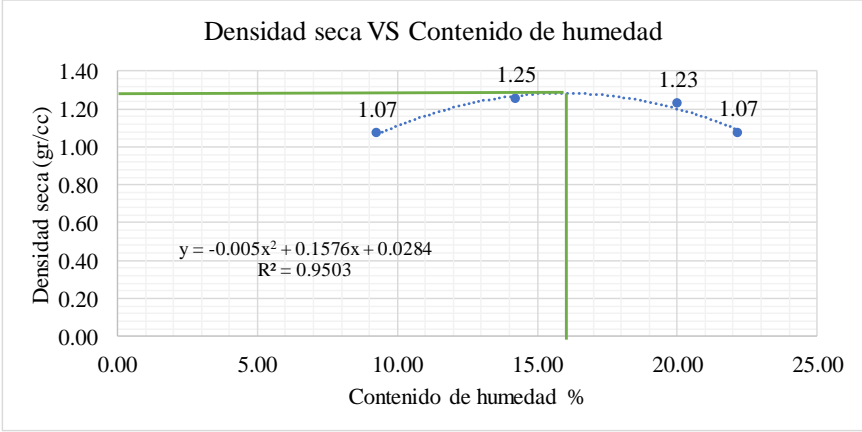
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	7+400	<b>Coordenada X:</b>	9848211			
<b>Muestra:</b>	7	<b>Fecha:</b>	05/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	763879			
Límite líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra húmeda + recipiente (gr)	27.20	25.90	25.70	25.10	27.20	26.30	20.90	21.90
Muestra seca + recipiente (gr)	23.40	21.50	22.60	21.40	24.60	23.30	19.20	20.60
Peso del recipiente (gr)	11.70	10.40	11.10	10.30	11.10	11.70	11.60	10.30
Peso del agua Ww (gr)	3.80	4.40	3.10	3.70	2.60	3.00	1.70	1.30
Peso de muestra seca (gr)	11.70	11.10	11.50	11.10	13.50	11.60	7.60	10.30
Contenido de humedad (%)	32.48%	39.64%	26.96%	33.33%	19.26%	25.86%	22.37%	12.62%
Contenido de humedad promedio	36.06%		30.14%		22.56%		17.49%	
Número de golpes	7.00		18.00		27.00		36.00	
								
Límite plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra húmeda + recipiente (gr)	8.20	9.30	11.20	8.30	7.50			
Muestra seca + recipiente (gr)	8.00	8.90	10.90	8.10	7.30			
Peso del recipiente (gr)	7.20	7.30	9.60	7.10	6.20			
Peso del agua Ww (gr)	0.20	0.40	0.30	0.20	0.20			
Peso de muestra seca (gr)	0.80	1.60	1.30	1.00	1.10			
Contenido de humedad (%)	25.00%	25.00%	23.08%	20.00%	18.18%			
Límite plástico						22.25%		
RESULTADOS								
Límite líquido						24.53%		
Límite plástico						22.25%		
Índice de plasticidad						2.28%		
								

**Tabla 107. Proctor modificado tipo B, calicata #7**



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	7+400	<b>Coordenada X:</b>	9848211			
<b>Muestra:</b>	7	<b>Fecha:</b>	07/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	763879			
Datos								
# de golpes	56	Peso del martillo	10lb	Peso molde (gr)	13347			
Altura de caída	18"	# de capas	5	Volumen molde (cc)	2358.96			
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
Proceso de compactación								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde+suelo húmedo (gr)	16106	16721	16823	16435				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2759	3374	3476	3088				
Densidad húmeda Ym (gr/cm <sup>3</sup> )	1.17	1.43	1.47	1.31				
Contenido de humedad								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso húmedo+recipiente (Wh+Wr)	104.8	105.2	116.8	115.9	120.3	121.2	134.6	137.1
Peso M.seca+recipiente (Ws+Wr)	98.1	99.4	105.3	106.7	105.6	106.4	116.4	117.4
Peso del recipiente (Wr)	30.7	32.1	33.7	32.6	33.4	31.2	32.4	30.5
Peso del agua (Ww)	6.7	5.8	11.5	9.2	14.7	14.8	18.2	19.7
Peso de la muestra seca (Ws)	67.4	67.3	71.6	74.1	72.2	75.2	84	86.9
Contenido de humedad (W%)	9.94	8.62	16.06	12.42	20.36	19.68	21.67	22.67
Contenido de humedad (W%) promedio	9.28		14.24		20.02		22.17	
Densidad seca Yd (gr/cm <sup>3</sup> )	1.07		1.25		1.23		1.07	
<b>Densidad seca máxima (Yd) = 1.28gr/cm<sup>3</sup></b>				<b>Contenido de humedad óptimo (W%) = 16%</b>				

**Densidad seca VS Contenido de humedad**



**Tabla 108. CBR, calicata #7**

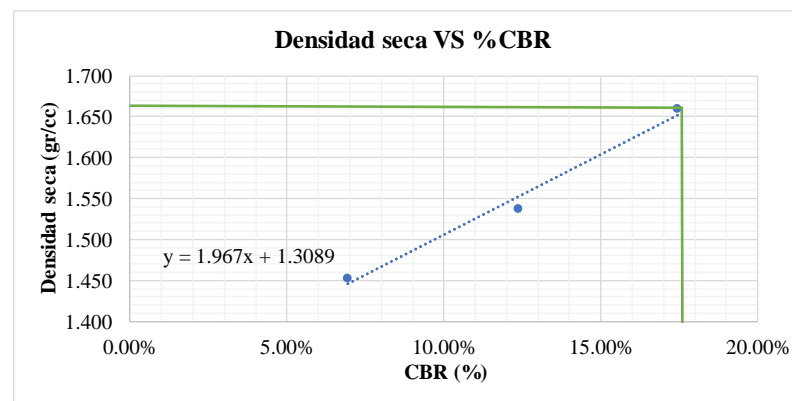
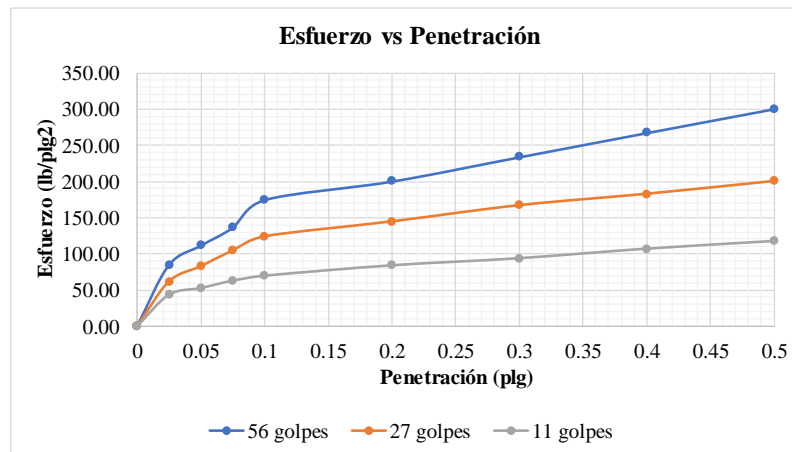
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	7+400	<b>Coordenada X:</b>	9848211		
<b>Calicata:</b>	7	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	763879		
<b>Peso de la muestra (gr)</b>	6000	<b>Tipo</b>		Proctor modificado			
<b>Peso de martillo (lb)</b>	10	<b>Densidad máxima (gr/cc)</b>		1.28			
<b>Altura de caída (pulg)</b>	18	<b>Contenido de humedad óptimo (%)</b>		16			
<b>Molde</b>		<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
<b>Dimensiones</b>		Diametro	15	Diametro	15	Diametro	15
		Altura	12.5	Altura	12.5	Altura	12.5
<b>Ensayo de compactación</b>							
Molde N°		1		2		3	
N° de capas		5		5		5	
N° de golpes		56		27		11	
<b>Condición de la muestra</b>		<b>Antes de remojo</b>					
Suelo húmedo+molde (gr)		11823		11721		11601	
Peso molde (gr)		7635		7644		7681	
Peso suelo húmedo (gr)		4188		4077		3920	
Volumen de muestra (cm <sup>3</sup> )		2208.93		2208.93		2208.93	
Peso unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )		1.90		1.85		1.77	
<b>Contenido de humedad</b>		<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>
Recipiente N°		25	30	35	40	45	50
Peso húmedo+recipiente (gr)		116.8	115.9	120.3	121.2	134.6	137.1
Peso seco+recipiente (gr)		105.3	106.7	105.6	106.4	116.4	117.4
Peso recipiente (gr)		33.7	32.6	33.4	31.2	32.4	30.5
Peso agua (gr)		11.50	9.20	14.70	14.80	18.20	19.70
Peso suelo seco (gr)		71.60	74.10	72.20	75.20	84.00	86.90
Contenido de humedad (%)		16.06	12.42	20.36	19.68	21.67	22.67
Contenido de humedad promedio (%)		14.24		20.02		22.17	
<b>Peso unitario seco <math>\gamma_m</math> (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>1.660</b>		<b>1.538</b>		<b>1.453</b>	





**PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISIA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"**

<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	7+400	<b>Coordenada X:</b>	9848211
<b>Calicata:</b>	7	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	763879
Máquina de compresión simple (Controls)	<b>Área del pistón (plg<sup>2</sup>)</b>	3	<b>Muestra</b>		Subrsante
	<b>Vel. De carga (mm/min)</b>	1.27	<b>Peso muestra (gr)</b>		6000
<b>N° Molde</b>	<b>56</b>		<b>27</b>		<b>11</b>
<b>Penetración (plg)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>	<b>Dial</b>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	253.80	84.60	185.10	61.70	130.20
0.050	334.20	111.40	248.40	82.80	157.80
0.075	408.60	136.20	313.80	104.60	188.10
0.100	523.50	174.50	371.40	123.80	208.50
0.200	600.30	200.10	433.50	144.50	251.40
0.300	701.10	233.70	500.40	166.80	280.80
0.400	801.60	267.20	547.50	182.50	320.10
0.500	900.90	300.30	600.30	200.10	351.60
<b>N° Molde</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>		<b>CBR 0.1 (plg)</b>		<b>Densidad seca</b>
A	174.50		17.45%		1.660
B	123.80		12.38%		1.538
C	69.50		6.95%		1.453
Densidad seca máxima			1.660		
95%			1.58		
<b>%CBR 0.1 (plg)</b>	<b>17.60%</b>		<b>Subrsante</b>	<b>Regular-Bueno</b>	



## **Calicata #8**

### **Ubicación**

Coordenada X: 9848330.37

Coordenada Y: 763420.75



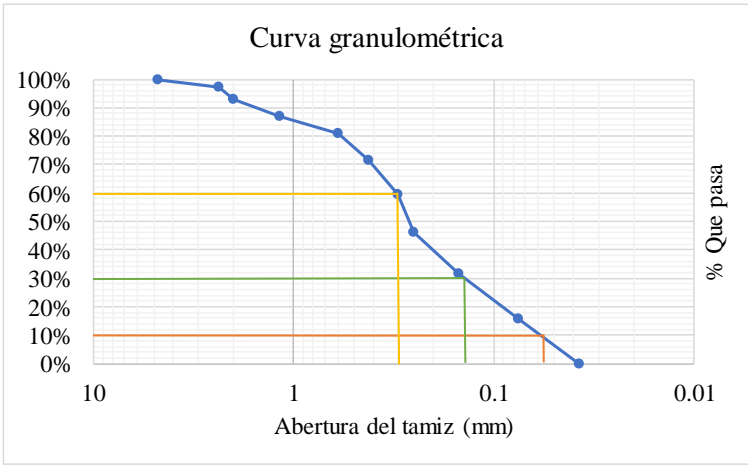
Abscisa: K7+800

Profundidad: 1.00m



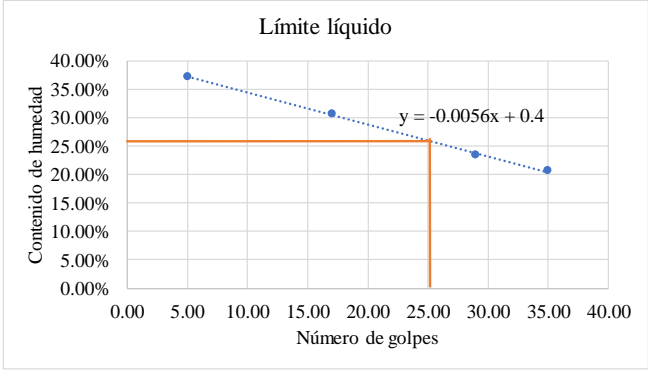
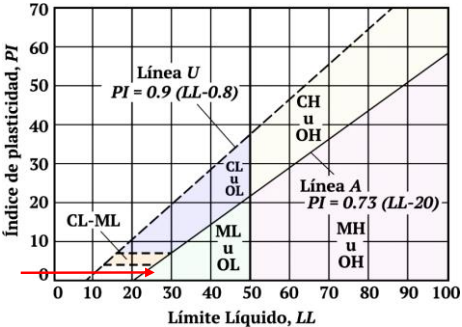
### **Ensayos**

- Granulometría
- Límites de atterberg
- Proctor modificado tipo B
- CBR



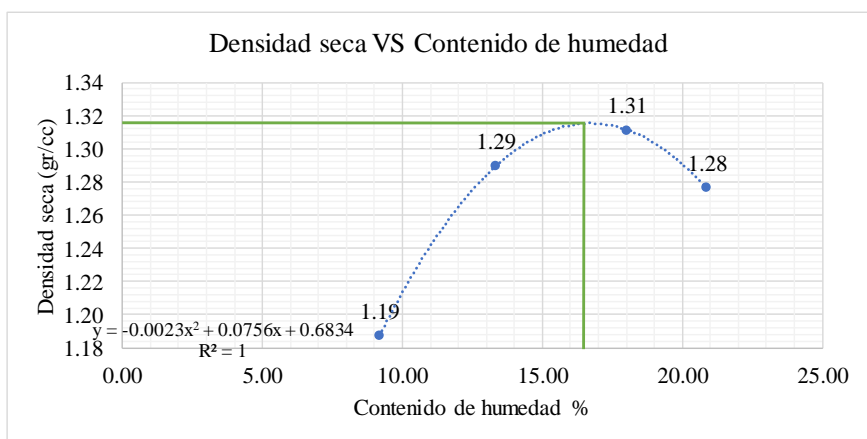
**Tabla 109.** Granulometría, calicata #8

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</b>					
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Profundidad</b>	1m	<b>Coodendas</b>	
<b>Peso de la muestra:</b>	1000	<b>Abscisa</b>	7+800	X:9848330	
<b>Muestra:</b>	8	<b>Fecha</b>	05/06/2023	Y:763420	
Granulometría					
# Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa
4	4.76	0	0	0%	100%
8	2.36	28.5	28.5	3%	97%
10	2	43.1	71.6	7%	93%
16	1.18	58.7	130.3	13%	87%
30	0.6	61.6	191.9	19%	81%
40	0.425	92.4	284.3	28%	72%
50	0.3	120.1	404.4	40%	60%
60	0.25	132.4	536.8	54%	46%
100	0.15	148.3	685.1	69%	31%
200	0.075	156.1	841.2	84%	16%
Bandeja		158.7	999.9	100%	0%
Resultados					
		Cu	5.26	Error permitido	1.00%
D10	0.057	Cc	1.15	Error calculado	0.01%
D30	0.14				
D60	0.3				
Clasificación		Tipo de suelo			
<b>Grava</b>	0%	<b>Clasificación de grupo</b>		<b>Tipo de material</b>	
<b>Arena</b>	84%	SM		Arena limosa	
<b>Finos</b>	16%			Baja plasticidad	
					



**Tabla 110. Límites de atterberg, calicata #8**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISIA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	7+800	<b>Coordenada X:</b>	9848330			
<b>Muestra:</b>	8	<b>Fecha:</b>	05/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	763420			
Límite líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra húmeda + recipiente (gr)	27.30	26.10	25.30	24.80	22.40	22.70	22.50	22.10
Muestra seca + recipiente (gr)	23.60	21.30	21.80	22.10	20.30	20.10	20.30	20.20
Peso del recipiente (gr)	11.60	10.30	11.70	11.90	10.20	10.10	10.10	10.60
Peso del agua Ww (gr)	3.70	4.80	3.50	2.70	2.10	2.60	2.20	1.90
Peso de muestra seca (gr)	12.00	11.00	10.10	10.20	10.10	10.00	10.20	9.60
Contenido de humedad (%)	30.83%	43.64%	34.65%	26.47%	20.79%	26.00%	21.57%	19.79%
Contenido de humedad promedio	37.23%			30.56%		23.40%		20.68%
Número de golpes	5.00		17.00		29.00		35.00	
								
Límite plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra húmeda + recipiente (gr)	11.10	8.50	8.10	7.40	8.30			
Muestra seca + recipiente (gr)	10.90	8.30	7.90	7.20	7.90			
Peso del recipiente (gr)	9.80	7.50	6.90	6.50	6.40			
Peso del agua Ww (gr)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.40			
Peso de muestra seca (gr)	1.10	0.80	1.00	0.70	1.50			
Contenido de humedad (%)	18.18%	25.00%	20.00%	28.57%	26.67%			
Límite plástico	23.68%							
RESULTADOS								
Límite líquido	26.00%							
Límite plástico	23.68%							
Índice de plasticidad	2.32%							
								

**Tabla 111. Proctor modificado tipo B, calicata #8**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	7+800	<b>Coordenada X:</b>	9848330			
<b>Muestra:</b>	8	<b>Fecha:</b>	07/06/2023	<b>Coordenada Y:</b>	763421			
<b>Datos</b>								
# de golpes	56	Peso del martillo	10lb	Peso molde (gr)	14276			
Altura de caída	18"	# de capas	5	Volumen molde (cc)	2304.52			
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
<b>Proceso de compactación</b>								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde+suelo húmedo (gr)	17263	17842	17831	17645				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2987	3566	3555	3369				
Densidad húmeda Ym (gr/cm <sup>3</sup> )	1.30	1.55	1.54	1.46				
<b>Contenido de humedad</b>								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso húmedo+recipiente (Wh+Wr)	141.3	146.2	154.5	154.2	164.7	166.2	172.8	172.1
Peso M.seca+recipiente (Ws+Wr)	132.4	136.3	135.8	135.5	141.7	143.5	155.8	155.9
Peso del recipiente (Wr)	32.5	31.7	30.3	33.4	32.6	33.7	32.1	30.7
Peso del agua (Ww)	8.9	9.9	18.7	18.7	23	22.7	17	16.2
Peso de la muestra seca (Ws)	99.9	104.6	105.5	102.1	109.1	109.8	123.7	125.2
Contenido de humedad (W%)	8.91	9.46	17.73	18.32	21.08	20.67	13.74	12.94
Contenido de humedad (W%) promedio	9.19		18.02		20.88		13.34	
Densidad seca Yd (gr/cm <sup>3</sup> )	1.19		1.31		1.28		1.29	
<b>Densidad seca máxima (Yd) = 1.31gr/cm<sup>3</sup></b>				<b>Contenido de humedad óptimo (W%) = 16.5%</b>				
								

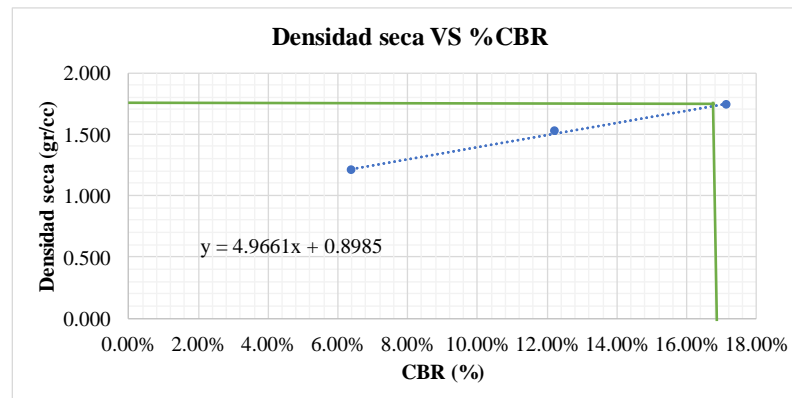
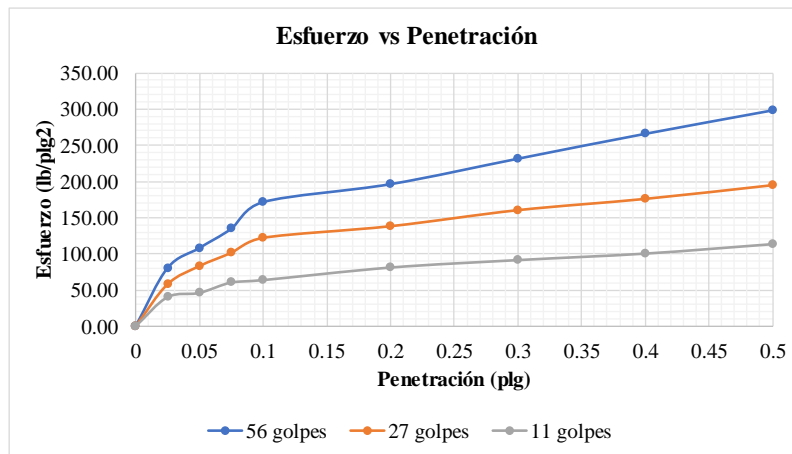
**Tabla 112. CBR, calicata #8**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
<b>PROYECTO:</b> "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	7+800	<b>Coordenada X:</b>	9848330		
<b>Calicata:</b>	8	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	763421		
<b>Peso de la muestra (gr)</b>	6000	<b>Tipo</b>		Proctor modificado			
<b>Peso de martillo (lb)</b>	10	<b>Densidad máxima (gr/cc)</b>		1.31			
<b>Altura de caída (pulg)</b>	18	<b>Contenido de humedad óptimo (%)</b>		16.5			
<b>Molde</b>		<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
<b>Dimensiones</b>		Diametro	15.2	Diametro	15.2	Diametro	15
		Altura	12.5	Altura	12.5	Altura	12.7
<b>Ensayo de compactación</b>							
Molde N°		1		2		3	
N° de capas		5		5		5	
N° de golpes		56		27		11	
<b>Condición de la muestra</b>		<b>Antes de remojo</b>					
Suelo húmedo+molde (gr)		11842		11645		11263	
Peso molde (gr)		7369		7566		7987	
Peso suelo húmedo (gr)		4473		4079		3276	
Volumen de muestra (cm <sup>3</sup> )		2268.23		2268.23		2244.28	
Peso unitario húmedo $\gamma_m$ (gr/cm <sup>3</sup> )		1.97		1.80		1.46	
<b>Contenido de humedad</b>		<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>
Recipiente N°		25	30	35	40	45	50
Peso húmedo+recipiente (gr)		172.8	172.1	154.5	154.2	164.7	166.2
Peso seco+recipiente (gr)		155.8	155.9	135.8	135.5	141.7	143.5
Peso recipiente (gr)		32.1	30.7	30.3	33.4	32.6	33.7
Peso agua (gr)		17.00	16.20	18.70	18.70	23.00	22.70
Peso suelo seco (gr)		123.70	125.20	105.50	102.10	109.10	109.80
Contenido de humedad (%)		13.74	12.94	17.73	18.32	21.08	20.67
Contenido de humedad promedio (%)		13.34		18.02		20.88	
<b>Peso unitario seco <math>\gamma_m</math> (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>1.740</b>		<b>1.524</b>		<b>1.208</b>	



**PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO EN EL TRAMO DE LA ABCISIA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"**

<b>Ensayado por:</b>	Iván Oleas	<b>Abscisa:</b>	7+800	<b>Coordenada X:</b>	9848330
<b>Calicata:</b>	8	<b>Norma:</b>	ASTM-D1883	<b>Coordenada Y:</b>	763421
Máquina de compresión simple (Controls)	<b>Área del pistón (plg<sup>2</sup>)</b>	3	<b>Muestra</b>		Subrsante
	<b>Vel. De carga (mm/min)</b>	1.27	<b>Peso muestra (gr)</b>		6000
<b>N° Molde</b>		<b>56</b>	<b>27</b>	<b>11</b>	
<b>Penetración (plg)</b>		<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>	<b>Dial</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>
0.000		0.00	0.00	0.00	0.00
0.025		241.20	80.40	174.30	58.10
0.050		324.30	108.10	249.60	83.20
0.075		403.80	134.60	304.80	101.60
0.100		514.20	171.40	366.90	122.30
0.200		588.60	196.20	415.20	138.40
0.300		693.90	231.30	481.80	160.60
0.400		797.10	265.70	528.60	176.20
0.500		894.30	298.10	585.60	195.20
<b>N° Molde</b>	<b>Presión (lb/plg<sup>2</sup>)</b>		<b>CBR 0.1 (plg)</b>		<b>Densidad seca</b>
A	171.40		17.14%		1.740
B	122.30		12.23%		1.524
C	63.90		6.39%		1.208
<b>Densidad seca máxima</b>		1.740			
95%		1.65			
<b>%CBR 0.1 (plg)</b>		<b>16.80%</b>		<b>Subrsante</b>	<b>Regular-Bueno</b>



**ANEXO D**  
**FOTOGRAFÍAS**



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



**Fotografía 1.**  
Conteo vehicular



**Fotografía 2.**  
Conteo y tipificación de fallas  
presentes en el pavimento



**Fotografía 3.**  
Levantamiento de la vía



**Fotografía 4.**  
Medición del espesor del pavimento

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



**Fotografía 5.**  
Temperatura del pavimento



**Fotografía 6.**  
Viga Benkelman



**Fotografía 7.**  
Calicatas, pozo a cielo  
abierto



**Fotografía 8.**  
Granulometría

# **ANEXO E**

# **PLANOS**



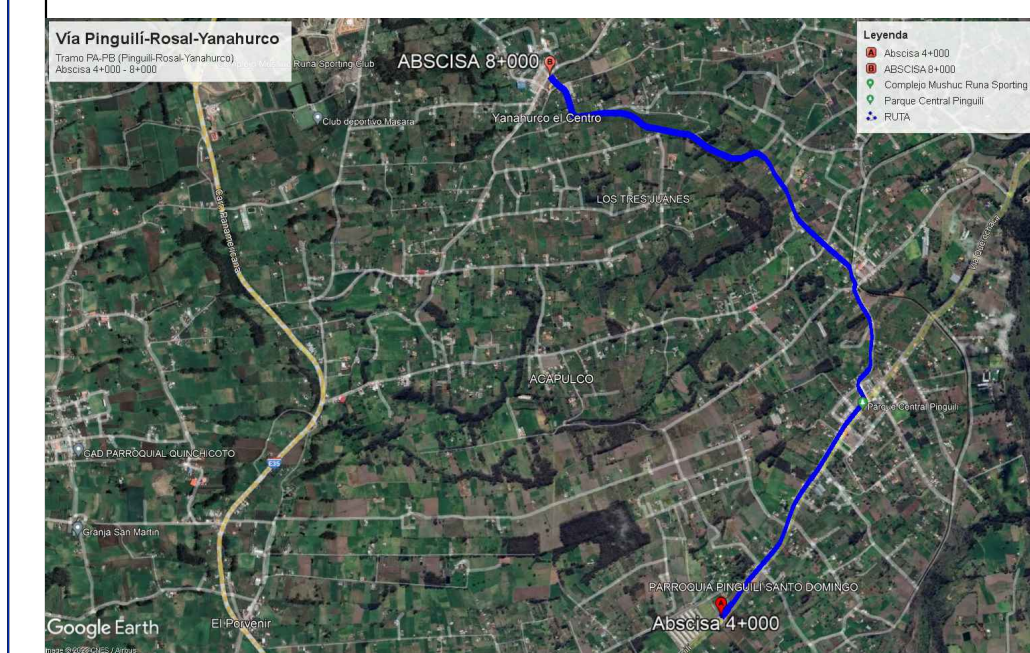
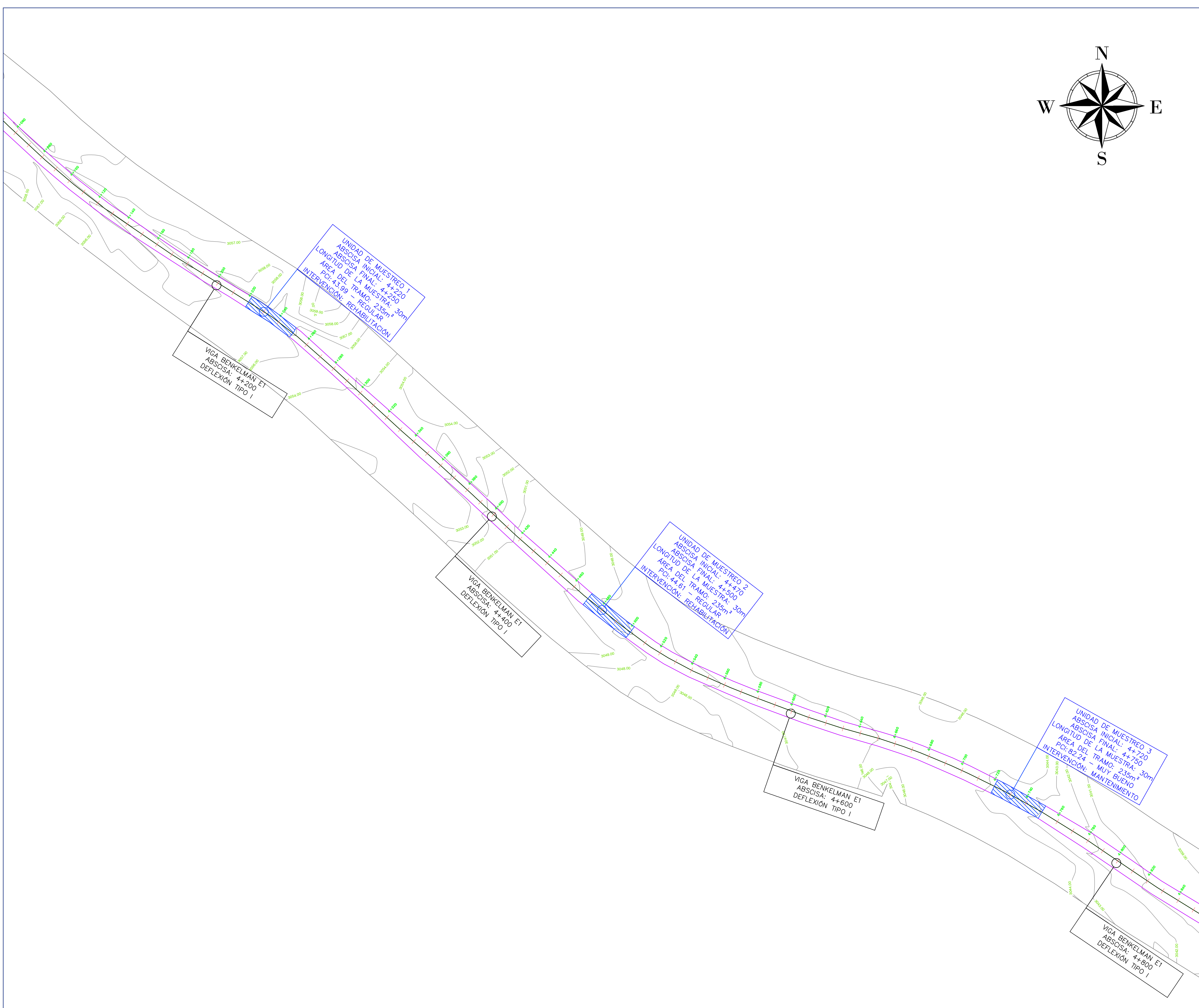
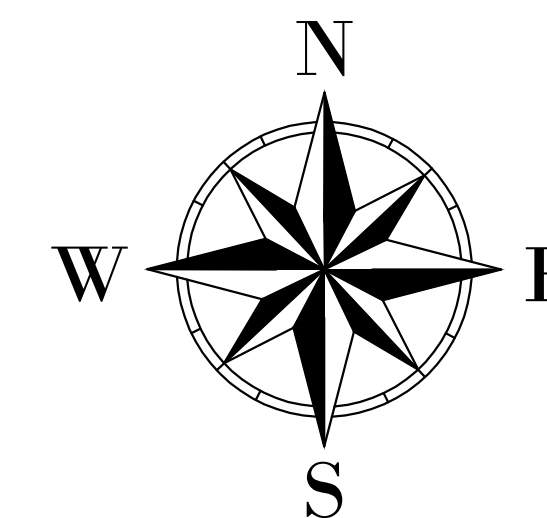


TEMA: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

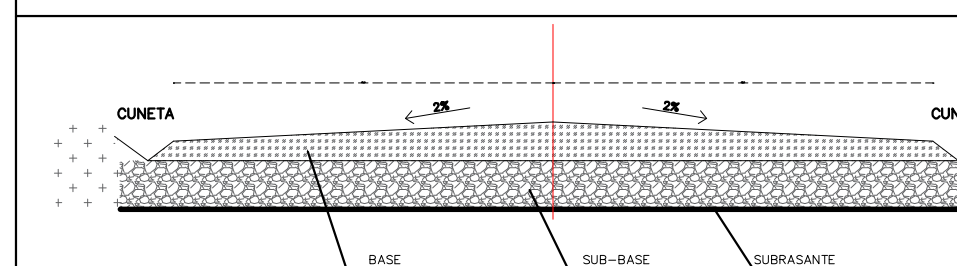
CONTENIDO:  
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO

UBICACIÓN	FECHA
MOCHA - TUNGURAHUA - ECUADOR	JULIO 2023
ABSCISA:	ESCALA
K4+000 - K8+000	1:1000

REALIZADO POR:	LAMINAS
IVÁN MOISÉS OLEAS CÓRDOVA	<b>01</b>
REVISADO POR:	DE 05
ING. MILTON ROGRIGO ALDAS SÁNCHEZ	



SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO





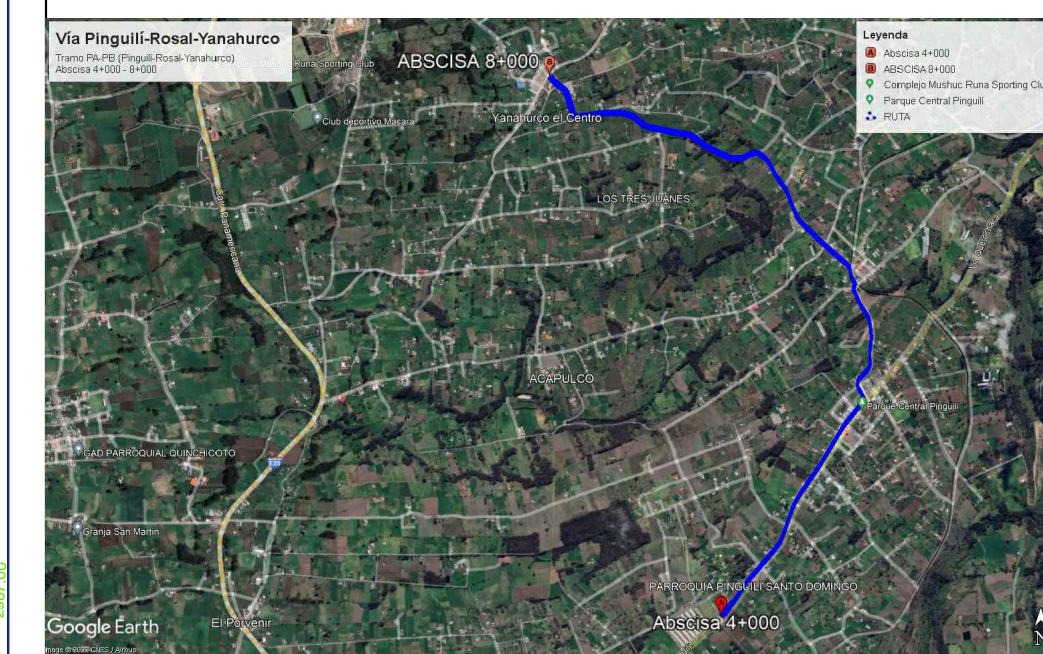
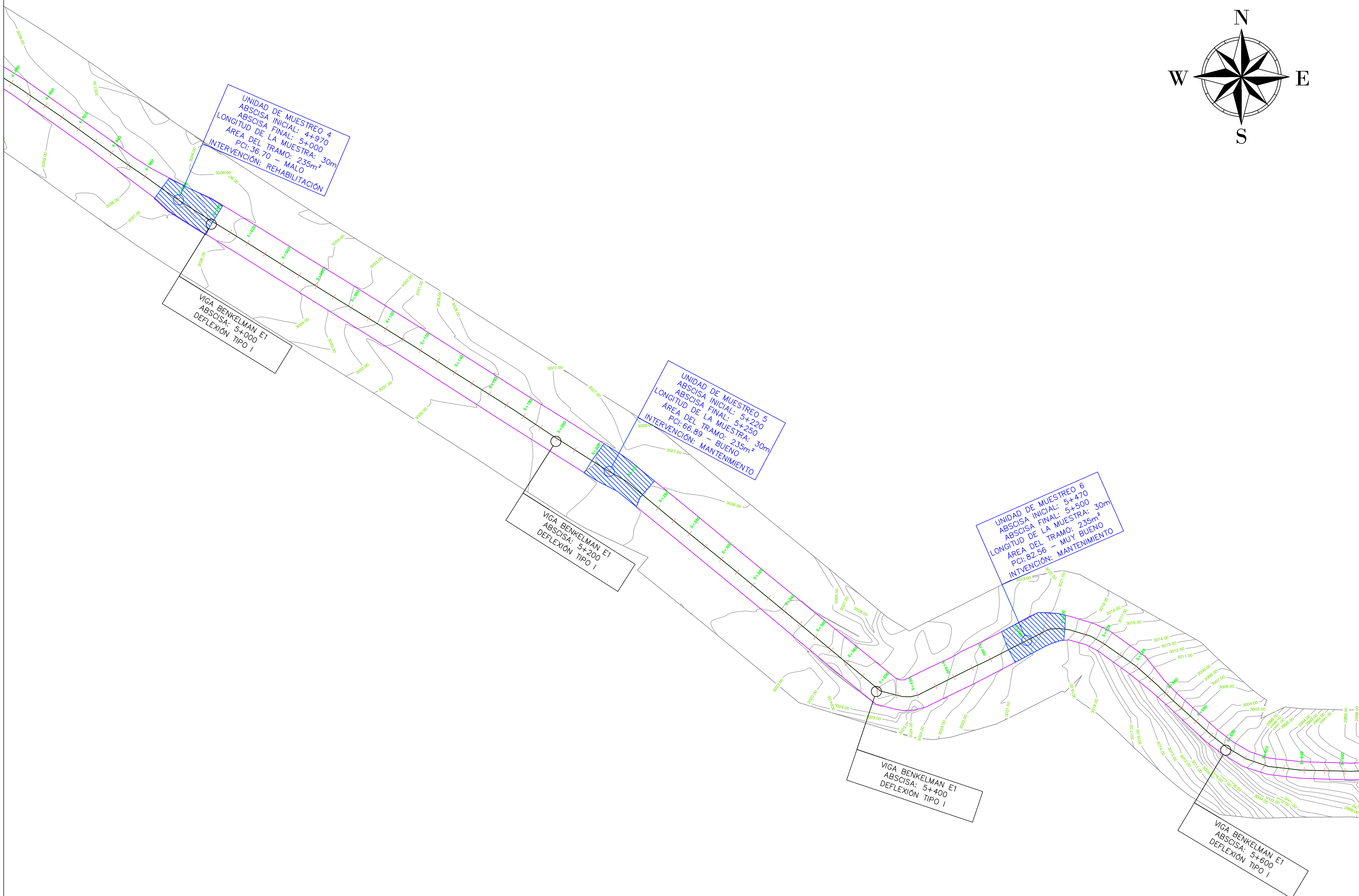
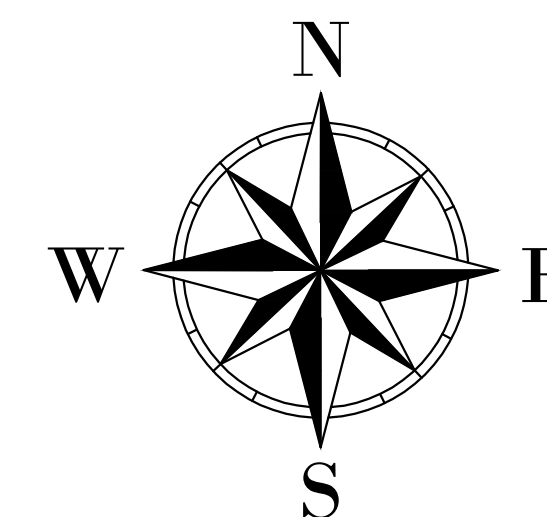


TEMA: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISIA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

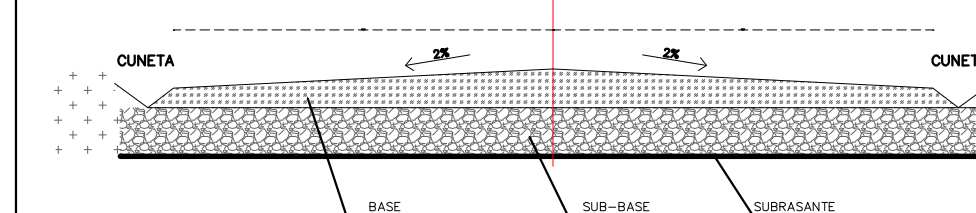
CONTENIDO:  
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO

UBICACIÓN	FECHA
MOCHA - TUNGURAHUA - ECUADOR	JULIO2023
ABSCISA:	ESCALA
K4+000 - K8+000	1:1000

REALIZADO POR:	LAMINAS
IVÁN MOISÉS OLEAS CÓRDOVA	<b>02</b>
REVISADO POR:	DE 05
ING. MILTON ROGRIGO ALDAS SÁNCHEZ	



SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO





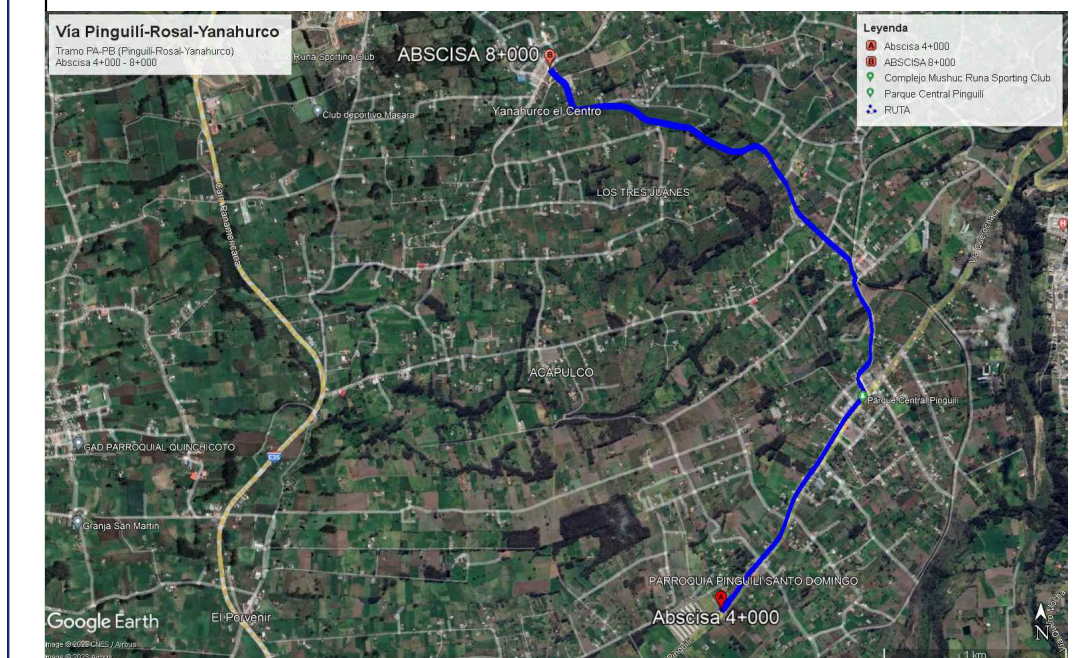
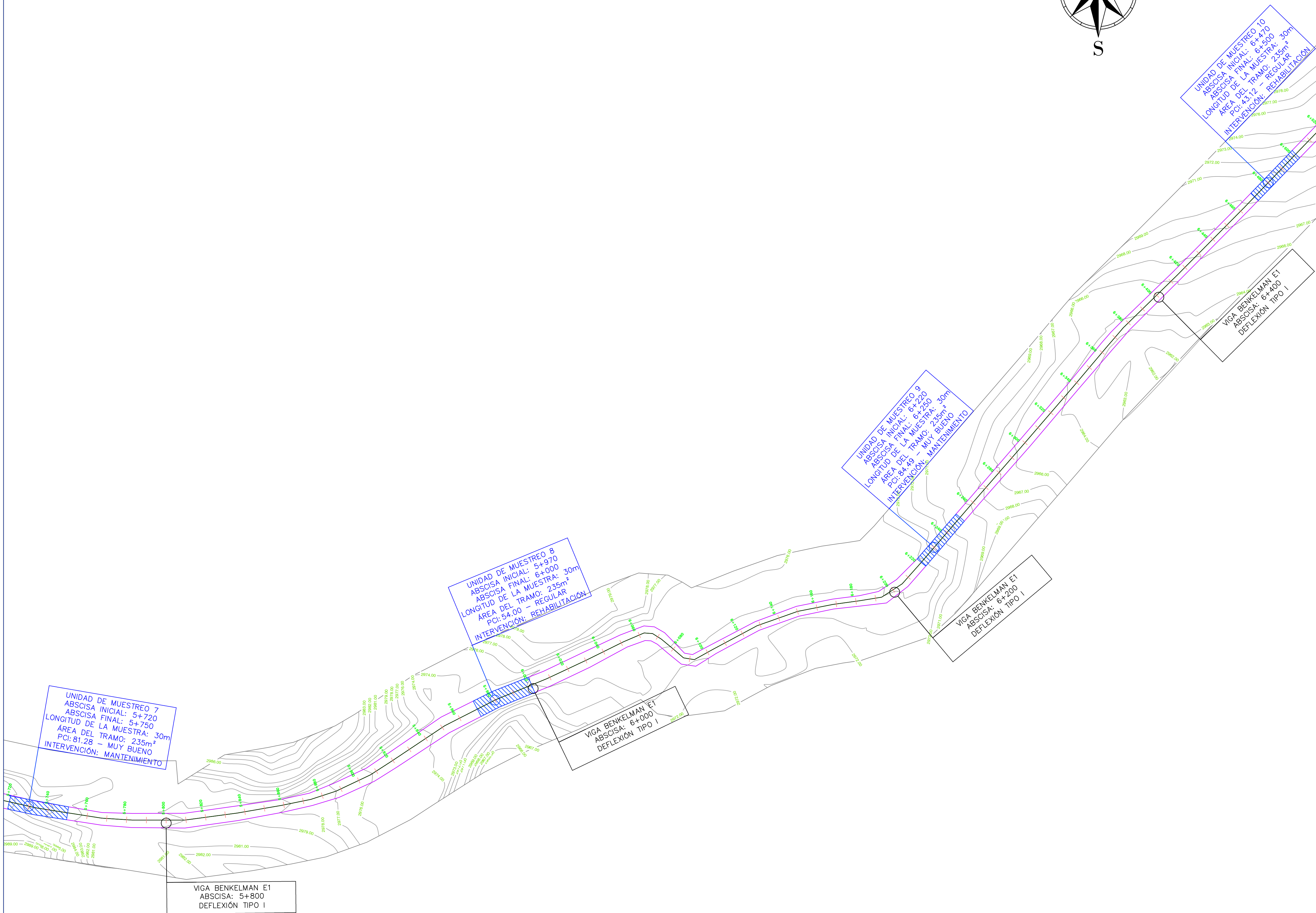
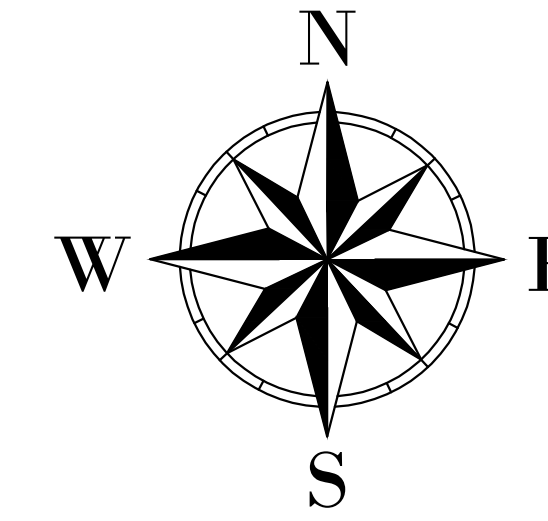


TEMA: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

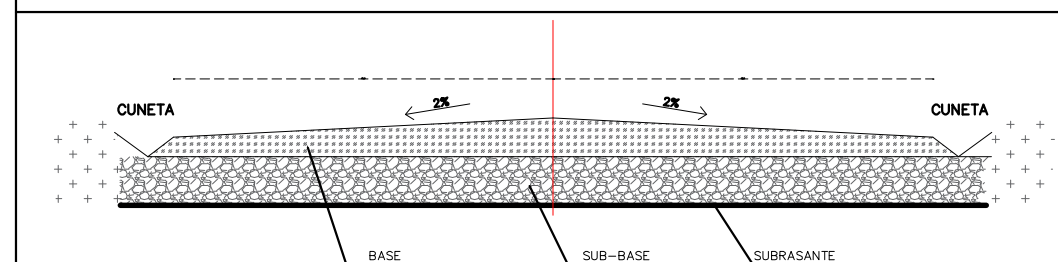
CONTENIDO:  
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO

UBICACIÓN	FECHA
MOCHA - TUNGURAHUA - ECUADOR	JULIO 2023
ABSCISA:	ESCALA
K4+000 - K8+000	1:1000

REALIZADO POR:	LAMINAS
IVÁN MOISÉS OLEAS CÓRDOVA	<b>03</b>
REVISADO POR:	DE 05
ING. MILTON ROGRIGO ALDAS SÁNCHEZ	



SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO





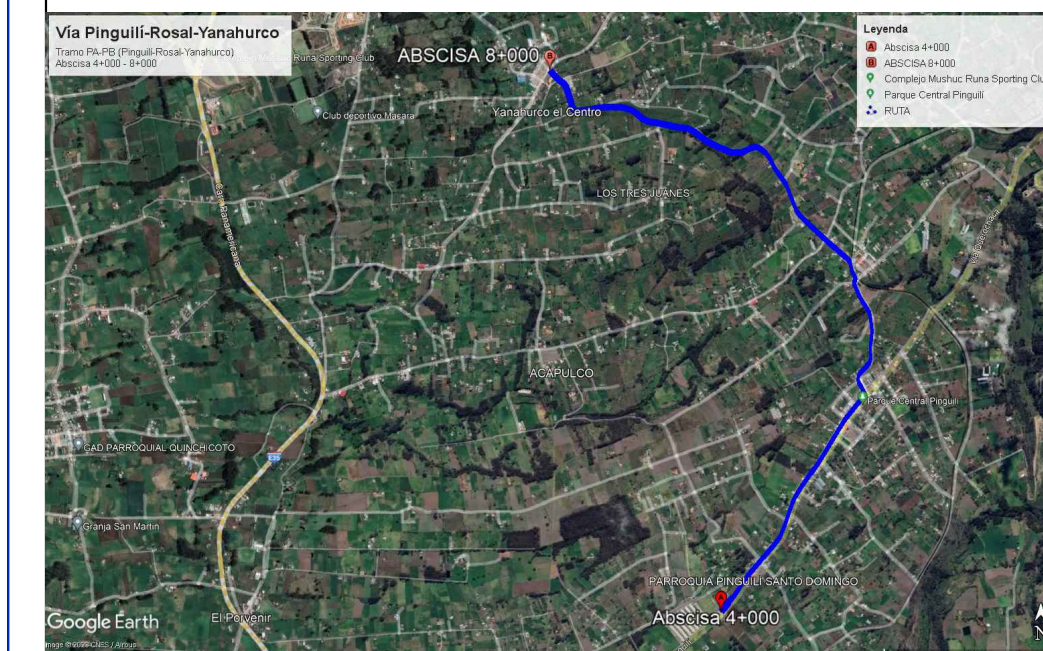
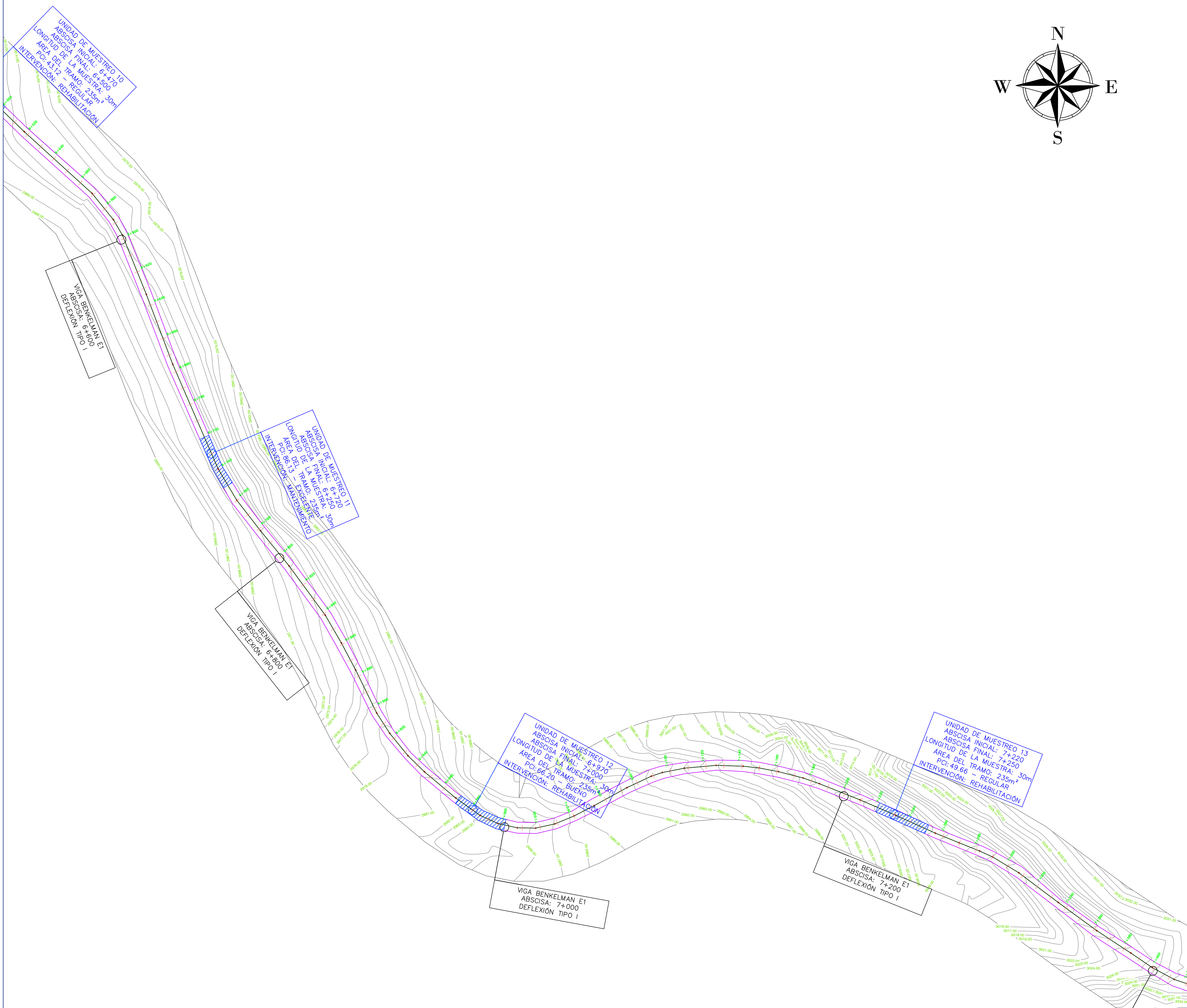
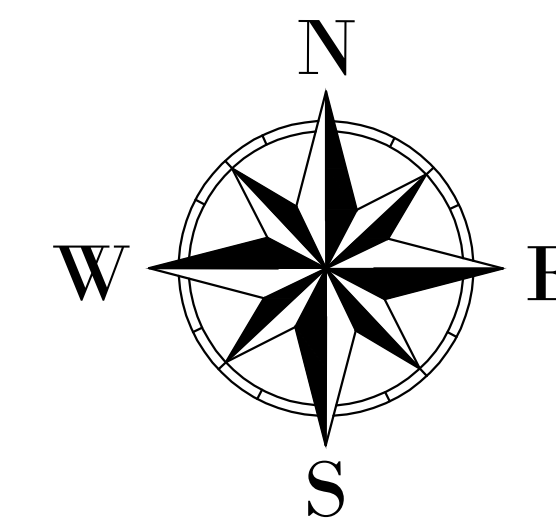


TEMA: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

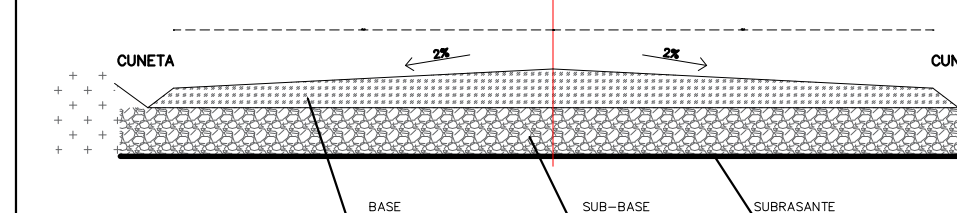
CONTENIDO:  
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA VIA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO

UBICACIÓN	FECHA
MOCHA - TUNGURAHUA - ECUADOR	JULIO 2023
ABSCISA:	ESCALA
K4+000 - K8+000	1:1000

REALIZADO POR:	LAMINAS
IVÁN MOISÉS OLEAS CÓRDOVA	<b>04</b>
REVISADO POR:	DE 05
ING. MILTON ROGRIGO ALDAS SÁNCHEZ	



SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VIA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO





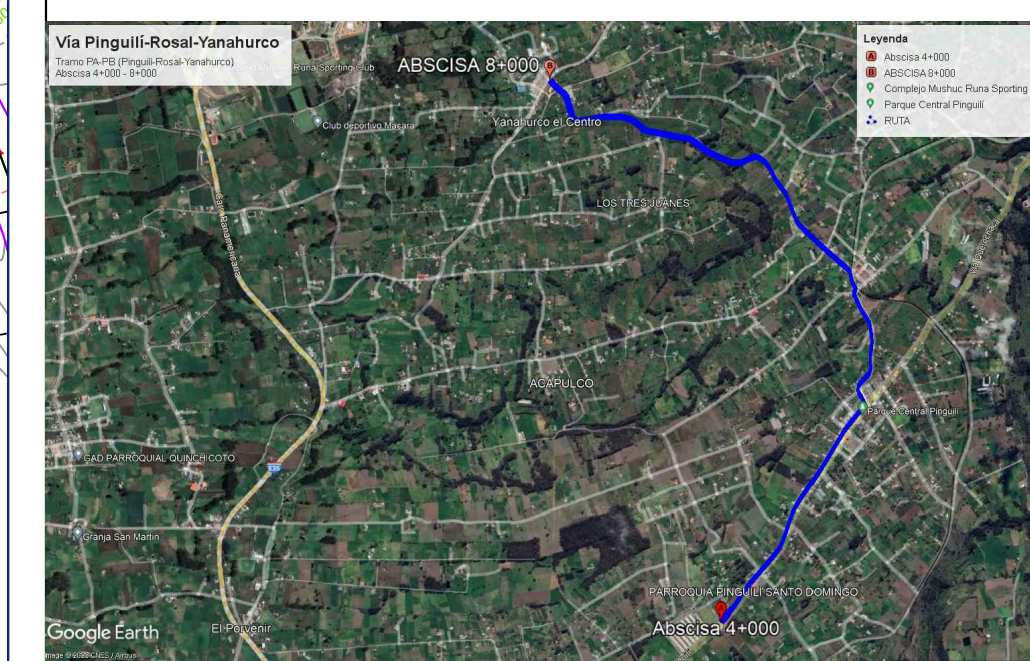
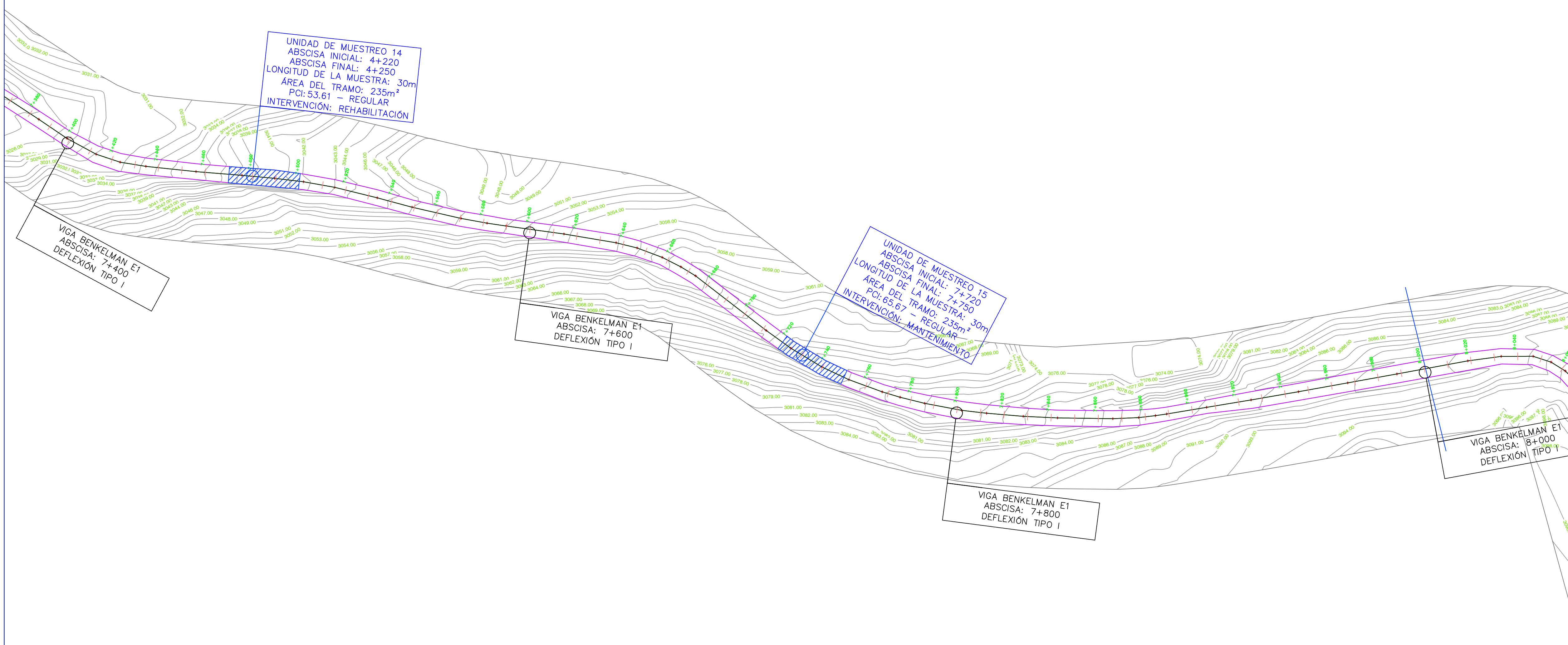
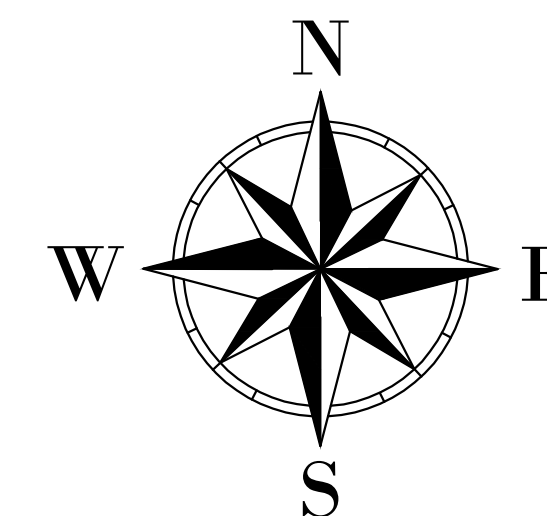


TEMA: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISCA K4+000 A K8+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

CONTENIDO:  
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO

UBICACIÓN	FECHA
MOCHA - TUNGURAHUA - ECUADOR	JULIO 2023
ABSCISA: K4+000 - K8+000	ESCALA 1:1000

REALIZADO POR: IVÁN MOISÉS OLEAS CÓRDOVA	LAMINAS <b>05</b> DE 05
REVISADO POR: ING. MILTON ROGRIGO ALDAS SÁNCHEZ	



SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA PINGUILÍ-EL ROSAL-YANAHURCO

