



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 PICAIHUA – CHIQUICHA DE LA ABS
4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

Autor: Fabricio Adrián Vega Martínez

Tutor: Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, Ph.D.

AMBATO – ECUADOR

Agosto - 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA – CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. **Fabricio Adrián Vega Martínez**, portador de la cédula de ciudadanía C.I.1804904553, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, agosto 2023



.....
Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, Ph.D.

TUTOR

AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Fabricio Adrián Vega Martínez, con C.I.1804904553 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“DISEÑO DE UN PLAN DECONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA – CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, agosto 2023



.....
Fabricio Adrián Vega Martínez

C.I. 1804904553

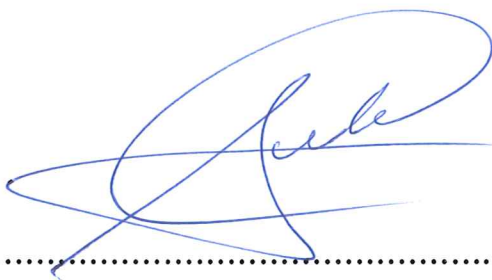
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, agosto 2023



Fabricio Adrián Vega Martínez

C.I. 1804904553

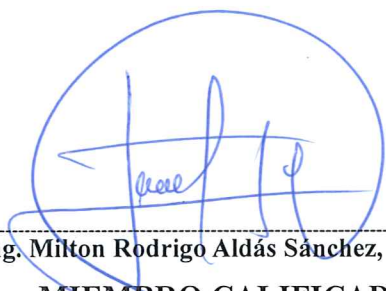
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Fabricio Adrián Vega Martínez, 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 PICAIHUA – CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, agosto 2023

Para constancia firma:



Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez, Ph.D.
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Byron Genaro Cañizares Proaño, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este proyecto final a mis madres, a ellas quienes siempre confiaron en mí; dedico este trabajo a mi viejita, esfuerzo que lo hice día a día para lograr una sonrisa en su rostro, y ver a su nieto logrando un objetivo más dentro de sus estudios.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por permitirme grandes oportunidades en mi vida, a mi madre y abuelita, quienes han sido el pilar fundamental para guiarme día a día; enseñarme que todo lo puedo lograr con dedicación y mucho esfuerzo, por estar siempre a mi lado, acompañarme día a día, enseñarme el valor de la humildad y la sencillez, confiar en que iba a lograr cumplir muchas metas y proyectos; mi viejita quien me puso siempre un plato de comida en mi mesa y cada madrugada levantarse para irme a estudiar; un agradecimiento especial para mi tío Franklin Gavilanes, la persona que cumplió como padre, me enseñó a trabajar, a ganarme cada centavo, a luchar por mis sueños, a saber que con mucho esfuerzo lo iba a lograr y que hoy que se encuentra lejos siempre quiso verme triunfar, me abrió las puertas de muchos trabajos, me dio a conocer en el ámbito laboral, a tener amistades, a ser sociable y responsable, cumplir con cada trabajo o persona que si se le puede ayudar de corazón pues se lo hace, el agradecimiento siempre para todos mis familiares que de una u otra manera me supieron ayudar con trabajo para continuar con mis estudios, amigos, conocidos, amistades que me dieron la oportunidad de avanzar con mis objetivos.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN EJECUTIVO	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	1
1. Tema	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	6
2.1. Materiales	6
2.1.1. Fase I.- Levantamiento de información	6
2.1.2. Fase II.- Estudio de movilidad vehicular	6
2.1.3. Fase III.- Determinación de los componentes físicos	7
2.1.4. Fase IV.- Presupuesto referencial	8
2.2. Métodos	8
2.2.1. Fase I.- Levantamiento de información	9
2.2.2. Fase II.- Estudio de movilidad vehicular	9
2.2.3. Fase III.- Determinación de los componentes físicos	13
2.2.4. Fase IV.- Presupuesto referencial	26
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1. Análisis y discusión de los resultados	28
3.1.1. Ubicación del Proyecto	28
3.1.2. Georreferenciación de la vía	28
3.1.3. Análisis del Tráfico	29

3.1.4. Cálculo del índice de Condición del Pavimento (PCI)	36
3.1.5. Evaluación de deflexiones en la capa de rodadura	40
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
4.1. Conclusiones	57
4.2. Recomendaciones	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formato de Hoja de Campo para Conteo Vehicular	12
Figura 2. Formato de Hoja de Campo para Inspección Visual PCI	19
Figura 3. Formato de hoja de Campo para Deflexión de la Viga Benkelman	25
Figura 4. Formato de APU	27
Figura 5. Vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 – 9+400	28
Figura 6. Estación de conteo vehicular.....	30
Figura 7. Número de vehículos que circulan por día	31
Figura 8. Deflectograma	51
Figura 9. Deflexiones proyectadas	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales y Equipos utilizados en la Fase I	6
Tabla 2. Materiales y Equipos utilizados en la Fase II	7
Tabla 3. Materiales y Equipos utilizados en la Fase III	7
Tabla 4. Materiales y Equipos utilizados en la Fase IV	8
Tabla 5. Ensayos y su normativa correspondiente	13
Tabla 6. Dimensiones del equipo usado en el ensayo Proctor modificado	15
Tabla 7. Clasificación de suelos según CBR	16
Tabla 8. Tipos de fallas.....	17
Tabla 9. Rango de calificación del PCI.....	18
Tabla 10. Nivel de intervención del pavimento	21
Tabla 11. Punto de ensayo desde el borde del pavimento - ensayo viga Benkelman	22
Tabla 12. Coordenadas del proyecto.....	28
Tabla 13. Georreferenciación de la Vía	29
Tabla 14. Georreferenciación de la Vía	30
Tabla 15. Número de vehículos que circulan por día.....	30
Tabla 16. Conteo Vehicular – Hora Pico.....	31

Tabla 17. Factor del TPDA según la zona de estudio.....	32
Tabla 18. TPDA actual de la Vía Picaihua – Chiquicha.....	32
Tabla 19. Tráfico atraído de la Vía Picaihua – Chiquicha.....	33
Tabla 20. TPDA de la Vía Picaihua – Chiquicha.....	34
Tabla 21. Tasa de crecimiento vehicular Tungurahua	35
Tabla 22. Tráfico futuro en la vía Picaihua - Chiquicha.....	35
Tabla 23. Tráfico futuro en la vía Picaihua - Chiquicha.....	36
Tabla 24. Datos para el PCI.....	37
Tabla 25. Datos de las unidades de muestreo	38
Tabla 26. PCI de la vía Picaihua – Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400.....	39
Tabla 27. Deflexiones de la vía Picaihua – Chiquicha Abs 4+700 – 9+400.....	40
Tabla 28. Deflexiones corregidas por el brazo con relación 1:2	41
Tabla 29. Deflexiones corregidas por temperatura	42
Tabla 30. Factores de corrección por estacionalidad	42
Tabla 31. Deflexiones corregidas por estacionalidad.....	43
Tabla 32. Radio de curvatura.....	44
Tabla 33. Desviación estándar de las deflexiones máximas obtenidas.....	45
Tabla 34. Ecuaciones de deflexiones características	45
Tabla 35. Ecuaciones de deflexiones características	46
Tabla 36. Factor de distribución direccional (Fd).....	47
Tabla 37. Cálculo de ejes equivalentes	48
Tabla 38. Tipos de deflexiones	49
Tabla 39. Deflexiones de la vía Picaihua – Chiquicha Abs 4+700 hasta 9+400 corregidas ..	49
Tabla 40. Resultados ensayo Viga Benkelman	50
Tabla 41. Deflexiones proyectadas.....	51
Tabla 42. Muestras de suelo	52
Tabla 43. Resultados de Granulometría.....	53
Tabla 44. Resultados de Límites de Atterberg	53
Tabla 45. Resultados de Proctor modificado tipo B.....	54
Tabla 46. Resultados de Proctor modificado tipo B.....	54
Tabla 47. Resumen de fallas con sus soluciones.....	55
Tabla 48. Resumen de fallas con sus soluciones.....	56
Tabla 49. Presupuesto referencial	56

RESUMEN EJECUTIVO

Debido a la importancia de la vía que conecta la Parroquia Picaihua con Chiquicha, se ha visto en la necesidad de mantener su buen estado de la capa de rodadura, siendo la vía principal utilizada por muchos pobladores para sus distintas actividades diarias y el crecimiento económico del lugar; por ende, se va a realizar el diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura; para ello, primero se realizó un levantamiento topográfico con un GPS RTK, se obtuvo la implantación de la vía y su plano respectivo realizado en software adecuado, posteriormente se estableció un punto de conteo vehicular de 12 horas/día por 7 días, se analizó la movilidad vehicular, se calculó el tráfico futuro con una proyección de 20 años y se clasificó a la carretera como colectora clase III según el (MTO).

Para el estudio actual del pavimento se empleó un ensayo visual a través del método de condición del pavimento, identificando el tipo de falla y grado de severidad. Se obtuvo el promedio PCI de 64,00 por ciento indicando que la calidad del pavimento es “BUENO”. Se midieron las deflexiones generales empleando la viga benkelman, lo cual permitió clasificar a las deflexiones presentes como Tipo I. Por otra parte, se ejecutó el estudio de suelos de la zona, tomando muestras alteradas in situ para su análisis de laboratorio.

Como resultado el suelo se clasificó como Arena – Limosa resultando un CBR promedio de 15,19 por ciento que pertenece a una subrasante de calidad “Regular a Buena”. Considerando los resultados, se propone el empleo de un plan de mantenimiento de tipo periódico con un presupuesto de \$19497,96.

Palabras Claves: crecimiento económico, levantamiento topográfico, pavimento, viga benkelman, CBR, presupuesto.

ABSTRACT

Due to the importance of the road that connects the Picaihua Parish with Chiquicha, it has been necessary to maintain its good condition of the road surface, being the main road used by many residents for their different daily activities and the economic growth of the place; therefore, the design of a conservation plan for the surface layer structure will be carried out; For this, first a topographical survey was carried out with a GPS RTK, the implementation of the road and its respective plan were obtained using the appropriate software, later a vehicular count point of 12 hours/day for 7 days was established, the vehicular mobility, future traffic was calculated with a 20-year projection and the highway was classified as a class III collector according to the (MTO).

For the current study of the pavement, a visual test was used through the pavement condition method, identifying the type of failure and degree of severity. The PCI average of 64.00 percent was obtained, indicating that the quality of the pavement is "GOOD". The general deflections were measured using the benkelman beam, which allowed classifying the deflections present as Type I. On the other hand, the study of soils in the area was carried out, taking altered samples in situ for laboratory analysis. As a result, the soil was classified as Sand-Silty, resulting in an average CBR of 15.19 percent, which belongs to a "Regular to Good" quality subgrade. Considering the results, the use of a periodic type maintenance plan with a budget of \$19497.96 is proposed.

Keywords: economic growth, topographic survey, pavement, benkelman beam, CBR, budget.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1. Tema

“Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Picaihua – Chiquicha de la Abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua”

1.1. Antecedentes Investigativos

Las carreteras son importantes para el desarrollo y el crecimiento de las ciudades, ya que conectan zonas urbanas con las rurales, permitiendo el progreso de las distintas regiones y de sus residentes. En un mundo cada vez más interconectado, las carreteras se han vuelto esenciales para el intercambio de bienes y servicios. Es fundamental contar con un sistema vial que garantice una circulación segura, cómoda y fluida. Por ello, el pavimento, principal componente de la capa de rodadura, debe estar en perfectas condiciones.

La ingeniería civil aporta diversos campos de estudio para la recopilación de información, por ejemplo, la utilización de metodologías para la inspección no destructiva de pavimentos, procedimientos de cálculo que permiten determinar el estado actual y los materiales o medidas necesarias para la conservación o rehabilitación de las carreteras.

Un estudio titulado “The road pavement condition index (PCI), Evaluation and maintenance: a case study of Yemen” realizado en Yemen, un país ubicado en el Medio Oriente y África, evaluó un importante corredor vial que conecta la ciudad de Aden (la capital comercial de Yemen) con la región norte del país. El estudio utilizó el método PCI (índice de condición del pavimento) para realizar una inspección visual de una sección de la carretera. El estudio encontró que la superficie de la carretera tiene una calificación muy buena, con un PCI de 79.4. Esto demuestra que la superficie de la carretera puede soportar el tráfico pesado de vehículos y que ha resistido bien durante los ocho años desde su construcción. El estudio concluyó que la superficie de la carretera debe mantenerse y rehabilitarse de manera oportuna para extender su vida útil. [1]

Por otro lado, según el artículo llevado a cabo en el país de Irak, “Evaluation of Pavement Condition Index for Roads of Al-Kut City”, evaluó el estado de 10 carreteras de pavimento flexible mediante estudios visuales y el índice de estado del pavimento (PCI). El estudio reveló que 3 carreteras estaban en mal estado, mientras que las demás se encontraban en estado regular o bueno. El estudio también halló indicios de roderas, piel de cocodrilo y baches. El estudio concluyó que las carreteras debían recibir un mantenimiento anual para prolongar su vida útil. [2]

En América latina, específicamente en Brasil, se realizó un estudio para aplicar el método PCI con el fin de determinar los factores que conducen al deterioro de los pavimentos denominado “Index for assessing the condition of flexible urban pavements based on a constructivist multicriteria analysis”. Se eligió el método PCI porque se considera uno de los más completos utilizados en cuanto a niveles de rendimiento. El estudio utilizó 13 unidades de muestra y desarrolló un análisis de correlación basado en el método de la matriz de valores fijos. Los resultados mostraron que la correlación entre las puntuaciones del PCI y el volumen de tráfico era de 0,12 cuando se consideraban todas las unidades, pero aumentaba a 0,48 cuando se eliminaban las unidades de volumen de tráfico. Esto sugiere que el método del PCI puede utilizarse para evaluar el deterioro del firme de forma más rigurosa, especialmente cuando el volumen de tráfico no es un factor. [3]

Agregando a lo anterior, la implementación de un proceso para conservar la estructura de la capa de rodadura de una vía es una variable importante para verificar cuál es su estado actual y proponer actividades de mantenimiento. Considerando el artículo “International evenness index and pavement condition index for defining pavement serviceability levels” realizado en Colombia, se determinó los grados de serviciabilidad en pavimentos flexibles durante los últimos 15 años utilizando el método PCI (índice de condición del pavimento) e IRI (índice internacional de rugosidad). El estudio determinó que es fundamental realizar evaluaciones periódicas del pavimento para tener un mejor conocimiento de su estado estructural. Esto permitirá realizar actividades de mejora teniendo en cuenta criterios técnicos de la zona a intervenir, evitando gastos innecesarios y aumentando la vida útil de la infraestructura. [4]

Así mismo en el país vecino Perú, se evidenció el estudio “Evaluación de la condición del pavimento flexible y la identificación de los tipos de fallas de la 6 Panamericana Antigua – Mala” para identificar las patologías que se presentan en el pavimento flexible de una carretera. El estudio fue no experimental y se utilizó una muestra de 400 metros del acceso principal al distrito. Los principales resultados fueron: El tramo de 0+000 a 0+100 tuvo un PCI del 92,5%, lo que significa que se encuentra en buen estado y sólo requiere mantenimiento. El tramo de 0+100 a 0+200 presenta un ICP del 89,5%, lo que significa que se encuentra en buen estado y también requiere mantenimiento. El tramo de 0+200 a 0+300 tiene un ICP del 38%, lo que significa que está en malas condiciones y requiere reconstrucción. El tramo de 0+300 a 0+400 tenía un ICP del 20%, lo que significa que está en muy mal estado y requiere una reconstrucción inmediata. El estudio concluyó que el 50% del pavimento flexible presentaba distintos tipos de fallos, como grietas longitudinales, agregado pulido, grietas transversales, fisuración en bloque, baches y piel de cocodrilo. Estos fallos requieren una atención correctiva inmediata para garantizar la seguridad de los usuarios de la carretera. [5]

A nivel nacional, se ha visto un crecimiento dentro del desarrollo vial, sin embargo, se ha visto que a pesar de esto las vías actualmente presentan un deterioro significativo en la carpeta asfáltica, pues no cumplen con su vida útil lo que provoca que los proyectos viales sean más costosos de lo planificado debido a la falta de mantenimiento constante al que deberían estar sometidas para cumplir con su vida útil. Por otro lado, siempre se toma en cuenta la calidad de la carpeta asfáltica pues en ella se determina su vida útil, por lo mismo es de suma importancia cumplir con todas las especificaciones técnicas que hagan que estas cumplan con su periodo de vida útil. [6]

Entre los proyectos de investigación en el Ecuador se puede indicar la “Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II)” en Manta. En el estudio se utilizaron 26 unidades de muestreo y se comprobó que el principal problema de la carretera es el desprendimiento de áridos. Esto se verificó por la premediación de los valores numéricos, que fueron superiores a los admisibles. En consecuencia, la mayoría de los fallos se deben a cargas superiores a su capacidad de diseño, así como a factores ambientales. Estos factores

tienen un alto grado de influencia en la generación de grietas en este tramo de la carretera. [7]

La provincia de Tungurahua debido a su ubicación geográfica hace que sea una de las provincias del Ecuador con una importante demanda de comercio puesto que tiene la ventaja de estar situada en la zona céntrica del país y por la misma transcurre una gran cantidad de vehículos de todo tipo permitiendo la comunicación vial entre distintas provincias y ciudades. [8]

La carretera que une las zonas de Picaihua y Chiquicha es un enlace de transporte vital para las comunidades agrícolas de estas zonas. Estas comunidades producen una variedad de productos agrícolas, incluyendo papas, maíz y frijoles. La carretera se utiliza para transportar estos productos al mercado mayorista de Ambato, donde se venden a los consumidores de todo el país.

La carretera tiene varios desperfectos, como baches, grietas y pavimento irregular. Estos desperfectos hacen que la carretera sea peligrosa para conductores y pasajeros. También dificultan la circulación de vehículos, lo que limita la capacidad de los agricultores para transportar sus productos al mercado.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Proponer un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Picaihua – Chiquicha de la Abs 4+700 hasta 9+400 de la Provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar un levantamiento topográfico en la vía Picaihua – Chiquicha, Abs 4+700 – 9+400, de la provincia de Tungurahua.
- Conocer el tráfico en la vía Picaihua - Chiquicha, Abs 4+700 – 9+400, de la provincia de Tungurahua.
- Evaluar los componentes físicos que se encuentren en la vía Picaihua – Chiquicha, Abs 4+700 – 9+400, de la provincia de Tungurahua.
- Determinar el presupuesto referencial para actividades de mantenimiento vial en el tramo de la vía Picaihua - Chiquicha, Abs 4+700 – 9+400, de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Esta investigación se llevó a cabo en cuatro fases que se relacionan con cada uno de los objetivos.

2.1. Materiales

Los materiales utilizados en cada una de las fases se describen a continuación:

2.1.1. Fase I.- Levantamiento de información

Tabla 1. Materiales y Equipos utilizados en la Fase I

Cinta métrica Marca: Stanley	Utilización: Medición de distancias cada cierto tramo de vía. Gráfico en Anexo F-1
Pintura en Aerosol	Utilización: Señalización del área de estudio, específicamente tramos a evaluar y puntos en los que se encuentran las áreas afectadas. Gráfico en Anexo F-1
GPS RTK Marca: Garmin	Utilización: Determinar la posición de un punto en un área determinada. Recopilación de puntos de las abscisas como y puntos donde se localicen fallas en la capa de rodadura. Gráfico en Anexo F-1

Fuente: Autor

2.1.2. Fase II.- Estudio de movilidad vehicular

Se llevó a cabo un recuento manual de vehículos durante un determinado periodo de tiempo, para utilizarlo posteriormente en el estudio de tráfico. Se utilizó además el software Excel para facilitar la organización de los datos y la resolución de los cálculos necesarios.

Tabla 2. Materiales y Equipos utilizados en la Fase II

Libreta	Utilización: Registro de cada uno de los vehículos que transitan en la vía de estudio. Gráfico en Anexo F-2
Software Excel Desarrollador: Microsoft	Utilización: Procesamiento de datos. Gráfico en Anexo F-4

Fuente: Autor

2.1.3. Fase III.- Determinación de los componentes físicos

Se emplearon los siguientes materiales de acuerdo con los ensayos a elaborar.

Tabla 3. Materiales y Equipos utilizados en la Fase III

Ensayo	Normativa	Materiales	Equipos
Muestreo	NTE INEN 686	Costales, pala y pico	Flexómetro Gráfico en Anexo F-3
Granulometría	ASTM D421-58	Muestra de suelo	Balanza Tamizador Tamices Gráfico en Anexo F-3
Límite líquido	ASTM D4318 - INEN 691	Muestra de suelo (que pasa tamiz No 40), agua	Copa de Casagrande Balanza Acanalador Espátula Recipiente Horno Gráfico en Anexo F-3
Límite plástico	ASTM D4318 - INEN 691		Mortero Placa De Vidrio Espátula Recipiente Horno Gráfico en Anexo F-3
Proctor modificado	AASHTO T-180 ASTM D1557	Agua, muestra de suelo	Recipientes Bandejas Moldes cilíndricos de metal Balanza Martillo compactador Horno Gráfico en Anexo F-3
CBR	ASTM D 1883		Equipos del proctor modificado y los siguientes: Máquina multispeed Pesas (ranurada y anular) Gráfico en Anexo F-3

Deflexiones (viga Benkelman)	AASHTO T256	Flexómetro, agua, tiza, combo, cinta métrica	Viga Benkelman, termómetro, volqueta Gráfico en Anexo F-3
------------------------------------	-------------	--	---

Fuente: Autor

2.1.4. Fase IV.- Presupuesto referencial

Los equipos que se utilizaron para la elaboración del presupuesto se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4. Materiales y Equipos utilizados en la Fase IV

Software Excel Desarrollador: Microsoft	Utilización: Presupuesto general del proyecto Elaboración de APUs Cálculo de cantidades de obra Gráfico en Anexo F-4
Laptop	Utilización: Digitalización de información. Gráfico en Anexo F-4

Fuente: Autor

2.2. Métodos

A continuación, se presentan cada una de las fases del proyecto y se detallan las metodologías de investigación utilizadas para cumplir cada objetivo.

Investigación de Campo

Este tipo de investigación tiene como función la recolección de información, es decir todos los datos necesarios para proceder con una investigación en curso, los cuales son tomados en ambientes reales no controlados. Este tipo de investigación también es conocida como investigación in situ, pues se realiza dentro del sitio donde se ubica el objeto de estudio. Además de que permite el conocimiento más a fondo del investigador, de esta manera se puede manejar los datos con más seguridad. Cuando los datos son recogidos directamente se los denomina primarios, su valor radica en que se puede cerciorar de las verdaderas condiciones en que han sido obtenidos dichos datos, facilitando así su modificación o revisión. [9]

Gracias a la investigación de campo se hizo posible obtener datos precisos en la movilidad vehicular dentro del sitio, como así también un levantamiento georreferenciado de la vía a estudiar, y los muestreos de la subrasante para posteriormente ensayar.

2.2.1. Fase I.- Levantamiento de información

La metodología referente a investigación de campo se utilizó para realizar el levantamiento de información mediante un receptor digital (GPS RTK), para poder tomar distintos puntos acordes a las distancias y parámetros establecidos para así poder obtener resultados precisos y correctos.

Una vez hecha la recopilación de datos de campo se procede a extraerlos del GPS RTK y mediante el software Civil 3D se ingresan dichos datos para generar un resultado visual de la vía Picaihua – Chiquicha de la Abs 4+700 hasta la Abs 9+400 de la Provincia de Tungurahua.

Acorde a los datos recopilados como resultado se obtiene planos la vía Picaihua – Chiquicha de la Abs4+700 - 9+400 donde consta el abscisado, ancho y curvas.

2.2.2. Fase II.- Estudio de movilidad vehicular

De igual manera se aplicó la metodología de investigación de campo para la recopilación de información del tránsito vehicular, se mantuvo el conteo manual desde la abscisa 4+700 hasta la abscisa9+400 de la vía Picaihua - Chiquicha, en donde se pudo contabilizar de forma individual los vehículos que circulan dentro de la vía de estudio, además de sus características acorde al tipo y con un horario definido de (7h00 am – 19h00 pm).

Se desarrollaron formatos para la recolección de datos de campo y se ordenó la información mediante el software Excel como el conteo vehicular, para así proceder con el cálculo del TPDA, esta información está dada por el Manual de Transporte y Obras Públicas (MTO). Los cuales son datos necesarios para el desarrollo del proyecto presente.

Se obtiene un resultado numérico TPDA conforme a la recolección y análisis de los vehículos hallados en la vía de estudio, empleando normativas como por ejemplo el manual dispuesto por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, que ayudará a fomentar distintas alternativas de mantenimiento y rehabilitación.

Tráfico Promedio Diario Anual

Según la Norma de Estudios de Vías (NEVI), la clasificación funcional de una vía se determina mediante el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), que representa el volumen de vehículos que transitan en promedio por día. Este valor es un ejemplo de la proyección del volumen de tráfico esperado en el futuro. [10]

TPDA actual

$$TPDA a = \frac{VHP}{k}$$

Ecuación 2.1

Donde:

TPDAa: TPDA actual

VHP: Volumen de la hora pico

K: Factor de la relación entre el volumen de la 30va hora y TE. (K = 0.08 para zonas urbanas, 0.12 para zonas rurales secundarias y 0.15 para zonas rurales principales)

$$TPDA = TPDA actual + Tat$$

Ecuación 2.2

Donde:

TPDA: Tráfico promedio diario anual

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

Tat: Tráfico atraído = 10% de TE

Volumen de hora pico

El pico de tráfico se refiere al período de una hora en el que la circulación de vehículos alcanza su punto máximo, y su duración puede variar según la ubicación donde se recolectan los datos.[11]

Esta variación se representa mediante el factor k en la siguiente ecuación, que relaciona el volumen de tráfico en la trigésima hora y el TE.

$$VHP = k * TPDAa$$

Ecuación 2.3

Donde:

VHP: Volumen de la hora pico

TPDAa: TPDA actual

K: Factor de la relación entre el volumen de la 30va hora y TE. (K = 0.08 para zonas urbanas, 0.12 para zonas rurales secundarias y 0.16 para zonas rurales principales)

Tráfico futuro

En el contexto del mejoramiento de carreteras, se emplea un parámetro de diseño que proyecta el comportamiento de la vía en un periodo de vida útil de 10 a 30 años. Este enfoque considera el crecimiento normal del tráfico, así como el tránsito de desarrollo y el tránsito producido para determinar las condiciones y capacidades requeridas para el diseño y la planificación de la carretera. [12]

Se lo estimó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$T_f = T_a * (1 + i)^n$$

Ecuación 2.4

Donde:

T_f: Tráfico Futuro

T_a: Tráfico actual o TPDA

i: Tasa de crecimiento del tráfico

n: Número de Años proyectados

Tránsito atraído

Se refiere al tránsito que se desplaza desde otras vías hacia la carretera en estudio una vez que se ha completado el proceso constructivo.[13]

$$T(at) = 10\% * TPDA_a$$

Ecuación 2.5

Donde:

TPDAa: Tráfico actual

T(at): Tránsito atraído


 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 PICAIHUA – CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"										
Fecha:		Ubicación:								
Hoja N°:		Sentido:								
		Responsable:								
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				Total Pesados	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
7h00	7h15			C-2P	C-2G	C-3	C>3			
7h15	7h30									
7h30	7h45									
7h45	8h00									
8h00	8h15									
8h15	8h30									
8h30	8h45									
8h45	...									
...	...									
...	...									
...	...									
...	17h00									
17h00	17h15									
17h15	17h30									
17h30	17h45									
17h45	18h00									
18h00	18h15									
18h15	18h30									
18h30	18h45									
18h45	19h00									
TOTAL:										

Figura 1. Formato de Hoja de Campo para Conteo Vehicular

Fuente: Autor

SECCIÓN N°1: Datos informativos

SECCIÓN N°2: Intervalos de tiempo que registran el paso de los vehículos

SECCIÓN N°3: Clasificación de vehículos circulantes en la carretera, lo cuales pueden ser livianos, buses y pesados.

SECCIÓN N°4: Total de vehículos circulantes durante los 15 min y total de vehículos que circulan acumulador en una 1 hora.

SECCIÓN N°5: Totalidad e vehículos circulantes en 12 horas según su tipo.

2.2.3. Fase III.- Determinación de los componentes físicos

Considerando la metodología experimental, se realizó la investigación de laboratorio, donde se realizaron diversos ensayos para lo cual se extrajeron muestras de subrasante de la vía de estudio, mediante la realización de calicatas de 1x1x1m las cuales ayudaron a la toma de muestras alteradas para posteriormente analizarlas.

Recolección de muestras de suelo

De las muestras que fueron extraídas en distintos sitios a lo largo de la vía se procede con la realización de los siguientes ensayos aplicando las respectivas normas:

Tabla 5. Ensayos y su normativa correspondiente

TIPO DE ENSAYO	NORMATIVA
Obtención de muestras	NTE INEN 686
Granulometría	ASTM: D421-58
Límites de Atterberg	ASTM D4318 INEN 691
Proctor Modificado	AASHTO T 180 ASTM D1557
CBR	ASTM D-1883
Deflexiones mediante Viga Benkelman	AASHTO T256

Fuente: Autor

Granulometría

Se fundamenta en la identificación de la distribución de las partículas presentes en el suelo según su tamaño, lo cual permite evaluar si el suelo es apropiado para su uso como subbase o base, ya que la composición porcentual del suelo tiene un impacto directo en su resistencia mecánica y comportamiento. [14]

Se llevó a cabo utilizando una muestra de suelo de 1000 gramos y se emplearon tamices de granulometría fina, que abarcaban desde el tamiz #4 (con una abertura de 4.72 mm) hasta el tamiz #200 (con una abertura de 0.075 mm), ordenados en orden descendente según su abertura. Después de dejar la muestra en una máquina vibradora de tamices durante 15 minutos, se procedió a pesar la cantidad de suelo retenida en

cada tamiz. Utilizando las cantidades de suelo retenidas y el porcentaje de suelo que pasó a través de cada tamiz, se determinó el porcentaje de material compuesto en cada muestra.

Clasificación del suelo

La clasificación técnica de los suelos se enfoca en sus características, las cuales se obtienen mediante pruebas de límites de Atterberg y granulometría, siguiendo la tabla establecida por la normativa AASHTO.

Es importante destacar que la clasificación de los suelos basada únicamente en su granulometría no considera muchas propiedades importantes para los trabajos de ingeniería, por lo tanto, se consideran inadecuados. Los sistemas AASHTO y SUCS tienen en cuenta ambas características, siendo el primero utilizado principalmente por los organismos estatales y regionales de carreteras, mientras que el segundo es preferido por los ingenieros geotécnicos. [15]

Límites de Atterberg

Límite líquido: El límite líquido se refiere al nivel de humedad del suelo en el cual, en relación con su peso en estado seco, se convierte en una consistencia similar a la de un líquido. Para determinar este límite, se realiza un ensayo utilizando una muestra de suelo que ha pasado por el tamiz #40. Se agrega agua a esta muestra hasta obtener una consistencia moldeable, para luego utilizar la copa de Casagrande y registrar el número de golpes necesarios. [16]

En el ensayo, se colocaron aproximadamente 300 gramos de muestra de suelo en un mortero y se añadió agua gradualmente hasta lograr una consistencia adecuada para colocarla en la copa de Casagrande y cubrir la superficie destinada al ensayo. Luego, se realiza un canal en la mitad de la muestra utilizando un ranurador, el cual debe llegar hasta el fondo de la copa. Una vez hecho esto, se inicia el proceso de registro de golpes en la copa de Casagrande hasta que el suelo se una. Los golpes deben caer en intervalos específicos, como de 0 a 15, de 15 a 25, de 25 a 35 y de 35 a 45.

Este procedimiento se repite tres veces para cada nivel de humedad requerido, asegurando que los golpes sean consistentes. Se toma una muestra de la parte donde los dos lados separados por el canal se han unido, se pesa y se determina el contenido de humedad de la muestra.

Límite plástico: El límite plástico se define como el porcentaje de humedad, en relación con el peso seco de la muestra, en el cual un suelo cohesivo transita de un estado semisólido a un estado plástico. El ensayo para determinar este límite implica el uso de una muestra de suelo que ha pasado por el tamiz #40. Se agrega agua en pequeñas cantidades a esta muestra hasta alcanzar una consistencia en la que no se adhiera al cristal, y luego se forman cilindros con un diámetro de 3 a 4 mm. [17]

En el procedimiento, se coloca aproximadamente 300 gramos de suelo en un mortero y se añade agua gradualmente hasta lograr una consistencia moldeable. A partir de esta mezcla, se forman cinco cilindros con un diámetro de 3 mm. Estos cilindros se pesan y se determina su contenido de humedad.

Índice de plasticidad: Se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo. Un valor bajo de este índice indica que el suelo tiene características plásticas, mientras que un valor alto aumentaría el riesgo de deterioro de sus propiedades físicas. [18]

$$IP = LL - LP$$

Ecuación 2.6

Donde:

IP: Índice de plasticidad

LL: Limite liquido

LP: Limite plástico

Se realizaron dos ensayos, el límite líquido y el límite plástico, utilizando la muestra de suelo que pasa a través del tamiz #40 en el análisis de granulometría.

Ensayo Proctor Modificado Tipo B

Este ensayo nos permite encontrar el contenido de humedad óptimo, el mismo que se refiere al contenido de humedad en el que el suelo puede ser compactado hasta alcanzar su máxima densidad seca usando un esfuerzo de compactación modificado. [19]

Tabla 6. Dimensiones del equipo usado en el ensayo Proctor modificado

	PROCTOR MODIFICADO
Martillo (kg)	4.54
Longitud (cm)	45.72
Capas	5

# golpes/capa	56
---------------	----

Fuente: Autor

Se utilizaron aproximadamente 24 kg de suelo seco y tamizado con el tamiz #4. Después de esto, el material se dividió en cuatro muestras de 6 kg cada una.

El procedimiento para cada muestra fue el mismo y se describe a continuación: La muestra se mezcló con el porcentaje de agua necesario para el primer punto y se homogeneizó. Luego, se dividió en cinco porciones que se agregaron una a la vez en el molde con su correspondiente collarín. En cada capa, se compactó el suelo utilizando un martillo Proctor con 56 golpes. Al finalizar, se niveló la superficie del material sin el collarín y se pesó. Por último, se tomaron muestras para determinar el contenido de humedad. Este proceso se repitió con cada muestra, pero el porcentaje de agua se incrementó gradualmente para obtener la curva de humedad versus densidad seca.

Ensayo CBR (Relación de Soporte de California)

El ensayo de CBR es utilizado para evaluar la calidad del suelo en función de sus propiedades, como resistencia al corte, humedad, nivel de compactación y densidad. [20]

Este ensayo se aplica en proyectos viales para analizar las capas de subrasante, subbase y base. Al realizarse junto con los ensayos Proctor, proporciona datos precisos sobre la resistencia al corte, densidad y humedad, lo cual permite determinar la humedad óptima y los niveles de compactación del material examinado. [21]

El valor de CBR se calcula mediante una fórmula específica.

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{Carga unitaria patròn}} * 100$$

Ecuación 2.7

La clasificación del suelo según el porcentaje de CBR obtenido permite determinar su uso específico en diferentes aplicaciones. Esta clasificación se divide en subrasante, subbase y base, dependiendo del propósito para el cual se utilizará el suelo. [22]

Tabla 7. Clasificación de suelos según CBR

CBR	Clasificación General	Usos
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: Norma AASHTO-93

Para el ensayo se requirió una muestra de aproximadamente 18 kg de suelo, previamente secada y tamizada utilizando el tamiz #4. Se prepararon tres moldes, uno para cada porción de 6 kg de la muestra. Una vez determinada la humedad óptima mediante el ensayo de Proctor modificado, se agregó el porcentaje de agua necesario para que el suelo alcance dicho nivel. Después de pesar el molde y las retortas, se colocó un papel filtro para evitar que el suelo se adhiera a estas, y se compactaron las muestras en los moldes correspondientes utilizando 56, 25 y 10 golpes por capa, respectivamente. Al finalizar, se niveló la superficie y se tomaron muestras para calcular el contenido de humedad.

A continuación, se giró el molde, se retiró la retorta y se colocó otro papel filtro. Sobre este, se colocó el molde invertido y se añadieron los anillos con las pesas y los diales. Se tomó la lectura antes de sumergirlos hasta alcanzar la saturación durante un período de cuatro días. Posteriormente, el molde fue sometido al ensayo de penetración utilizando la máquina multispeed. Luego se tomaron dos muestras para calcular el contenido de humedad.

Método PCI

El método visual PCI se basa en una metodología que evalúa la calidad del pavimento al contar y medir las diferentes fallas presentes en la capa de rodadura. Un puntaje alto en el Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés) indica una mejor calidad de la vía.

Según las pautas establecidas en la normativa ASTM D6433-11, existen formatos específicos para el análisis de pavimento flexible y pavimento rígido. Para llevar a cabo el ensayo de inspección visual en nuestra carretera, se utilizó el formato correspondiente al pavimento flexible.

Tabla 8. Tipos de fallas

Tipos de fallas	
1. Piel de Cocodrilo	11. Parcheo y acometida de servicio publico
2. Exudación	12. Pulimiento de agregados
3. Agrietamiento del bloque	13. Huecos
4. Abultamiento y hundimientos	14. Cruce de vía férrea
5. Corrugación	15. Ahuellamiento
6. Depresión	16. Desplazamiento
7. Grietas de borde	17. Grietas parabólicas
8. Grieta de reflexión de juntas	18. Hinchamiento
9. Desnivel del carril/Berma	19. Desprendimiento de agregados
10. Grietas longitudinales y transversales	

Fuente: Autor

En el cuadro a continuación se detallan los intervalos de clasificación utilizados en el método.

Tabla 9. Rango de calificación del PCI

Rango	Clasificación
100-85	Bueno
85-70	Satisfactorio
70-55	Aceptable
55-40	Deficiente
40-25	Muy deficiente
25-10	Grave
10-0	Fallado

Fuente: Autor

Longitud de Unidades de muestreo (L)

$$L = A / Av$$

Ecuación 2.8

Donde:

L: Longitud de la unidad de muestreo

A: Área de muestreo

Av: Ancho promedio de la vía

Unidades de muestreo totales (N)

$$N = Lt / L$$

Ecuación 2.9

Donde:

N: Número de Unidades de muestreo

Lt: Longitud del Tramo de Vía

L: Longitud de la unidad de muestre

Unidades mínimas de muestreo (n)

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

Ecuación 2.10

Donde:

e: Error admisible PCI (e=5%)

N: Número total de unidades de muestreo

s: Desviación estándar PCI (Se asume s = 10 en pavimentos flexibles)

Intervalo de muestreo (i)

$$i = N / n$$

Donde:

i: Intervalo de muestreo

N: Unidades de muestreo

n: Número mínimo de unidades de muestreo

PCI para cada unidad de muestreo

$$PCI = 100 - VDT$$

Donde:

PCI: Paviment Condition Index

VDT: Valor deducido total

Tabla 10. Nivel de intervención del pavimento

Rango	Clasificación	Intervención
100-71	Bueno	Mantenimiento
31-70	Regular	Rehabilitación
0-30	Malo	Construcción

Fuente: ASTM D6433-07,2007

Clasificación de daños en pavimentos asfálticos

Los daños existentes en la capa de rodadura de un pavimento asfáltico se organizan de acuerdo con su tipo y severidad, en la tabla del anexo A2 se detallan los 19 tipos de fallas que pueden presentarse en el pavimento flexible.

Ensayo de deflexiones mediante el método de la Viga Benkelman

El método de medición de deflexiones utilizando la viga Benkelman permite evaluar la capacidad estructural de un pavimento mediante la relación entre la deflexión producida en el pavimento y la carga que la genera. En otras palabras, la deflexión y la capacidad de resistencia de un pavimento son inversamente proporcionales. [24]

La viga Benkelman es un dispositivo sencillo que se utiliza para determinar las deformaciones elásticas en la capa de pavimento. Consiste en una parte fija con tres

apoyos que descansan sobre el pavimento, y una parte móvil unida a la parte fija mediante un pivote de giro, que actúa como brazo de medición. Para realizar las mediciones, se utiliza un camión volquete previamente pesado con 18,000 libras y sus llantas calibradas. [25]

El ensayo se lleva a cabo siguiendo los siguientes pasos:

- Se marcan puntos de referencia a intervalos de 200 metros a lo largo del tramo de la carretera. En estos puntos se colocan líneas guía a distancias de 0.25, 0.50, 1, 5 y 8 metros, con una separación desde el borde del pavimento de acuerdo a una tabla establecida.

Tabla 11. Punto de ensayo desde el borde del pavimento - ensayo viga Benkelman

Ancho del carril	Distancia desde el borde del pavimento hasta el punto de ensayo
2.70 m	0.45 m
3.00 m	0.60 m
3.30 m	0.75 m
3.60 m o mas	0.90 m

Fuente: AASHTO T256

- Se selecciona un punto que coincida con el eje de carga y se utiliza una guía para facilitar la ubicación de la viga entre las dos llantas de la rueda doble del camión volquete.
- Se coloca la llanta sobre el punto de manera que coincida con el eje de centro de gravedad del neumático.
- El extremo del brazo móvil de la viga se coloca sobre el punto de medición cuando el vehículo está detenido.
- Para la toma de datos de las deflexiones en otras ubicaciones, se utiliza las líneas guías mencionadas previamente. Se recomienda tomar al menos 3 lecturas para verificar la consistencia de los resultados.

- Se verifica que la viga esté correctamente alineada con la dirección de avance del camión a lo largo de la carretera. Luego, se encera el dial, se activa el vibrador y se toman las lecturas correspondientes.
- Se registra la temperatura del pavimento mediante la inserción de un termómetro en un orificio de 4 cm de profundidad, ubicado en una línea paralela al eje de la vía. El orificio se llena con aceite 10 minutos antes del ensayo, y la temperatura registrada debe estar en el rango válido de 5°C a 35°C. [26]

Después de haber realizado la lectura de campo se emplean las siguientes fórmulas para calcular la capacidad estructural del pavimento:

Corrección por brazo de la viga Benkelman

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

Ecuación 2.13

Donde:

D: Deflexiones

Df: Deflexión final

Do: Deflexión Inicial

RB: Relación del brazo de la viga

Corrección de deflexiones por cambio de temperatura

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{Dt}{(1 * 10^{-3} * h(t - 20^{\circ}C))}$$

Ecuación 2.14

Donde:

D_{20 °C}: Deflexión con corrección de temperatura

Dt: Deflexión recuperable

t: temperatura del pavimento en el sitio

h: Espesor de la carpeta asfáltica

k: Constante para capas granulares, 1x10⁻³ (1/cm x °C)

Corrección por estacionalidad

$$D = 1.2 * D_{20^{\circ}C}$$

Ecuación 2.15

Donde:

D: Deflexión con corrección por estacionalidad

D_{20°C}: Deflexión con corrección por temperatura

Radio de Curvatura

$$Rc = \frac{10 * 25^2}{2 * (Do - D25)}$$

Ecuación 2.16

Donde:

Rc: Radio de Curvatura (m)

Do: Deflexión en 0 metros

D25: Deflexión en 0.25 metros

Deflexión característica

$$D_c = D + t * \sigma$$

Ecuación 2.17

Donde:

D_c : Deflexión característica

D : Deflexión promedio

t : Coeficiente de probabilidad de presentar deflexiones superiores a D_c

σ : Desviación estándar

Desviación Estándar

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

Ecuación 2.18

Donde:

σ : Desviación estándar

D_i : Deflexión máxima corregida

\bar{D} : Deflexión media

Cálculo de ejes equivalente

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

Ecuación 2.19

Donde:

w_{18} : Valor de los ejes equivalentes

FD: Factor de daño

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

Fd: Factor de distribución direccional

DI: Porcentaje de W18 en el carril DI

Deflexión admisible

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{w18} \right)^{1/4} * 100$$

Ecuación 2.20

Donde:

D_{adm}: Deflexión admisible en millones

W18: Número de ejes equivalentes en millones

Deflexión crítica

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{w18} \right)^{1/5.3} * 100$$

Ecuación 2.21

Donde:

D_{cr}: Deflexión crítica en millones

W18: Número de ejes equivalentes

Culminado el procesamiento de datos con los cálculos correspondientes se procede a hacer el análisis de las deflexiones de la vía con las distintas muestras intervenidas.



 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 PICAIHUA – CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
FORMATO PARA EL CÁLCULO DE LA VIGA BENKELMAN							
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10 e-2 mm)					TEMPERATURA (°C)
		D0	D25	D50	D100	D500	
1							
2							
3					3		4
4							
5	2						
6							
7							
8							
9							
10							

Figura 3. Formato de hoja de Campo para Deflexión de la Viga Benkelman

Fuente: Autor

SECCIÓN N°1: Datos Informativos

SECCIÓN N°2: Estaciones tomadas dentro de la recolección

SECCIÓN N°3: Deflexiones obtenidas

SECCIÓN N°4: Temperatura tomada en °C

Al conocer los resultados de cada ensayo de laboratorio se procedió a comparar y analizar conforme a la normativa respectiva, también se conoció los valores numéricos del tráfico actual de la zona de estudio. Se determinó la condición de la vía de forma visual mediante el método PCI, por otro lado, se pudo clasificar la vía en base a las deflexiones determinadas.

Los resultados obtenidos dentro de cada fase cumplen con cada uno de los objetivos en base a la metodología aplicada, estos datos obtenidos serán de mucha ayuda para la fomentación de nuevas y mejores alternativas para la conservación vial para la vía Picaihua -Chiquicha, todo esto será beneficioso para los moradores del sector como así también brindará una mejor calidad de vida y potenciará el sector comercial y su economía.

2.2.4. Fase IV.- Presupuesto referencial

Para la elaboración del presupuesto del plan de mantenimiento vial de la vía Picaihua-Chiquicha se utilizó la metodología de investigación cuantitativa, el cual implicó seguir un proceso detallado. En primer lugar, se recopiló toda la información relevante del estado actual de la infraestructura vial, incluyendo tipos de fallas y la severidad de cada una. A continuación, se identificaron los rubros necesarios y se determinó las cantidades requeridas. Luego, se obtuvieron los precios unitarios específicos tomando como referencia los precios de la revista de la CAMICON (Cámara de la Industria de la Construcción) del Ecuador para calcular los costos individuales de cada rubro. Posteriormente, se suman estos costos para obtener el costo total del plan de mantenimiento vial. Finalmente, se ajusta y revisa el presupuesto para garantizar su precisión, recordando que es una estimación inicial sujeta a posibles cambios.

EQUIPO					
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUB - TOTAL (M)					

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUB - TOTAL (N)					

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
SUB - TOTAL (O)					

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		0,58
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	18,00%	0,10
UTILIDAD	0,00%	0,00
PRECIO DE CALCULO		

PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$	
--------------------------------------	--

Figura 4. Formato de APU

Fuente: Autor

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Ubicación del Proyecto

El estudio del presente proyecto está ubicado en la provincia de Tungurahua, la vía se encarga de conectar los cantones Ambato – Pelileo, con las parroquias Picaihua – Chiquicha; por lo cual este trabajo se enfoca en el análisis del km 4+700 al km 9+400 de la vía antes mencionada, teniendo un tramo de estudio de 4,7 km de longitud.

Tabla 12. Coordenadas del proyecto

Abscisa	Sur	Este
4+700	9861492.462	771696.682
9+400	9861836.496	773750.885

Fuente: Autor



Figura 5. Vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 – 9+400

Fuente: Google Earth Pro

3.1.2. Georreferenciación de la vía

Mediante el uso de un receptor satelital GPS – RTK se pudo obtener la georreferenciación de la vía Picaihua – Chiquicha en el tramo de las abscisas 4+700 a la 9+400, realizando la toma de puntos de 20 metros de distancia en el extremo

derecho, izquierdo y centro de la vía. El punto de control del receptor digital RTK se colocó en la abscisa 3+044, debido a que el receptor satelital tiene un alcance de 5000 m a la redonda, nos permitió la toma de puntos con total normalidad; en total se tomaron 989 puntos más 6 puntos de referencia para el levantamiento con el dron, estos puntos están distribuidos entre: cunetas, rejillas, pozos, eje de vía y carril.

Se pudo comprobar que en el tramo de la abs 4+700 hasta 5+300 existe la falta de cunetas, a partir de la abs 5+400, contamos con cunetas al lado izquierdo de la vía hasta la abs 6+000; a partir de esta abscisa tenemos se pudo verificar la presencia de cunetas al lado derecho de la vía hasta llegar a la abs 8+600 y a partir de ese punto carece de cunetas la vía en estudio, hasta llegar al punto final.

Mediante el levantamiento topográfico, se pudo comprobar que en toda la vía de estudio tan sólo se cuenta con la presencia de 12 pozos y ni una sola rejilla.

Así pues, también se pudo presenciar que existe muy poca señalética horizontal como vertical, en un ancho de vía de promedio 5,6 m y la inexistencia de veredas para la correcta movilidad y seguridad de los peatones.

Tabla 13. Georreferenciación de la Vía

Ancho promedio de la vía	Número de carriles	Número de puntos levantados
5,6 m	2	989

Fuente: Autor

3.1.3. Análisis del Tráfico

Conforme a la ejecución de un conteo vehicular visual se realizó el análisis del tráfico actual en la vía de estudio Picaihua – Chiquicha; así pues, se obtuvo el número de vehículos que circulan por la vía. La estación de conteo fue ubicada en la abs 8+500 y el análisis del tráfico se realizó por 7 días consecutivos durante 12 horas diarias en ambos sentidos de la vía. Se utilizó hojas de campo presentadas anteriormente en la figura 1.

Los datos obtenidos del conteo vehicular se observan en el anexo A.

Tabla 14. Georreferenciación de la Vía

Abscisa	Sur	Este
8+500	9861902.476	773370.255

Fuente: Autor



Figura 6. Estación de conteo vehicular

Fuente: Google Earth Pro

Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) por medio de la trigésima hora.

Una vez culminado el conteo vehicular de la vía Picaihua – Chiquicha en la abscisa 8+500 se calculó el tráfico promedio diario anual (TPDA), tomando en cuenta que el lunes fue el día con mayor número de vehículos que transitaban por el tramo de la vía en estudio con un total de 264 vehículos. A continuación, se presentan los datos obtenidos durante los 7 días de estudio del tráfico.

Tabla 15. Número de vehículos que circulan por día

Día	Número de vehículos
Lunes	264
Martes	135
Miércoles	168
Jueves	189
Viernes	202

Sábado	156
Domingo	235

Fuente: Autor

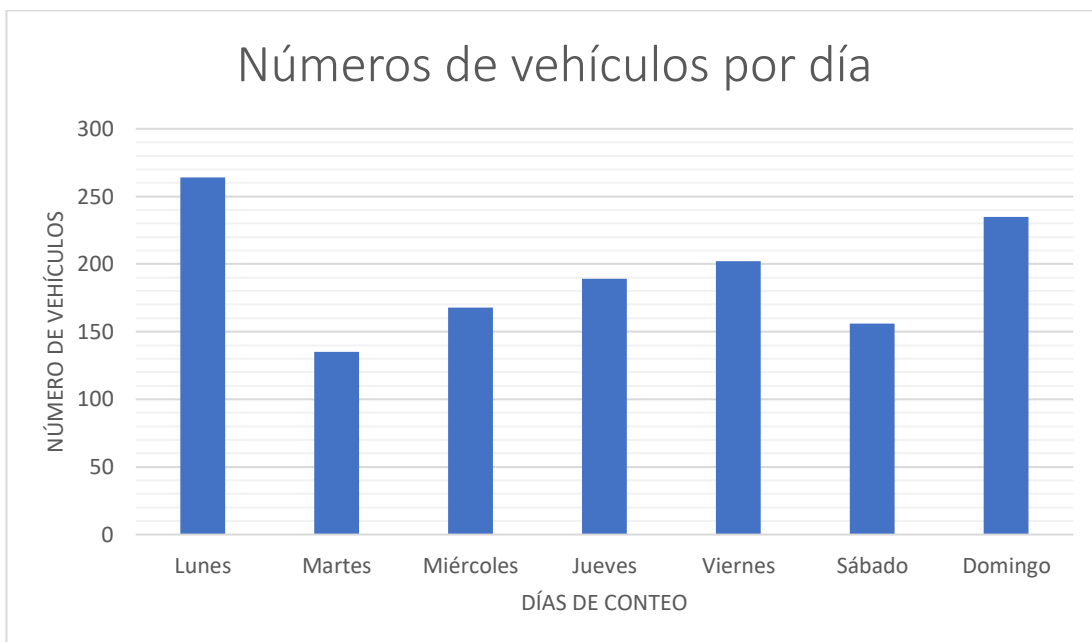


Figura 7. Número de vehículos que circulan por día

Fuente: Autor

El día lunes se registra mayor flujo vehicular como se muestra en la tabla 15, además durante este día la hora pico es desde las 12h00 hasta las 13h00 teniendo un valor de 46 vehículos, como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Conteo Vehicular – Hora Pico

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total	
12h00	12h15	9	1	3	1	0	0	4	46
12h15	12h30	7	0	1	0	0	0	1	
12h30	12h45	11	2	2	1	0	0	3	
12h45	13h00	7	1	0	0	0	0	0	
TOTAL		34	4	6	2	0	0	8	46

Fuente: Autor

Cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA)

Tabla 17. Factor del TPDA según la zona de estudio

	Vías Urbanas	Vías Rurales
	12%	18%
Recomendado	10%	15%
	8%	12%

Fuente: Autor

Para este caso se empleará el 15% por pertenecer a una zona rural con la fórmula presentada en la Ecuación 2.1:

- **TPDA actual para vehículos Livianos**

$$TPDA_{Liviano} = \frac{34}{15\%} * 100\%$$

Datos: Tabla No. 16

$$TPDA_{Liviano} = 227 \text{ veh/día}$$

- **TPDA actual para vehículos Buses**

$$TPDA_{Buses} = \frac{4}{15\%} * 100\%$$

Datos: Tabla No. 16

$$TPDA_{Buses} = 27 \text{ Veh/día}$$

- **TPDA actual para vehículos Pesados**

$$TPDA_{Pesados} = \frac{8}{15\%} * 100\%$$

Datos: Tabla No. 16

$$TPDA_{Buses} = 53 \text{ Veh/día}$$

En la tabla No. 18, se indican los valores obtenidos del TPDA actual.

Tabla 18. TPDA actual de la Vía Picaihua – Chiquicha

Tipo de Vehículo	Vehículos en la hora pico (veh)	TPDA actual (veh/día)
Livianos	34	227
Buses	4	27
Pesados	8	53

Total TPDA actual:	307
---------------------------	-----

Fuente: Autor

Cálculo del tráfico atraído

Se empleó la fórmula presentada en la Ecuación 2.5:

- **TPDA atraído para vehículos Livianos**

$$T_{at} = 10\% * 227$$

Datos: Tabla No. 18

$$T_{at} = 23 \text{ veh/día}$$

- **TPDA actual para vehículos Buses**

$$T_{at} = 10\% * 27$$

Datos: Tabla No. 18

$$T_{at} = 3 \text{ veh/día}$$

- **TPDA actual para vehículos Pesados**

$$T_{at} = 10\% * 53$$

Datos: Tabla No. 18

$$T_{at} = 5 \text{ veh/día}$$

En la tabla No. 19, se indican los valores obtenidos del tráfico atraído.

Tabla 19. Tráfico atraído de la Vía Picaihua – Chiquicha

Tipo de Vehículo	TPDA actual (veh/día)	Tráfico atraído (veh/día)
Livianos	227	23
Buses	27	3
Pesados	53	5
Total TPDA actual:		31

Fuente: Autor

Cálculo del tráfico promedio diario anual total

Para el cálculo en este apartado se hizo el uso de la ecuación presentada en la Ecuación 2.2.

- **TPDA atraído para vehículos Livianos**

$$TPDA = TPDA + Tat$$

$$TPDA = 227 \frac{veh}{día} + 23 \frac{veh}{día}$$

Datos: Tabla No. 19

$$TPDA = 250 \frac{veh}{día}$$

- **TPDA actual para vehículos Buses**

$$TPDA = 27 \frac{veh}{día} + 3 \frac{veh}{día}$$

Datos: Tabla No. 19

$$TPDA = 30 \frac{veh}{día}$$

- **TPDA actual para vehículos Pesados**

$$TPDA = 53 \frac{veh}{día} + 5 \frac{veh}{día}$$

Datos: Tabla No. 19

$$TPDA = 58 \frac{veh}{día}$$

En la tabla No. 20, se indican los valores obtenidos del tráfico promedio diario anual (TPDA).

Tabla 20. TPDA de la Vía Picaihua – Chiquicha

Tipo de Vehículo	TPDA actual (veh/día)	Tráfico atraído (veh/día)	TPDA (veh/día)	TPDA (%)
Livianos	227	23	250	73,964
Buses	27	3	30	8,876
Pesados	53	5	58	17,159
Total:			338	100

Fuente: Autor

Cálculo del tráfico futuro

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo.

Tabla 21. Tasa de crecimiento vehicular Tungurahua

Periodo	Tipo de vehículo		
	Livianos	Buses	Pesados
2020-2025	3,10	1,05	2,61
2025-2030	2,82	0,95	2,38
2030-2035	2,82	0,95	2,38
2035-2040	2,82	0,95	2,38

Fuente: MTOP – Estudio de tráfico, 2015

Partiendo del tráfico actual, se proyecta el volumen del tráfico para dentro de 20 años en este caso y se utilizó la fórmula de la Ecuación 4.

Ejemplo:

$$TF_{livianos\ 2024} = 250 * (1 + 0.0357)^{2024-2023}$$

$$TF_{livianos\ 2024} = 259\ veh/día$$

$$TF_{buses\ 2024} = 30 * (1 + 0.0178)^{2024-2023}$$

$$TF_{buses\ 2024} = 31\ veh/día$$

$$TF_{Pesado\ (2D)\ 2024} = 58 * (1 + 0.0174)^{2024-2023}$$

$$TF_{Pesado\ (2D)\ 2024} = 60\ veh/día$$

Tabla 22. Tráfico futuro en la vía Picaihua - Chiquicha

Año	Tasa de Crecimiento (%)			Tráfico Futuro (veh/día)			TPDA f (veh/día)
	Liviano	Buses	Camiones	Liviano	Buses	Camiones	
2023	3,57	1,78	1,74	250	30	58	338
2024	3,57	1,78	1,74	259	31	60	350
2025	3,57	1,78	1,74	269	32	61	362
2026	3,25	1,62	1,58	276	32	61	369
2027	3,25	1,62	1,58	285	32	62	379
2028	3,25	1,62	1,58	294	33	63	390
2029	3,25	1,62	1,58	303	34	64	401
2030	3,25	1,62	1,58	313	34	65	412
2031	3,25	1,62	1,58	323	35	66	424
2032	3,25	1,62	1,58	334	35	67	436
2033	3,25	1,62	1,58	345	36	68	449
2034	3,25	1,62	1,58	356	36	69	461
2035	3,25	1,62	1,58	367	37	71	475

2036	3,25	1,62	1,58	379	37	72	488
2037	3,25	1,62	1,58	392	38	73	503
2038	3,25	1,62	1,58	404	39	74	517
2039	3,25	1,62	1,58	418	39	75	532
2040	3,25	1,62	1,58	431	40	76	547
2041	3,25	1,62	1,58	445	41	77	563
2042	3,25	1,62	1,58	460	41	79	580
2043	3,25	1,62	1,58	474	42	80	596

Fuente: Autor

Tipo de vía en función al tráfico futuro (TPDA f)

En la siguiente tabla presenta el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) la propuesta para la clasificación de las carreteras según su función del tráfico proyectado:

Tabla 23. Tráfico futuro en la vía Picaihua - Chiquicha

Función	Clase de Carretera (MTO)	TPDA f (Año final de diseño)
Corredor Arterial	RI – RII (2)	>8000
	I	3000 – 8000
Colectora	II	1000 – 3000
	III	300 - 1000
Vecinal	IV	100 – 300
	V	<100

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2033.

El valor calculado del tráfico futuro para el presente proyecto es igual a 596 vehículos por día, por lo cual esta carretera se clasifica como una Colectora clase III y se debe tomar en cuenta que este tipo de carreteras tendrá un ancho de calzada de 6,5 a 7,3 metros; además, un espaldón de 2 m y para su diseño se considera una velocidad de 50 a 70 km/h según la Norma MTO 2003.

3.1.4. Cálculo del índice de Condición del Pavimento (PCI)

Se utilizó el método del índice de Condición del Pavimento y en base a la visita de campo con inspecciones visuales se pudo identificar las fallas presentes en la carretera Picaihua – Chiquicha en las abs 4+700 hasta 9+400, con lo cual se obtuvo un diagnóstico del estado actual de la capa de rodadura.

Se consideran los siguientes datos:

Ancho promedio

$$\text{Ancho Promedio de la Vía} = \frac{5.00 + 5.10 + 7.20 + 5.10}{4}$$

$$\text{Ancho Promedio de la Vía} = 5.6 \text{ m}$$

Tabla 24. Datos para el PCI

Datos	Valores
Ancho promedio de la vía (An)	5,6 m
Longitud del tramo (Lt)	4700 m
Área del tramo (A)	230 ± 93 m ²
Error admisible estimado para el PCI (e)	5 %
Desviación estándar del PCI (σ)	10

Fuente: Autor

Para el cálculo de la longitud de las unidades de muestreo se empleó la Ecuación 8:

Longitud de la Unidad de muestreo

$$L = \frac{230 \pm 93}{5.60}$$

$$L1 = 24.46$$

$$L2 = 57.68$$

$$L_{\text{Promedio}} = \frac{24.46 + 57.68}{2}$$

$$L_{\text{Promedio}} = 41.07 \approx 41 \text{ m}$$

Con los resultados obtenidos en base a los datos anteriores, se sugiere que la longitud de muestreo puede ser de 24,46 m hasta 57,68 m; por lo cual para el presente proyecto se tomó una longitud promedio con un valor de 41 m para cada unidad de muestreo.

Para el cálculo del número de unidades de muestreo se utilizó la fórmula presentada en la Ecuación 2.9:

Unidades totales de muestreo

$$N = \frac{4700 \text{ m}}{41 \text{ m}}$$

$$N = 114.63 \approx 115 \text{ U Prueba}$$

Área de la unidad de prueba

$$A1 = 41 * 5.6 * 114$$

$$A1 = 26174,40 \text{ m}^2$$

$$A2 = 26 * 5.6 * 1,00$$

$$A2 = 145,60 \text{ m}^2$$

Para las unidades mínimas de muestreo se ocupó las fórmulas indicadas en la Ecuación 2.11:

Unidades mínimas de muestreo

$$n = \frac{115 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (115 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14.15 \approx 14 \text{ Unidades de muestreo}$$

Intervalos para la muestra

$$i = \frac{115}{14}$$

$$i = 8,21 \approx 8.00 \text{ unidades}$$

Cálculo de nr

$$nr = \# \text{ real} * \# \text{ unidades de muestra}$$

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

$$nr = \frac{115}{8.00}$$

$$nr = 14,37 \approx 14 \text{ Unidades P.}$$

Con los resultados obtenidos y según la norma ASTM D 6433 se decidió tomar 14 unidades de muestreo, las mismas que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 25. Datos de las unidades de muestreo

Unidad	Abscisa		Área (m2)	Ancho Promedio
	Inicial	Final		
1	4+700	4+741	209,10	5,1
2	5+028	5+069	209,1	5,1
3	5+356	5+397	221,4	5,4
4	5+684	5+725	209,1	5,1
5	6+012	6+053	217,3	5,3
6	6+340	6+381	209,1	5,1
7	6+668	6+709	213,2	5,2

8	6+996	7+037	217,3	5,3
9	7+324	7+365	221,4	5,4
10	7+652	7+693	217,3	5,3
11	7+980	8+021	221,4	5,4
12	8+308	8+349	221,4	5,4
13	8+636	8+677	213,2	5,2
14	8+964	9+005	221,4	5,4

Fuente: Autor

Se realizó las visitas de campo ya una vez obtenidas todas las unidades de muestreo, para así poder realizar una inspección visual de todas las fallas presentes en el pavimento y utilizando el método PCI.

Cálculo del valor deducido

Se empleó monogramas específicos según cada tipo de falla proporcionadas por el método del PCI y sus resultados se puede observar en el anexo B.

Cálculo del PCI para la vía Picaihua – Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400

Se calculó el valor del PCI para cada unidad de muestreo, aplicando la fórmula de la ecuación 12:

Con ello se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 26. PCI de la vía Picaihua – Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400

Unidad	Abscisa		Área (m2)	PCI	Estado de la Vía
	Inicial	Final			
1	4+700	4+741	209,10	42,00	Regular
2	5+028	5+069	209,1	70,00	Muy bueno
3	5+356	5+397	221,4	55,00	Bueno
4	5+684	5+725	209,1	67,00	Bueno
5	6+012	6+053	217,3	65,00	Bueno
6	6+340	6+381	209,1	66,00	Bueno
7	6+668	6+709	213,2	90,00	Excelente
8	6+996	7+037	217,3	47,00	Regular
9	7+324	7+365	221,4	73,00	Muy bueno
10	7+652	7+693	217,3	55,00	Bueno
11	7+980	8+021	221,4	90,00	Excelente
12	8+308	8+349	221,4	49,00	Regular
13	8+636	8+677	213,2	72,00	Muy bueno
14	8+964	9+005	221,4	55,00	Regular
PROMEDIO:				64,00	Bueno



Fuente: Autor

Una vez culminada el análisis del pavimento de la vía mediante el método del PCI, y comparando con la norma ASTM D 6433 se obtuvo un valor promedio de 64,00; mismo que permitió clasificar de manera general al pavimento de la vía como Bueno.

3.1.5. Evaluación de deflexiones en la capa de rodadura

Conforme el ancho promedio de la vía, se realizó la toma de deflexiones en el pavimento mediante el uso de la Viga Benkelman a una distancia principal de 0.90 m del borde de la vía al eje en base a la norma AASHTO T256, se tomaron datos a cinco distancias diferentes a partir del punto inicial y se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 27. Deflexiones de la vía Picaihua – Chiquicha Abs 4+700 – 9+400

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DEFLEXIONES DE LA CAPA DE RODADURA							
Proyecto: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura vía Picaihua - Chiquicha de la Abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"									
Realizado por: Fabricio Adrián Vega Martínez					Revisado por: Ing. Mg. Jorge Guevara Phd.				
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+700	0	3	7	14	15	15	26	5
2	4+900	0	4	9	12	13	13	26	5
3	5+100	0	3	10	14	17	19	26	5
4	5+300	0	1	8	12	15	17	26	5
5	5+500	0	21	26	30	33	35	27	5
6	5+700	0	1	4	5	10	13	27	5
7	5+900	0	5	10	13	14	14	27	5
8	6+100	0	2	6	8	9	9	27	5
9	6+300	0	1	1	2	2	2	27	5
10	6+500	0	1	2	2	3	3	27	5
11	6+700	0	1	2	3	4	4	28	5
12	6+900	0	4	6	7	11	13	28	5
13	7+100	0	3	8	9	11	12	28	5
14	7+300	0	1	3	4	4	4	28	5
15	7+500	0	5	9	13	17	19	28	5
16	7+700	0	5	8	13	21	24	28	5
17	7+900	0	1	5	10	13	14	30	5
18	8+100	0	1	2	4	6	7	30	5
19	8+300	0	9	25	30	32	33	30	5
20	8+500	0	7	16	19	20	20	30	5
21	8+700	0	20	36	43	45	46	32	5
22	8+900	0	6	17	21	23	24	32	5
23	9+100	0	9	19	22	25	25	32	5
24	9+300	0	7	18	22	24	25	32	5

Fuente: Autor

Con los valores obtenidos en la práctica se debe realizar algunas correcciones para obtener los valores verdaderos de las deflexiones producidas en el pavimento.

Correcciones por el brazo con relación 1:2 de la viga Benkelman



Se utilizó la Ecuación 13 y se obtuvo los siguientes resultados:

$$D = 2 * (15 * 10^{-2} - 0)$$

$$D = 30 * 10^{-2} \text{ mm}$$

A continuación, se muestran los resultados de las deflexiones corregidas:

Tabla 28. Deflexiones corregidas por el brazo con relación 1:2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DEFLEXIONES DE LA CAPA DE RODADURA							
Proyecto: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura vía Picaihua - Chiquicha de la Abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"									
Realizado por: Fabricio Adrián Vega Martínez					Revisado por: Ing. Mg. Jorge Guevara Phd.				
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+700	30	24	16	2	0	0	26	5
2	4+900	26	18	8	2	0	0	26	5
3	5+100	38	32	18	10	4	0	26	5
4	5+300	34	32	18	10	4	0	26	5
5	5+500	70	28	18	10	4	0	27	5
6	5+700	26	24	18	16	6	0	27	5
7	5+900	28	18	8	2	0	0	27	5
8	6+100	18	14	6	2	0	0	27	5
9	6+300	4	2	2	0	0	0	27	5
10	6+500	6	4	2	2	0	0	27	5
11	6+700	8	6	4	2	0	0	28	5
12	6+900	26	18	14	12	4	0	28	5
13	7+100	24	18	8	6	2	0	28	5
14	7+300	8	6	2	0	0	0	28	5
15	7+500	38	28	20	12	4	0	28	5
16	7+700	48	38	32	22	6	0	28	5
17	7+900	28	26	18	8	2	0	30	5
18	8+100	14	12	10	6	2	0	30	5
19	8+300	66	48	16	6	2	0	30	5
20	8+500	40	26	8	2	0	0	30	5
21	8+700	92	52	20	6	2	0	32	5
22	8+900	48	36	14	6	2	0	32	5
23	9+100	50	32	12	6	0	0	32	5
24	9+300	50	36	14	6	2	0	32	5

Fuente: Autor

Corrección de las deflexiones por temperatura



En la toma de las deflexiones se presentaron varios cambios en la temperatura, para lo cual es necesario realizar las correcciones de las deflexiones aplicando una temperatura estándar de 20° C con la Ecuación 14:

$$D_{20C} = \frac{26}{0,001 * (26 - 20C) * (5) + 1}$$

$$D_{20C} = \frac{26}{0,0016(22 - 20C) * (5) + 1}$$

$$D_{20C} = 29,1 * 10^{-2}mm$$

Tabla 29. Deflexiones corregidas por temperatura

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DEFLEXIONES DE LA CAPA DE RODADURA							
Proyecto: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura vía Picaihua - Chiquicha de la Abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"									
Realizado por: Fabricio Adrián Vega Martínez					Revisado por: Ing. Mg. Jorge Guevara Phd.				
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+700	29,1	23,3	15,5	1,9	0,0	0,0	26	5
2	4+900	25,2	17,5	7,8	1,9	0,0	0,0	26	5
3	5+100	36,9	31,1	17,5	9,7	3,9	0,0	26	5
4	5+300	33,0	31,1	17,5	9,7	3,9	0,0	26	5
5	5+500	67,6	27,1	17,4	9,7	3,9	0,0	27	5
6	5+700	25,1	23,2	17,4	15,5	5,8	0,0	27	5
7	5+900	27,1	17,4	7,7	1,9	0,0	0,0	27	5
8	6+100	17,4	13,5	5,8	1,9	0,0	0,0	27	5
9	6+300	3,9	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	27	5
10	6+500	5,8	3,9	1,9	1,9	0,0	0,0	27	5
11	6+700	7,7	5,8	3,8	1,9	0,0	0,0	28	5
12	6+900	25,0	17,3	13,5	11,5	3,8	0,0	28	5
13	7+100	23,1	17,3	7,7	5,8	1,9	0,0	28	5
14	7+300	7,7	5,8	1,9	0,0	0,0	0,0	28	5
15	7+500	36,5	26,9	19,2	11,5	3,8	0,0	28	5
16	7+700	46,2	36,5	30,8	21,2	5,8	0,0	28	5
17	7+900	26,7	24,8	17,1	7,6	1,9	0,0	30	5
18	8+100	13,3	11,4	9,5	5,7	1,9	0,0	30	5
19	8+300	62,9	45,7	15,2	5,7	1,9	0,0	30	5
20	8+500	38,1	24,8	7,6	1,9	0,0	0,0	30	5
21	8+700	86,8	49,1	18,9	5,7	1,9	0,0	32	5
22	8+900	45,3	34,0	13,2	5,7	1,9	0,0	32	5
23	9+100	47,2	30,2	11,3	5,7	0,0	0,0	32	5
24	9+300	47,2	34,0	13,2	5,7	1,9	0,0	32	5

Fuente: Autor

Corrección por estacionalidad

En CONREVIAL nos indican algunos parámetros de estacionalidad que debemos tener en cuenta para poder realizar la corrección en este punto y se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 30. Factores de corrección por estacionalidad

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

Fuente: CONREVIAL, 2014

El suelo presente en la vía de estudio corresponde a un material arenoso – permeable y las estaciones de lectura fueron realizadas en un día soleado, por lo cual se toma un



valor promedio de 1.2 correspondiente a ESTACIÓN SECA para corregir los datos de deflexiones.

Se utilizó la Ecuación 15 y se empleó los datos obtenidos en la Tabla 13 para realizar los siguientes cálculos:

$$D = 1.2 * 29,1 * 10^{-2}$$

$$D = 35,0 * 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 31. Deflexiones corregidas por estacionalidad

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DEFLEXIONES DE LA CAPA DE RODADURA							
Proyecto: "Diseño de un plan de conservación de la estructura de la capa de rodadura vía Picaihua - Chiquicha de la Abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"									
Realizado por: Fabricio Adrián Vega Martínez					Revisado por: Ing. Mg. Jorge Guevara Phd.				
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+700	35,0	28,0	18,6	2,3	0,0	0,0	26	5
2	4+900	30,3	21,0	9,3	2,3	0,0	0,0	26	5
3	5+100	44,3	37,3	21,0	11,7	4,7	0,0	26	5
4	5+300	39,6	37,3	21,0	11,7	4,7	0,0	26	5
5	5+500	81,2	32,5	20,9	11,6	4,6	0,0	27	5
6	5+700	30,1	27,8	20,9	18,6	7,0	0,0	27	5
7	5+900	32,5	20,9	9,3	2,3	0,0	0,0	27	5
8	6+100	20,9	16,2	7,0	2,3	0,0	0,0	27	5
9	6+300	4,6	2,3	2,3	0,0	0,0	0,0	27	5
10	6+500	7,0	4,6	2,3	2,3	0,0	0,0	27	5
11	6+700	9,2	6,9	4,6	2,3	0,0	0,0	28	5
12	6+900	30,0	20,8	16,2	13,8	4,6	0,0	28	5
13	7+100	27,7	20,8	9,2	6,9	2,3	0,0	28	5
14	7+300	9,2	6,9	2,3	0,0	0,0	0,0	28	5
15	7+500	43,8	32,3	23,1	13,8	4,6	0,0	28	5
16	7+700	55,4	43,8	36,9	25,4	6,9	0,0	28	5
17	7+900	32,0	29,7	20,6	9,1	2,3	0,0	30	5
18	8+100	16,0	13,7	11,4	6,9	2,3	0,0	30	5
19	8+300	75,4	54,9	18,3	6,9	2,3	0,0	30	5
20	8+500	45,7	29,7	9,1	2,3	0,0	0,0	30	5
21	8+700	104,2	58,9	22,6	6,8	2,3	0,0	32	5
22	8+900	54,3	40,8	15,8	6,8	2,3	0,0	32	5
23	9+100	56,6	36,2	13,6	6,8	0,0	0,0	32	5
24	9+300	56,6	40,8	15,8	6,8	2,3	0,0	32	5

Fuente: Autor

Radio de Curvatura

El radio de curvatura permitió establecer una relación entre las deflexiones y el comportamiento del pavimento de la vía en estudio a través de la ecuación 16:

$$R_c = \frac{3125}{35,0 - 28,0}$$

$$R_c = 447,05$$

Tabla 32. Radio de curvatura

ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTÓMETRO (X10e-2 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		D0	D25	
1	4+700	35,0	28,0	447,05
2	4+900	30,3	21,0	335,29
3	5+100	44,3	37,3	447,05
4	5+300	39,6	37,3	1341,15
5	5+500	81,2	32,5	64,17
6	5+700	30,1	27,8	1347,66
7	5+900	32,5	20,9	269,53
8	6+100	20,9	16,2	673,83
9	6+300	4,6	2,3	1347,66
10	6+500	7,0	4,6	1347,66
11	6+700	9,2	6,9	1354,17
12	6+900	30,0	20,8	338,54
13	7+100	27,7	20,8	451,39
14	7+300	9,2	6,9	1354,17
15	7+500	43,8	32,3	270,83
16	7+700	55,4	43,8	270,83
17	7+900	32,0	29,7	1367,19
18	8+100	16,0	13,7	1367,19
19	8+300	75,4	54,9	151,91
20	8+500	45,7	29,7	195,31
21	8+700	104,2	58,9	69,01
22	8+900	54,3	40,8	230,03
23	9+100	56,6	36,2	153,36
24	9+300	56,6	40,8	197,17
PROMEDIO (Dm)		39,2	27,7	641,34

Fuente: Autor

Deflexión Característica

La deflexión característica es un valor que representa de mejor manera una deflexión en una sección determinada, para ello se empleó los resultados obtenidos en la Tabla No. 14 y para el cálculo se utilizó la ecuación 18 de la desviación estándar:

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{49614,54}{(24 - 1)}}$$

$$\sigma = 46,44$$

Tabla 33. Desviación estándar de las deflexiones máximas obtenidas

ESTACIÓN	ABSCISA	D0	(Dm - Do)	(Dm - Do)^2
1	4+700	35,0	4,3	18,33
2	4+900	30,3	-30,3	917,56
3	5+100	44,3	-44,3	1960,00
4	5+300	39,6	-39,6	1569,08
5	5+500	81,2	-81,2	6586,85
6	5+700	30,1	-30,1	908,72
7	5+900	32,5	-32,5	1053,90
8	6+100	20,9	-20,9	435,54
9	6+300	4,6	-4,6	21,51
10	6+500	7,0	-7,0	48,39
11	6+700	9,2	-9,2	85,21
12	6+900	30,0	-30,0	900,00
13	7+100	27,7	-27,7	766,86
14	7+300	9,2	-9,2	85,21
15	7+500	43,8	-43,8	1922,49
16	7+700	55,4	-55,4	3067,46
17	7+900	32,0	-32,0	1024,00
18	8+100	16,0	-16,0	256,00
19	8+300	75,4	-75,4	5689,47
20	8+500	45,7	-45,7	2089,80
21	8+700	104,2	-104,2	10847,42
22	8+900	54,3	-54,3	2952,79
23	9+100	56,6	-56,6	3203,99
24	9+300	56,6	-56,6	3203,99
PROMEDIO (Dm)		39,2	SUMA	49614,54

Fuente: Autor

El método CONREVIAl propone diferentes ecuaciones para el cálculo de deflexiones características:

Tabla 34. Ecuaciones de deflexiones características

VALOR DE DISEÑO (%)	DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA D_c	ESTACIÓN DEL PAVIMENTO $\bar{D} > D_c$
50	\bar{D}	50
75	$\bar{D} + 0,674 * \sigma$	25
85	$\bar{D} + * \sigma$	15
90	$\bar{D} + 1,3 * \sigma$	10

95	$\bar{D} + 1,645 * \sigma$	5
98	$\bar{D} + 2 * \sigma$	2
99	$\bar{D} + 2,33 * \sigma$	1
99,9	$\bar{D} + 3 * \sigma$	0,1

Fuente: CONREVIAl, 2014

EL método CONREVIAl recomienda el uso de deflexión característica a la ecuación 17 que emplea un valor de diseño del 95%.

$$D_C = \bar{D} + 1,645 * \sigma$$

$$D_C = 39,2 + 1,645 * 46,44$$

$$D_C = 115,60 * 10^{-2} mm$$

Cálculo de Ejes Equivalentes

Para el cálculo de ejes equivalentes de vehículos pesados que transitan por la vía en estudio, se utilizó la ecuación 19:

Tabla 35. Ecuaciones de deflexiones características

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		FACTOR DAÑO
	tons	$(P/6.6)^4$	tons	$(P/8.2)^4$	tons	$(P/15)^4$	
BUSES	4	0,13	8	0,91			1,04
2D	3	0,04					0,17
	4	0,13					
2DA	3	0,04	7	0,53			0,57

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO93

W18 Acumulado para el año 2023

$$W_{18_{acumulado}} = TPDA * FD * 365$$

$$W_{18_{acumulado}}$$

$$= (TPDA_{bus} * FD_{bus} + TPDA_{2D} * FD_{2D} + TPDA_{2DA} * FD_{2DA} + TPDA_{2DB} * FD_{2DB} + TPDA_{V3A} * FD_{V3A}) * 365$$

$$W_{18_{acumulado}} = (27 * 1.04 + 40 * 0.17 + 14 * 0.57) * 365$$

$$W_{18_{acumulado}} = 15783$$

En la tabla No. 36 se presentó los valores del factor de distribución que tiene en función el número de carriles de la vía:

Tabla 36. Factor de distribución direccional (Fd)

Número de carriles en una dirección	Porcentaje de W18 en un carril
1	100
2	80-100
3	60-80

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO93

Para el caso existen 2 carriles por lo tanto el porcentaje será el siguiente

$$\%del\ W18\ diseño = \frac{80 + 100}{2}$$

$$\%del\ W18\ diseño = 90$$

$$W18_{carril\ de\ diseño\ (2024)} = W18_{por\ sentido} * \frac{\%del\ W18\ diseño}{100}$$

$$W18_{carril\ de\ diseño\ (2024)} = 7822 * \frac{90}{100}$$

$$W18_{carril\ de\ diseño\ (2024)} = 7040$$

Para el cálculo de los ejes equivalentes no se toma en cuenta los vehículos livianos; por lo cual se utilizó la ecuación 19 y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 37. Cálculo de ejes equivalentes

AÑO	TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANNUAL (TPDA)					W18	W18	W18
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TPDA TOTAL	Por carril	Acumulado	Carril Diseño
			2D	2DA				
2023	227	27	40	14	308	7822	15644	7040
2024	236	28	41	15	320	8147	16294	7332
2025	245	29	42	16	332	8472	16944	7625
2026	253	30	43	17	343	8797	17593	7917
2027	262	31	44	18	355	9122	18243	8209
2028	271	32	45	19	367	9447	18893	8502
2029	280	33	46	20	379	9772	19543	8794
2030	290	34	47	21	392	10096	20192	9086
2031	300	35	48	22	405	10421	20842	9379
2032	310	36	49	23	418	10746	21492	9671
2033	321	37	50	24	432	11071	22141	9963
2034	332	38	51	25	446	11396	22791	10256
2035	343	39	52	26	460	11721	23441	10548
2036	355	40	53	27	475	12045	24090	10841
2037	367	41	54	28	490	12370	24740	11133
2038	379	42	55	29	505	12695	25390	11426
2039	392	43	56	30	521	13020	26040	11718
2040	405	44	57	31	537	13345	26689	12010
2041	419	45	58	32	554	13670	27339	12303
2042	433	46	59	33	571	13995	27989	12595
2043	448	47	60	34	589	14319	28638	12887

Fuente: Autor

Deflexión admisible

Se utilizó la ecuación 20 para el cálculo de la deflexión admisible y también los datos de ejes equivalentes.

$$D_{adm} = \left(\frac{1,15}{0,007822} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 348,21 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Deflexión crítica:

Se empleó la ecuación 21 para el cálculo de la deflexión crítica:

$$D_{cr} = \left(\frac{1,9}{0,007822} \right)^{\frac{1}{5,3}} * 100$$

$$D_{cr} = 281,89 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Gracias a los resultados obtenidos de las deflexiones y radios de curvatura, se pudo determinar el tipo de deflexión en la vía Picaihua – Chiquicha; y se clasifica según el método CONREVIAL:

Tabla 38. Tipos de deflexiones

Tipo de deflexión	Comportamiento de la subrasante	Comportamiento del pavimento
Tipo I	Bueno $D_c < D_a$	Bueno $R_c > 100$
Tipo II	Malo $D_c > D_a$	Bueno $R_c > 100$
Tipo III	Bueno $D_c < D_a$	Malo $R_c > 100$
Tipo IV	Malo $D_c > D_a$	Malo $R_c < 100$

Fuente: CONREVIAl, 2014

Con los cálculos realizados se obtuvo los siguientes resultados que se indican en la Tabla 39:

Tabla 39. Deflexiones de la vía Picaihua – Chiquicha Abs 4+700 hasta 9+400 corregidas

Estación	Abscisa	(x10e-2 mm)
		D0
1	4+700	35,0
2	4+900	30,3
3	5+100	44,3
4	5+300	39,6
5	5+500	81,2
6	5+700	30,1
7	5+900	32,5
8	6+100	20,9
9	6+300	4,6
10	6+500	7,0
11	6+700	9,2
12	6+900	30,0
13	7+100	27,7
14	7+300	9,2
15	7+500	43,8
16	7+700	55,4
17	7+900	32,0
18	8+100	16,0
19	8+300	75,4
20	8+500	45,7

21	8+700	104,2
22	8+900	54,3
23	9+100	56,6
24	9+300	56,6
Promedio (Dm)		39,2

Fuente: Autor

Tabla 40. Resultados ensayo Viga Benkelman

Resultados Deflexiones	
Deflexiones promedio (Dm)	$39,2 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Desviación estándar (Dm)	46,44
Deflexión característica (Dc)	$115,60 * 10^{-2} \text{ mm}$
Deflexión admisible (D adm)	$348,21 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Deflexión crítica (D cr)	$281,89 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Radio de Curvatura (Rc)	447,05
Clasificación	
Comportamiento de la subrasante	
$Dc < Da$	$115,60 * 10^{-2} \text{ mm} < 348,21 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Comportamiento del pavimento	
$Rc > 100$	$447,05 > 100$
Tipo de deflexión	Tipo I: curva corta poco pronunciada clasificada

Fuente: Autor

Mediante el tipo de deflexión obtenida en base a los cálculos realizados, se observó que la estructura de la capa de rodadura tiene un comportamiento favorable; por lo cual, se indicó las deflexiones presentes en la vía de estudio en el siguiente gráfico:

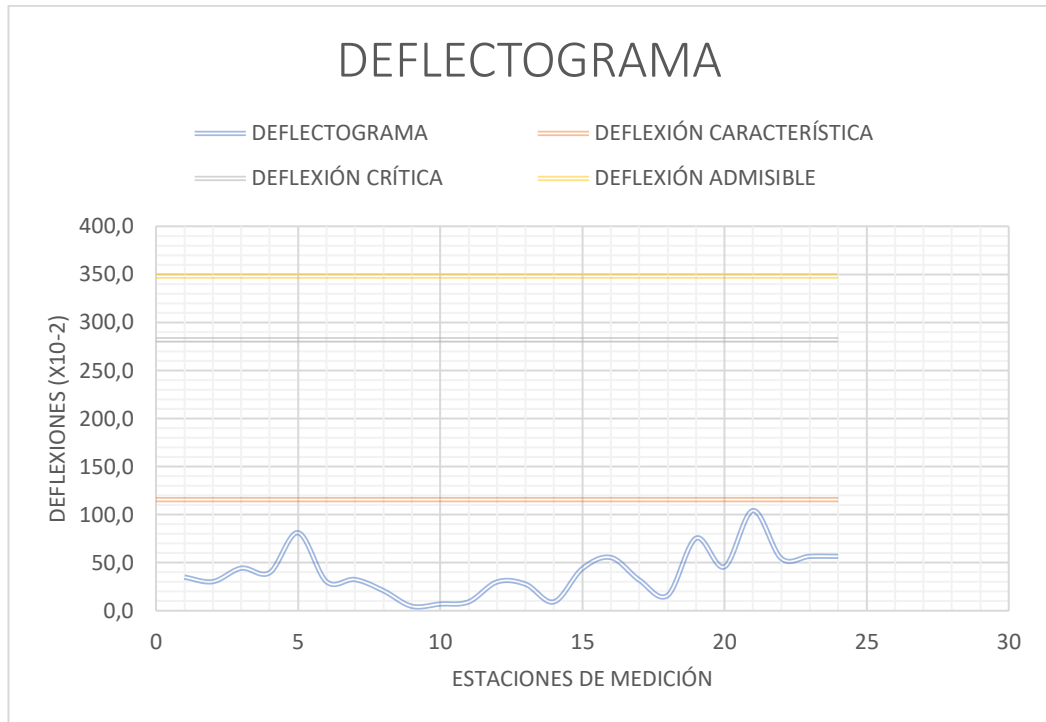


Figura 8. Deflectograma

Fuente: Autor

En la figura 9 se puede observar que la deflexión crítica tiene un valor superior a la deflexión admisible; por lo tanto, se considera solamente la deflexión admisible para las relaciones pertinentes.

En la tabla 41 se presenta las deflexiones con proyección a 20 años, con periodos de 5 años para determinar el comportamiento de la capa de rodadura a futuro.

Tabla 41. Deflexiones proyectadas

Año	W18	Dc	Dadm	Dcr
2023	7822	115,6	348,21	281,89
2028	9447	115,6	332,16	272,03
2033	11071	115,6	319,25	264,01
2038	12695	115,6	308,51	257,28
2043	14319	115,6	299,36	251,50

Fuente: Autor

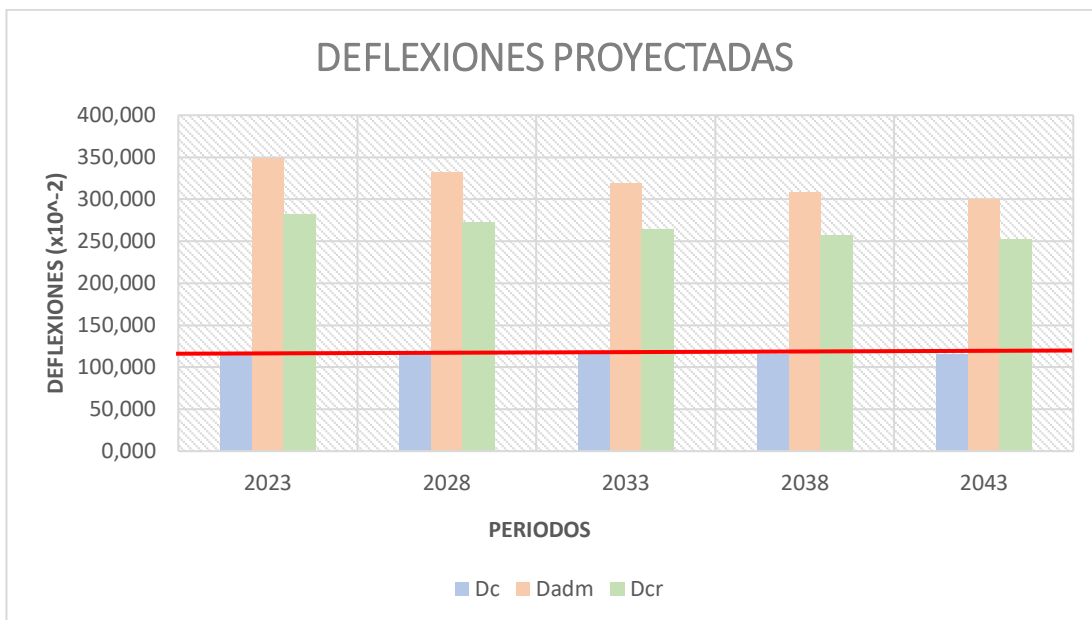


Figura 9. Deflexiones proyectadas

Fuente: Autor

Mediante la gráfica de deflexiones proyectadas para 20 años, se puede observar que el comportamiento de la estructura del pavimento será satisfactorio; debido a que las deflexiones características no superan a las deflexiones admisibles y no sufrirán cambios bruscos que alteren su estabilidad.

3.1.3 Estudio de Suelos

Mediante el estudio de suelos podemos conocer las propiedades físicas de la subrasante de la vía en estudio, en la siguiente tabla se presenta cada una de las muestras tomadas en campo y su ubicación correspondiente:

Tabla 42. Muestras de suelo

MUESTRA	ABSCISA	MEDIDAS
		Ancho - largo - profundidad
1	5+200	1m x 1m x 1m
2	6+200	1m x 1m x 1m
3	7+200	1m x 1m x 1m
4	8+200	1m x 1m x 1m
5	9+200	1m x 1m x 1m

Fuente: Autor

Análisis Granulométrico

Con el uso de la normativa ASTM D421-58 se pudo clasificar las muestras de suelo, para posteriormente realizar el ensayo de granulometría y obtener los siguientes resultados:

Tabla 43. Resultados de Granulometría

MUESTRA	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	CLASIFICACIÓN	
				AASHTO	SUCS
1	19,41	63,41	17,18	A-2-4	SUCS: SM Arena Limosa
2	15,31	72,26	12,44	A-2-4	SUCS: SM Arena Limosa
3	10,58	65,17	24,26	A-2-4	SUCS: SM Arena Limosa
4	14,56	76,21	9,23	A-3	SUCS: SP-SM Arena mal graduada con limo
5	26,07	62,56	11,38	A-2-4	SUCS: SM Arena Limosa

Fuente: Autor

Límites de Atterberg

Haciendo uso de las muestras de suelo extraídas en campo y pasadas por el tamiz #40, se procedió a realizar los ensayos de límite líquido y límite plástico empleando la normativa ASTM D4318 - INEN 691; obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 44. Resultados de Límites de Atterberg

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)
1	30,42	27,31	-3,11
2	25,25	22,38	-2,87
3	21,85	17,24	-4,61
4	27,33	30,38	3,05
5	24,32	33,33	9,01

Fuente: Autor

Proctor modificado tipo B

Se realizó el ensayo de Proctor Modificado Tipo B con la finalidad de obtener la densidad seca máxima y la humedad óptima del suelo en estudio, bajo la normativa AASHTO T-180, resultados que nos permite realizar el ensayo CBR. A continuación, se presenta los siguientes resultados:

Tabla 45. Resultados de Proctor modificado tipo B

MUESTRA	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
1	0,928	17,7
2	1,071	14,9
3	1,051	13,0
4	1,126	12,7
5	1,080	10,9

Fuente: Autor

Ensayo de Relación de Soporte California (CBR)

Los resultados obtenidos en el ensayo de CBR se presentan en la siguiente tabla, resultados que fueron obtenidos y guiándose en la norma ASTM D 1883, la cual nos permite obtener la capacidad portante del suelo de la vía Picaihua – Chiquicha.

Tabla 46. Resultados de Proctor modificado tipo B

Muestra	CBR (%)	Clasificación	Usos
1	12,19	Regular - Buena	Subrasante
2	16,89	Regular - Buena	Subrasante
3	12,23	Regular - Buena	Subrasante
4	18,60	Regular - Buena	Subrasante
5	16,04	Regular - Buena	Subrasante

Fuente: Autor

Con los resultados obtenidos mediante el ensayo CBR, se puede clasificar al suelo como una Subrasante Regular a Buena, con un porcentaje promedio de 15,19%. Mismos que se indican en el anexo C.

Plan de conservación vial

El plan de conservación vial para los distintos tramos de la carretera Picaihua - Chiquicha, que abarca desde las abs 4+700 hasta las 9+400, se ha elaborado en base a los resultados obtenidos del Índice de condición de pavimento (PCI) y las pruebas realizadas con la viga benkelman. En la creación de este plan, se han tenido en cuenta el tráfico proyectado calculado y las características determinadas a partir del estudio de suelos. El objetivo es proporcionar un plan de mantenimiento eficiente que satisfaga las condiciones de la carretera y mejore la calidad de movilidad para los usuarios que transitan por esta vía.

Tabla 47. Resumen de fallas con sus soluciones

TIPO DE FALLAS	UNIDAD	ABSCISA (m)		CANTIDAD A INTERVENIR	TIPO DE DEFLEXIÓN	SOLUCIÓN
		INICIAL	FINAL			
Piel de Cocodrilo	m2	4+700	4+741	34,36	DEFLEXIÓN TIPO I	Sello superficial
		5+356	5+397	40,8		
		6+340	6+381	4,62		
		6+996	7+027	19,95		
		7+652	7+693	10,45		
Fisuras en bloque	m2	6+012	6+053	46,54		Sellado de grietas, Sello superficial
		6+996	7+037	9,96		
		7+324	7+365	12,05		
		7+652	7+693	18,21		
Abultamiento y hundimiento	m	5+028	5+069	1,54		Parcheo
		8+308	8+677	4,31		
Fisura en borde	m2	6+996	7+037	4,3		Sellado de grietas, Parcheo
Desnivel/carril/berma	m	6+340	6+381	3,8		Renivelación
		8+308	8+349	1,43		
Fisura longitudinal y transversal	m	5+028	5+069	17,21		Sellado de grietas
		5+684	5+725	24,15		
		6+012	6+053	6,79		
		6+340	6+381	11,44		
		6+668	6+709	4,99		
		7+324	7+365	9,88		
		7+652	7+693	4,08		
		7+980	8+021	5,78		
		8+308	8+349	12,69		
Parcheo	m2	4+700	4+741	2,7	Cambio de Parcheo	
		8+964	9+005	6,54		
Huecos	u	4+700	4+741	1	Parcheo	
		5+028	5+069	1		
		6+012	6+053	1		
		8+964	9+005	3		
Ahuellamiento	m2	5+356	5+397	2,25	Parcheo	
Desprendimiento de agregados	m2	4+700	4+741	13,64	Sello superficial	
		5+028	5+069	42,14		
		5+356	5+397	28,95		
		5+684	5+725	50,17		
		6+668	6+709	8,65		
		6+996	7+037	19,85		
		7+324	7+365	33,27		
		7+652	7+693	8,82		
		8+308	8+677	3,34		
8+964	9+005	8,03				

Fuente: Autor

Se plantea un plan de mantenimiento vial con el objetivo de prolongar la durabilidad del pavimento en la carretera bajo estudio. Este plan ha sido analizado y comparado con investigaciones similares y se presenta de manera resumida de la siguiente manera:

Tabla 48. Resumen de fallas con sus soluciones

Actividad	Cantidad a intervenir	Unidad
Sellado superficial	439,23	m2
Sellado de grietas	129,43	m
Parqueo	17,72	m2
Limpieza general de la vía	3	km

Fuente: Autor

Los valores presentados en la tabla 48 están respaldados por el anexo B, y es importante tener en cuenta que estas cantidades pueden sufrir cambios con el tiempo debido al deterioro progresivo de la carretera.

Presupuesto Referencial

Para el presente proyecto y según la revista CAMICON ((Cámara de la Industria de la Construcción) del Ecuador se obtuvo los costos individuales de cada rubo; los mismos que se presentan en el anexo D, posteriormente se sumaron y se obtuvo el presupuesto total para el plan de mantenimiento vial que se presenta a continuación en la tabla 49.

Tabla 49. Presupuesto referencial

 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 Picahua - Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400"		
TABLA DE DESCRIPCIÓN TOTAL DE PRESUPUESTO		
PRESUPUESTO	DESCRIPCIÓN	MONTO \$
1.	PIEL DE COCODRILO	1502,912
2.	FISURAS EN BLOQUE	1042,42
3.	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	1127,40
4.	FISURA DE BORDE	49,22
5.	DESNIVEL CARRIL/BERMA	3828,80
6.	FISURA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	4940,13
7.	PARCHEO	106,60
8.	HUECOS	4392,46
9.	AHUELLAMIENTO	25,75
10.	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	2482,27
TOTAL		19497,96
SON: DIECINUEVE MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y SIETE, 96/100 DÓLARES <i>Estos precios no incluyen IVA</i>		

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se propuso el desarrollo de un plan integral de conservación para la vía Picaihua – Chiquicha en la Provincia de Tungurahua, esencial para garantizar la durabilidad y la seguridad de esta importante infraestructura vial. A lo largo de este proceso, se ha evaluado detenidamente el servicio continuo de la capa de rodadura en el tramo comprendido entre la Abs 4+700 y 9+400.
- Se desarrolló un levantamiento topográfico en la vía Picaihua – Chiquicha, abarcando el tramo desde la Abs 4+700 hasta la Abs 9+400 en la provincia de Tungurahua, con el propósito de obtener información detallada sobre la configuración del terreno y las características geográficas de la zona. A través de la utilización de herramientas y tecnologías topográficas, se ha logrado capturar con precisión la topografía, pendientes y elementos naturales y artificiales que definen el entorno vial; la información obtenida de este levantamiento topográfico jugará un papel crucial en la toma de decisiones futuras relacionadas con el diseño, planificación y mantenimiento de la vía y facilitará la identificación de áreas de riesgo, la optimización de las soluciones de ingeniería y la creación de estrategias efectivas para la conservación y mejora de la infraestructura.
- Se conoció mediante el análisis del tráfico en la vía Picaihua - Chiquicha, abarcando el segmento desde la Abs 4+700 hasta la Abs 9+400 en la provincia de Tungurahua, una visión de los patrones de movilidad y la demanda de esta importante arteria vial; a través de la recopilación y evaluación de datos precisos sobre el flujo vehicular, los tipos de vehículos, las horas de mayor congestión y otros factores relevantes, se ha logrado obtener una comprensión detallada de la dinámica del tráfico en la zona; el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) del año 2023 con un valor de 307 vehículos por día, siendo el día lunes con mayor tránsito vehicular; con un total de 264 vehículos en una hora pico de 12h00 a 13h00 p.m. Al aplicar la normativa MTOP Volumen 2 y proyectar el tráfico para 20 años, se obtuvo un resultado de 596 vehículos por día para el año 2043. Por lo tanto, la vía en estudio se clasifica como una

colectora tipo III para ese año, de acuerdo con los parámetros establecidos por la normativa.

- Se evaluó los componentes físicos de la vía Picaihua - Chiquicha, desde la Abs 4+700 hasta la Abs 9+400 en la provincia de Tungurahua, la cual ha proporcionado una comprensión integral de la condición y características de la infraestructura vial existente. A través de este proceso de inspección y análisis, se ha logrado identificar y documentar una variedad de elementos físicos clave que componen la vía. Los datos recopilados han revelado la actual de la carretera, incluyendo el estado de la capa de rodadura, la señalización, las estructuras de drenaje, las áreas de riesgo y otros componentes esenciales. Por lo cual las fallas existentes en la capa de rodadura se examinaron utilizando el método del Índice de Condición de Pavimento (PCI) a través de 14 unidades de muestreo. Esto proporcionó un valor promedio de PCI de 64 %, lo que clasifica al pavimento como "BUENO" y sugiere que el mantenimiento requerido en la vía, es de tipo periódico. Con un ensayo no destructivo mediante el uso de la viga benkelman, se detectaron las deflexiones existentes en el pavimento, obteniendo un valor promedio de $39,2 \times 10^{-2} \text{ mm}$. A partir de esta información, se calcularon las deflexiones críticas, admisibles y características, lo que permitió clasificar las deflexiones presentes como "TIPO I", correspondientes a una curva corta poco pronunciada. Además, se realizaron cálculos para proyectar las deflexiones durante 20 años, y se observó que la deflexión característica no supera las deflexiones admisibles. Esto indica que la estructura del pavimento tendrá un comportamiento satisfactorio y garantiza su adecuado funcionamiento a lo largo del tiempo. Por último; al realizar el estudio de la subrasante, se identificó que el suelo se clasifica como una Arena limosa, siguiendo las normativas AASHTO y SUCS. A partir de los resultados de los ensayos de CBR y Proctor modificado, se determinó que la subrasante es de calidad "REGULAR - BUENA". Por lo tanto, no se considera necesario realizar un mejoramiento del suelo, ya que su condición actual es adecuada para las condiciones de la vía.
- Se determinó a través de un análisis de los requerimientos de mantenimiento y las necesidades específicas del tramo, un presupuesto referencial de \$ 19497,96

dólares a la presente fecha, que servirá como guía financiera para las acciones futuras y para las distintas actividades de mantenimiento vial.

4.2.Recomendaciones

- Se recomienda implementar medidas de conservación preventiva, como la aplicación regular de selladores y la corrección temprana de pequeñas deformaciones en la capa de rodadura. Además, se sugiere llevar a cabo una inspección periódica y monitoreo del estado de la vía para identificar posibles deterioros y desgastes prematuros.
- Se sugiere llevar a cabo evaluaciones periódicas del estado de las carreteras en Ecuador, con el propósito de proponer planes de mantenimiento efectivos que garanticen el confort y la seguridad de la población.
- Es importante capacitarse en el manejo adecuado de los equipos utilizados en diversos ensayos y asegurarse de que funcionen correctamente. Esto garantizará resultados precisos en la investigación y evitará daños en los equipos.
- Es fundamental emplear equipo de protección e identificación, como casco y chaleco reflectante, mientras se realizan trabajos de campo en la carretera. Esto tiene como objetivo salvaguardar la integridad del investigador y asegurar su visibilidad y seguridad en el entorno vial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. M. A. Karim, K. A. H. Rubasi, y A. A. Saleh, “The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A Case Study of Yemen”, *Organization, Technology and Management in Construction: an International Journal*, vol. 8, núm. 1, pp. 1446–1455, dic. 2016, doi: 10.1515/otmcj-2016-0008.
- [2] L. R. V. VARELA, “PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS”, 2002.
- [3] “índice para evaluar el estado de los pavimentos urbanos flexibles”.
- [4] B. E. Oblitas Gastelo, I. I. Medina Cardozo, y C. R. Paredes Asalde, “International Evenness Index And Pavement Condition Index For Defining Pavement Serviceability Levels”, *ITECKNE*, vol. 18, núm. 2, abr. 2021, doi: 10.15332/iteckne.v18i2.2616.
- [5] M. Pinto Barrantes, R. Antonio, J. Campos, y R. Manuel, “ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”.
- [6] B. Ortega y D. Michael, “Estrategias de la conservación de la carpeta asfáltica en la vía santa rosa - bellavista - la avanzada”, jul. 2018, Consultado: el 10 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13223>
- [7] B. I. Simón Baque-Solis, “Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí Assessment of the state of flexible pavement using the pci method of the port-airport highway (Section II). Blanket. Manabi Province Avaliação do estado do pavimento flexível usando o método pci da rodovia porto-aeroporto (Seção II). Cobertor. Província de Manabi”, vol. 6, pp. 203–228, doi: 10.23857/dc.v6i2.1163.
- [8] Zamora Sánchez Ruth, “El valor agregado bruto (VAB) del comercio en la provincia de Tungurahua”, 2019, Consultado: el 10 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/301748234_El_valor_agregado_bruto_VAB_del_comercio_en_la_provincia_de_Tungurahua

- [9] L. Costantini *et al.*, “Tipos de Investigación”, *7° Convegno Nazionale di Viticoltura, Piacenza, 9-11 luglio 2018*, núm. 22, p. p.43, 2018, doi: 10.4/JQUERY-UI.MIN.JS.
- [10] M. de T. y O. P. del Ecuador, “Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, “Volumen No. 2 - Libro A Norma para estudios y diseños viales”.
- [11] A. V. Tarek Ziad, C. M. Fausto Felix, y R. M. Olga Beatriz, “ANÁLISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍA PRINCIPAL EN GUAYAQUIL-ECUADOR ANALYSIS OF TRAFFIC CONGESTION FOR THE IMPROVEMENT OF A MAIN ROAD IN GUAYAQUIL”.
- [12] R. Fernández, A. Juan, y C. Dextre, “Elementos de la teoría del tráfico vehicular”, 2011, [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/173103>
- [13] K. F. Colombo, I. Torres Villegas, W. Guillermo, y M. Cabrera, “LA TRIGONOMETRÍA COMO FACTOR DE APRENDIZAJE EN LOS CONTENIDOS PRÁCTICOS DE LA TOPOGRAFÍA TRIGONOMETRY AS A LEARNING FACTOR IN THE PRACTICAL CONTENT OF TOPOGRAPHY”.
- [14] A. David Estrella Lopez, “UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL”.
- [15] B. M. Das, “Fundamentos de ingeniería geotécnica Cuarta edición”.
- [16] M. Y. Caracterización De Los Deslizamientos Del Macizo Rocoso De Anconcito Del Cantón Salinas De La Provincia De Santa Elena, “UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL TEMA”.
- [17] “mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz”.
- [18] G. M. Fl, “-INQOIIIIIIIA CMI”.
- [19] J. Connelly *et al.*, “Nebraska Department of Transportation Research Reports”, 2008. [En línea]. Disponible en: <http://digitalcommons.unl.edu/ndor/31>

- [20] M. Elvira. Garrido de la Torre, Carlos. Hidalgo Signes, J. I. Preciado Romero, y Universidad Politécnica de Valencia, *Ensayos de mecánica de suelos: prácticas de geotecnia*. Universitat Politècnica de València, 2015.
- [21] Manotoa Andrés, “ESTUDIO DE LA CORRELACIÓN ENTRE LOS ENSAYOS (DCP) PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO Y (CBR) RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LOS DIFERENTES TIPOS DE SUELOS”.
- [22] “Pavement Engineering”.
- [23] B. D. C. J. De, “EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI COMO HERRAMIENTA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA "EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE”.
- [24] J. Balarezo-Zapata, “Evaluación Estructural Usando Viga Benkelman Aplicada A Un Pavimento”.
- [25] Ph. D. MARI O S. H OFFM AN, “EST U DI OS DE EV ALU ACI ON EST RU CT U RAL DE PAV I M EN T OS BASADOS EN LA I N T ERPRET ACI ON DE CU RV AS DE DEFLEX I ON ES (EN SAY OS N O DEST RU CT I V OS)”.
- [26] M. de T. y O. P. del Ecuador, “Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, “Volumen No. 2 - Libro A Norma para estudios y diseños viales”.

ANEXOS

ANEXO A:
CONTEO VEHICULAR

Anexo A-1. Conteo vehicular de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 – 9+400, lunes 8 de mayo del 2023.

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total		
7h00	7h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7h15	7h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h30	7h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h45	8h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
8h00	8h15	7	1	1	0	0	0	1	9	33
8h15	8h30	5	0	2	0	0	0	2	7	
8h30	8h45	8	2	1	0	0	0	1	11	
8h45	9h00	3	0	3	0	0	0	3	6	
9h00	9h15	9	1	1	0	0	0	1	11	27
9h15	9h30	4	0	1	0	0	0	1	5	
9h30	9h45	5	1	0	1	0	0	1	7	
9h45	10h00	4	0	0	0	0	0	0	4	
10h00	10h15	6	1	1	0	0	0	1	8	28
10h15	10h30	2	0	3	0	0	0	3	5	
10h30	10h45	8	1	2	0	0	0	2	11	
10h45	11h00	3	0	0	1	0	0	1	4	
11h00	11h15	4	1	2	0	0	0	2	7	22
11h15	11h30	5	0	1	0	0	0	1	6	
11h30	11h45	1	1	1	0	0	0	1	3	
11h45	12h00	6	0	0	0	0	0	0	6	
12h00	12h15	9	1	3	1	0	0	4	14	46
12h15	12h30	7	0	1	0	0	0	1	8	
12h30	12h45	11	2	2	1	0	0	3	16	
12h45	13h00	7	1	0	0	0	0	0	8	
13h00	13h15	4	1	0	0	0	0	0	5	26
13h15	13h30	7	0	2	0	0	0	2	9	
13h30	13h45	5	1	3	0	0	0	3	9	
13h45	14h00	2	0	1	0	0	0	1	3	
14h00	14h15	7	1	2	1	0	0	3	11	31
14h15	14h30	4	0	1	0	0	0	1	5	
14h30	14h45	8	2	0	0	0	0	0	10	
14h45	15h00	3	0	2	0	0	0	2	5	
15h00	15h15	5	1	0	0	0	0	0	6	26
15h15	15h30	3	0	0	0	0	0	0	3	
15h30	15h45	7	1	0	1	0	0	1	9	
15h45	16h00	6	1	1	0	0	0	1	8	
16h00	16h15	4	1	3	0	0	0	3	8	25
16h15	16h30	3	0	2	0	0	0	2	5	
16h30	16h45	7	1	0	0	0	0	0	8	
16h45	17h00	2	0	1	1	0	0	2	4	
17h00	17h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17h15	17h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h30	17h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h45	18h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h00	18h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18h15	18h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h30	18h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h45	19h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		191	23	43	7	0	0	50	264	264

Anexo A-2. Conteo vehicular de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 – 9+400, martes 9 de mayo del 2023.

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total		
7h00	7h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7h15	7h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h30	7h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h45	8h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
8h00	8h15	2	1	0	0	0	0	0	3	15
8h15	8h30	2	0	1	0	0	0	1	3	
8h30	8h45	3	1	1	0	0	0	1	5	
8h45	9h00	1	0	3	0	0	0	3	4	
9h00	9h15	3	1	0	0	0	0	0	4	9
9h15	9h30	0	0	1	0	0	0	1	1	
9h30	9h45	2	1	0	0	0	0	0	3	
9h45	10h00	1	0	0	0	0	0	0	1	
10h00	10h15	1	1	0	0	0	0	0	2	12
10h15	10h30	2	0	0	0	0	0	0	2	
10h30	10h45	3	1	0	0	0	0	0	4	
10h45	11h00	3	0	0	1	0	0	1	4	
11h00	11h15	4	1	2	0	0	0	2	7	19
11h15	11h30	1	0	1	0	0	0	1	2	
11h30	11h45	2	1	1	0	0	0	1	4	
11h45	12h00	6	0	0	0	0	0	0	6	
12h00	12h15	3	1	3	1	0	0	4	8	21
12h15	12h30	7	0	1	0	0	0	1	8	
12h30	12h45	1	0	0	1	0	0	1	2	
12h45	13h00	2	1	0	0	0	0	0	3	
13h00	13h15	4	1	0	0	0	0	0	5	21
13h15	13h30	2	0	2	0	0	0	2	4	
13h30	13h45	5	1	3	0	0	0	3	9	
13h45	14h00	2	0	1	0	0	0	1	3	
14h00	14h15	2	1	1	1	0	0	2	5	18
14h15	14h30	4	0	1	0	0	0	1	5	
14h30	14h45	2	2	0	0	0	0	0	4	
14h45	15h00	2	0	2	0	0	0	2	4	
15h00	15h15	1	1	0	0	0	0	0	2	10
15h15	15h30	3	0	0	0	0	0	0	3	
15h30	15h45	3	0	0	0	0	0	0	3	
15h45	16h00	1	1	0	0	0	0	0	2	
16h00	16h15	2	0	0	0	0	0	0	2	10
16h15	16h30	3	0	1	0	0	0	1	4	
16h30	16h45	1	0	0	0	0	0	0	1	
16h45	17h00	1	0	1	1	0	0	2	3	
17h00	17h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17h15	17h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h30	17h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h45	18h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h00	18h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18h15	18h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h30	18h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h45	19h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		87	17	26	5	0	0	31	135	135

Anexo A-3. Conteo vehicular de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 – 9+400, miércoles 10 de mayo del 2023.

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total		
7h00	7h15	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7h15	7h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h30	7h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h45	8h00	1	0	0	0	0	0	0	1	
8h00	8h15	3	1	1	0	0	0	1	5	16
8h15	8h30	2	0	2	0	0	0	2	4	
8h30	8h45	1	2	0	0	0	0	0	3	
8h45	9h00	3	0	1	0	0	0	1	4	
9h00	9h15	3	1	1	0	0	0	1	5	21
9h15	9h30	4	0	1	0	0	0	1	5	
9h30	9h45	5	1	0	1	0	0	1	7	
9h45	10h00	4	0	0	0	0	0	0	4	
10h00	10h15	6	1	1	0	0	0	1	8	21
10h15	10h30	2	0	0	0	0	0	0	2	
10h30	10h45	4	1	2	0	0	0	2	7	
10h45	11h00	3	0	0	1	0	0	1	4	
11h00	11h15	1	1	0	0	0	0	0	2	15
11h15	11h30	5	0	1	0	0	0	1	6	
11h30	11h45	3	1	1	0	0	0	1	5	
11h45	12h00	2	0	0	0	0	0	0	2	
12h00	12h15	3	1	3	1	0	0	4	8	29
12h15	12h30	7	0	1	0	0	0	1	8	
12h30	12h45	2	3	0	0	0	0	0	5	
12h45	13h00	7	1	0	0	0	0	0	8	
13h00	13h15	4	1	0	0	0	0	0	5	21
13h15	13h30	2	0	2	0	0	0	2	4	
13h30	13h45	5	2	3	0	0	0	3	10	
13h45	14h00	1	0	1	0	0	0	1	2	
14h00	14h15	1	1	2	1	0	0	3	5	17
14h15	14h30	2	0	1	0	0	0	1	3	
14h30	14h45	2	2	0	0	0	0	0	4	
14h45	15h00	3	0	2	0	0	0	2	5	
15h00	15h15	3	2	0	0	0	0	0	5	13
15h15	15h30	1	0	0	0	0	0	0	1	
15h30	15h45	2	1	0	1	0	0	1	4	
15h45	16h00	2	1	0	0	0	0	0	3	
16h00	16h15	2	1	0	0	0	0	0	3	13
16h15	16h30	2	0	2	0	0	0	2	4	
16h30	16h45	2	1	0	0	0	0	0	3	
16h45	17h00	2	0	1	0	0	0	1	3	
17h00	17h15	1	0	0	0	0	0	0	1	2
17h15	17h30	1	0	0	0	0	0	0	1	
17h30	17h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h45	18h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h00	18h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18h15	18h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h30	18h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h45	19h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		109	26	29	5	0	0	34	169	169

Anexo A-4. Conteo vehicular de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 – 9+400, jueves 11 de mayo del 2023.

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total		
7h00	7h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7h15	7h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h30	7h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h45	8h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
8h00	8h15	2	1	1	0	0	0	1	4	15
8h15	8h30	1	0	1	0	0	0	1	2	
8h30	8h45	2	2	1	0	0	0	1	5	
8h45	9h00	3	0	1	0	0	0	1	4	
9h00	9h15	9	1	1	0	0	0	1	11	27
9h15	9h30	4	0	1	0	0	0	1	5	
9h30	9h45	5	1	0	1	0	0	1	7	
9h45	10h00	4	0	0	0	0	0	0	4	
10h00	10h15	2	1	1	0	0	0	1	4	16
10h15	10h30	2	0	1	0	0	0	1	3	
10h30	10h45	2	1	2	0	0	0	2	5	
10h45	11h00	3	0	0	1	0	0	1	4	
11h00	11h15	4	1	2	0	0	0	2	7	22
11h15	11h30	5	0	1	0	0	0	1	6	
11h30	11h45	1	1	1	0	0	0	1	3	
11h45	12h00	6	0	0	0	0	0	0	6	
12h00	12h15	2	1	1	1	0	0	2	5	22
12h15	12h30	2	0	1	0	0	0	1	3	
12h30	12h45	1	2	2	1	0	0	3	6	
12h45	13h00	7	1	0	0	0	0	0	8	
13h00	13h15	4	1	0	0	0	0	0	5	18
13h15	13h30	2	0	2	0	0	0	2	4	
13h30	13h45	3	1	2	0	0	0	2	6	
13h45	14h00	2	0	1	0	0	0	1	3	
14h00	14h15	7	1	1	1	0	0	2	10	25
14h15	14h30	4	0	1	0	0	0	1	5	
14h30	14h45	3	2	0	0	0	0	0	5	
14h45	15h00	3	0	2	0	0	0	2	5	
15h00	15h15	5	1	0	0	0	0	0	6	22
15h15	15h30	3	0	0	0	0	0	0	3	
15h30	15h45	3	1	0	1	0	0	1	5	
15h45	16h00	6	1	1	0	0	0	1	8	
16h00	16h15	4	1	2	0	0	0	2	7	22
16h15	16h30	4	0	2	0	0	0	2	6	
16h30	16h45	4	1	0	0	0	0	0	5	
16h45	17h00	2	0	1	1	0	0	2	4	
17h00	17h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17h15	17h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h30	17h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h45	18h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h00	18h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18h15	18h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h30	18h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h45	19h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		126	23	33	7	0	0	40	189	189

Anexo A-5. Conteo vehicular de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 – 9+400, viernes 12 de mayo del 2023.

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total		
7h00	7h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7h15	7h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h30	7h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h45	8h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
8h00	8h15	3	1	1	0	0	0	1	5	23
8h15	8h30	5	0	2	0	0	0	2	7	
8h30	8h45	2	2	1	0	0	0	1	5	
8h45	9h00	3	0	3	0	0	0	3	6	
9h00	9h15	2	1	1	0	0	0	1	4	19
9h15	9h30	4	0	1	0	0	0	1	5	
9h30	9h45	5	1	0	1	0	0	1	7	
9h45	10h00	3	0	0	0	0	0	0	3	
10h00	10h15	2	1	1	0	0	0	1	4	20
10h15	10h30	2	0	1	0	0	0	1	3	
10h30	10h45	7	1	2	0	0	0	2	10	
10h45	11h00	3	0	0	0	0	0	0	3	
11h00	11h15	4	1	2	0	0	0	2	7	17
11h15	11h30	2	0	1	0	0	0	1	3	
11h30	11h45	1	1	1	0	0	0	1	3	
11h45	12h00	4	0	0	0	0	0	0	4	
12h00	12h15	5	1	1	0	0	0	1	7	30
12h15	12h30	7	0	1	0	0	0	1	8	
12h30	12h45	2	2	2	1	0	0	3	7	
12h45	13h00	7	1	0	0	0	0	0	8	
13h00	13h15	4	1	0	0	0	0	0	5	23
13h15	13h30	6	0	2	0	0	0	2	8	
13h30	13h45	5	1	1	0	0	0	1	7	
13h45	14h00	2	0	1	0	0	0	1	3	
14h00	14h15	7	1	2	0	0	0	2	10	30
14h15	14h30	4	0	1	0	0	0	1	5	
14h30	14h45	8	2	0	0	0	0	0	10	
14h45	15h00	3	0	2	0	0	0	2	5	
15h00	15h15	5	1	0	0	0	0	0	6	23
15h15	15h30	3	0	0	0	0	0	0	3	
15h30	15h45	5	1	0	1	0	0	1	7	
15h45	16h00	5	1	1	0	0	0	1	7	
16h00	16h15	4	1	1	0	0	0	1	6	17
16h15	16h30	3	0	2	0	0	0	2	5	
16h30	16h45	2	1	0	0	0	0	0	3	
16h45	17h00	2	0	1	0	0	0	1	3	
17h00	17h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17h15	17h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h30	17h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h45	18h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h00	18h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18h15	18h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h30	18h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h45	19h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		141	23	35	3	0	0	38	202	202

Anexo A-6. Conteo vehicular de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 – 9+400, sábado 13 de mayo del 2023.



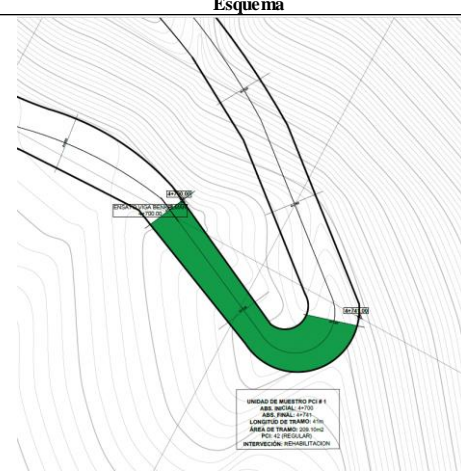
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total		
7h00	7h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7h15	7h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h30	7h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h45	8h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
8h00	8h15	7	1	1	0	0	0	1	9	24
8h15	8h30	5	0	1	0	0	0	1	6	
8h30	8h45	1	1	1	0	0	0	1	3	
8h45	9h00	3	0	3	0	0	0	3	6	
9h00	9h15	5	1	1	0	0	0	1	7	21
9h15	9h30	2	0	1	0	0	0	1	3	
9h30	9h45	5	1	0	1	0	0	1	7	
9h45	10h00	4	0	0	0	0	0	0	4	
10h00	10h15	6	1	1	0	0	0	1	8	22
10h15	10h30	3	0	1	0	0	0	1	4	
10h30	10h45	3	1	2	0	0	0	2	6	
10h45	11h00	3	0	0	1	0	0	1	4	
11h00	11h15	4	1	2	0	0	0	2	7	21
11h15	11h30	5	0	0	0	0	0	0	5	
11h30	11h45	1	1	1	0	0	0	1	3	
11h45	12h00	6	0	0	0	0	0	0	6	
12h00	12h15	2	1	0	1	0	0	1	4	27
12h15	12h30	7	0	1	0	0	0	1	8	
12h30	12h45	3	2	2	1	0	0	3	8	
12h45	13h00	6	1	0	0	0	0	0	7	
13h00	13h15	3	1	0	0	0	0	0	4	18
13h15	13h30	2	0	2	0	0	0	2	4	
13h30	13h45	3	1	3	0	0	0	3	7	
13h45	14h00	2	0	1	0	0	0	1	3	
14h00	14h15	7	1	1	1	0	0	2	10	27
14h15	14h30	4	0	1	0	0	0	1	5	
14h30	14h45	5	2	0	0	0	0	0	7	
14h45	15h00	3	0	2	0	0	0	2	5	
15h00	15h15	4	1	0	0	0	0	0	5	19
15h15	15h30	3	0	0	0	0	0	0	3	
15h30	15h45	2	1	0	1	0	0	1	4	
15h45	16h00	5	1	1	0	0	0	1	7	
16h00	16h15	4	1	3	0	0	0	3	8	23
16h15	16h30	3	0	2	0	0	0	2	5	
16h30	16h45	5	1	0	0	0	0	0	6	
16h45	17h00	2	0	1	1	0	0	2	4	
17h00	17h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17h15	17h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h30	17h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h45	18h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h00	18h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18h15	18h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h30	18h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h45	19h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		138	22	35	7	0	0	42	202	202

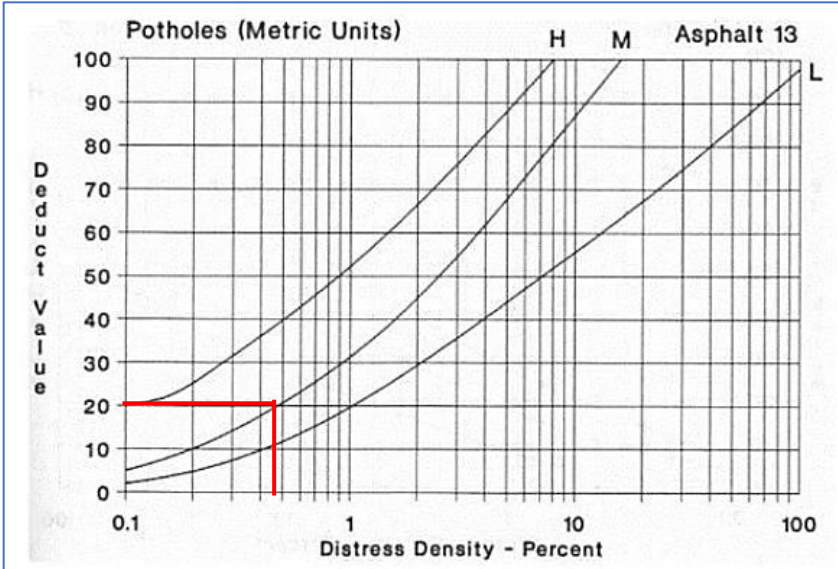
Anexo A-7. Conteo vehicular de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 – 9+400, domingo 14 de mayo del 2023.

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					TOTAL	ACUMULADO POR HORA
				C-2P	C-2G	C-3	C>3	Total		
7h00	7h15	0	0	0	0	0	0	0	0	5
7h15	7h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h30	7h45	2	0	0	0	0	0	0	2	
7h45	8h00	2	0	1	0	0	0	1	3	
8h00	8h15	2	2	1	0	0	0	1	5	25
8h15	8h30	4	0	2	0	0	0	2	6	
8h30	8h45	5	2	1	0	0	0	1	8	
8h45	9h00	3	0	3	0	0	0	3	6	
9h00	9h15	5	1	1	0	0	0	1	7	26
9h15	9h30	4	1	1	0	0	0	1	6	
9h30	9h45	5	1	1	1	0	0	2	8	
9h45	10h00	5	0	0	0	0	0	0	5	
10h00	10h15	4	1	1	0	0	0	1	6	24
10h15	10h30	3	0	3	0	0	0	3	6	
10h30	10h45	5	1	2	0	0	0	2	8	
10h45	11h00	3	0	0	1	0	0	1	4	
11h00	11h15	4	1	2	0	0	0	2	7	19
11h15	11h30	4	1	1	0	0	0	1	6	
11h30	11h45	1	1	1	0	0	0	1	3	
11h45	12h00	2	0	1	0	0	0	1	3	
12h00	12h15	3	2	3	1	0	0	4	9	32
12h15	12h30	6	0	1	0	0	0	1	7	
12h30	12h45	5	2	3	1	0	0	4	11	
12h45	13h00	4	1	0	0	0	0	0	5	
13h00	13h15	3	1	0	0	0	0	0	4	19
13h15	13h30	3	0	1	0	0	0	1	4	
13h30	13h45	4	2	2	0	0	0	2	8	
13h45	14h00	2	0	1	0	0	0	1	3	
14h00	14h15	7	1	2	1	0	0	3	11	30
14h15	14h30	4	1	2	1	0	0	3	8	
14h30	14h45	4	2	0	0	0	0	0	6	
14h45	15h00	3	0	2	0	0	0	2	5	
15h00	15h15	5	1	0	0	0	0	0	6	25
15h15	15h30	3	0	0	0	0	0	0	3	
15h30	15h45	5	2	2	1	0	0	3	10	
15h45	16h00	4	1	1	0	0	0	1	6	
16h00	16h15	4	1	3	2	0	0	5	10	26
16h15	16h30	2	1	2	0	0	0	2	5	
16h30	16h45	5	1	0	0	0	0	0	6	
16h45	17h00	2	0	2	1	0	0	3	5	
17h00	17h15	2	0	0	0	0	0	0	2	4
17h15	17h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h30	17h45	2	0	0	0	0	0	0	2	
17h45	18h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h00	18h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18h15	18h30	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h30	18h45	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h45	19h00	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		145	31	49	10	0	0	59	235	235

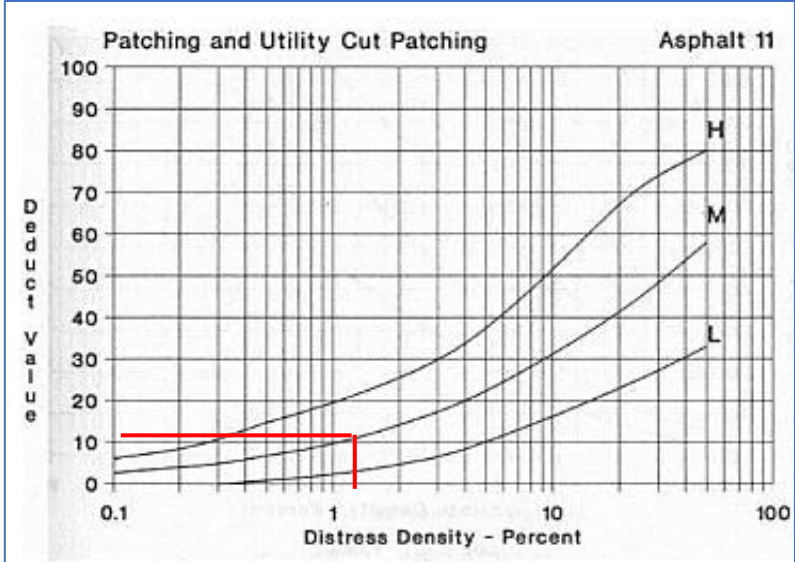
ANEXO B:
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL
PAVIMENTO (PCI)

Anexo B-1. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 hasta 9+400. Unidad de muestreo No. 1

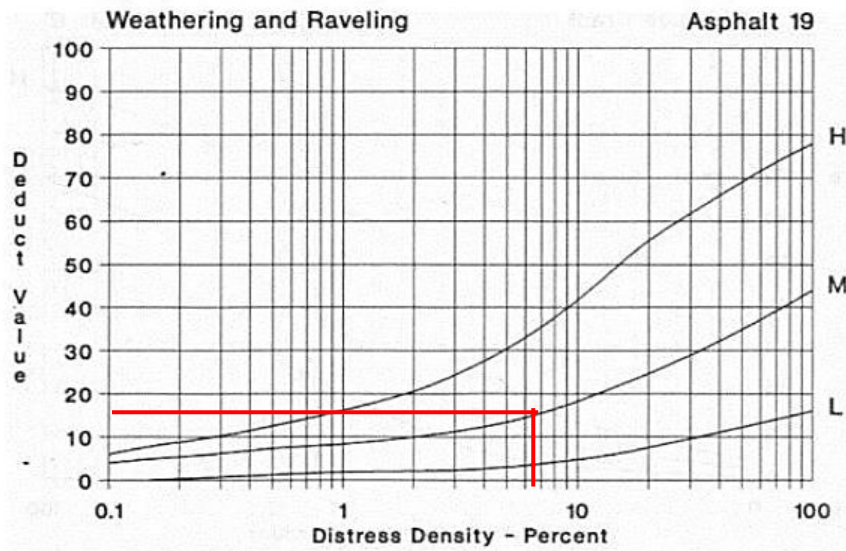
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO								
TRAMO:	1	ABSCISA INICIAL:	4+700					
UNIDAD DE MUESTRA:	1	ABSCISA FINAL:	4+741					
AREA DE LA MUESTRA:	209,1 m ²							
ANCHO DE CARRIL	5,1 m							
TIPOS DE DAÑOS DE ASFALTO								
No.	Fallas	Unidad	Esquema					
1	Piel de cocodrilo	m ²	 <p>UNIDAD DE MUESTRO PCI # 1 ABS. INICIAL: 4700 ABS. FINAL: 4741 LONGITUD DE TRAMO: 41M AREA DE TRAMO: 209,10M² PCI: 42 (REGULAR) INTERVENCION: REHABILITACION</p>					
2	Exudacion	m ²						
3	Fisuras en bloque	m ²						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugacion	m ²						
6	Depresion	m ²						
7	Fisura de borde	m ²						
8	Fisura de reflexion de junta	m						
9	Desnivel/carril/berma	m						
10	Fisuras longitudinales y transversal	m						
11	Parcheo	m ²						
12	Pulimento de agregados	m ²						
13	Huecos	U						
14	Cruce de via ferrea	m ²						
15	Ahuellamiento	m ²						
16	Desplazamiento	m ²						
17	Grieta parabolica	m ²						
18	Hinchamiento	m ²						
19	Desprendimiento de agregados	m ²						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
13	MEDIA	1		1	0,48	20		
19	MEDIA	13,6375		13,6375	6,52	15		
11	MEDIA	2,7		2,7	1,29	10		
1	MEDIA	33,28	1,0812	34,3612	16,43	51		
Valor total de deduccion (VDI)						51		
CORRECCION DE VALORES DE DEDUCCION								
mi=	5,50							
N#	Valores deducidos					TOTAL	mi(q)	VDC
1	51	20	15	10		96	4	56
2	51	20	15	2		88	3	57
3	51	20	2	2		75	2	54
4	51	2	2	2		57	1	58
							MVDC	58
							PCI	42



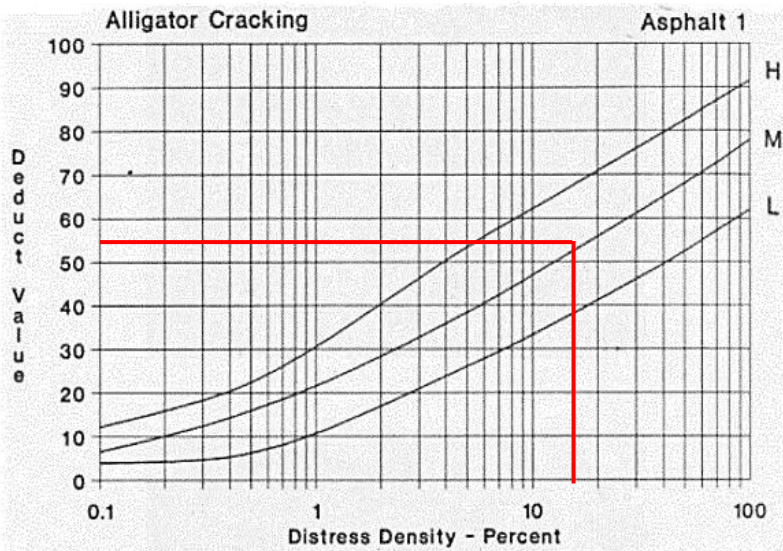
Fuente: (Vásquez Valera, 2006)



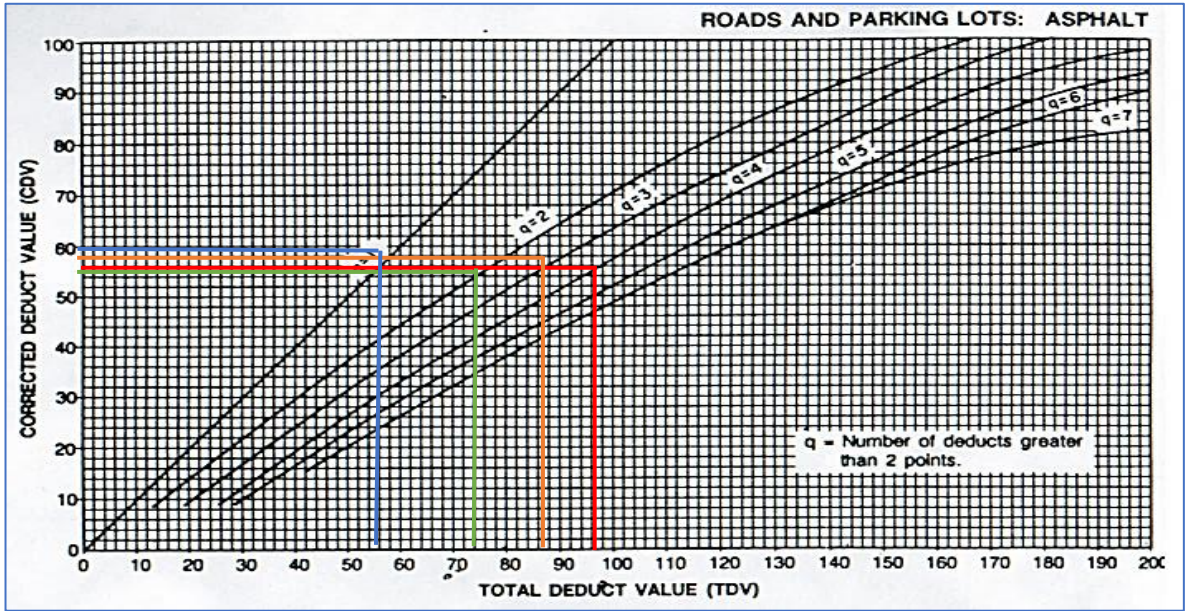
Fuente: (Vásquez Valera, 2006)





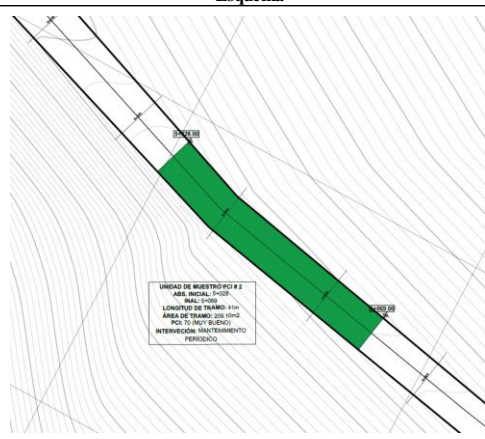
Fuente: (Vásquez Valera, 2006)

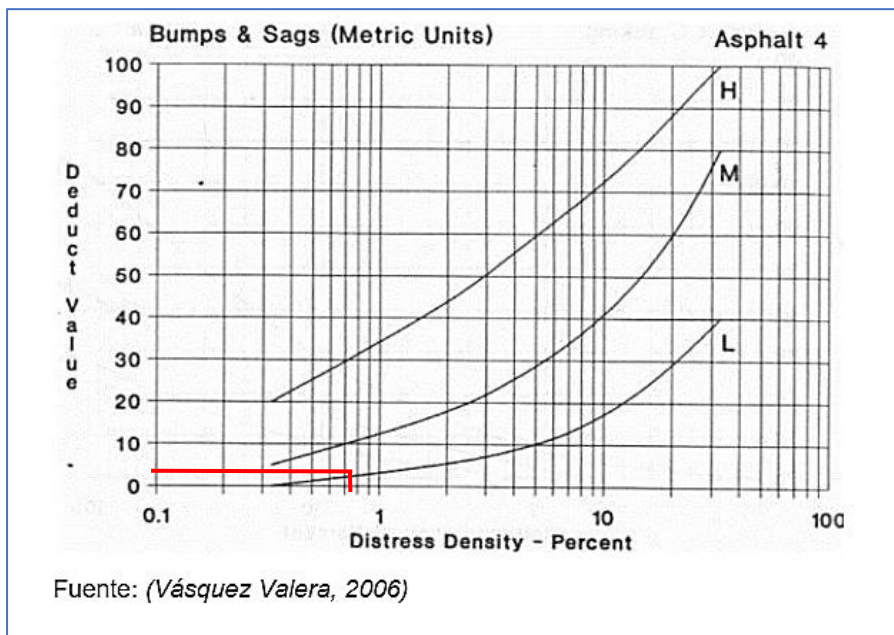
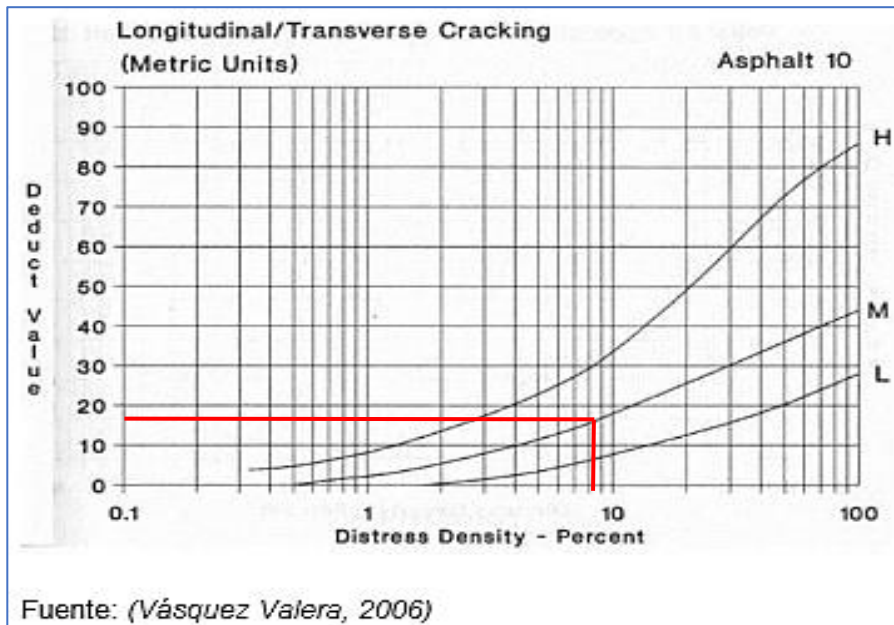


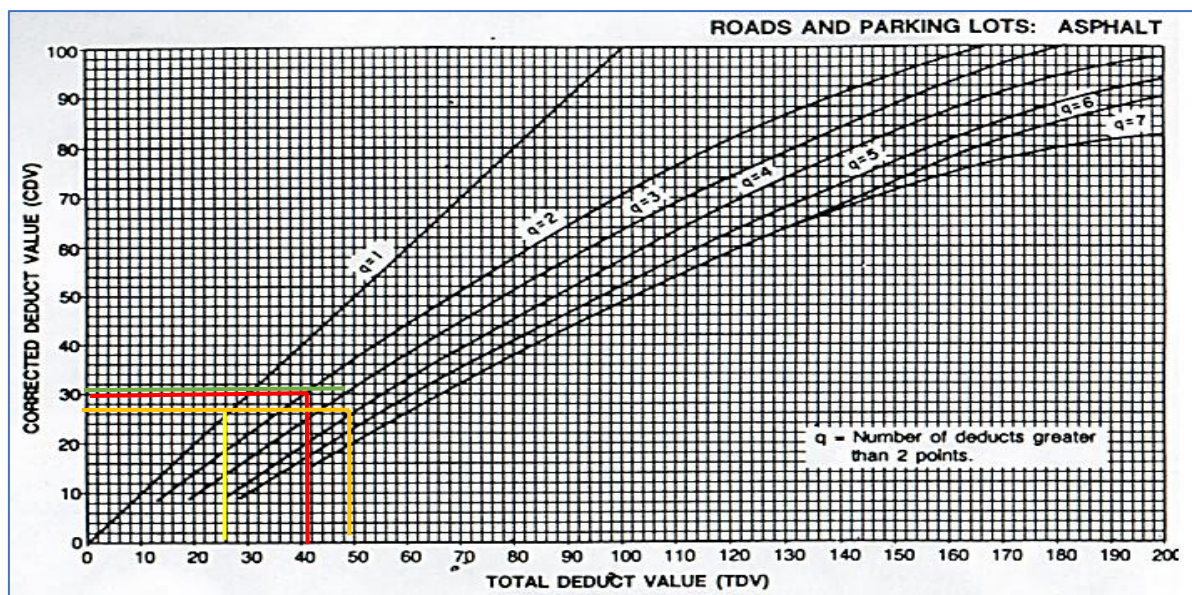
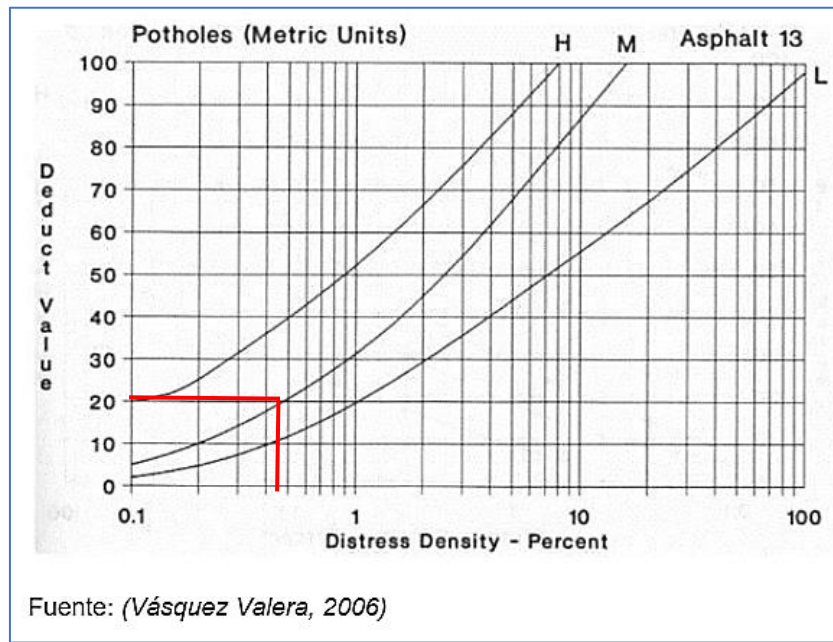
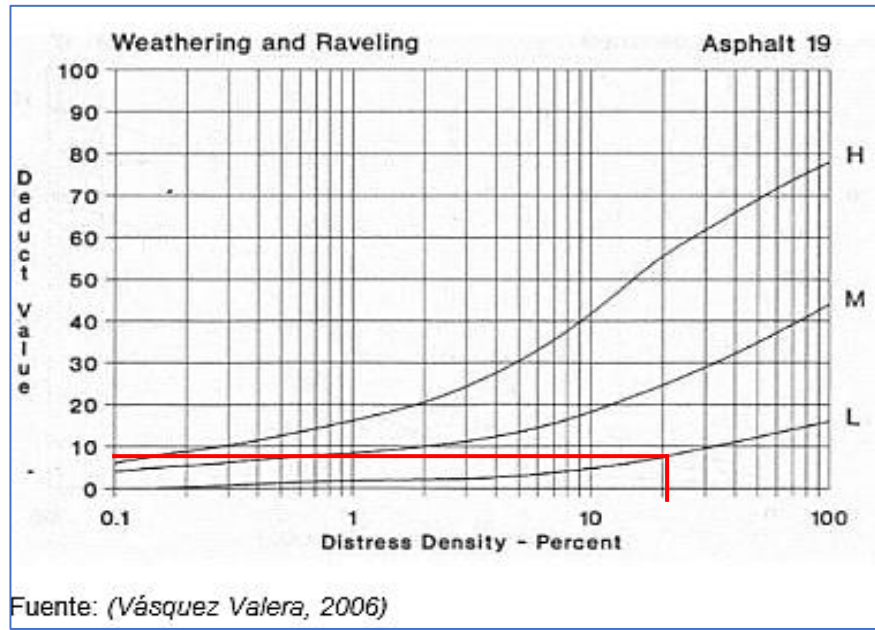
Fuente: (Vásquez Valera, 2006)

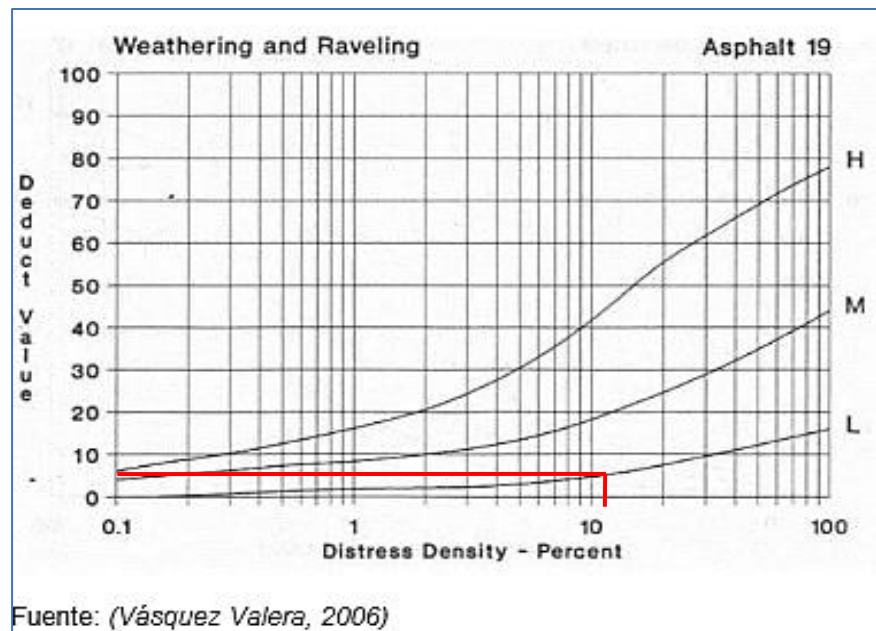
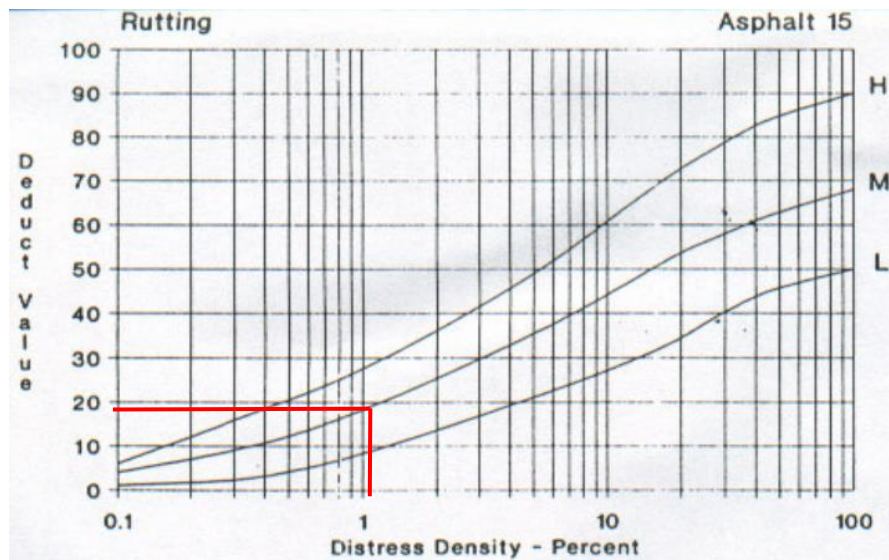


Anexo B-2. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 hasta 9+400. Unidad de muestreo No. 2

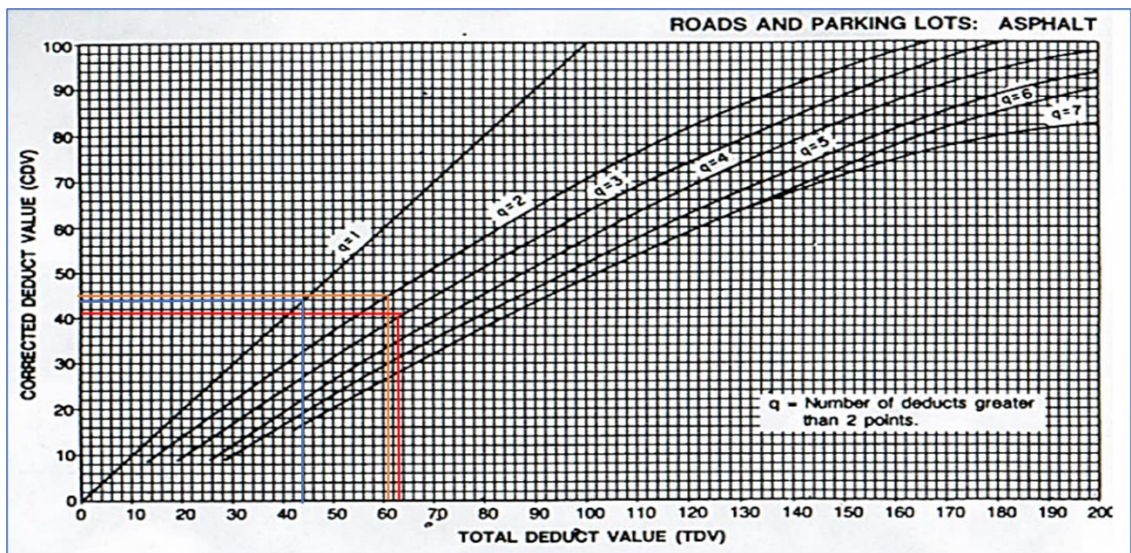
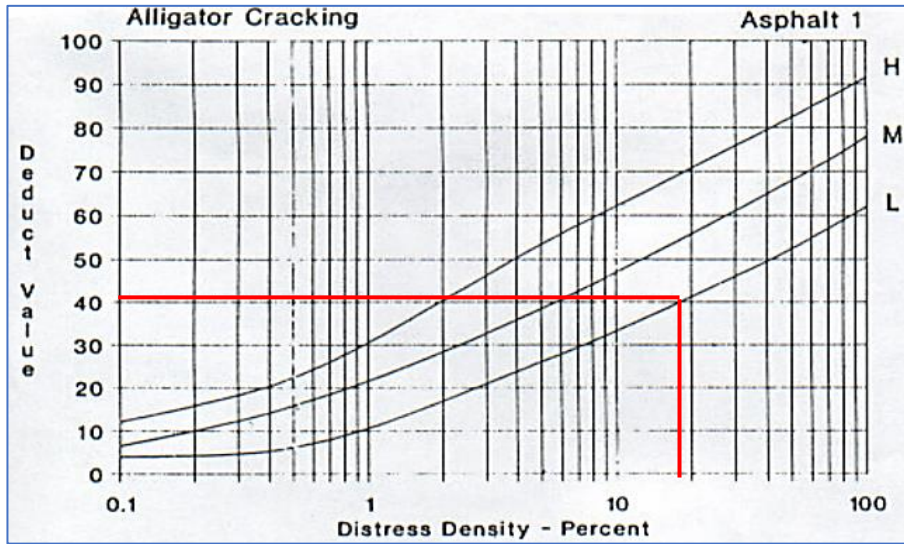
 		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO									
TRAMO:	9			ABSCISA INICIAL:	5+028				
UNIDAD DE MUESTRA:	2			ABSCISA FINAL:	5+069				
AREA DE LA MUESTRA:	209,1	m ²							
ANCHO DE CARRIL	5,1	m							
TIPOS DE DAÑOS DE ASFALTO									
No.	Fallas	Unidad	Esquema						
1	Piel de cocodrilo	m ²							
2	Exudacion	m ²							
3	Fisuras en bloque	m ²							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugacion	m ²							
6	Depresion	m ²							
7	Fisura de borde	m ²							
8	Fisura de reflexion de junta	m							
9	Desnivel/carril/berma	m							
10	Fisuras longitudinales y transversal	m							
11	Parqueo	m ²							
12	Pulimento de agregados	m ²							
13	Huecos	U							
14	Cruce de via ferrea	m ²							
15	Ahuellamiento	m ²							
16	Desplazamiento	m ²							
17	Grieta parabolica	m ²							
18	Hinchamiento	m ²							
19	Desprendimiento de agregados	m ²							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
10	MEDIA	2,6	14,61			17,21	8,23	17	
4	MEDIA	1,54				1,54	0,74	3	
19	ALTA	42,14				42,14	20,15	9	
13	MEDIA	1				1	0,48	20	
Valor total de deduccion (VDT)								20	
CORRECCION DE VALORES DE DEDUCCION									
mi=	8,35								
N#	Valores deducidos					TOTAL	mi(q)	VDC	
1	20	17	9	3		49	4	26	
2	20	17	9	2		48	3	30	
3	20	17	2	2		41	2	30	
4	20	2	2	2		26	1	26	
							MVDC	30	
							PCI	70	

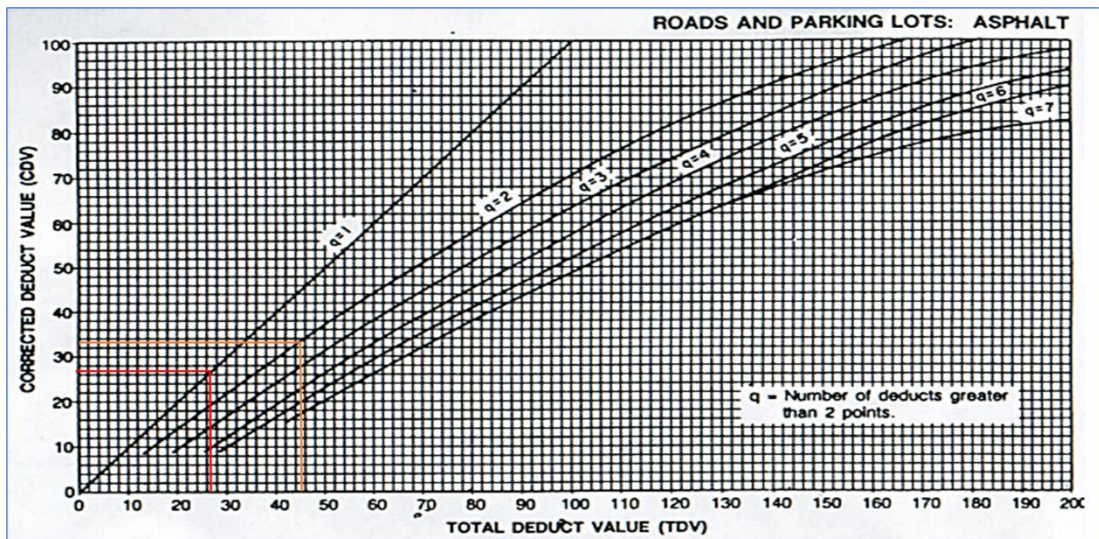
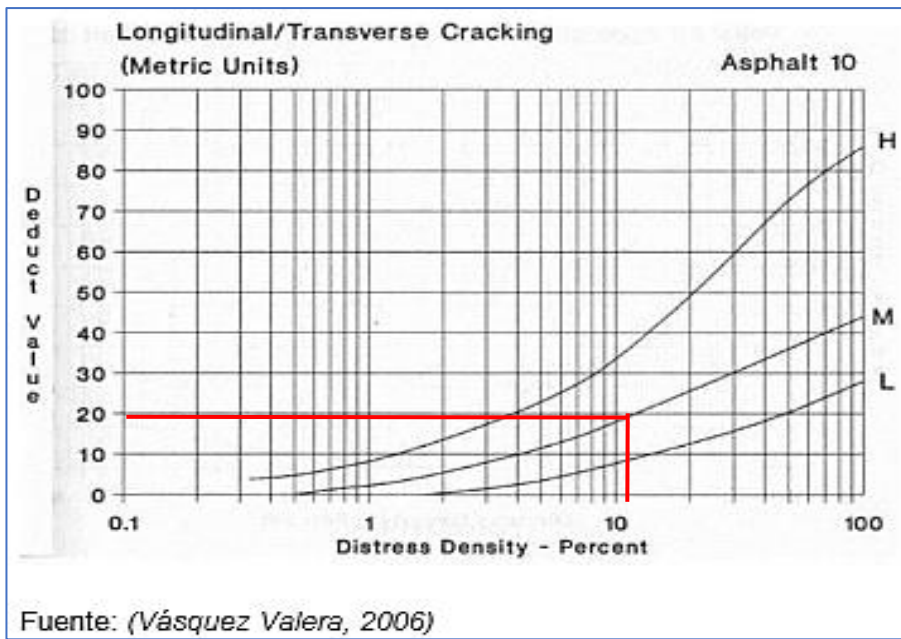
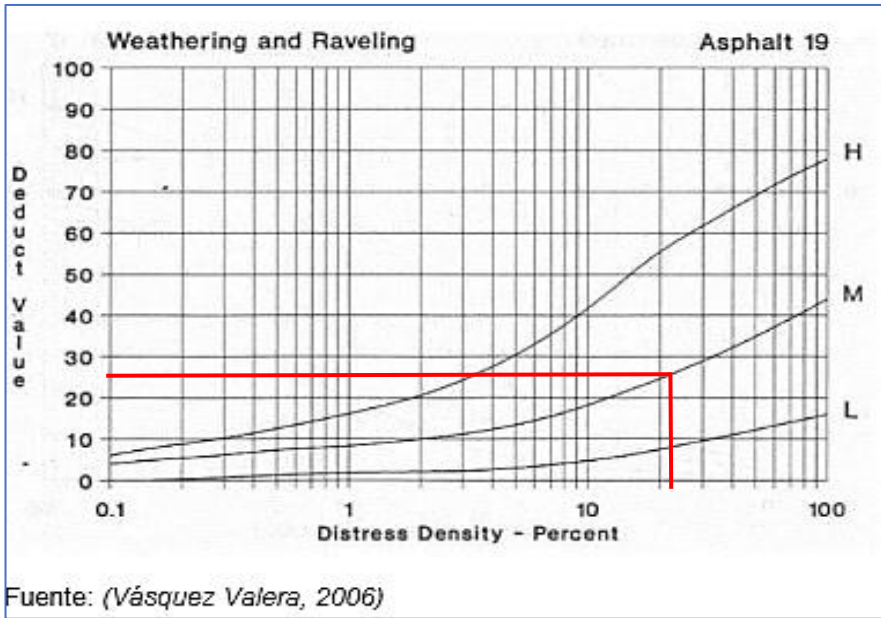


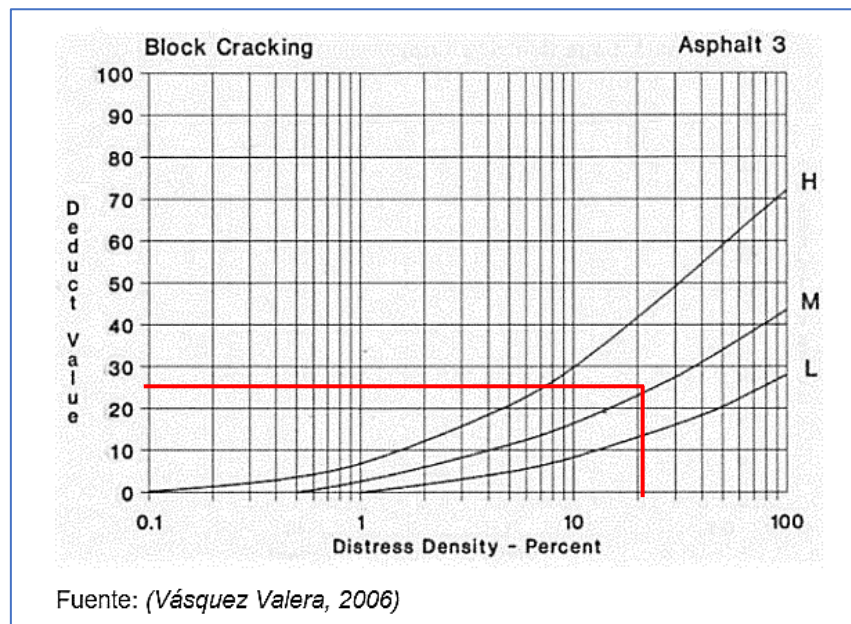
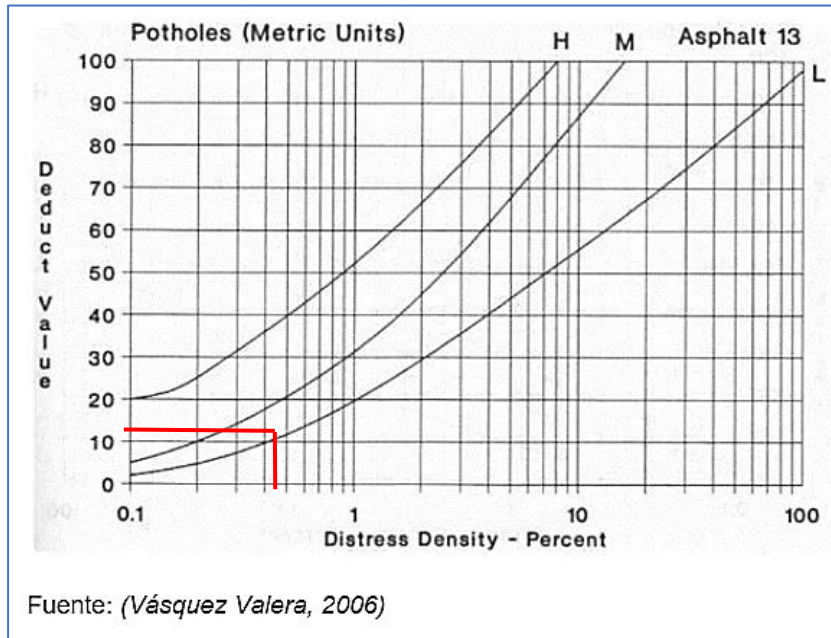


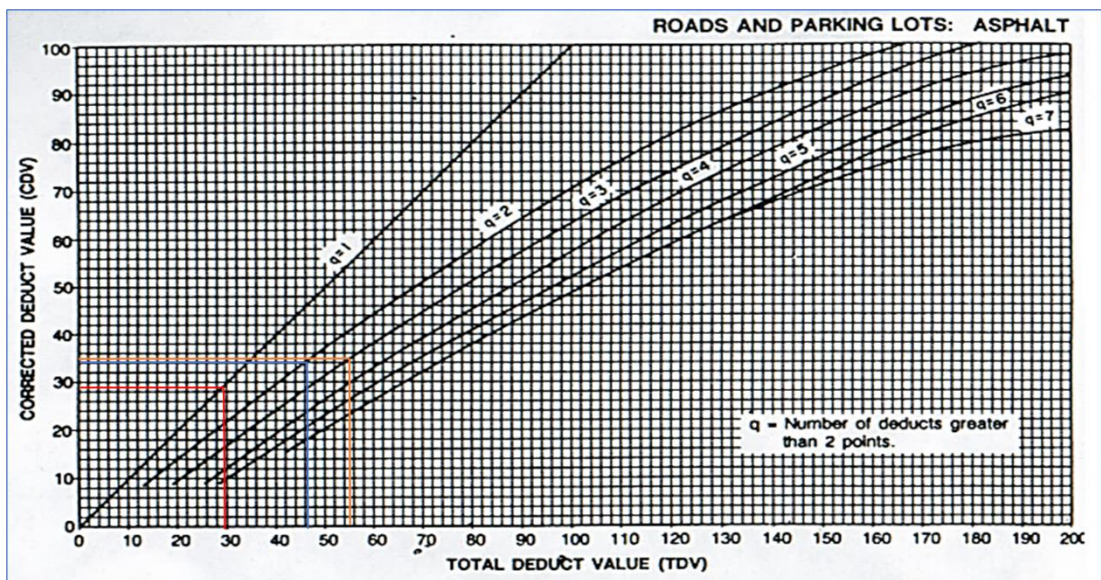
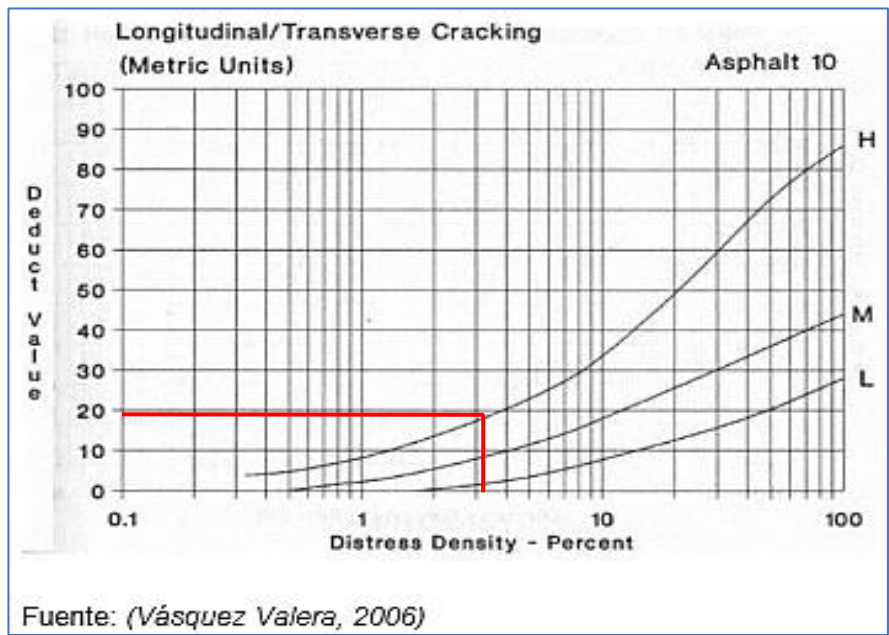


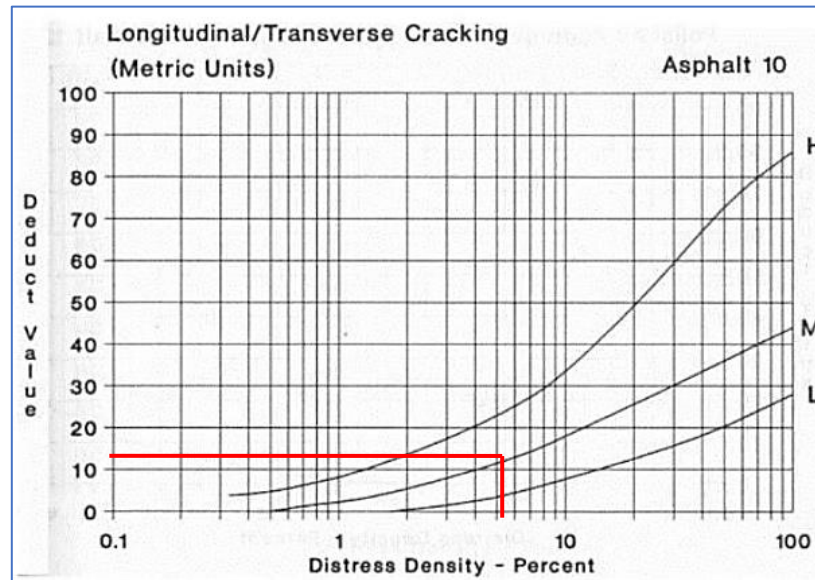
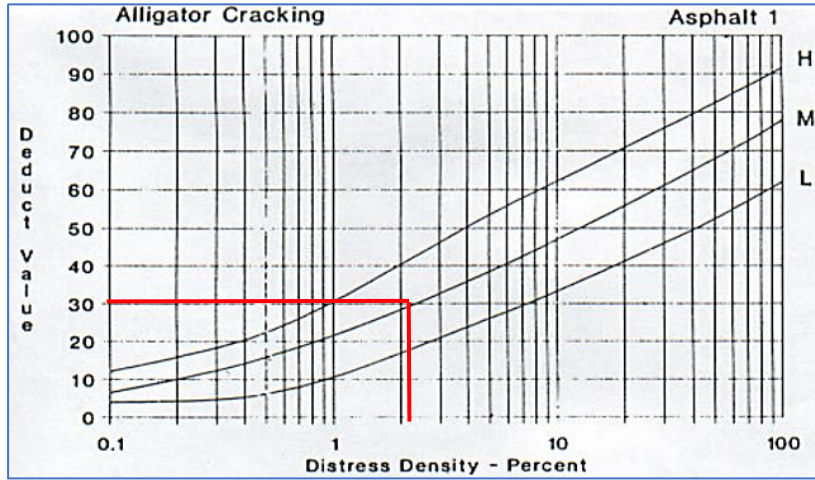
Fuente: (Vásquez Valera, 2006)

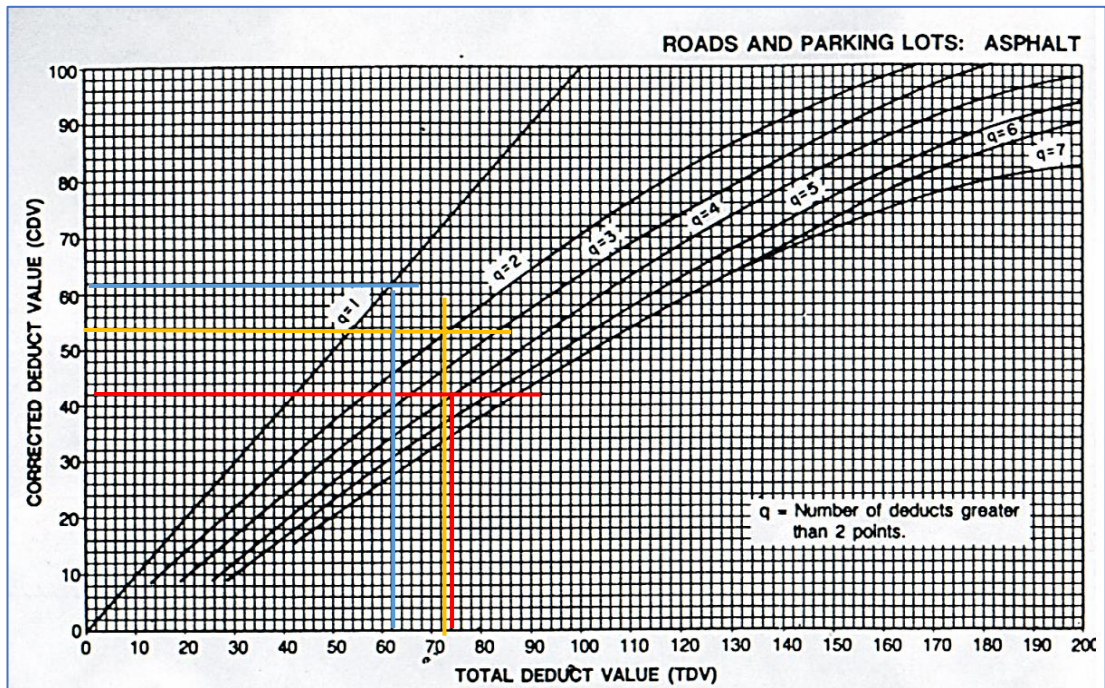
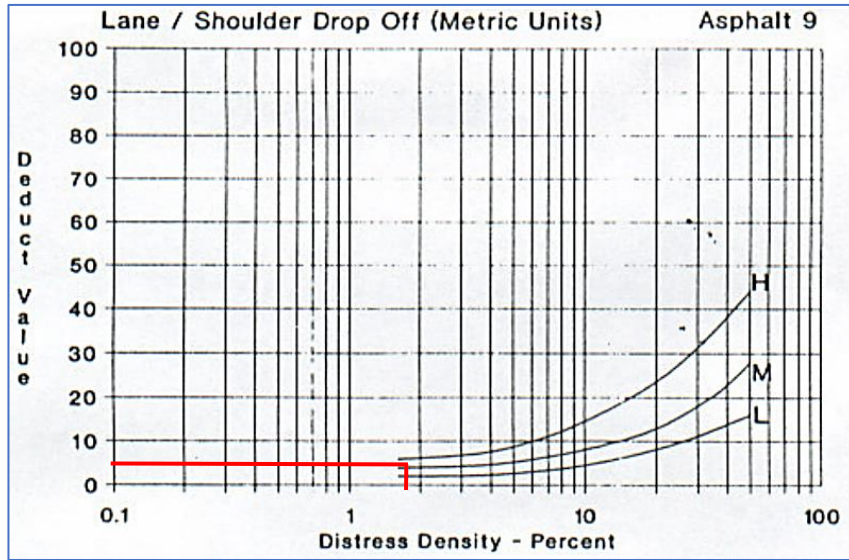






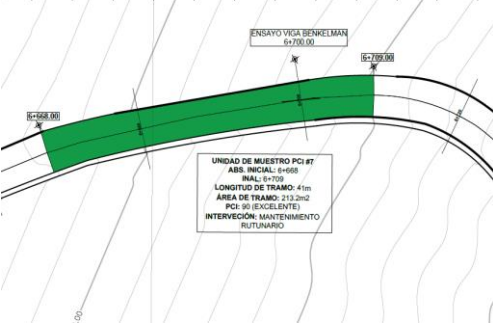


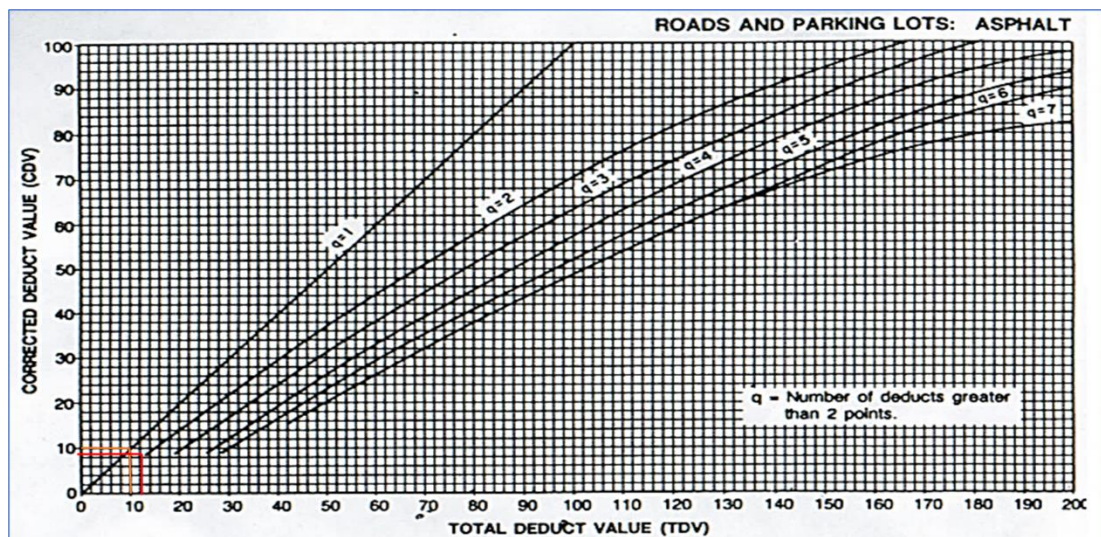
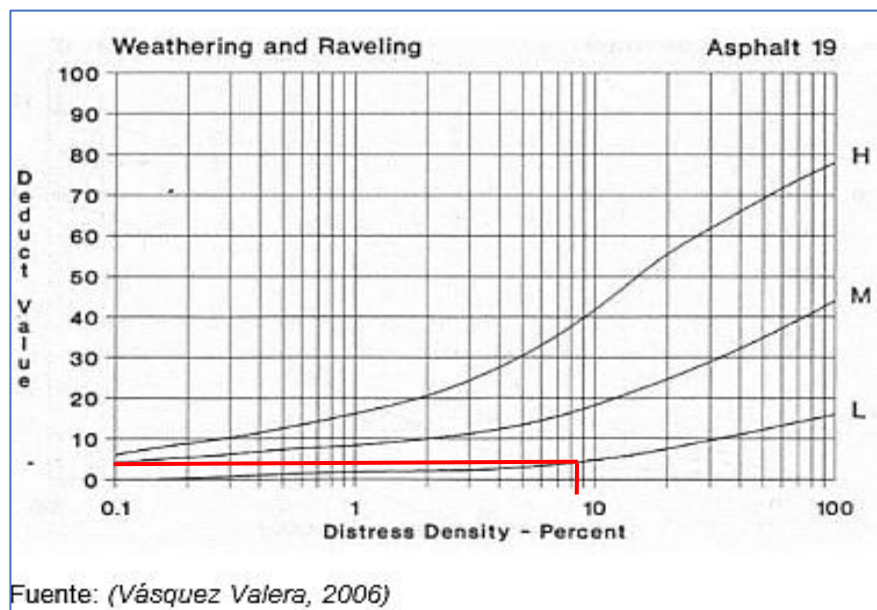
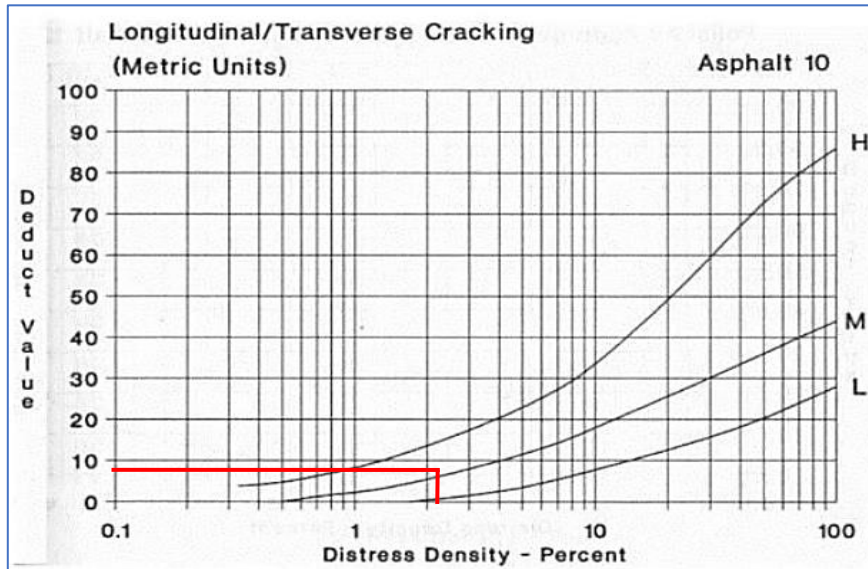









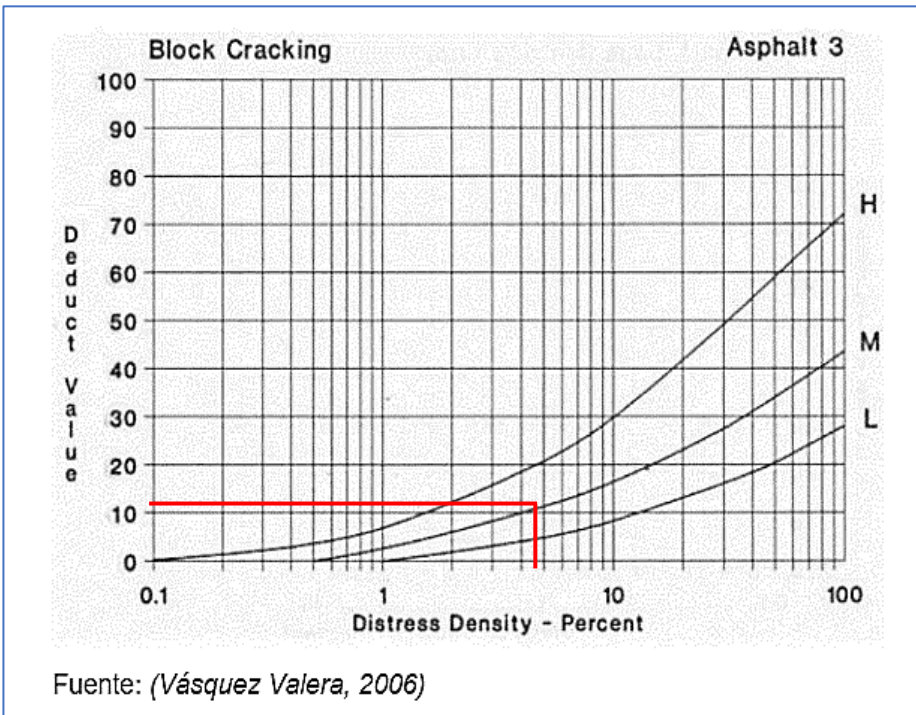
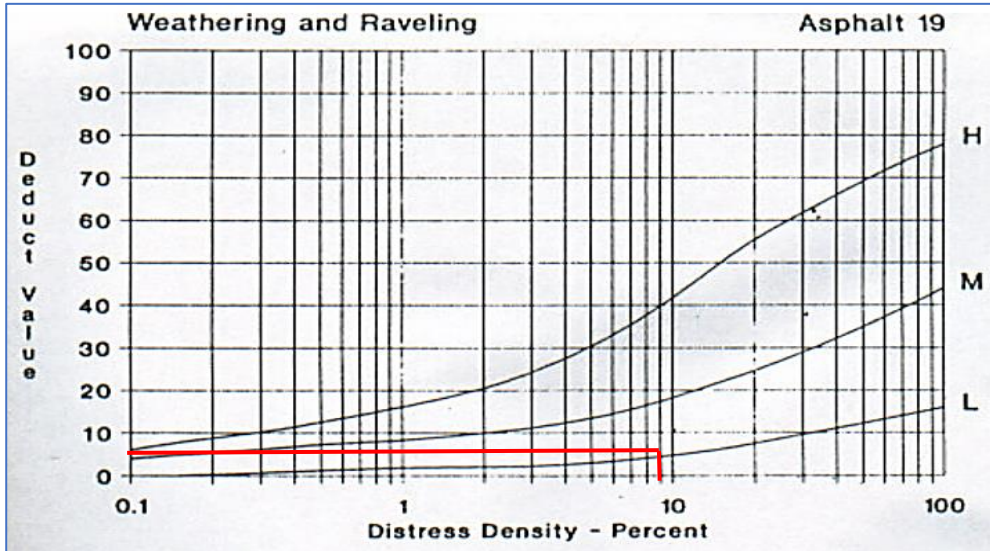
Anexo B-7. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 hasta 9+400. Unidad de muestreo No. 7

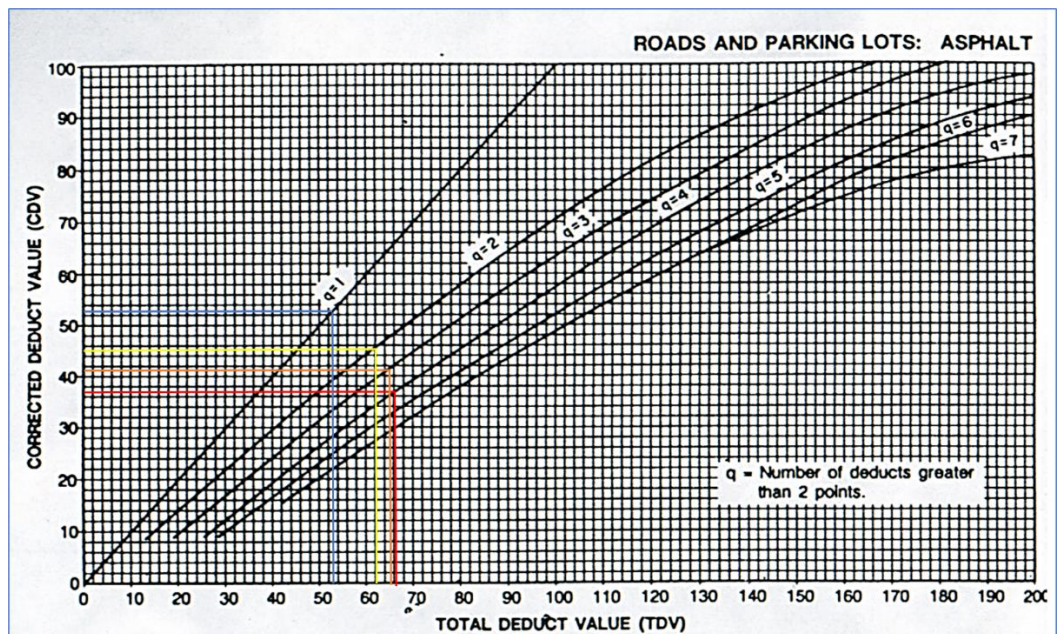
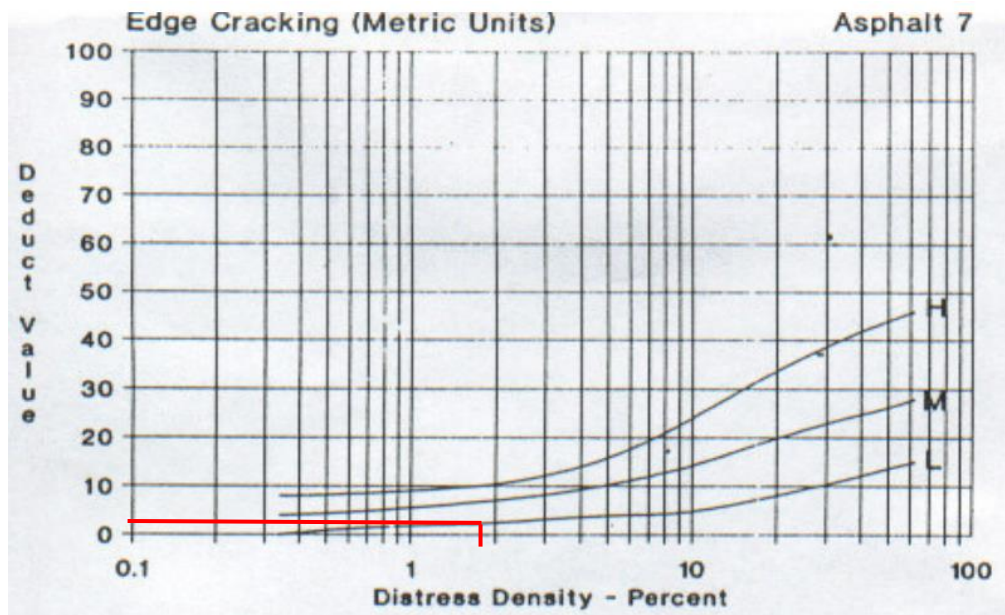
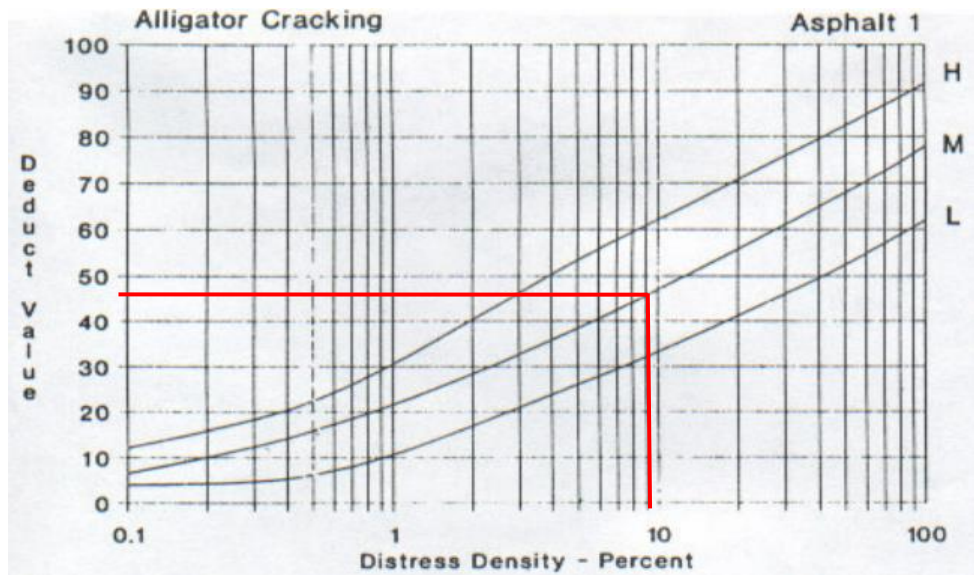
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO							
TRAMO:	49			ABSCISA INICIAL:	6+668		
UNIDAD DE MUESTRA:	7			ABSCISA FINAL:	6+709		
AREA DE LA MUESTRA:	213,2	m ²					
ANCHO DE CARRIL	5,2	m					
TIPOS DE DAÑOS DE ASFALTO							
No.	Fallas	Unidad	Esquema				
1	Piel de cocodrilo	m ²					
2	Exudacion	m ²					
3	Fisuras en bloque	m ²					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugacion	m ²					
6	Depresion	m ²					
7	Fisura de borde	m ²					
8	Fisura de reflexion de junta	m					
9	Desnivel/carril/berma	m					
10	Fisuras longitudinales y transversal	m					
11	Parcheo	m ²					
12	Pulimento de agregados	m ²					
13	Huecos	U					
14	Cruce de via ferrea	m ²					
15	Ahuellamiento	m ²					
16	Desplazamiento	m ²					
17	Grieta parabolica	m ²					
18	Hinchamiento	m ²					
19	Desprendimiento de agregados	m ²					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	BAJA	3,12	1,87		4,99	2,34	8
19	MEDIA	18,4365			18,4365	8,65	5
Valor total de deducción (VDT)							8
CORRECCION DE VALORES DE DEDUCCION							
mi=	9,45						
N#	Valores deducidos				TOTAL	mi(g)	VDC
1	8	5			13	2	9
2	8	2			10	1	10
MVDC							10
PCI							90

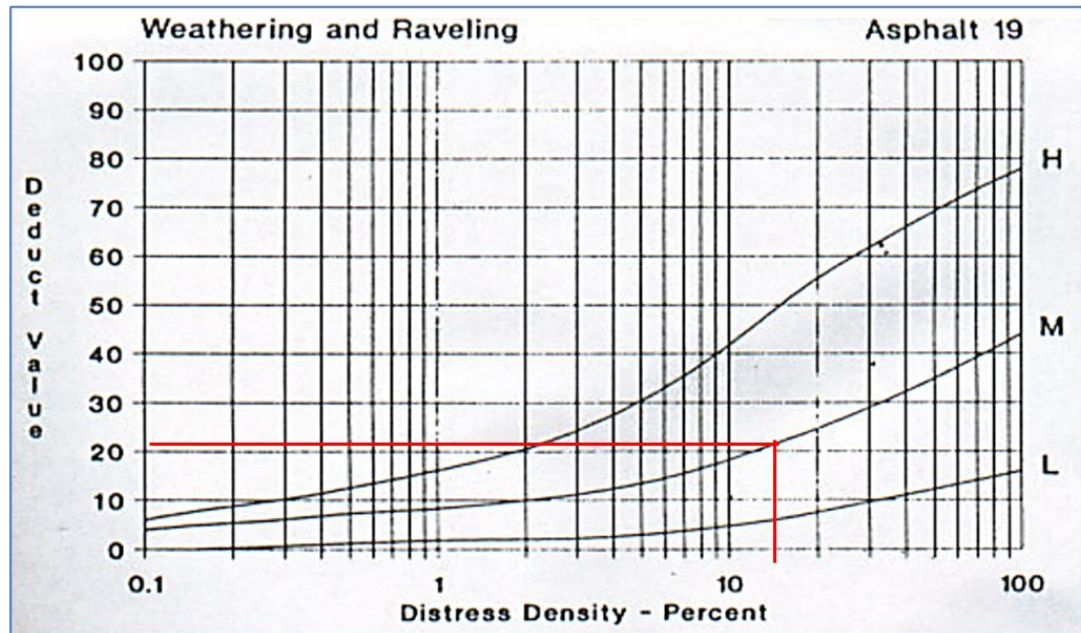
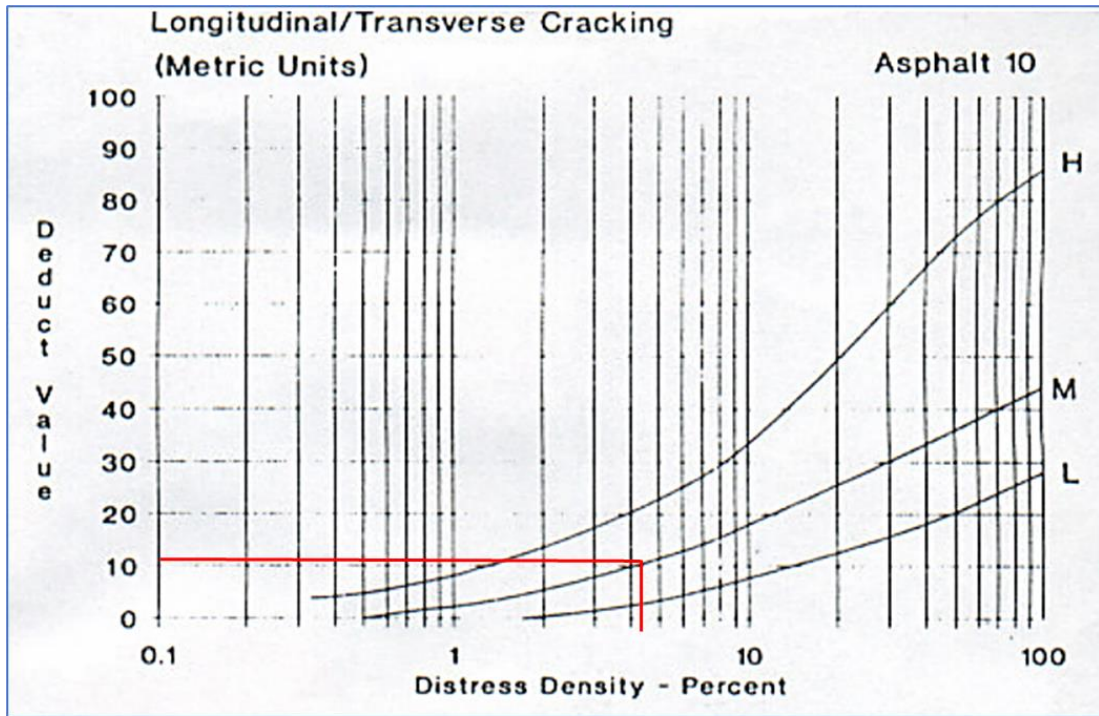


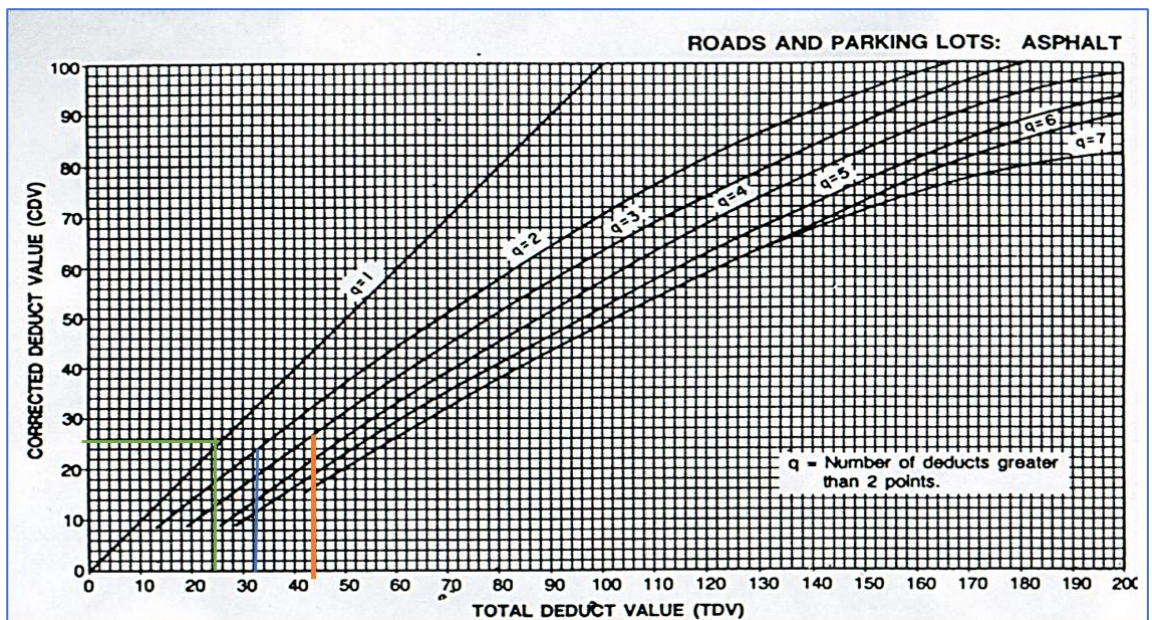
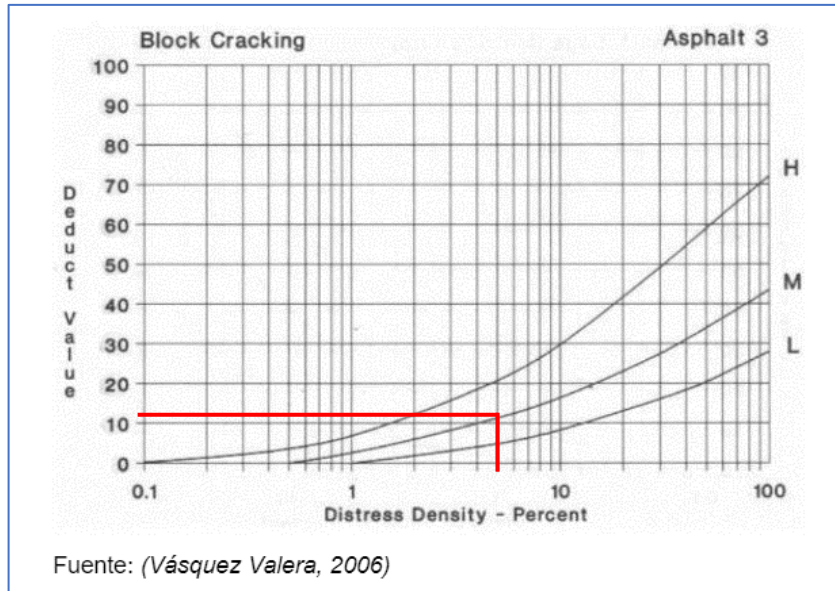
Anexo B-8. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 hasta 9+400. Unidad de muestreo No. 8

 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 PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO							
TRAMO:	63		ABSCISA INICIAL:	6+996			
UNIDAD DE MUESTRA:	8		ABSCISA FINAL:	7+037			
AREA DE LA MUESTRA:	217,3	m ²					
ANCHO DE CARRIL	5,3	m					
TIPOS DE DAÑOS DE ASFALTO							
No.	Fallas	Unidad	Esquema				
1	Piel de cocodrilo	m ²					
2	Exudacion	m ²					
3	Fisuras en bloque	m ²					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugacion	m ²					
6	Depresion	m ²					
7	Fisura de borde	m ²					
8	Fisura de reflexion de junta	m					
9	Desnivel/carril/berma	m					
10	Fisuras longitudinales y transversal	m					
11	Parcheo	m ²					
12	Pulimento de agregados	m ²					
13	Huecos	U					
14	Cruce de via ferrea	m ²					
15	Ahuellamiento	m ²					
16	Desplazamiento	m ²					
17	Grieta parabolica	m ²					
18	Hinchamiento	m ²					
19	Desprendimiento de agregados	m ²					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
19	BAJA	13,845	6,0027		19,8477	9,13	5
3	MEDIA	9,962			9,962	4,58	11
1	MEDIA	9,612	10,3385		19,9505	9,18	47
7	BAJA	4,3			4,3	1,98	3
Valor total de deducción (VDT)							47
CORRECCION DE VALORES DE DEDUCCION							
mi=	5,87						
N#	Valores deducidos				TOTAL	mi(q)	VDC
1	47	11	5	3	66	4	37
2	47	11	5	2	65	3	41
3	47	11	2	2	62	2	45
4	47	2	2	2	53	1	53
MVDC							53
PCI							47



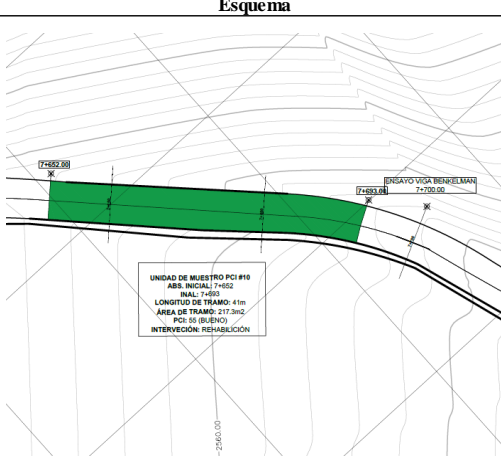


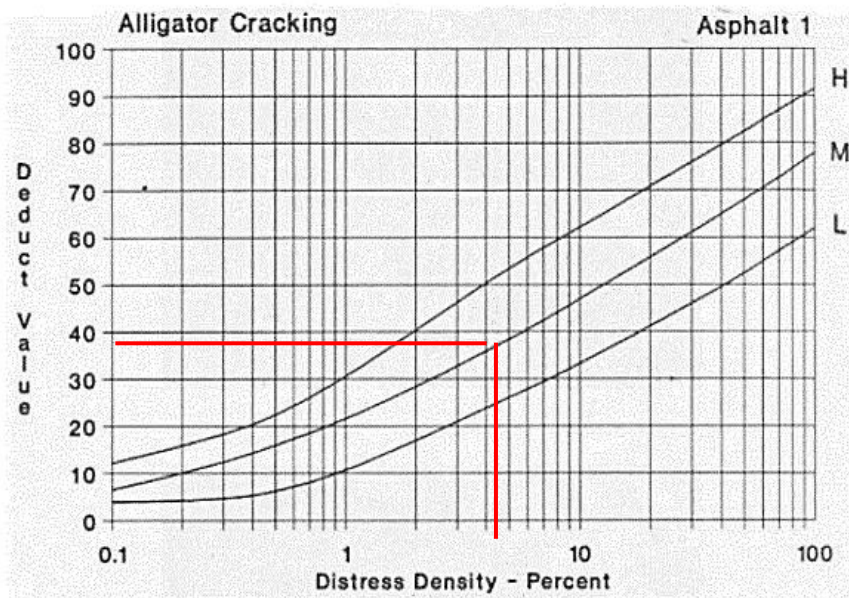




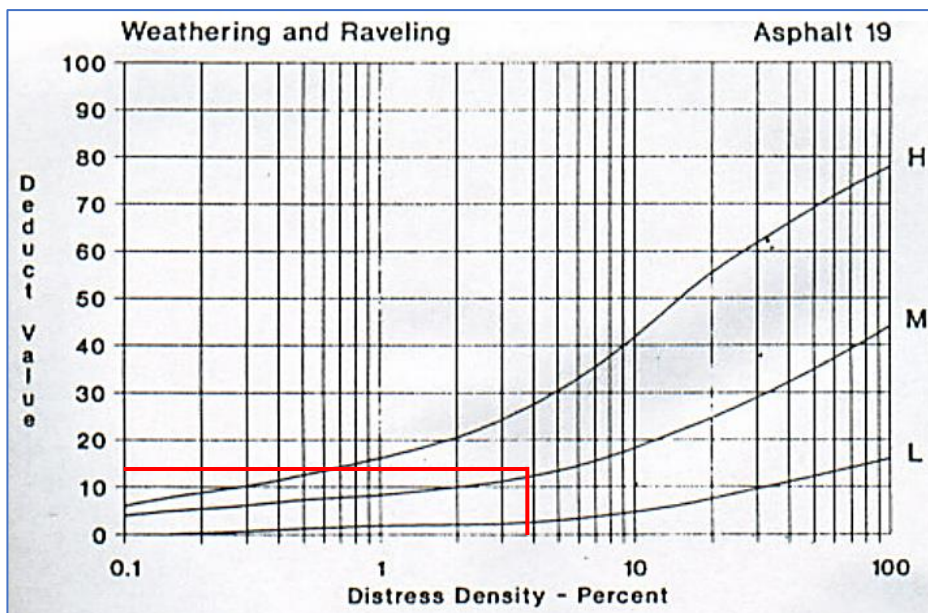


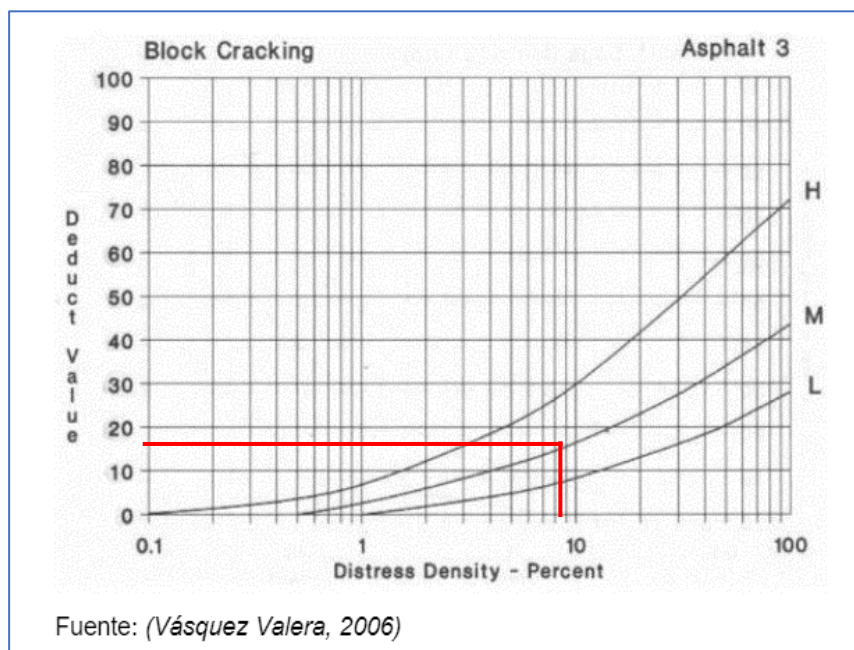
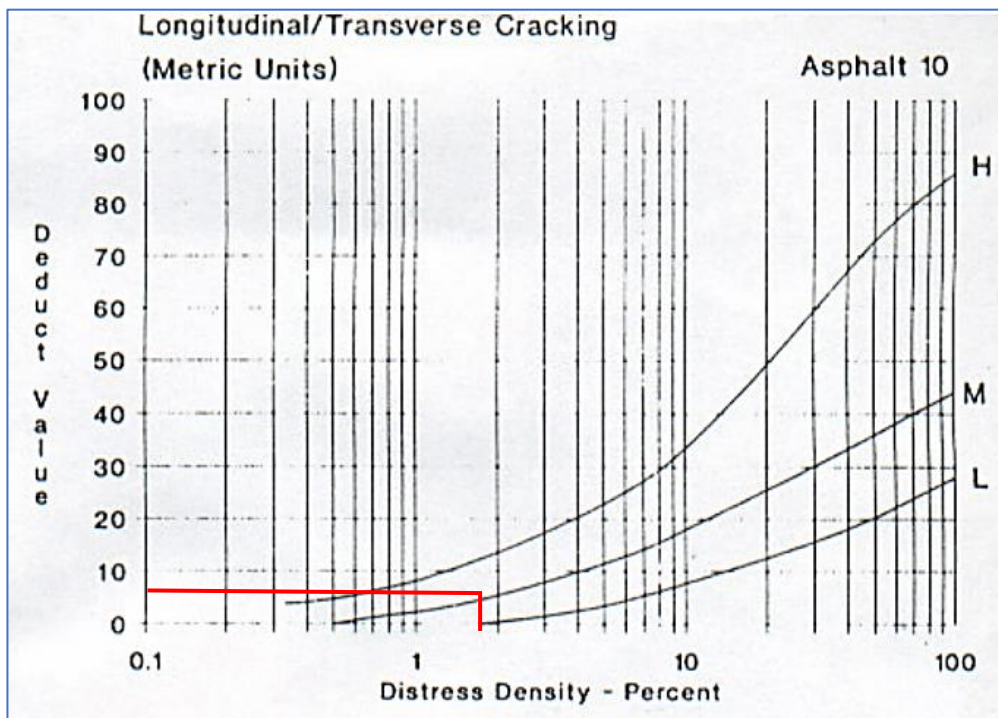
Anexo B-10. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 hasta 9+400. Unidad de muestreo No. 10

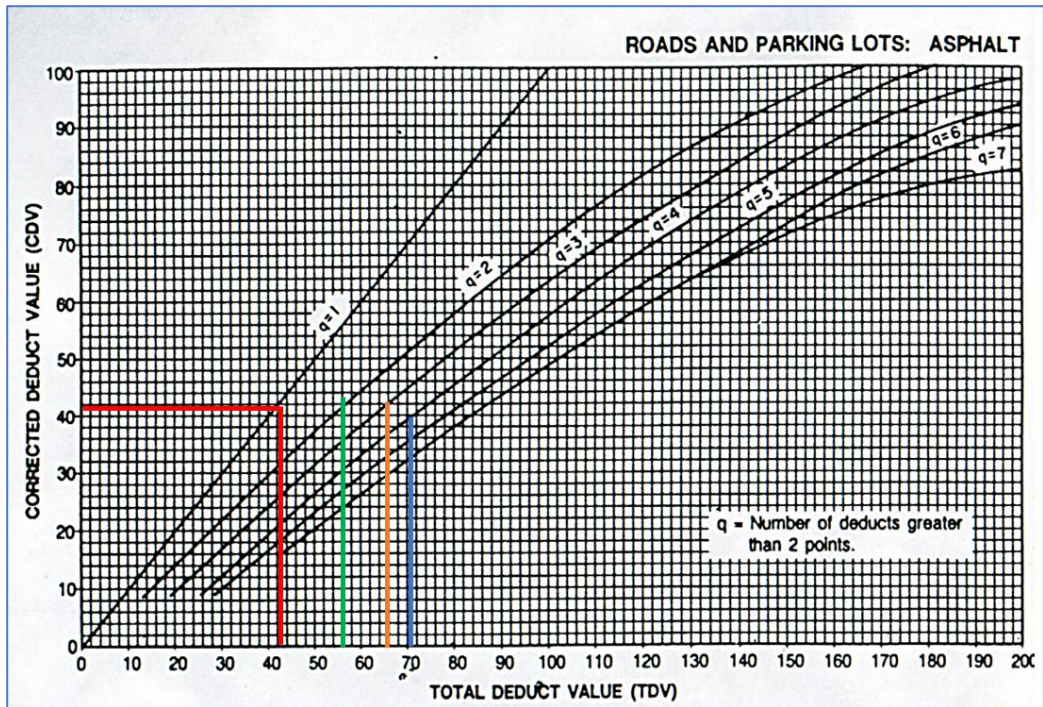
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO							
TRAMO:	73	ABSCISA INICIAL:	7+652				
UNIDAD DE MUESTRA:	10	ABSCISA FINAL:	7+693				
AREA DE LA MUESTRA:	217,3 m ²						
ANCHO DE CARRIL	5,3 m						
TIPOS DE DAÑOS DE ASFALTO							
No.	Fallas	Unidad	Esquema				
1	Piel de cocodrilo	m ²					
2	Exudacion	m ²					
3	Fisuras en bloque	m ²					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugacion	m ²					
6	Depresion	m ²					
7	Fisura de borde	m ²					
8	Fisura de reflexion de junta	m					
9	Desnivel/carril/berma	m					
10	Fisuras longitudinales y transversal	m					
11	Parcheo	m ²					
12	Pulimento de agregados	m ²					
13	Huecos	U					
14	Cruce de via ferrea	m ²					
15	Ahuellamiento	m ²					
16	Desplazamiento	m ²					
17	Grieta parabolica	m ²					
18	Hinchamiento	m ²					
19	Desprendimiento de agregados	m ²					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	MEDIA	10,449			10,449	4,81	37
10	MEDIA	1,32	2,76		4,08	1,88	7
19	MEDIA	8,8168			8,8168	4,0574	12
3	MEDIA	18,2055			18,2055	8,38	15
Valor total de deducccion (VDT)							37
CORRECCION DE VALORES DE DEDUCCION							
mi=	6,79						
N#	Valores deducidos				TOTAL	mi(q)	VDC
1	37	15	12	7	71	4	40
2	37	15	12	2	66	3	43
3	37	15	2	2	56	2	45
4	37	2	2	2	43	1	42
MVDC							45
PCI							55





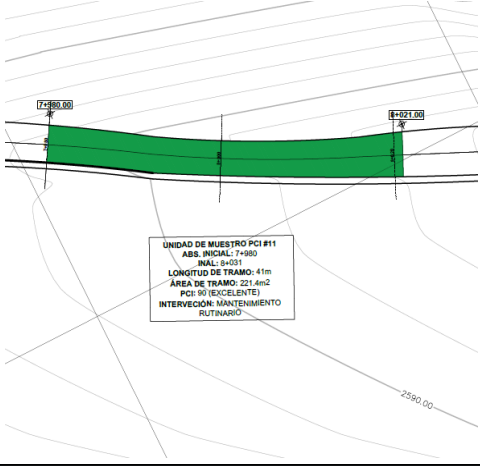
Fuente: (Vásquez Valera, 2006)

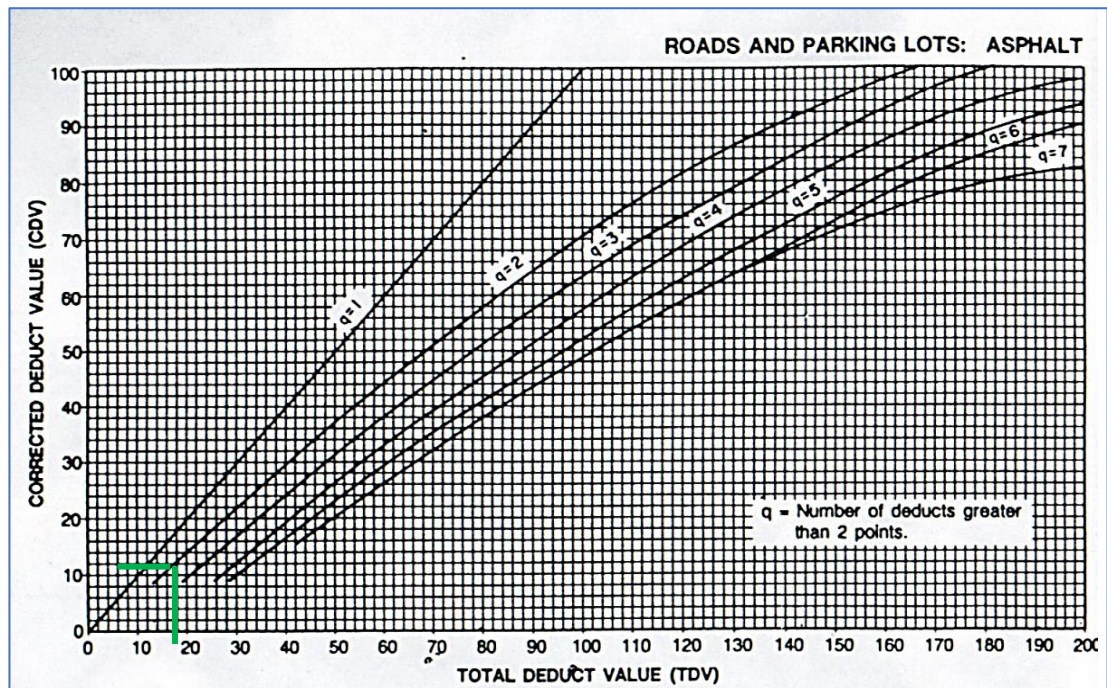
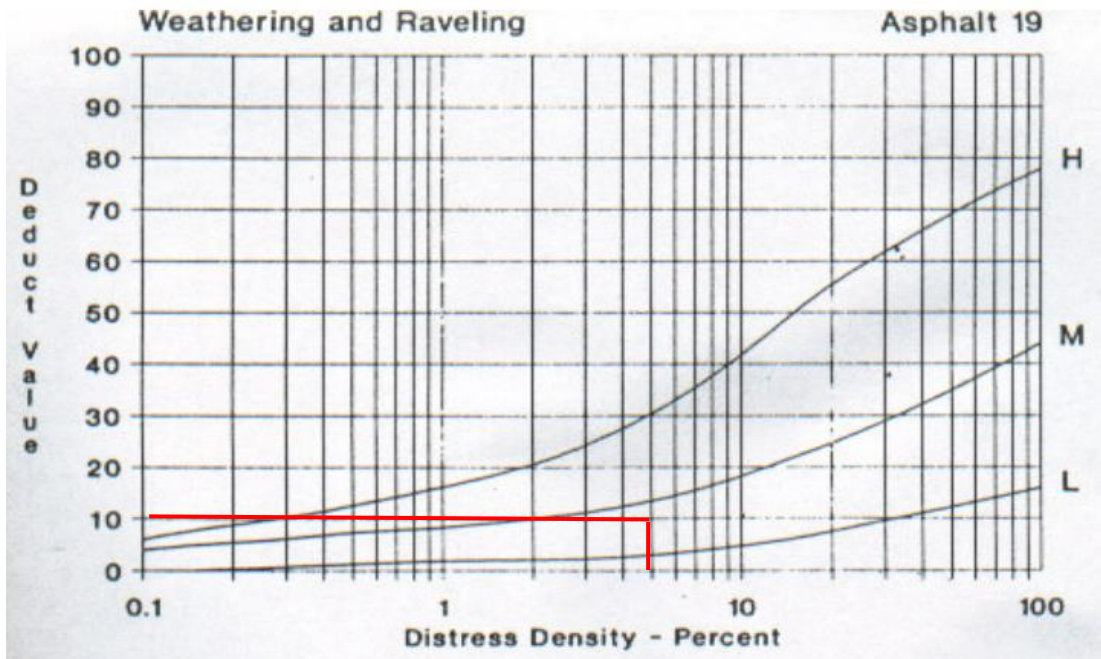






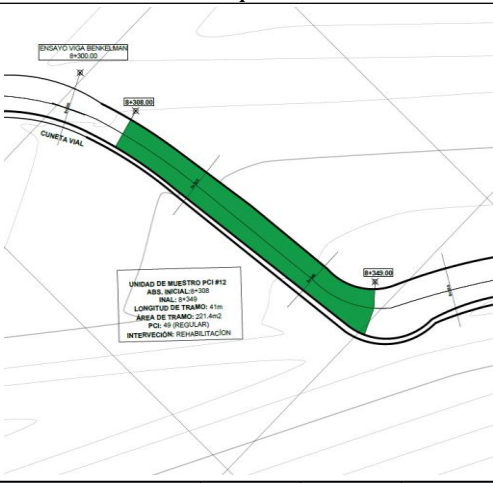


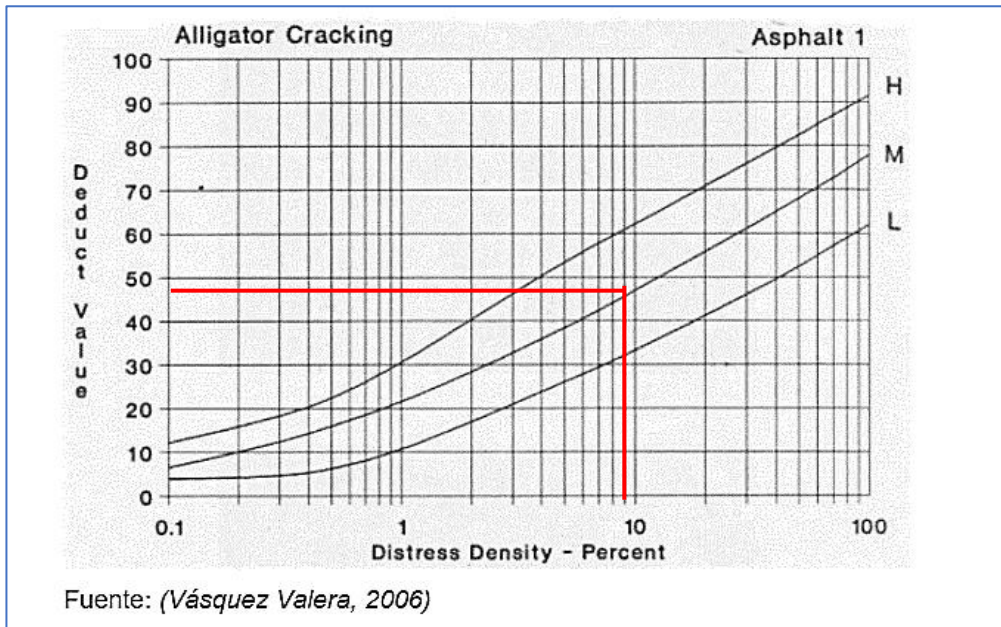
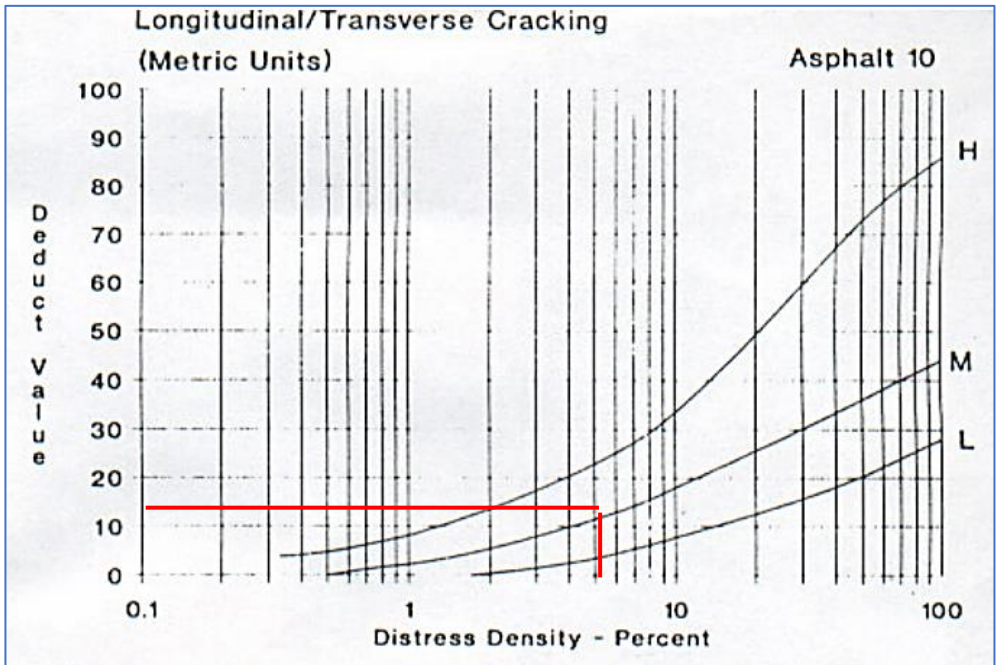
Anexo B-11. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 hasta 9+400. Unidad de muestreo No. 11

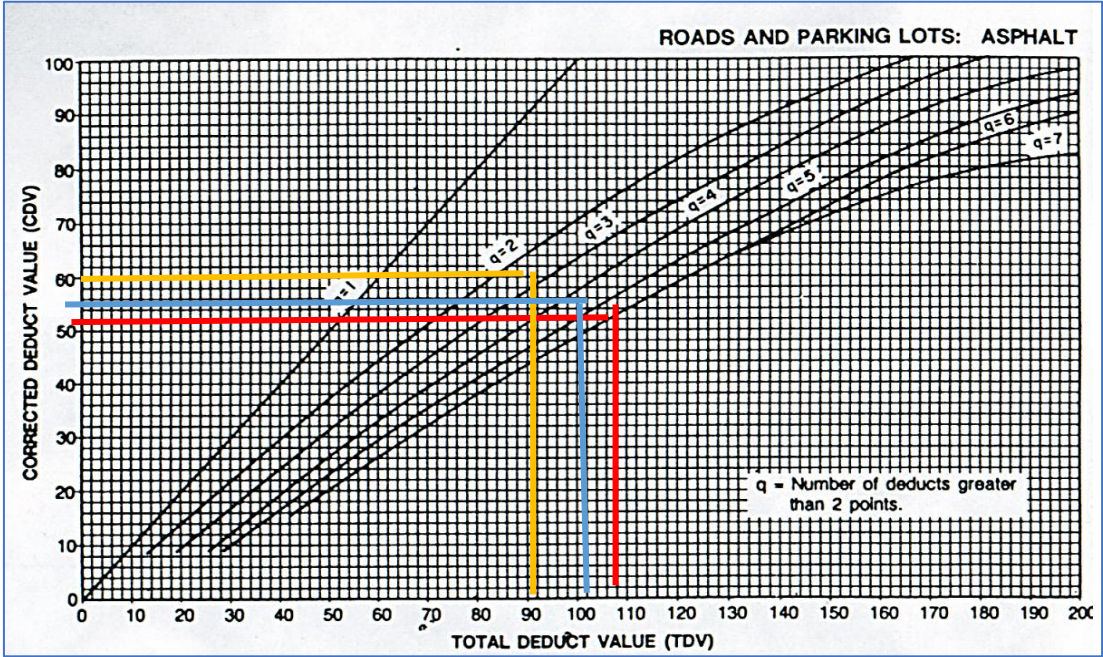
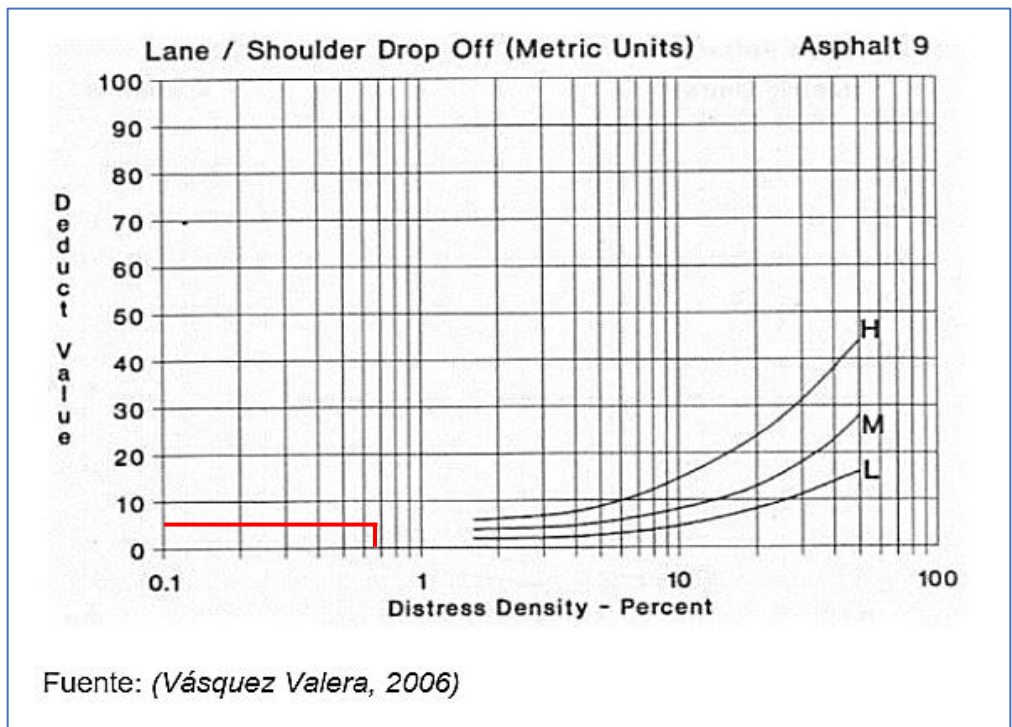
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO								
TRAMO:	81					ABSCISA INICIAL:	7+980	
UNIDAD DE MUESTRA:	11					ABSCISA FINAL:	8+021	
AREA DE LA MUESTRA:	221,4 m ²							
ANCHO DE CARRIL	5,4 m							
TIPOS DE DAÑOS DE ASFALTO								
No.	Fallas	Unidad			Esquema			
1	Piel de cocodrilo	m ²						
2	Exudacion	m ²						
3	Fisuras en bloque	m ²						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugacion	m ²						
6	Depresion	m ²						
7	Fisura de borde	m ²						
8	Fisura de reflexion de junta	m						
9	Desnivel/carril/berma	m						
10	Fisuras longitudinales y transversal	m						
11	Parqueo	m ²						
12	Pulimento de agregados	m ²						
13	Huecos	U						
14	Cruce de via ferrea	m ²						
15	Ahuellamiento	m ²						
16	Desplazamiento	m ²						
17	Grieta parabolica	m ²						
18	Hinchamiento	m ²						
19	Desprendimiento de agregados	m ²						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	MEDIA	1,65	3,2	0,93		5,78	2,61	10
						Valor total de deduccion (VDT)		10
CORRECCION DE VALORES DE DEDUCCION								
mi=	9,27							
N#	Valores deducidos					TOTAL	mi(q)	VDC
1	10					10	1	10
							MVDC	10
							PCI	90






Anexo B-12. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 hasta 9+400. Unidad de muestreo No. 12

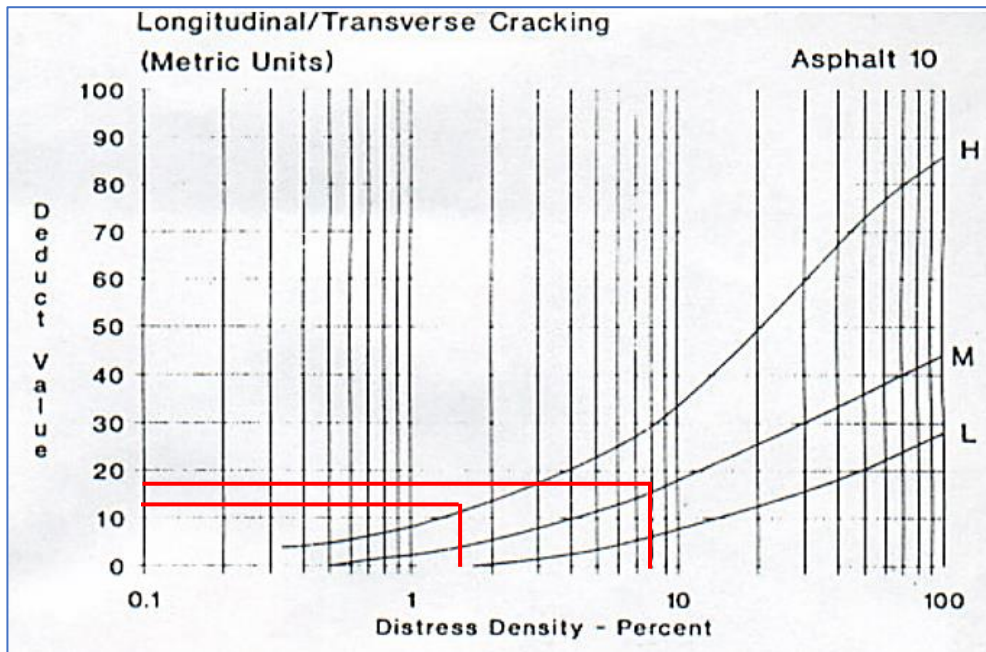
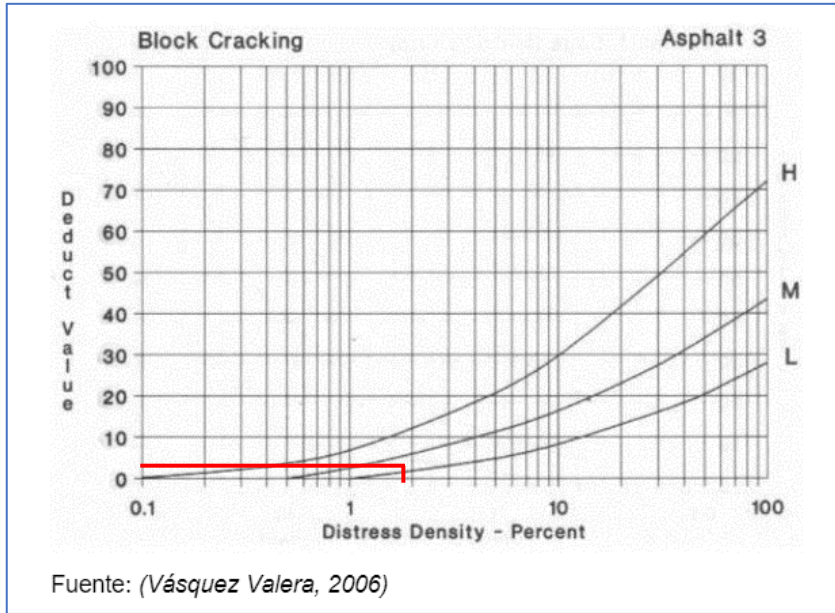
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO								
TRAMO:	89			ABSCISA INICIAL:	8+308			
UNIDAD DE MUESTRA:	12			ABSCISA FINAL:	8+349			
AREA DE LA MUESTRA:	221,4 m ²							
ANCHO DE CARRIL	5,4 m							
TIPOS DE DAÑOS DE ASFALTO								
No.	Fallas	Unidad	Esquema					
1	Piel de cocodrilo	m ²						
2	Exudacion	m ²						
3	Fisuras en bloque	m ²						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugacion	m ²						
6	Depresion	m ²						
7	Fisura de borde	m ²						
8	Fisura de reflexion de junta	m						
9	Desnivel/carril/berma	m						
10	Fisuras longitudinales y transversal	m						
11	Parcheo	m ²						
12	Pulimento de agregados	m ²						
13	Huecos	U						
14	Cruce de via ferrea	m ²						
15	Ahuellamiento	m ²						
16	Desplazamiento	m ²						
17	Grieta parabolica	m ²						
18	Hinchamiento	m ²						
19	Desprendimiento de agregados	m ²						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10	MEDIA	10,2	1,76	0,73	12,69	5,73	12	
9	BAJA	1,43			1,43	0,65	5	
1	MEDIA	21,12			21,12	9,5400	47	
Valor total de deduccion (VDT)								47
CORRECCION DE VALORES DE DEDUCCION								
mi=	5,87							
N#	Valores deducidos					TOTAL	mi(q)	VDC
1	47	12	5			64	3	40
2	47	12	2			61	2	48
3	47	2	2			51	1	51
MVDC								51
PCI								49

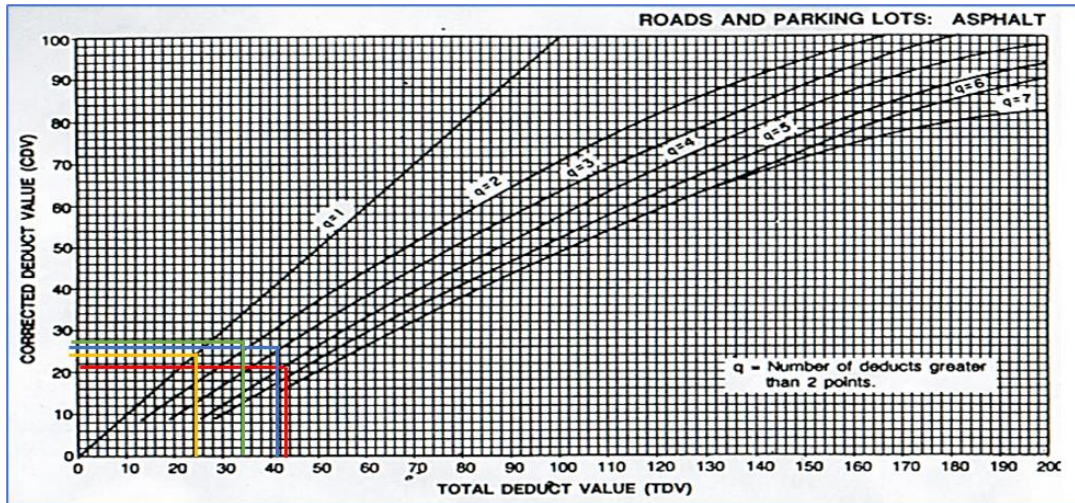
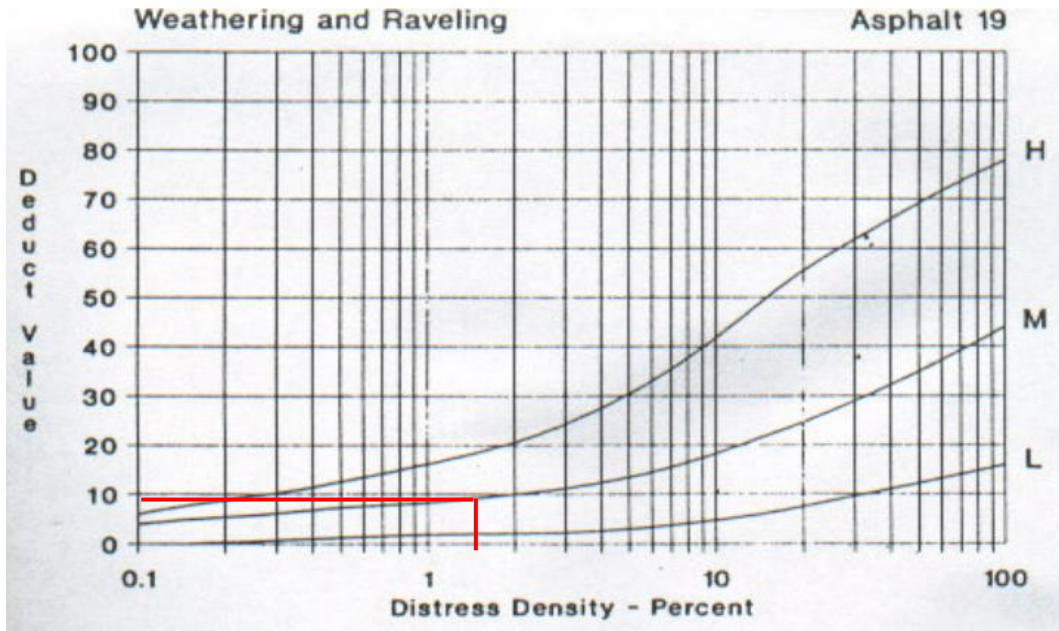






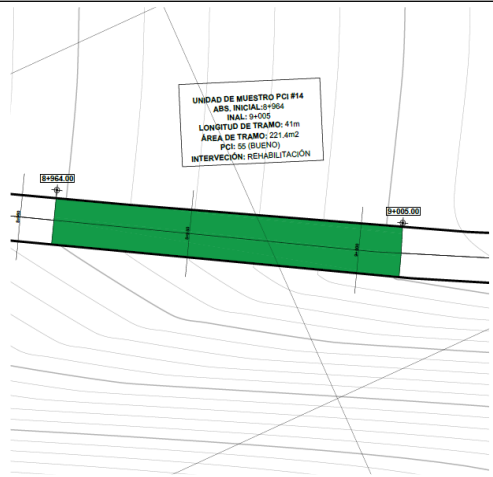
Anexo B-13. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 hasta 9+400. Unidad de muestreo No. 13

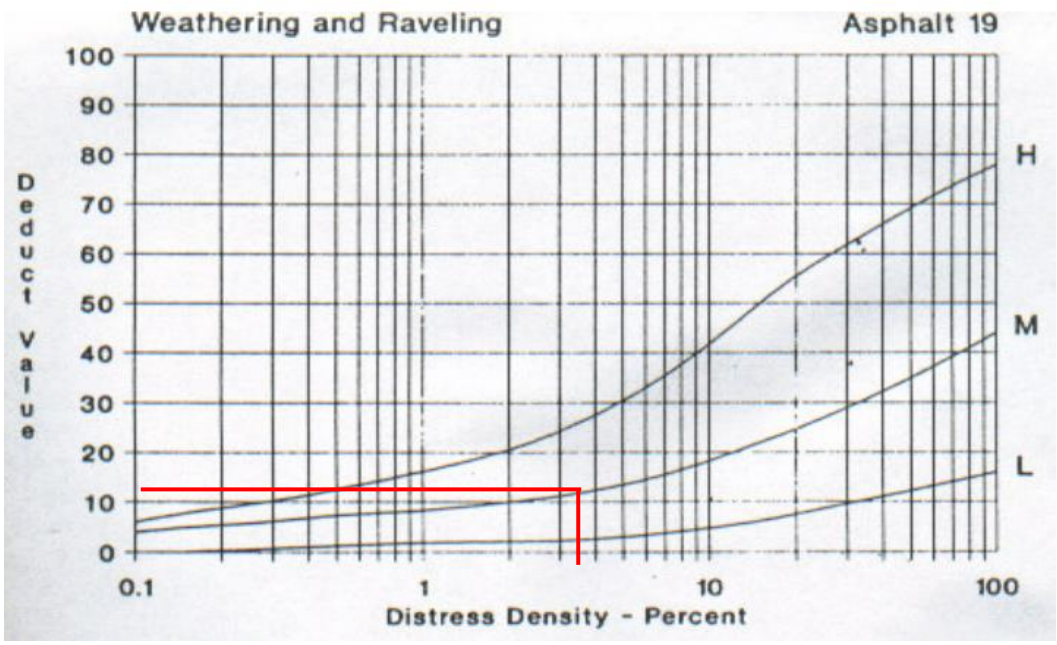
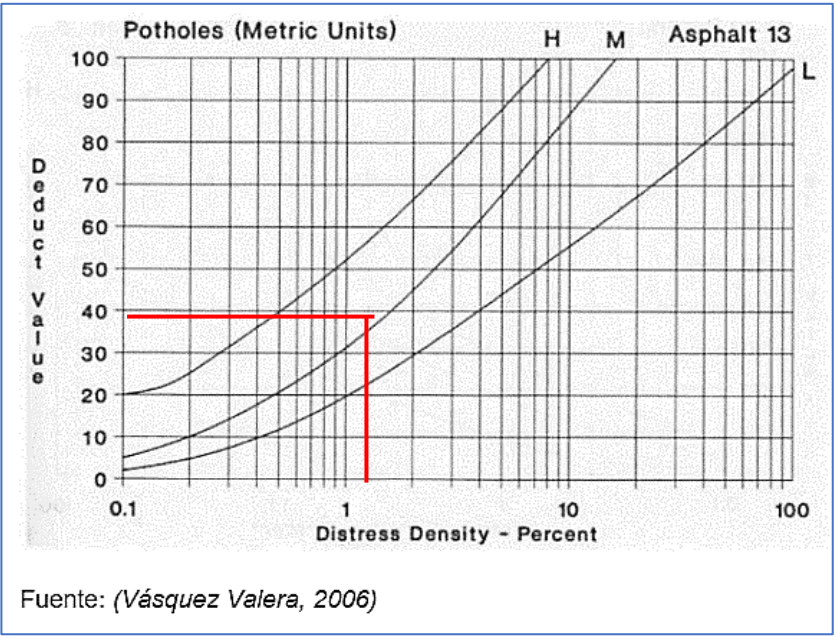
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO								
TRAMO:	97					ABSCISA INICIAL:	8+308	
UNIDAD DE MUESTRA:	13					ABSCISA FINAL:	8+677	
AREA DE LA MUESTRA:	213,2	m ²						
ANCHO DE CARRIL	5,2	m						
TIPOS DE DAÑOS DE ASFALTO								
No.	Fallas	Unidad	Esquema					
1	Piel de cocodrilo	m ²						
2	Exudacion	m ²						
3	Fisuras en bloque	m ²						
4	Abultamientos y hundimientos	m						
5	Corrugacion	m ²						
6	Depresion	m ²						
7	Fisura de borde	m ²						
8	Fisura de reflexion de junta	m						
9	Desnivel/carril/berma	m						
10	Fisuras longitudinales y transversal	m						
11	Parcheo	m ²						
12	Pulimento de agregados	m ²						
13	Huecos	U						
14	Cruce de via ferrea	m ²						
15	Ahuellamiento	m ²						
16	Desplazamiento	m ²						
17	Grieta parabolica	m ²						
18	Hinchamiento	m ²						
19	Desprendimiento de agregados	m ²						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
3	MEDIA	1,1659	3,1458			4,3117	2.02	2
19	MEDIA	3,3372				3,3372	1.57	10
10	ALTA	1,11	2,87			3,98	1,87	12
10	MEDIA	1,76	2,63	0,91	4,87	7,43	8,26	19
Valor total de deduccion (VDT)								19
CORRECCION DE VALORES DE DEDUCCION								
mi=	8,44							
N#	Valores deducidos					TOTAL	mi(g)	VDC
1	19	12	10	2		43	4	22
2	19	12	10	2		43	3	26
3	19	12	2	2		35	2	28
4	19	2	2	2		25	1	24
							MVDC	28
							PCI	72

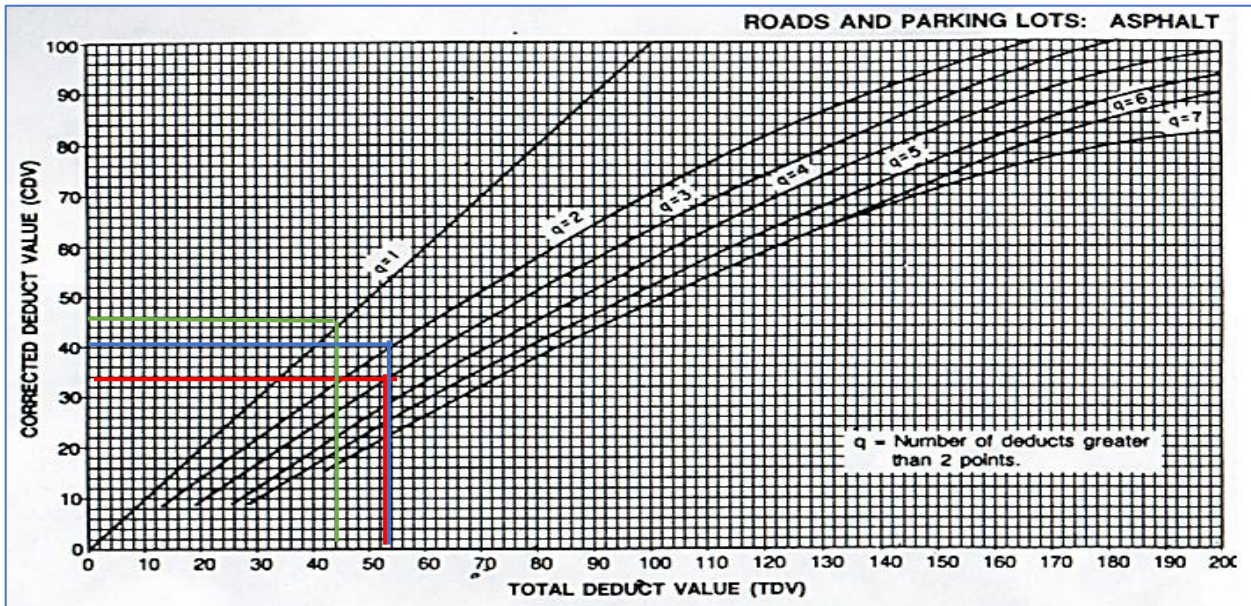
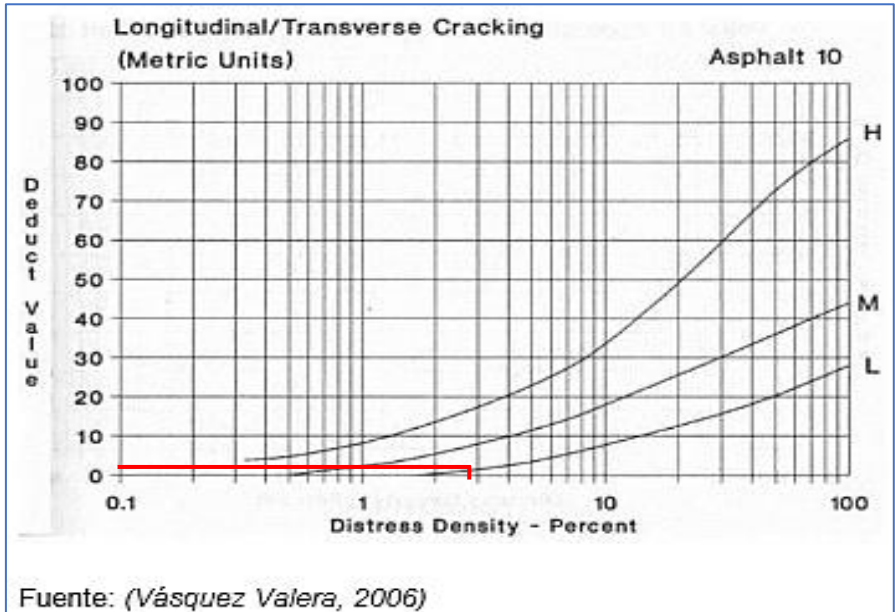




Anexo B-14. Registro visual PCI y curvas para determinación del valor deducido de la vía Picaihua – Chiquicha abs 4+700 hasta 9+400. Unidad de muestreo No. 14

 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 PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO							
TRAMO:	105			ABSCISA INICIAL:	8+964		
UNIDAD DE MUESTRA:	14			ABSCISA FINAL:	9+005		
AREA DE LA MUESTRA:	221,4	m2					
ANCHO DE CARRIL	5,4	m					
TIPOS DE DAÑOS DE ASFALTO							
No.	Fallas	Unidad	Esquema				
1	Piel de cocodrilo	m2					
2	Exudacion	m2					
3	Fisuras en bloque	m2					
4	Abultamientos y hundimientos	m					
5	Corrugacion	m2					
6	Depresion	m2					
7	Fisura de borde	m2					
8	Fisura de reflexion de junta	m					
9	Desnivel/carril/berma	m					
10	Fisuras longitudinales y transversal	m					
11	Parcheo	m2					
12	Pulimento de agregados	m2					
13	Huecos	U					
14	Cruce de via ferrea	m2					
15	Ahuellamiento	m2					
16	Desplazamiento	m2					
17	Grieta parabolica	m2					
18	Hinchamiento	m2					
19	Desprendimiento de agregados	m2					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13	MEDIA	1	1	1	3	1,36	39
10	BAJA	6,54			6,54	2,95	2
19	MEDIA	4,512	3,519		8,031	3,63	12
Valor total de deduccion (VDT)							39
CORRECCION DE VALORES DE DEDUCCION							
mi=	6,60						
N#	Valores deducidos				TOTAL	mi(g)	VDC
1	39	12	2		53	3	32
2	39	12	2		53	2	40
3	39	2	2		43	1	45
MVDC							45
PCI							55





ANEXO C:

ESTUDIO DE SUELOS



ANEXO C1: MUESTRA #1

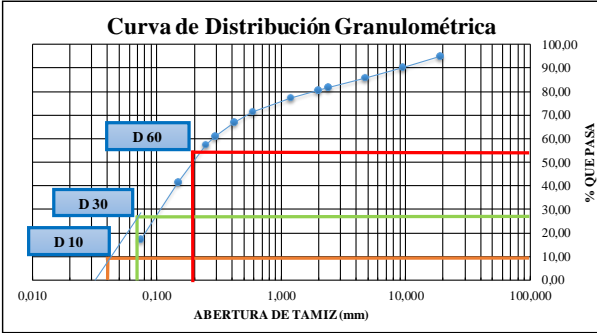
SUBRASANTE

Ubicación: Abscisa 5+200

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

Anexo C-1: Granulometría

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS				
Proyecto: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
ABS 5+200		Norma: ASTM: D421-58		Muestra Subrasante		
Peso Muestra Seca: 1000 g				Ensayado por Fabricio Adrián Vega Martínez		
				Profundidad 1 m		
GRANULOMETRÍA						
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
3/4	19,000	50,20	50,20	5,03	94,97	
3/8	9,510	48,20	98,40	9,86	90,14	
4	4,760	44,50	142,90	14,32	85,68	
8	2,380	39,10	182,00	18,24	81,76	
10	2,000	11,70	193,70	19,41	80,59	
16	1,190	33,40	227,10	22,76	77,24	
30	0,595	58,00	285,10	28,57	71,43	
40	0,420	45,30	330,40	33,11	66,89	
50	0,297	57,90	388,30	38,91	61,09	
60	0,250	35,70	424,00	42,49	57,51	
100	0,149	158,60	582,60	58,38	41,62	
200	0,074	243,90	826,50	82,82	17,18	
BANDEJA		171,40	997,90	100,00		





Curva de Distribución Granulométrica



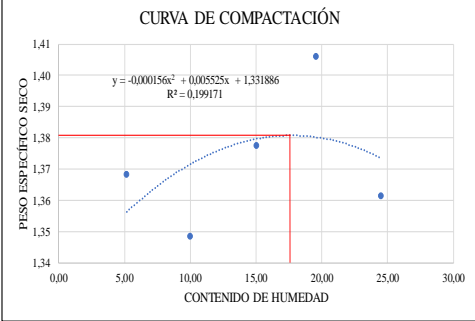
RESULTADOS			
D10 (mm)	0,04	Cu = D60 / D10	5,00
D30 (mm)	0,07	Cc = D30² / (D60 * D10)	0,61
D60 (mm)	0,2		
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,21%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	19,41	63,41	17,18
AASHTO	19,41	63,41	17,18



Anexo C-1: Límites de Atterberg

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITES ATTERBERG								
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
LÍMITE LÍQUIDO								
ABS	5+200			Muestra	Subrasante			
Norma:	ASTM D4318 INEN 691			Profundidad	1 m			
				Ensayado por	Fabricio Adrián Vega Martínez			
Número de Golpes	8		18		33		43	
Identificación de Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Recipiente (Wr) (gr)	11,50	11,20	11,00	11,00	11,10	12,70	11,30	11,10
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+ Wr) (gr)	20,30	18,60	20,50	19,60	18,30	19,90	18,10	17,80
Peso de muestra seca + recipiente (Ww) (gr)	18,10	16,70	18,30	17,50	16,70	18,30	16,50	16,30
Peso del agua (Ww) (gr)	2,20	1,90	2,20	2,10	1,60	1,60	1,60	1,50
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	6,60	5,50	7,30	6,50	5,60	5,60	5,20	5,20
Contenido de humedad (W%)	33,33	34,55	30,14	32,31	28,57	28,57	30,77	28,85
Promedio de contenido de humedad (W%)	33,94		31,22		28,57		29,81	
Límite Líquido (LL)	30,42							
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Número	1	2	3	4	5			
Peso muestra húmeda + recipiente	7,50	7,60	8,20	7,40	7,60			
Peso muestra seca + recipiente	7,20	7,30	7,70	7,20	7,20			
Peso del agua	0,30	0,30	0,50	0,20	0,40			
Peso del recipiente	6,00	6,20	6,10	6,00	6,10			
Peso de la muestra seca	1,20	1,10	1,60	1,20	1,10			
Contenido de humedad (ω)	25,00	27,27	31,25	16,67	36,36			
Promedio contenido de humedad (ω)					27,31			
Límite Plástico (Lp)					27,31			
Índice Plástico (IP)					-3,11			
DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)								
<p>Contenido de Humedad W% vs. Número de Golpes Copa de Casagrande</p> <p>Ecuación de la línea de tendencia: $y = -2,881 \ln(x) + 39,691$</p>								

Anexo C-1: Proctor Modificado Tipo B

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS			
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4-700 HASTA 9-400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAGUA"		
ABS:	5+200	Muestra:	Subrasante
Norma:	AASHTO T-180 ASTM D1557	Ensayado por:	Fabrizio Adrián Vega Martínez
Peso Muestra Seca:	5000 G	Profundidad:	1 m
PROCTOR MODIFICADO TIPO B		MOLDE No 1	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		D =	15.2
NÚMERO DE GOLPES:	56	W RETORTA	7974
NÚMERO DE CAPAS:	5	ALTURA DE CAÍDA:	18"
ENERGÍA DE COMPACTACIÓN:		PESO DEL MOLDE + RETORTA (gr):	13762
PESO INICIAL DESEADO:	5000	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³):	2195.65
	5000	PESO DEL MOLDE (gr):	5788
	5000		5000
I. PROCESO DE COMPACTACIÓN			
# DE PROCTOR	1	2	3
HUMEDAD AÑADIDA (%)	5%	10%	15%
HUMEDAD AÑADIDA (ml)	250	500	750
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	16922	17018	17241
PESO SUELO HÚMEDO Wm (gr)	3160	3256	3479
PESO HUMITARIO HÚMEDO γ_d (gr/cm ³)	1.44	1.48	1.58
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD			
RECIPIENTE N°	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE W _r	31,5	33,5	30,2
PESO SUELO HÚMEDO + PESO RECIPIENTE (W _m +W _r)	98,7	104,3	128,8
PESO SUELO SECO + PESO RECIPIENTE (W _s + W _s)	95,4	100,8	119,8
PESO DE AGUA (W _w)	3,3	3,5	9
PESO MUESTRA SECA W _s	63,9	67,3	89,6
CONTENIDO DE HUMEDAD w%=100 W _w /W _s	5%	5%	10%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w%	5,18%		9,99%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w	5,18		9,99
PESO VOLUMÉTRICO SECO γ_d (gr/cm ³)	1,37		1,35
			1,38
			1,41
			1,36
RESULTADOS			
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³):	1,381		
Humedad Óptima:	17,7		
<div style="text-align: center;">  <p>CURVA DE COMPACTACIÓN</p> <p>$y = -0,000156x^2 + 0,005525x + 1,331886$ $R^2 = 0,199171$</p> </div>			

Anexo C-1: CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
ABS:	5+200	Muestra:	Subrasante			
Norma:	ASTM D 1883	Ensayado por:	Fabricio Adrián Vega Martínez			
Peso Muestra Seca:	5000 g	Profundidad:	1 m			
CBR						
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
Molde	2		6		16	
Dimensiones	Diámetro:	15,20	Diámetro:	15,20	Diámetro:	15,30
	Altura:	12,60	Altura:	12,60	Altura:	12,60
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
Número golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	18241,00		20635,00		18917,00	
Masa Molde (gr)	14697,00		16795,00		15029,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	3544,00		3840,00		3888,00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2286,38		2286,38		2316,56	
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	1,550		1,680		1,678	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,20	7,50	9,90	10,00	9,70	9,70
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	65,70	69,10	81,00	85,40	70,60	94,50
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	56,40	59,50	69,40	72,10	61,10	81,10
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	49,20	52,00	59,50	62,10	51,40	71,40
Masa del agua (Ww) (gr)	9,30	9,60	11,60	13,30	9,50	13,40
Contenido de humedad (W %)	18,90	18,46	19,50	21,42	18,48	18,77
Cont. De humedad promedio (W %)	18,68		20,46		18,62	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1,306		1,394		1,415	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	11474,00		13750,00		11976,00	
Masa Molde (gr)	7525,00		9623,00		7857,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	3949,00		4127,00		4119,00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2286,38		2286,38		2316,56	
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	1,727		1,805		1,778	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,40	7,60	7,20	10,00	9,80	9,70
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	80,80	79,50	88,20	98,60	93,80	97,10
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	63,40	63,90	70,90	75,00	77,50	81,20
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	56,00	56,30	63,70	65,00	67,70	71,50
Masa del agua (Ww) (gr)	17,40	15,60	17,30	23,60	16,30	15,90
Contenido de humedad (W %)	31,07	27,71	27,16	36,31	24,08	22,24
Cont. De humedad promedio (W %)	29,39		31,73		23,16	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1,335		1,370		1,444	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in2		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	2		6		16	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	128,20	42,73	381,80	127,27	435,90	145,30
0,050	206,60	68,87	696,50	232,17	1033,80	344,60
0,075	273,80	91,27	984,50	328,17	1536,90	512,30
0,100	328,90	109,63	1258,30	419,43	1958,10	652,70
0,200	506,60	168,87	1836,80	612,27	2993,20	997,73
0,300	663,50	221,17	2278,60	759,53	3548,80	1182,93
0,400	818,60	272,87	2606,90	868,97	3836,30	1278,77
0,500	948,70	316,23	2913,90	971,30	4003,90	1334,63
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in2)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in2)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	109,63	10,96	1,306	168,87	11,26	1,306
B	419,43	41,94	1,394	612,27	40,82	1,394
C	652,70	65,27	1,415	997,73	66,52	1,415
Densidad Seca Máxima (gr/cm3)	1,381					
DSM	%CBR 0,1 in		%CBR 0,2 in		% CBR MAYOR	
95%	1,312	12,19	12,25	12,19		

ESFUERZO VS. PENETRACIÓN

Penetración (in)	11 Golpes (lb/in2)	27 Golpes (lb/in2)	56 Golpes (lb/in2)
0	0	0	0
0,025	~50	~100	~150
0,050	~100	~200	~300
0,075	~150	~300	~450
0,100	~200	~400	~600
0,200	~300	~600	~1000
0,300	~400	~800	~1300
0,400	~500	~1000	~1600
0,500	~600	~1200	~1900

DENSIDAD SECA VS. CBR

% CBR	Densidad Seca (gr/cm3)	Series
10	1,525	CBR 0.1 plg
10	1,525	CBR 0.2 plg
20	1,615	CBR 0.1 plg
20	1,615	CBR 0.2 plg
45	1,655	CBR 0.1 plg
45	1,655	CBR 0.2 plg



ANEXO C2: MUESTRA #2

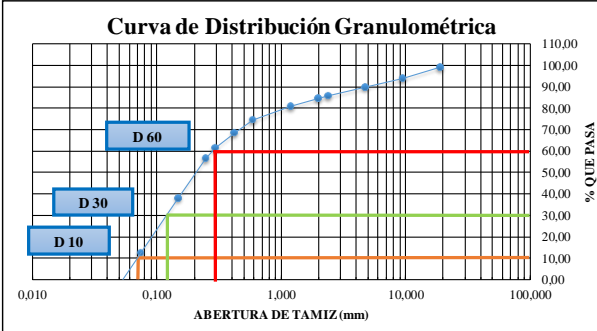
SUBRASANTE

Ubicación: Abscisa 6+200

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

Anexo C-2: Granulometría

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS			
Proyecto: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
ABS	6+200		Muestra	Subrasante	
Norma:	ASTM: D421-58		Ensayado por	Fabricio Adrián Vega Martínez	
Peso Muestra Seca:	1000	g	Profundidad	1	m
GRANULOMETRÍA					
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/4	19,000	9,96	9,96	1,00	99,00
3/8	9,510	51,62	61,58	6,17	93,83
4	4,760	40,74	102,32	10,25	89,75
8	2,380	37,97	140,29	14,05	85,95
10	2,000	12,58	152,87	15,31	84,69
16	1,190	37,33	190,20	19,04	80,96
30	0,595	65,82	256,02	25,64	74,36
40	0,420	59,04	315,06	31,55	68,45
50	0,297	70,64	385,70	38,62	61,38
60	0,250	48,40	434,10	43,47	56,53
100	0,149	186,20	620,30	62,11	37,89
200	0,074	254,20	874,50	87,56	12,44
BANDEJA		124,20	998,70	100,00	



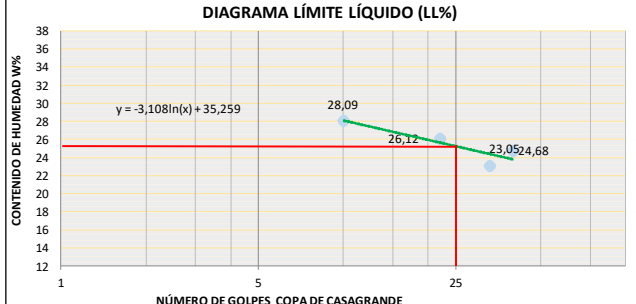


Curva de Distribución Granulométrica



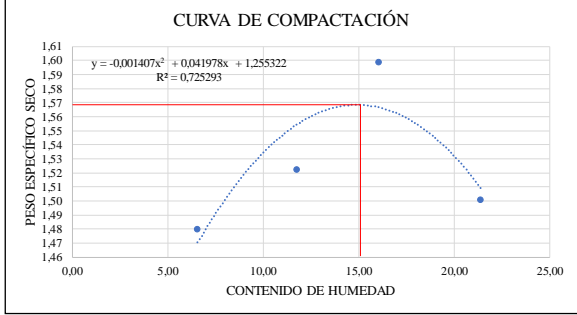
RESULTADOS			
D10 (mm)	0,07	Cu = D60 / D10	4,29
D30 (mm)	0,13	Cc = D30² / (D60 * D10)	0,80
D60 (mm)	0,3		
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,13%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	15,31	72,26	12,44
AASHTO	15,31	72,26	12,44



Anexo C-2: Límites de Atterberg

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITES ATTERBERG								
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
LÍMITE LÍQUIDO								
ABS	6+200		Muestra		Subrasante			
Norma:	ASTM D4318 INEN 691		Profundidad		1 m			
			Ensayado por		Fabricio Adrián Vega Martínez			
Número de Golpes	10		22		33		40	
Identificación de Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Recipiente (Wr) (gr)	10,80	11,60	11,50	11,00	10,80	11,20	11,00	11,40
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+ Wr) (gr)	20,00	22,00	19,90	19,50	20,40	18,80	20,70	21,90
Peso de muestra seca + recipiente (Ww) (gr)	18,00	19,70	18,20	17,70	18,70	17,30	18,80	19,80
Peso del agua (Ww) (gr)	2,00	2,30	1,70	1,80	1,70	1,50	1,90	2,10
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	7,20	8,10	6,70	6,70	7,90	6,10	7,80	8,40
Contenido de humedad (W%)	27,78	28,40	25,37	26,87	21,52	24,59	24,36	25,00
Promedio de contenido de humedad (W%)	28,09		26,12		23,05		24,68	
Límite Líquido (LL)	25,25							%
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Número	1	2	3	4	5			
Peso muestra húmeda + recipiente	6,90	6,90	6,90	6,80	7,00	g		
Peso muestra seca + recipiente	6,80	6,80	6,70	6,70	6,90	g		
Peso del agua	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	g		
Peso del recipiente	6,20	6,10	6,30	6,10	6,20	g		
Peso de la muestra seca	0,60	0,70	0,40	0,60	0,70	g		
Contenido de humedad (ω)	16,67	14,29	50,00	16,67	14,29	%		
Promedio contenido de humedad (ω)						22,38		
Límite Plástico (Lp)						22,38		
Índice Plástico (IP)						-2,87		
DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)								
								

Anexo C-2: Proctor modificado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS			
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAGUA"		
ABS:	6+200	Muestra:	Subrasante
Norma:	AASHTO T-180 ASTM D1557	Ensayado por:	Fabricio Adrián Vega Martínez
Peso Muestra Seca:	5000 G	Profundidad:	1 m
PROCTOR MODIFICADO TIPO B		MOLDE No 2	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		D =	15,2 H =
NÚMERO DE GOLPES:	56	W RETORTA:	7972
NÚMERO DE CAPAS:	5	ALTIMETRO DE CAÍDA:	18"
ENERGÍA DE COMPACTACIÓN:		PESO DEL MARTILLO:	10 lb
PESO INICIAL DESEADO:	5000	PESO DEL MOLDE (gr):	13760
		PESO DEL MOLDE (gr):	5788
			5000
			5000
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN			
# DE PROCTOR	1	2	3
HUMEDAD AÑADIDA (%)	5%	10%	15%
HUMEDAD AÑADIDA (ml)	250	500	750
P.MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	17280	17556	17899
PESO SUELO HÚMEDO Wm (gr)	3520	3796	4139
PESO HUMITARIO HÚMEDO yd(gr/cm3)	1,58	1,70	1,85
			4
			20%
			1000
			17825
			4065
			1,82
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD			
RECIPIENTE N°	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE W _r	25,9	24,8	32,3
PESO SUELO HÚMEDO + PESO RECIPIENTE (W _m +W _r)	133,2	143,1	128,7
PESO SUELO SECO + PESO RECIPIENTE (W _s + W _s)	126,5	135,9	118,6
PESO DE AGUA (W _w)	6,7	7,2	10,1
PESO MUESTRA SECA W _s	100,6	111,1	86,3
CONTENIDO DE HUMEDAD w%=100 W _w /W _s	7%	6%	12%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w%	6,57%		11,74%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w	6,57		16,03%
PESO VOLUMÉTRICO SECO y _d (gr/cm3)	1,48		21,39%
			1,50
RESULTADOS			
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):		1,568	
Humedad Óptima:		14,9	
			

Anexo C-2: CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
ABS:	6+200	Muestra:	Subrasante			
Norma:	ASTM D 1883	Ensayado por:	Fabricio Adrián Vega Martínez			
Peso Muestra Seca:	5000 g	Profundidad:	1	m		
CBR						
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
Molde	17		12		10	
Dimensiones	Diámetro:	15,20	Diámetro:	15,20	Diámetro:	15,30
	Altura:	12,60	Altura:	12,60	Altura:	12,60
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
Número golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	17625,00		20239,00		19828,00	
Masa Molde (gr)	13598,00		15898,00		15492,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	4027,00		4341,00		4336,00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2286,38		2286,38		2316,56	
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	1,761		1,899		1,872	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	9,90	10,00	9,70	9,80	7,20	7,50
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	79,50	88,20	81,80	89,00	71,10	82,10
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	69,50	76,80	71,40	76,00	62,00	71,40
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	59,60	66,80	61,70	66,20	54,80	63,90
Masa del agua (Ww) (gr)	10,00	11,40	10,40	13,00	9,10	10,70
Contenido de humedad (W %)	16,78	17,07	16,86	19,64	16,61	16,74
Cont. De humedad promedio (W %)	16,92		18,25		16,68	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1,506		1,606		1,604	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	10688,00		13199,00		12733,00	
Masa Molde (gr)	6423,00		8723,00		8317,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	4265,00		4476,00		4416,00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2286,38		2286,38		2316,56	
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	1,865		1,958		1,906	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,40	7,50	9,90	7,60	7,20	7,70
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	93,70	86,20	105,40	89,70	72,90	82,00
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	76,20	70,70	87,80	76,60	62,60	70,50
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	68,80	63,20	77,90	69,00	55,40	62,80
Masa del agua (Ww) (gr)	17,50	15,50	17,60	13,10	10,30	11,50
Contenido de humedad (W %)	25,44	24,53	22,59	18,99	18,59	18,31
Cont. De humedad promedio (W %)	24,98		20,79		18,45	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1,493		1,621		1,609	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in2		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	17		12		10	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	193,80	64,60	367,30	122,43	333,60	111,20
0,050	388,30	129,43	836,60	278,87	790,30	263,43
0,075	558,30	186,10	1338,50	446,17	1337,80	445,93
0,100	683,90	227,97	1636,30	545,43	1836,30	612,10
0,200	1063,60	354,53	2792,40	930,80	3553,70	1184,57
0,300	1340,90	446,97	3493,80	1164,60	4993,30	1664,43
0,400	1575,70	525,23	3889,10	1296,37	6251,60	2083,87
0,500	1733,00	577,67	4033,30	1344,43	7338,40	2446,13
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in2)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in2)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	227,97	22,80	1,506	354,53	23,64	1,506
B	545,43	54,54	1,606	930,80	62,05	1,606
C	612,10	61,21	1,604	1184,57	78,97	1,604
Densidad Seca Máxima (gr/cm3)	1,568					
DSM	%CBR 0,1 in		%CBR 0,2 in		% CBR MAYOR	
95%	1,490	16,89	15,81	16,89		

ESFUERZO VS. PENETRACIÓN

Penetración (in)	11 Golpes (lb/in2)	27 Golpes (lb/in2)	56 Golpes (lb/in2)
0	0	0	0
0,025	~50	~100	~150
0,050	~100	~200	~300
0,075	~150	~300	~450
0,100	~200	~400	~600
0,200	~300	~600	~1000
0,300	~400	~800	~1300
0,400	~500	~1000	~1600
0,500	~600	~1200	~1800

DENSIDAD SECA VS. CBR

% CBR	Densidad Seca (gr/cm3)	Series
10	1,525	CBR 0.1 pulg
10	1,525	CBR 0.2 plg
20	1,615	CBR 0.1 pulg
25	1,615	CBR 0.1 pulg
45	1,655	CBR 0.1 pulg
45	1,655	CBR 0.2 plg



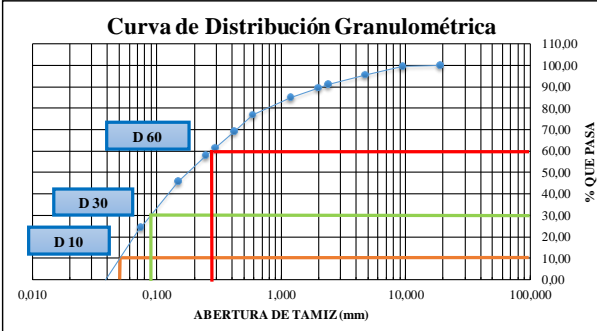
ANEXO C3: MUESTRA #3

SUBRASANTE

Ubicación: Abscisa 7+200

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

Anexo C-3: Granulometría

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS			
Proyecto: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
ABS	7+200		Muestra		Subrasante
Norma:	ASTM: D421-58		Ensayado por		Fabricio Adrián Vega Martínez
Peso Muestra Seca:	1000	g	Profundidad		1 m
GRANULOMETRÍA					
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/4	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8	9,510	5,50	5,50	0,55	99,45
4	4,760	38,90	44,40	4,45	95,55
8	2,380	45,40	89,80	9,00	91,00
10	2,000	15,70	105,50	10,58	89,42
16	1,190	44,50	150,00	15,04	84,96
30	0,595	79,70	229,70	23,03	76,97
40	0,420	75,50	305,20	30,60	69,40
50	0,297	76,80	382,00	38,30	61,70
60	0,250	37,90	419,90	42,10	57,90
100	0,149	120,20	540,10	54,16	45,84
200	0,074	215,30	755,40	75,74	24,26
BANDEJA		241,90	997,30	100,00	
					
RESULTADOS					
D10 (mm)	0,05	Cu = D60 / D10		5,80	
D30 (mm)	0,09	Cc = D30² / (D60 * D10)		0,56	
D60 (mm)	0,29				
Error Permitido	1,00%	Error Calculado		0,27%	
PORCENTAJE DE MATERIAL					
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)		
SUCS	10,58	65,17	24,26		
AASHTO	10,58	65,17	24,26		

Anexo C-3: Límites de Atterberg



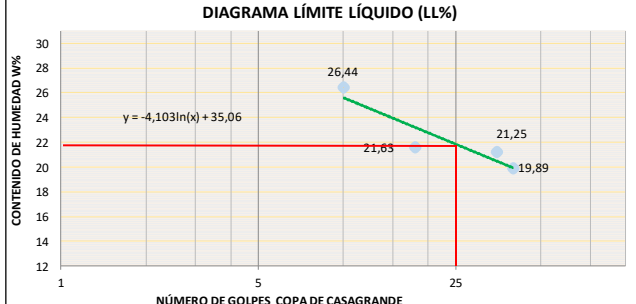
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITES ATTERBERG								
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
LÍMITE LÍQUIDO								
ABS	7+200		Muestra			Subrasante		
Norma:	ASTM D4318 INEN 691		Profundidad			1 m		
			Ensayado por			Fabricio Adrián Vega Martínez		
Número de Golpes	10		18		35		40	
Identificación de Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Recipiente (Wr) (gr)	11,30	10,90	11,60	11,00	10,90	11,40	10,90	11,00
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+ Wr) (gr)	20,70	18,20	22,90	22,20	21,70	24,00	21,80	20,00
Peso de muestra seca + recipiente (Ww) (gr)	18,70	16,70	20,80	20,30	19,80	21,80	20,00	18,50
Peso del agua (Ww) (gr)	2,00	1,50	2,10	1,90	1,90	2,20	1,80	1,50
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	7,40	5,80	9,20	9,30	8,90	10,40	9,10	7,50
Contenido de humedad (W%)	27,03	25,86	22,83	20,43	21,35	21,15	19,78	20,00
Promedio de contenido de humedad (W%)	26,44		21,63		21,25		19,89	
Límite Líquido (LL)	21,85							%
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Número	1	2	3	4	5			
Peso muestra húmeda + recipiente	8,30	7,70	8,00	7,50	7,60	g		
Peso muestra seca + recipiente	8,00	7,40	7,80	7,30	7,40	g		
Peso del agua	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	g		
Peso del recipiente	6,20	6,20	6,20	6,10	6,10	g		
Peso de la muestra seca	1,80	1,20	1,60	1,20	1,30	g		
Contenido de humedad (ω)	16,67	25,00	12,50	16,67	15,38	%		
Promedio contenido de humedad (ω)	17,24					%		
Límite Plástico (Lp)	17,24					%		
Índice Plástico (IP)	-4,61					%		



DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)



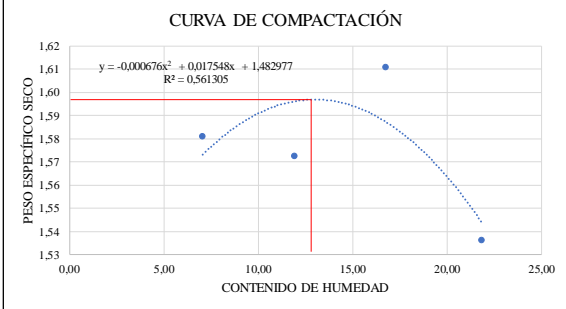
CONTENIDO DE HUMEDAD W%

NÚMERO DE GOLPES COPA DE CASAGRANDE



Anexo C-3: Proctor modificado tipo B

 		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAGUA							
ABS:	7+200	Muestra:	Subrasante					
Norma:	AASHTO T-180 ASTM D1557	Ensayado por:	Fabricio Adrián Vega Martínez					
Peso Muestra Seca:	5000 G	Profundidad:	1 m					
PROCTOR MODIFICADO TIPO B				MOLDE No 3				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				D =	15,1 H =			
NÚMERO DE GOLPES:	56	W RETORTA	7972	PESO DEL MOLDE + RETORTA (gr):	13758			
NÚMERO DE CAPAS:	5	ALTURA DE CAÍDA:	18"	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³):	2148,94			
ENERGÍA DE COMPACTACIÓN:		PESO DEL MARTILLO:	10 lb	PESO DEL MOLDE (gr):	5786			
PESO INICIAL DESEADO:	5000		5000		5000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
# DE PROCTOR	1	2	3	4				
HUMEDAD AÑADIDA (%)	5%	10%	15%	20%				
HUMEDAD AÑADIDA (ml)	250	500	750	1000				
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	17395	17541	17800	17781				
PESO SUELO HÚMEDO Wm (gr)	3637	3783	4042	4023				
PESO HUMITARIO HÚMEDO yd (gr/cm ³)	1,69	1,76	1,88	1,87				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W _r	31,5	30,2	32,6	32,4	30,3	32,3	25,7	23,1
PESO SUELO HÚMEDO + PESO RECIPIENTE (W _m +W _r)	176,7	140,7	156,3	139,1	136,4	150,2	197,9	195,5
PESO SUELO SECO + PESO RECIPIENTE (W _s + W _s)	167,3	133,3	143,1	127,7	121,2	133,2	166,3	165,3
PESO DE AGUA (W _w)	9,4	7,4	13,2	11,4	15,2	17	31,6	30,2
PESO MUESTRA SECA W _s	135,8	103,1	110,5	95,3	90,9	100,9	140,6	142,2
CONTENIDO DE HUMEDAD w%=100 W _w /W _s	7%	7%	12%	12%	17%	17%	22%	21%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w%	7,05%		11,95%		16,79%		21,86%	
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w	7,05		11,95		16,79		21,86	
PESO VOLUMÉTRICO SECO y _d (gr/cm ³)	1,58		1,57		1,61		1,54	
RESULTADOS								
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³):				1,597				
Humedad Óptima:				13				

CURVA DE COMPACTACIÓN



Anexo C-3: CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
ABS:	7+200	Muestra:	Subrasante			
Norma:	ASTM D 1883	Ensayado por:	Fabricio Adrián Vega Martínez			
Peso Muestra Seca:	5000 g	Profundidad:	1	m		
CBR						
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
Molde	12		5		2	
Dimensiones	Diámetro:	15,30	Diámetro:	15,30	Diámetro:	15,30
	Altura:	12,70	Altura:	12,50	Altura:	12,60
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
Número golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	19890,00		20089,00		19039,00	
Masa Molde (gr)	15901,00		15906,00		14699,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	3989,00		4183,00		4340,00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2334,94		2298,17		2316,56	
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	1,708		1,820		1,873	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,60	7,60	7,50	7,20	31,20	31,30
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	59,10	73,10	65,60	71,50	133,70	139,70
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	52,50	64,60	57,90	63,00	120,30	126,00
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	44,90	57,00	50,40	55,80	89,10	94,70
Masa del agua (Ww) (gr)	6,60	8,50	7,70	8,50	13,40	13,70
Contenido de humedad (W %)	14,70	14,91	15,28	15,23	15,04	14,47
Cont. De humedad promedio (W %)	14,81		15,26		14,75	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1,488		1,579		1,633	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	13094,00		13203,00		12091,00	
Masa Molde (gr)	8728,00		8733,00		7526,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	4366,00		4470,00		4565,00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2334,94		2298,17		2316,56	
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	1,870		1,945		1,971	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,20	7,60	7,60	7,20	9,70	9,90
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	78,80	67,00	76,00	62,10	97,70	90,80
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	63,70	55,50	63,60	52,00	83,40	77,80
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	56,50	47,90	56,00	44,80	73,70	67,90
Masa del agua (Ww) (gr)	15,10	11,50	12,40	10,10	14,30	13,00
Contenido de humedad (W %)	26,73	24,01	22,14	22,54	19,40	19,15
Cont. De humedad promedio (W %)	25,37		22,34		19,27	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1,492		1,590		1,652	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in2		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	12		5		2	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	73,80	24,60	168,30	56,10	591,70	197,23
0,050	108,30	36,10	356,80	118,93	1338,20	446,07
0,075	128,70	42,90	588,60	196,20	1959,40	653,13
0,100	149,30	49,77	725,30	241,77	2287,60	762,53
0,200	231,50	77,17	1136,30	378,77	3983,00	1327,67
0,300	313,60	104,53	1454,30	484,77	4781,70	1593,90
0,400	391,50	130,50	1758,60	586,20	5218,00	1739,33
0,500	474,30	158,10	2046,70	682,23	5758,30	1919,43

CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in2)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in2)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	49,77	4,98	1,488	77,17	5,14	1,488
B	241,77	24,18	1,579	378,77	25,25	1,579
C	762,53	76,25	1,633	1327,67	88,51	1,633

Densidad Seca Máxima (gr/cm3)		1,597				
DSM		%CBR 0,1 in	%CBR 0,2 in	% CBR MAYOR		
95%	1,517	12,23	12,99	12,23		

ESFUERZO VS. PENETRACIÓN

Legend: 11 Golpes (grey), 27 Golpes (yellow), 56 Golpes (blue)

DENSIDAD SECA VS. CBR

Legend: CBR 0.1 pulg (blue), CBR 0.2 plg (orange)



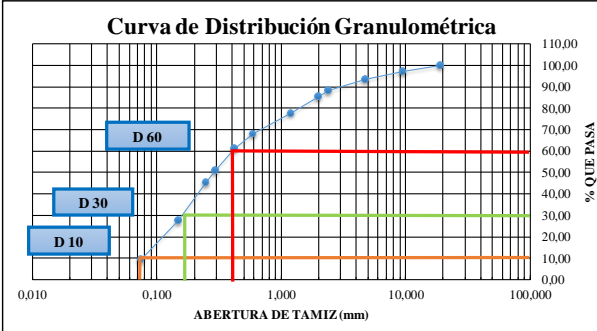
ANEXO C4: MUESTRA #4

SUBRASANTE



Ubicación: Abscisa 8+200

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

Anexo C-4: Granulometría

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS			
Proyecto: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
ABS	8+200		Muestra		Subrasante
Norma:	ASTM: D421-58		Ensayado por		Fabricio Adrián Vega Martínez
Peso Muestra Seca:	1000	g	Profundidad		1 m
GRANULOMETRÍA					
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/4	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8	9,510	27,30	27,30	2,73	97,27
4	4,760	36,50	63,80	6,39	93,61
8	2,380	52,80	116,60	11,68	88,32
10	2,000	28,80	145,40	14,56	85,44
16	1,190	75,20	220,60	22,09	77,91
30	0,595	98,20	318,80	31,92	68,08
40	0,420	71,60	390,40	39,09	60,91
50	0,297	97,70	488,10	48,87	51,13
60	0,250	56,10	544,20	54,49	45,51
100	0,149	180,70	724,90	72,58	27,42
200	0,074	181,60	906,50	90,77	9,23
BANDEJA		92,20	998,70	100,00	
					
RESULTADOS					
D10 (mm)	0,075	Cu = D60 / D10		5,33	
D30 (mm)	0,18	Cc = D30² / (D60 * D10)		1,08	
D60 (mm)	0,4				
Error Permitido	1,00%	Error Calculado		0,13%	
PORCENTAJE DE MATERIAL					
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)		
SUCS	14,56	76,21	9,23		
AASHTO	14,56	76,21	9,23		



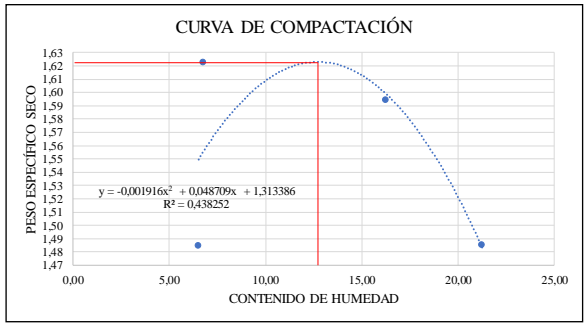
Anexo C-4: Límites de Atterberg

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITES ATTERBERG								
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
LÍMITE LÍQUIDO								
ABS	8+200		Muestra		Subrasante			
Norma:	ASTM D4318 INEN 691		Profundidad		1 m			
			Ensayado por		Fabricio Adrián Vega Martínez			
Número de Golpes	13		23		33		42	
Identificación de Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Recipiente (Wr) (gr)	11,00	10,90	11,40	11,50	10,90	11,30	11,30	11,20
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+ Wr) (gr)	22,20	21,10	22,90	20,80	21,10	21,90	23,00	22,70
Peso de muestra seca + recipiente (Ww) (gr)	19,80	18,80	20,50	18,90	18,90	19,60	20,50	20,20
Peso del agua (Ww) (gr)	2,40	2,30	2,40	1,90	2,20	2,30	2,50	2,50
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	8,80	7,90	9,10	7,40	8,00	8,30	9,20	9,00
Contenido de humedad (W%)	27,27	29,11	26,37	25,68	27,50	27,71	27,17	27,78
Promedio de contenido de humedad (W%)	28,19		26,02		27,61		27,48	
Límite Líquido (LL)								27,33
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Número	1	2	3	4	5			
Peso muestra húmeda + recipiente	6,90	7,20	7,10	6,60	6,90	g		
Peso muestra seca + recipiente	6,70	7,00	6,90	6,50	6,70	g		
Peso del agua	0,20	0,20	0,20	0,10	0,20	g		
Peso del recipiente	6,10	6,20	6,20	6,10	6,20	g		
Peso de la muestra seca	0,60	0,80	0,70	0,40	0,50	g		
Contenido de humedad (ω)	33,33	25,00	28,57	25,00	40,00	%		
Promedio contenido de humedad (ω)						30,38		
Límite Plástico (Lp)						30,38		
Índice Plástico (IP)						3,05		



$y = -0,389 \ln(x) + 28,582$

Número de Golpes	Contenido de Humedad (W%)
13	28,19
23	26,02
33	27,61
42	27,48

Anexo C-4: Proctor modificado tipo B

 		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAGUA"							
ABS:	8+200	Muestra:	Subrasante					
Norma:	AASHTO T-180 ASTM D1557	Ensayado por:	Fabricio Adrián Vega Martínez					
Peso Muestra Seca:	5000 G	Profundidad:	1 m					
PROCTOR MODIFICADO TIPO B				MOLDE No 4				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				D =	15,2 H =	12,5		
NÚMERO DE GOLPES:	56	W RETORTA:	7976	PESO DEL MOLDE + RETORTA (gr):	13764			
NÚMERO DE CAPAS:	5	ALTURA DE CAÍDA:	18"	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³):	2268,23			
ENERGÍA DE COMPACTACIÓN:		PESO DEL MARTILLO:	10 lb	PESO DEL MOLDE (gr):	5788			
PESO INICIAL DESEADO:	5000		5000		5000	5000		
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
# DE PROCTOR	1	2	3	4				
HUMEDAD AÑADIDA (%)	5%	10%	15%	20%				
HUMEDAD AÑADIDA (ml)	250	500	750	1000				
P.MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	17351	17693	17968	17848				
PESO SUELO HUMEDO Wm (gr)	3587	3929	4204	4084				
PESO HUMITARIO HÚMEDO γ_d (gr/cm ³)	1,58	1,73	1,85	1,80				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W _r	32,0	30,7	33,5	31,1	30,6	32,2	24,3	25,2
PESO SUELO HÚMEDO + PESO RECIPIENTE (W _m +W _r)	165,9	151,7	156,9	151,5	135,4	165,5	151,4	138,3
PESO SUELO SECO + PESO RECIPIENTE (W _s + W _s)	157,8	144,2	144,2	149,1	120,8	146,8	129,3	118,3
PESO DE AGUA (W _w)	8,1	7,5	12,7	2,4	14,6	18,7	22,1	20
PESO MUESTRA SECA W _s	125,8	113,5	110,7	118	90,2	114,6	105	93,1
CONTENIDO DE HUMEDAD w%=100 W _w /W _s	6%	7%	11%	2%	16%	16%	21%	21%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w%	6,52%		6,75%		16,25%		21,26%	
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w	6,52		6,75		16,25		21,26	
PESO VOLUMETRICICO SECO γ_d (gr/cm ³)	1,48		1,62		1,59		1,48	
RESULTADOS								
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³):				1,623				
Humedad Óptima:				12,7				
								

Anexo C-4: CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS					
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
ABS:	8+200	Muestra:	Subrasante				
Norma:	ASTM D 1883	Ensayado por:	Fabricio Adrián Vega Martínez				
Peso Muestra Seca:	5000 g	Profundidad:	1	m			
CBR							
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)							
Molde	12		2		5		
Dimensiones	Diámetro:	15,30	Diámetro:	15,30	Diámetro:	15,30	
	Altura:	12,70	Altura:	12,60	Altura:	12,50	
PROCESO DE COMPACTACIÓN							
Número golpes	11		27		56		
Muestra húmeda + molde (gr)	19915,00		18951,00		20425,00		
Masa Molde (gr)	15895,00		14699,00		15908,00		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4020,00		4252,00		4517,00		
Volumen de lamuestra (cm3)	2334,94		2316,56		2298,17		
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	1,722		1,835		1,965		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,10	7,30	9,80	10,00	7,60	7,50	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	70,40	71,50	101,40	106,50	77,50	84,40	
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	62,20	63,00	89,10	93,90	68,20	74,10	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	55,10	55,70	79,30	83,90	60,60	66,60	
Masa del agua (Ww) (gr)	8,20	8,50	12,30	12,60	9,30	10,30	
Contenido de humedad (W %)	14,88	15,26	15,51	15,02	15,35	15,47	
Cont. De humedad promedio (W %)	15,07		15,26		15,41		
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1,496		1,592		1,703		
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Muestra húmeda + molde (gr)	13121,00		12022,00		13419,00		
Masa Molde (gr)	8722,00		7526,00		8735,00		
Masa de la muestra húmeda (gr)	4399,00		4496,00		4684,00		
Volumen de lamuestra (cm3)	2334,94		2316,56		2298,17		
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	1,884		1,941		2,038		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6	
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,20	7,20	9,80	10,00	7,50	7,40	
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	80,80	76,20	79,90	87,90	67,60	77,40	
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	64,90	63,60	67,90	73,40	58,10	65,90	
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	57,70	56,40	58,10	63,40	50,60	58,50	
Masa del agua (Ww) (gr)	15,90	12,60	12,00	14,50	9,50	11,50	
Contenido de humedad (W %)	27,56	22,34	20,65	22,87	18,77	19,66	
Cont. De humedad promedio (W %)	24,95		21,76		19,22		
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1,508		1,594		1,710		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in ²		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	12		2		5	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	73,60	24,53	351,30	117,10	486,80	162,27
0,050	103,80	34,60	595,00	198,33	1078,90	359,63
0,075	223,00	74,33	860,30	286,77	1568,30	522,77
0,100	141,00	47,00	1023,60	341,20	2008,70	669,57
0,200	205,00	68,33	1393,90	464,63	3170,30	1056,77
0,300	266,60	88,87	1748,60	582,87	4026,30	1342,10
0,400	324,50	108,17	2083,80	694,60	4454,10	1484,70
0,500	385,70	128,57	2453,60	817,87	5130,80	1710,27
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	47,00	4,70	1,496	68,33	4,56	1,496
B	341,20	34,12	1,592	464,63	30,98	1,592
C	669,57	66,96	1,703	1056,77	70,45	1,703
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	1,623					
DSM	%CBR 0,1 in		%CBR 0,2 in		% CBR MAYOR	
95%	1,542	18,60	17,64	18,60		

ESFUERZO VS. PENETRACIÓN

Penetración (in)	11 Golpes (lb/in ²)	27 Golpes (lb/in ²)	56 Golpes (lb/in ²)
0	0	0	0
0,025	~50	~100	~150
0,050	~100	~200	~300
0,075	~150	~300	~450
0,100	~200	~400	~600
0,200	~300	~500	~800
0,300	~350	~550	~900
0,400	~380	~580	~1000
0,500	~400	~600	~1050

DENSIDAD SECA VS. CBR

CBR	Densidad Seca (gr/cm ³)
10	1,525
20	1,580
25	1,580
45	1,660



ANEXO C5: MUESTRA #5

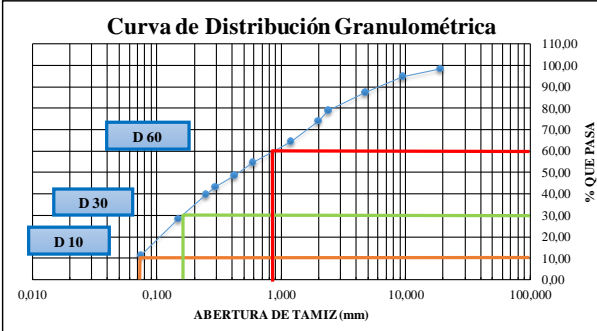
SUBRASANTE

Ubicación: Abscisa 9+200

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

Anexo C-5: Granulometría

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS			
Proyecto: "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
ABS	9+200		Muestra		Subrasante
Norma:	ASTM: D421-58		Ensayado por		Fabricio Adrián Vega Martínez
Peso Muestra Seca:	1000	g	Profundidad		1 m
GRANULOMETRÍA					
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/4	19,000	15,80	15,80	1,58	98,42
3/8	9,510	36,30	52,10	5,22	94,78
4	4,760	74,30	126,40	12,66	87,34
8	2,380	85,00	211,40	21,17	78,83
10	2,000	48,90	260,30	26,07	73,93
16	1,190	96,10	356,40	35,69	64,31
30	0,595	96,50	452,90	45,35	54,65
40	0,420	58,80	511,70	51,24	48,76
50	0,297	54,10	565,80	56,66	43,34
60	0,250	35,10	600,90	60,17	39,83
100	0,149	114,50	715,40	71,64	28,36
200	0,074	169,60	885,00	88,62	11,38
BANDEJA		113,60	998,60	100,00	



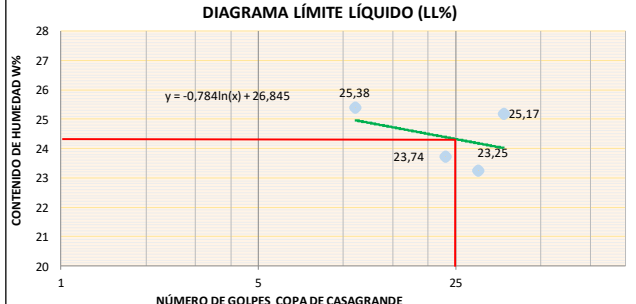


Curva de Distribución Granulométrica



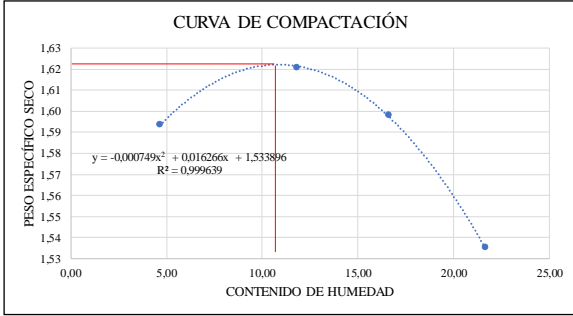
RESULTADOS			
D10 (mm)	0,075	Cu = D60 / D10	11,33
D30 (mm)	0,18	Cc = D30² / (D60 * D10)	0,51
D60 (mm)	0,85		
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,14%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	26,07	62,56	11,38
AASHTO	26,07	62,56	11,38



Anexo C-5: Límites de Atterberg

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE LÍMITES ATTERBERG								
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
LÍMITE LÍQUIDO								
ABS	9+200		Muestra			Subrasante		
Norma:	ASTM D4318 INEN 691		Profundidad			1 m		
			Ensayado por			Fabricio Adrián Vega Martínez		
Número de Golpes	11		23		30		37	
Identificación de Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Recipiente (Wr) (gr)	11,10	11,10	11,50	11,10	11,00	11,30	12,80	11,00
Peso de muestra húmeda + recipiente (Wm+ Wr) (gr)	20,30	22,70	24,00	23,10	19,90	21,50	21,20	19,00
Peso de muestra seca + recipiente (Ww) (gr)	18,40	20,40	21,60	20,80	18,20	19,60	19,40	17,50
Peso del agua (Ww) (gr)	1,90	2,30	2,40	2,30	1,70	1,90	1,80	1,50
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	7,30	9,30	10,10	9,70	7,20	8,30	6,60	6,50
Contenido de humedad (W%)	26,03	24,73	23,76	23,71	23,61	22,89	27,27	23,08
Promedio de contenido de humedad (W%)	25,38		23,74		23,25		25,17	
Límite Líquido (LL)	24,32							%
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Número	1	2	3	4	5			
Peso muestra húmeda + recipiente	7,40	6,60	7,60	7,00	7,10	g		
Peso muestra seca + recipiente	7,10	6,50	7,30	6,80	6,80	g		
Peso del agua	0,30	0,10	0,30	0,20	0,30	g		
Peso del recipiente	6,20	6,10	6,10	6,20	6,20	g		
Peso de la muestra seca	0,90	0,40	1,20	0,60	0,60	g		
Contenido de humedad (ω)	33,33	25,00	25,00	33,33	50,00	%		
Promedio contenido de humedad (ω)	33,33					%		
Límite Plástico (Lp)	33,33					%		
Índice Plástico (IP)	9,01					%		
DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)								
								

Anexo C-5: Proctor modificado tipo B

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS			
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAGUA"		
ABS:	9+200	Muestra:	Subrasante
Norma:	AASHTO T-180 ASTM D1557	Ensayado por:	Fabricio Adrián Vega Martínez
Peso Muestra Seca:	5000 G	Profundidad:	1 m
PROCTOR MODIFICADO TIPO B			MOLDE No 5
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			D = 15.1 H = 12.2
NÚMERO DE GOLPES:	56	W RETORTA:	7973
NÚMERO DE CAPAS:	5	ALTURA DE CAÍDA:	18"
ENERGÍA DE COMPACTACIÓN:		PESO DEL MARTILLO:	10 lb
PESO INICIAL DESEADO:	5000		5000
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN			
# DE PROCTOR	1	2	3
HUMEDAD AÑADIDA (%)	5%	10%	15%
HUMEDAD AÑADIDA (ml)	250	500	750
P. MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	17403	17718	17831
PESO SUELO HUMEDO Wm (gr)	3644	3959	4072
PESO HUMITARIO HÚMEDO γ_d (gr/cm ³)	1,67	1,81	1,86
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD			
RECIPIENTE N°	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE W _r	24,3	24,8	24,5
PESO SUELO HÚMEDO + PESO RECIPIENTE (W _m +W _r)	120,0	108,9	117,0
PESO SUELO SECO + PESO RECIPIENTE (W _s + W _s)	117,7	103,5	107,2
PESO DE AGUA (W _w)	2,3	5,4	9,8
PESO MUESTRA SECA W _s	93,4	78,7	82,7
CONTENIDO DE HUMEDAD w%=100 W _w /W _s	2%	7%	12%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w%	4,66%		11,80%
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD w	4,66		11,80
PESO VOLUMETRICO SECO γ_d (gr/cm ³)	1,59		1,62
RESULTADOS			
Densidad Seca Máxima (gr/cm ³):			1,622
Humedad Óptima:			10,9
 <p>CURVA DE COMPACTACIÓN</p> <p>Y-EJE: PESO ESPECIFICO SECO (1,53 a 1,63) X-EJE: CONTENIDO DE HUMEDAD (0,00 a 25,00)</p> <p>Ecuación: $y = -0,000749x^2 + 0,016266x + 1,533896$ R² = 0,999639</p>			

Anexo C-5: CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto:	"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA ABS 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
ABS:	9+200	Muestra:	Subrasante			
Norma:	ASTM D 1883	Ensayado por:	Fabricio Adrián Vega Martínez			
Peso Muestra Seca:	5000 g	Profundidad:	1	m		
CBR						
ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
Molde	5		17		6	
Dimensiones	Diámetro:	15,30	Diámetro:	15,30	Diámetro:	15,30
	Altura:	12,70	Altura:	12,60	Altura:	12,70
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
Número golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	19976,00		17824,00		21308,00	
Masa Molde (gr)	15910,00		13600,00		16798,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	4066,00		4224,00		4510,00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2334,94		2316,56		2334,94	
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	1,741		1,823		1,932	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	7,20	7,50	3,20	2,70	7,60	7,30
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	71,30	72,00	54,60	53,30	70,20	71,10
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	63,40	64,10	48,20	47,10	63,00	64,10
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	56,20	56,60	45,00	44,40	55,40	56,80
Masa del agua (Ww) (gr)	7,90	7,90	6,40	6,20	7,20	7,00
Contenido de humedad (W %)	14,06	13,96	14,22	13,96	13,00	12,32
Cont. De humedad promedio (W %)	14,01		14,09		12,66	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1,527		1,598		1,714	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	13121,00		10891,00		14325,00	
Masa Molde (gr)	8735,00		6425,00		9623,00	
Masa de la muestra húmeda (gr)	4386,00		4466,00		4702,00	
Volumen de lamuestra (cm3)	2334,94		2316,56		2334,94	
Peso unitario humedo (γm) (gr/cm3)	1,878		1,928		2,014	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Número de recipiente	1	2	3	4	8	6
Masa del recipiente (Wr) (gr)	10,00	11,20	9,70	7,30	7,20	7,40
Masa suelo húmedo + recip. (Wm+Wr) (gr)	104,40	89,40	106,80	79,90	80,70	75,40
Masa suelo seco + recip (Ws+Wr) (gr)	88,60	66,00	90,30	69,00	69,00	64,30
Masa del suelo seco (Ws) (gr)	78,60	54,80	80,60	61,70	61,80	56,90
Masa del agua (Ww) (gr)	15,80	23,40	16,50	10,90	11,70	11,10
Contenido de humedad (W %)	20,10	42,70	20,47	17,67	18,93	19,51
Cont. De humedad promedio (W %)	31,40		19,07		19,22	
Peso volumétrico seco (γd) (gr/cm3)	1,430		1,619		1,689	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón: 3 in2		Vel. Carga: 1,27 mm/min (0,05 in/min)			
Número de Molde	5		17		6	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)	Dial	Presión (lb/in2)
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	160,80	53,60	319,80	106,60	631,60	210,53
0,050	286,60	95,53	566,70	188,90	1343,80	447,93
0,075	366,30	122,10	557,80	185,93	2060,30	686,77
0,100	428,80	142,93	993,80	331,27	2638,70	879,57
0,200	575,60	191,87	1278,00	426,00	4698,80	1566,27
0,300	696,40	232,13	1586,30	528,77	5008,70	1669,57
0,400	800,70	266,90	1883,70	627,90	5746,00	1915,33
0,500	1243,60	414,53	2090,70	696,90	6418,30	2139,43
CORRECCIÓN DE CBR						
Número de Molde	Presión (lb/in2)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/in2)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	142,93	14,29	1,527	191,87	12,79	1,527
B	331,27	33,13	1,598	426,00	28,40	1,598
C	879,57	87,96	1,714	1566,27	104,42	1,714
Densidad Seca Máxima (gr/cm3)	1,622					
DSM	%CBR 0,1 in		%CBR 0,2 in		% CBR MAYOR	
95%	1,541	16,04	11,87		16,04	

ESFUERZO VS. PENETRACIÓN



Penetración (in)	11 Golpes (lb/in2)	27 Golpes (lb/in2)	56 Golpes (lb/in2)
0	0	0	0
0,025	~50	~100	~150
0,050	~100	~200	~300
0,075	~150	~300	~450
0,100	~200	~400	~600
0,200	~300	~600	~1000
0,300	~400	~800	~1300
0,400	~500	~1000	~1600
0,500	~600	~1200	~1900

DENSIDAD SECA VS. CBR

% CBR	Densidad Seca (gr/cm3)	Series
10	1,527	CBR 0.1 pulg
10	1,527	CBR 0.2 plg
20	1,598	CBR 0.1 pulg
20	1,598	CBR 0.2 plg
45	1,714	CBR 0.1 pulg
45	1,714	CBR 0.2 plg

ANEXO D:
PRESUPUESTO REFENCIAL



Anexo D-1: Presupuesto para piel de cocodrilo

 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 Picaihua - Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"					
REALIZADO:			Fabricio Adrián Vega Martínez		
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
OBRAS PRELIMINARES					
1	Desbroce, desbosques y limpieza	m ²	131,30	1,51	198,26
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
2	Recapeo hormigón asfáltico en caliente 5cm, incluye fresado, sello fisuras, bacheo mayor y menor	m ²	131,30	8,71	1143,62
SUBTOTAL					1341,89
IVA 12%					161,03
TOTAL					1502,91

SON: MIL QUINIENTOS DOS, 91/100 DÓLARES

Estos precios no incluyen IVA



Anexo D-2: Presupuesto para fisuras en bloque

 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 Picaihua - Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
OBRAS PRELIMINARES					
1	Desbroce, desbosques y limpieza	m ²	91,07	1,51	137,52
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
2	Recapeo hormigón asfáltico en caliente 5cm, incluye fresado, sello fisuras, bacheo mayor y menor	m ²	91,07	8,71	793,22
SUBTOTAL					930,74
IVA 12%					111,69
TOTAL					1042,42

SON: MIL CUARENTA Y DOS, 42/100 DÓLARES

Estos precios no incluyen IVA



Anexo D-3: Presupuesto para abultamiento y hundimiento

 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 Pícaihua - Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
OBRAS PRELIMINARES					
3	Replanteo y nivelación (Equipo topográfico)	m ²	1,54	644,93	993,19
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
2	Recapeo hormigón asfáltico en caliente 5cm, incluye fresado, sello fisuras, bacheo mayor y menor	m ²	1,54	8,71	13,41
				SUBTOTAL	1006,61
				IVA 12%	120,79
				TOTAL	1127,40

SON: MIL CIENTO VEINTE Y SIETE, 40/100 DÓLARES

Estos precios no incluyen IVA



Anexo D-4: Presupuesto para fisuras en borde

 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 Pícaihua - Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
OBRAS PRELIMINARES					
1	Desbroce, desbosques y limpieza	m ²	4,30	1,51	6,49
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
2	Recapeo hormigón asfáltico en caliente 5cm, incluye fresado, sello fisuras, bacheo mayor y menor	m ²	4,30	8,71	37,45
				SUBTOTAL	43,95
				IVA 12%	5,27
				TOTAL	49,22

SON: CUARENTA Y NUEVE, 22/100 DÓLARES

Estos precios no incluyen IVA



Anexo D-5: Presupuesto para desnivel/carril/berma

 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 Picaihua - Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
OBRAS PRELIMINARES					
3	Replanteo y nivelación (Equipo topográfico)	m ²	5,23	644,93	3372,98
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
2	Recapeo hormigón asfáltico en caliente 5cm, incluye fresado, sello fisuras, bacheo mayor y menor	m ²	5,23	8,71	45,59
SUBTOTAL					3418,57
IVA 12%					410,23
TOTAL					3828,80

SON: TRES MIL OCHOCIENTOS VEINTE Y OCHO, 80/100 DÓLARES

Estos precios no incluyen IVA



Anexo D-6: Presupuesto para fisura longitudinal y transversal

 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 Picaihua - Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
OBRAS PRELIMINARES					
4	Excavación a mano sin clasificar, incluye desalojo	m ³	125,13	26,54	3320,95
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
2	Recapeo hormigón asfáltico en caliente 5cm, incluye fresado, sello fisuras, bacheo mayor y menor	m ³	125,13	8,71	1089,88
SUBTOTAL					4410,83
IVA 12%					529,30
TOTAL					4940,13

SON: CUATRO MIL NOVECIENTOS CUARENTA, 13/100 DÓLARES

Estos precios no incluyen IVA



Anexo D-7: Presupuesto para parcheo

 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 Picaihua - Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
OBRAS PRELIMINARES					
4	Excavación a mano sin clasificar, incluye desalojo	m ³	2,70	26,54	71,66
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
2	Recapeo hormigón asfáltico en caliente 5cm, incluye fresado, sello fisuras, bacheo mayor y menor	m ³	2,70	8,71	23,52
SUBTOTAL					95,18
IVA 12%					11,42
TOTAL					106,60

SON: CIENTO SEIS, 60/100 DÓLARES

Estos precios no incluyen IVA



Anexo D-8: Presupuesto para huecos

 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 Picaihua - Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
OBRAS PRELIMINARES					
3	Replanteo y nivelación (Equipo topográfico)	m ²	6,00	644,93	3869,58
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
2	Recapeo hormigón asfáltico en caliente 5cm, incluye fresado, sello fisuras, bacheo mayor y menor	m ²	6,00	8,71	52,26
SUBTOTAL					3921,84
IVA 12%					470,62
TOTAL					4392,46

SON: CUATRO MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y DOS, 46/100 DÓLARES

Estos precios no incluyen IVA



Anexo D-9: Presupuesto para ahuellamiento

 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 Picaihua - Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
OBRAS PRELIMINARES					
1	Desbroce, desbosques y limpieza	m ²	2,25	1,51	3,40
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
2	Recapeo hormigón asfáltico en caliente 5cm, incluye fresado, sello fisuras, bacheo mayor y menor	m ²	2,25	8,71	19,60
SUBTOTAL					23,00
IVA 12%					2,76
TOTAL					25,75

SON: VEINTE Y CINCO, 75/100 DÓLARES

Estos precios no incluyen IVA



Anexo D-10: Presupuesto para desprendimiento de agregados

 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 Picaihua - Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
OBRAS PRELIMINARES					
1	Desbroce, desbosques y limpieza	m ²	216,86	1,51	327,46
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
2	Recapeo hormigón asfáltico en caliente 5cm, incluye fresado, sello fisuras, bacheo mayor y menor	m ²	216,86	8,71	1888,85
SUBTOTAL					2216,31
IVA 12%					265,96
TOTAL					2482,27

SON: DOS MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS, 27/100 DÓLARES

Estos precios no incluyen IVA

Anexo D-12: Rubros – 2

 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 Picaíhua - Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua"					
RUBRO: 2		Hoja: 2 de 4			
DESCRIPCIÓN: Recapeo hormigón asfáltico en caliente 5cm, incluye fresado, sello fisuras, bacheo mayor y menor		UNIDAD: u			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A X B	R	D = C X R
Herramienta menor 5% de M. O.					0,01
Planta asfáltica	1,00	120,00	120,00	0,004	0,48
Escoba mecánica	1,00	20,00	20,00	0,004	0,08
Distribuidor de asfalto	1,00	28,00	28,00	0,004	0,11
Finisher	1,00	75,00	75,00	0,004	0,30
Rodillo liso	1,00	25,00	25,00	0,004	0,10
Rodillo neumático	1,00	25,00	25,00	0,004	0,10
Volqueta	2,00	20,00	40,00	0,004	0,16
Sellador de fisuras+compreso	1,00	8,00	8,00	0,004	0,03
SUBTOTAL M					1,37
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A X B	R	D = C X R
Op. Respon. Planta asfáltica (OP. C2)	1,00	4,09	4,09	0,004	0,02
Op. Barredora autopropulsada (OP. C2)	1,00	4,09	4,09	0,004	0,02
OP. Rodillo autopropulsado (OP. C2)	1,00	4,09	4,09	0,004	0,02
Op. Acabadora de pav. Asfáltico (OP. C2)	1,00	4,09	4,09	0,004	0,02
Chofer volquetas (CH. C1)	2,00	5,62	11,24	0,004	0,04
Peón (EO. E2)	10,00	3,83	38,30	0,004	0,15
Engrasador (EO. D2)	2,00	3,87	7,74	0,004	0,03
SUBTOTAL N					0,29
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A X B	
Asfalto RC-250	kg	1,53	0,35	0,54	
Asfalto AC-250	kg	7,80	0,35	2,73	
Diesel	galón	0,70	1,69	1,18	
Arena para asfalto	m ³	0,05	10,50	0,53	
Poliflex tipo II	kg	0,50	1,26	0,63	
SUBTOTAL O					5,60
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A X B	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7,26
INDIRECTOS (%) 20%					1,45
UTILIDAD (%) 0%					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8,71
VALOR OFERTADO					8,71
SON: OCHO, 71/100 DÓLARES <i>Estos precios no incluyen IVA</i>					

**ANEXO E:
FOTOGRAFÍAS**



UNIVERSIDAD TÉCNICA 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 Picaihua – Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua”

ANEXO FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Excavación de calicatas



Fotografía 1. Toma de deflexiones en la capa de rodadura



Fotografía 1. Levantamiento topográfico



Fotografía 1. Toma de coordenadas de las faltas del PCI



UNIVERSIDAD TÉCNICA 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 Picaihua – Chiquicha de la abs 4+700 hasta 9+400 de la provincia de Tungurahua”

ANEXO FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Estación de conteo vehicular TPDA



Fotografía 1. Ensayo de límite líquido y plástico



Fotografía 1. Ejecución del ensayo Proctor tipo B




Fotografía 1. Ejecución del ensayo CBR

ANEXO F:
MATERIALES Y EQUIPOS

Fase I. Levantamiento de información

Anexo F-1	
Cinta métrica Marca: Stanley	
Pintura en Aerosol	
GPS RTK Marca: Garmin	



Fase II. Estudio de movilidad vehicular

Anexo F-2	
Libreta	

Fase III. Determinación de los componentes físicos


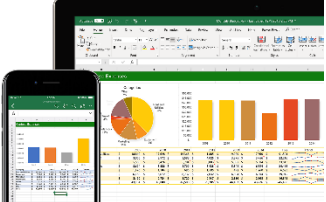
Anexo F-3	
Flexómetro	
Balanza	

<p>Tamizador</p>	
<p>Tamices</p>	
<p>Copa de Casagrande</p>	
<p>Acanalador</p>	
<p>Espátula</p>	
<p>Recipiente</p>	
<p>Horno</p>	
<p>Mortero</p>	

<p>Placa De Vidrio</p>	
<p>Bandejas</p>	
<p>Moldes cilíndricos de metal</p>	
<p>Martillo compactador</p>	
<p>Máquina multispeed</p>	
<p>Pesas (ranurada y anular)</p>	
<p>Viga Benkelman</p>	

<p>Termómetro</p>	
<p>Volqueta</p>	

Fase IV. Presupuesto referencial

<p>Anexo F-4</p>	
<p>Laptop</p>	
<p>Software Excel Desarrollador: Microsoft</p>	

ANEXO G: PLANOS

TRAMO - 1



PROYECTO:
 "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

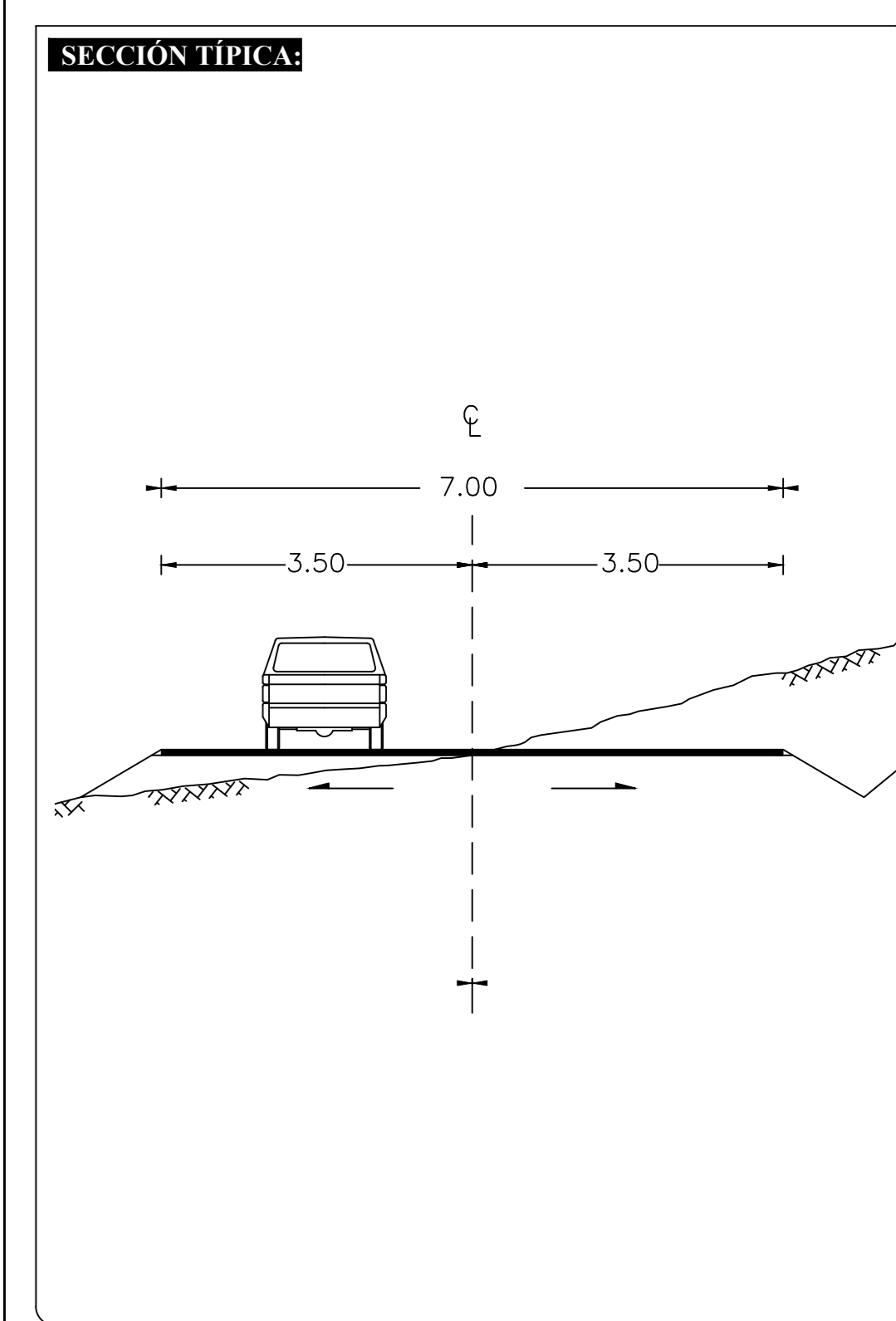
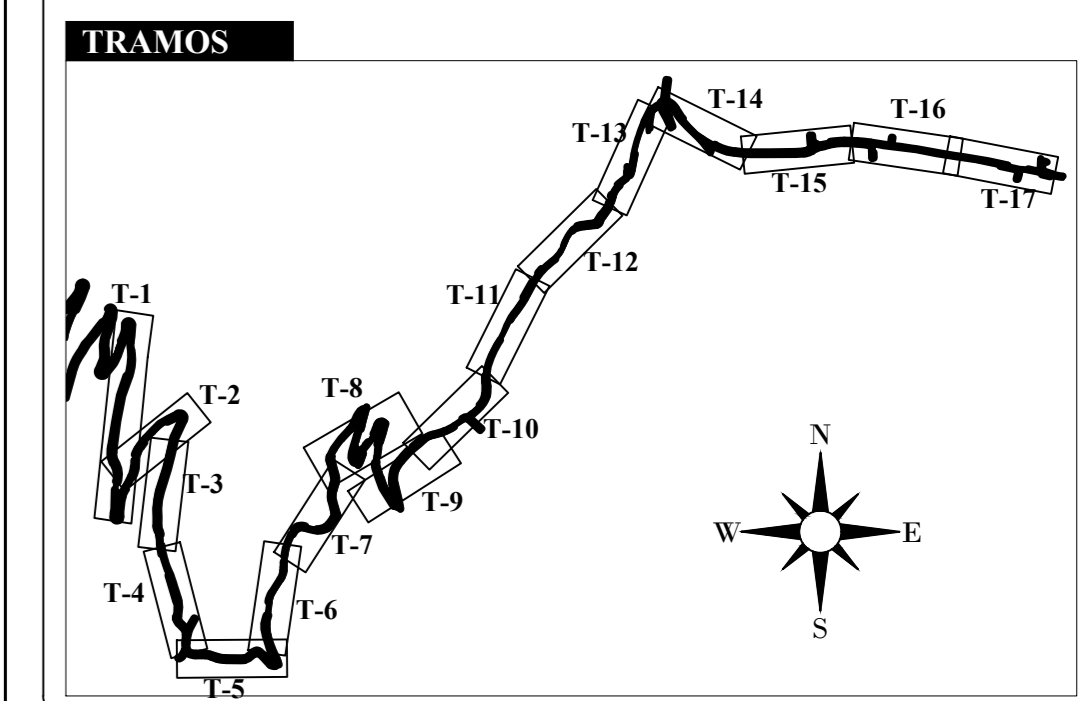
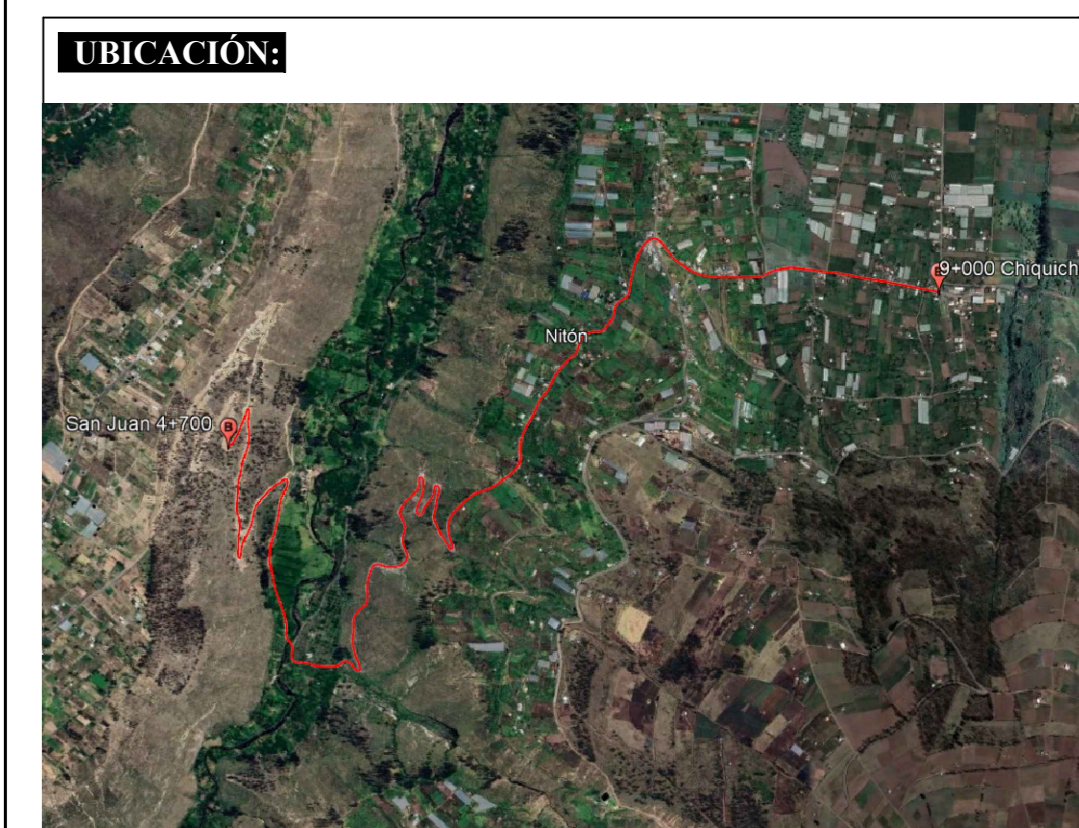
AUTOR:
 Vega Martínez Fabricio Adrián

PROVINCIA: Tungurahua
ESCALA: 1:250
FECHA: Julio 2023

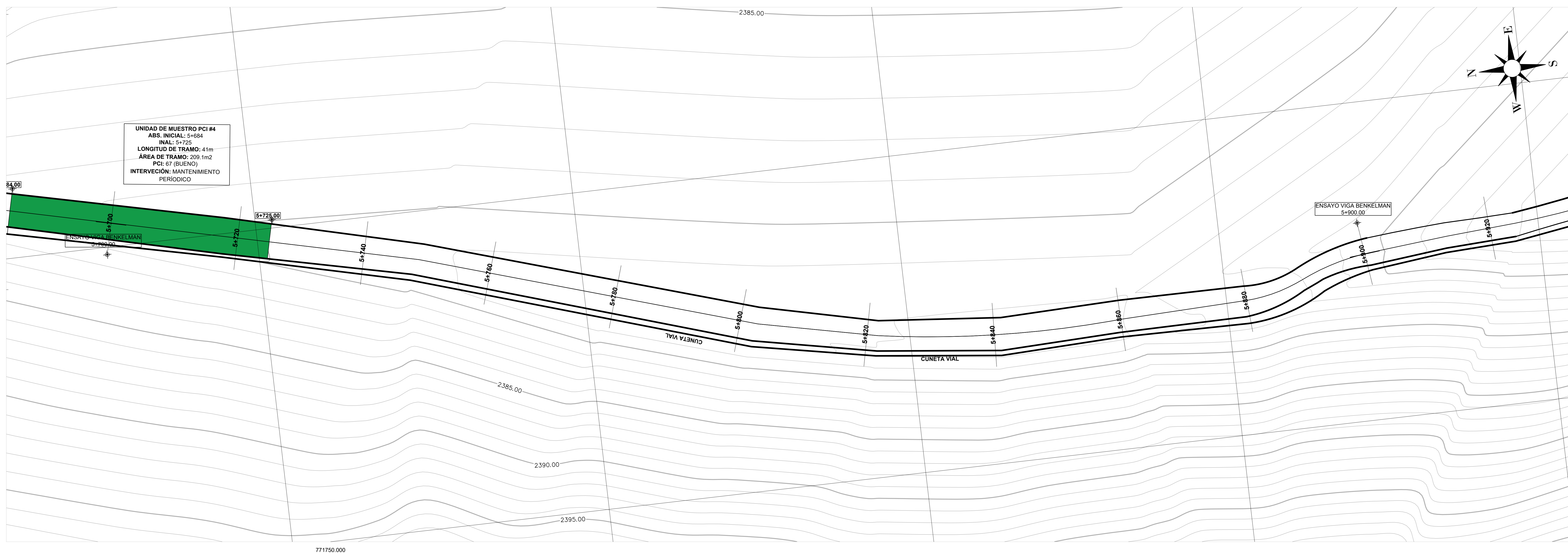
SECCIÓN:
 ABS INICIAL 4+700 ABS FINAL 9+400

CONTIENE:
 - ABCISADO DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA TRAMO 4+700 - 9+400.

TUTOR:
 Ing. Mg. Jorge Guayana PhD.



TRAMO - 3



PROYECTO:
"DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAHUA - CHIQUICHA DE LA 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

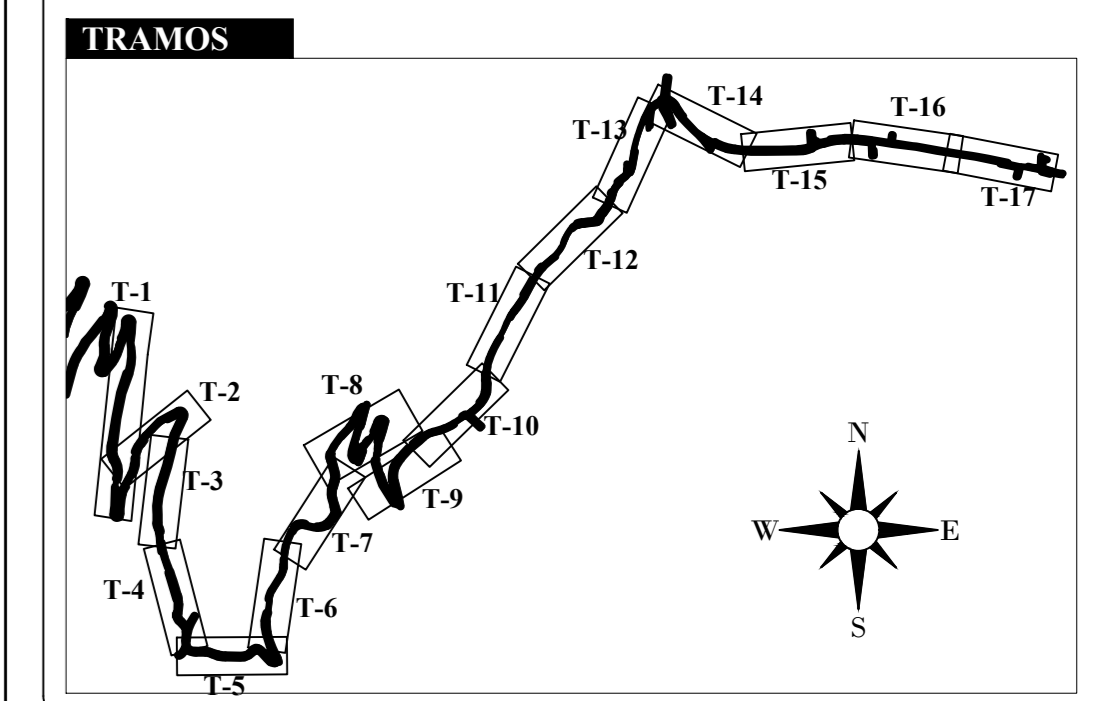
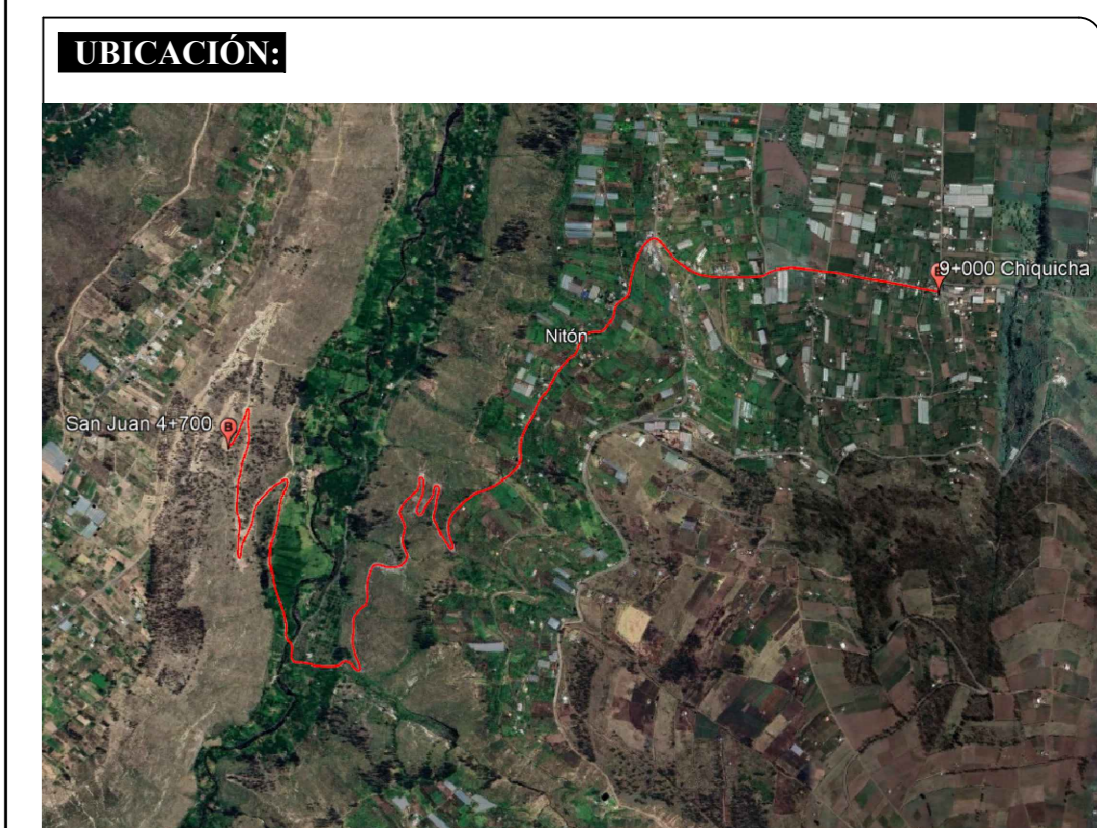
AUTOR:
Vega Martínez Fabricio Adrián

PROVINCIA: Tungurahua ESCALA: 1:250 FECHA: Julio 2023

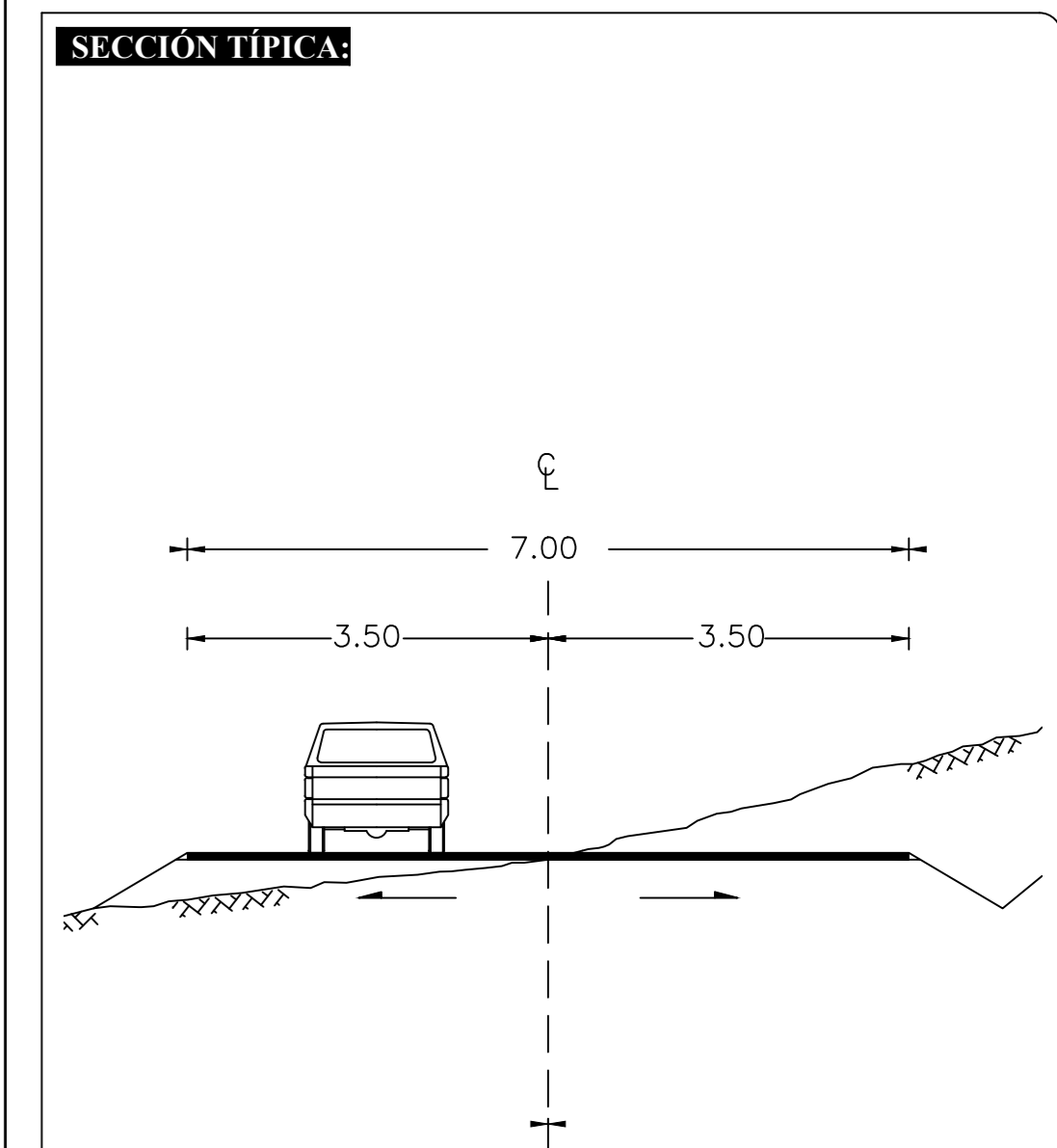
SECCIÓN: ABS INICIAL 4+700 ABS FINAL 9+400

CONTIENE:
- ABCISADO DE LA VÍA PICAHUA - CHIQUICHA TRAMO 4+700 - 9+400.

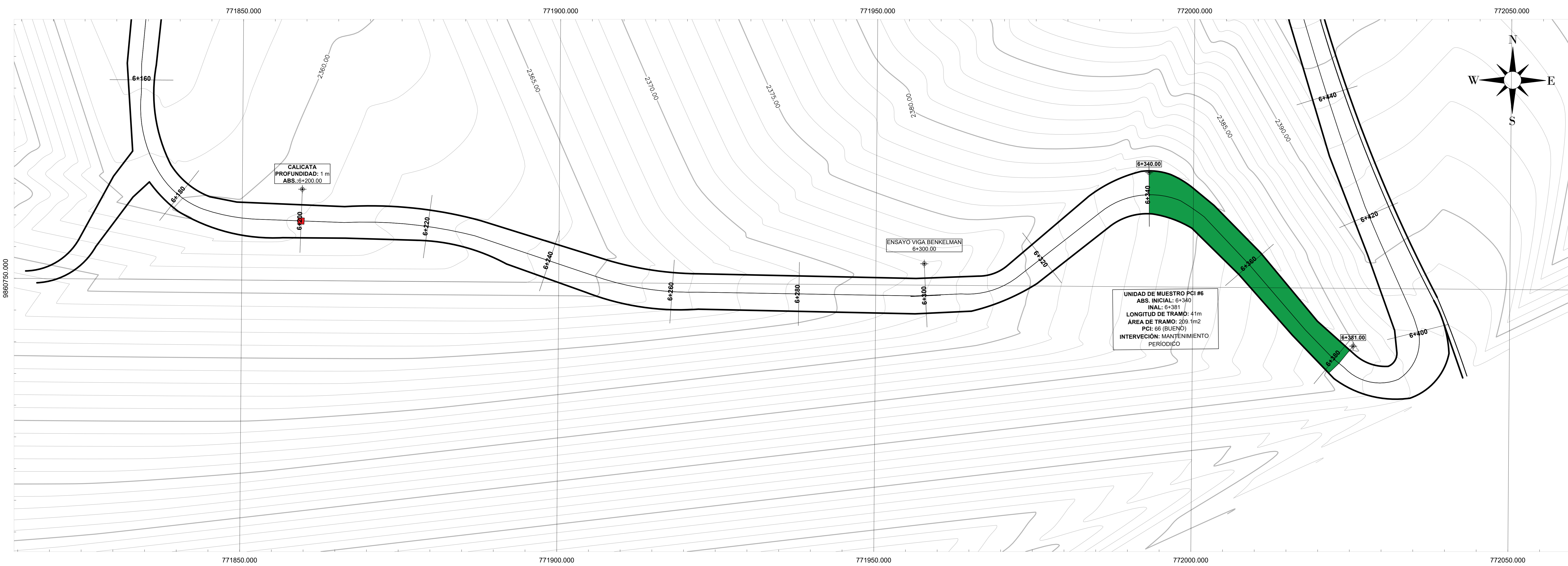
TUTOR:
Ing. Mg. Jorge Guerrero PNB



TRAMO - 4



TRAMO - 5



TRAMO - 6



PROYECTO:
 "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAHUA - CHIQUICHA DE LA 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

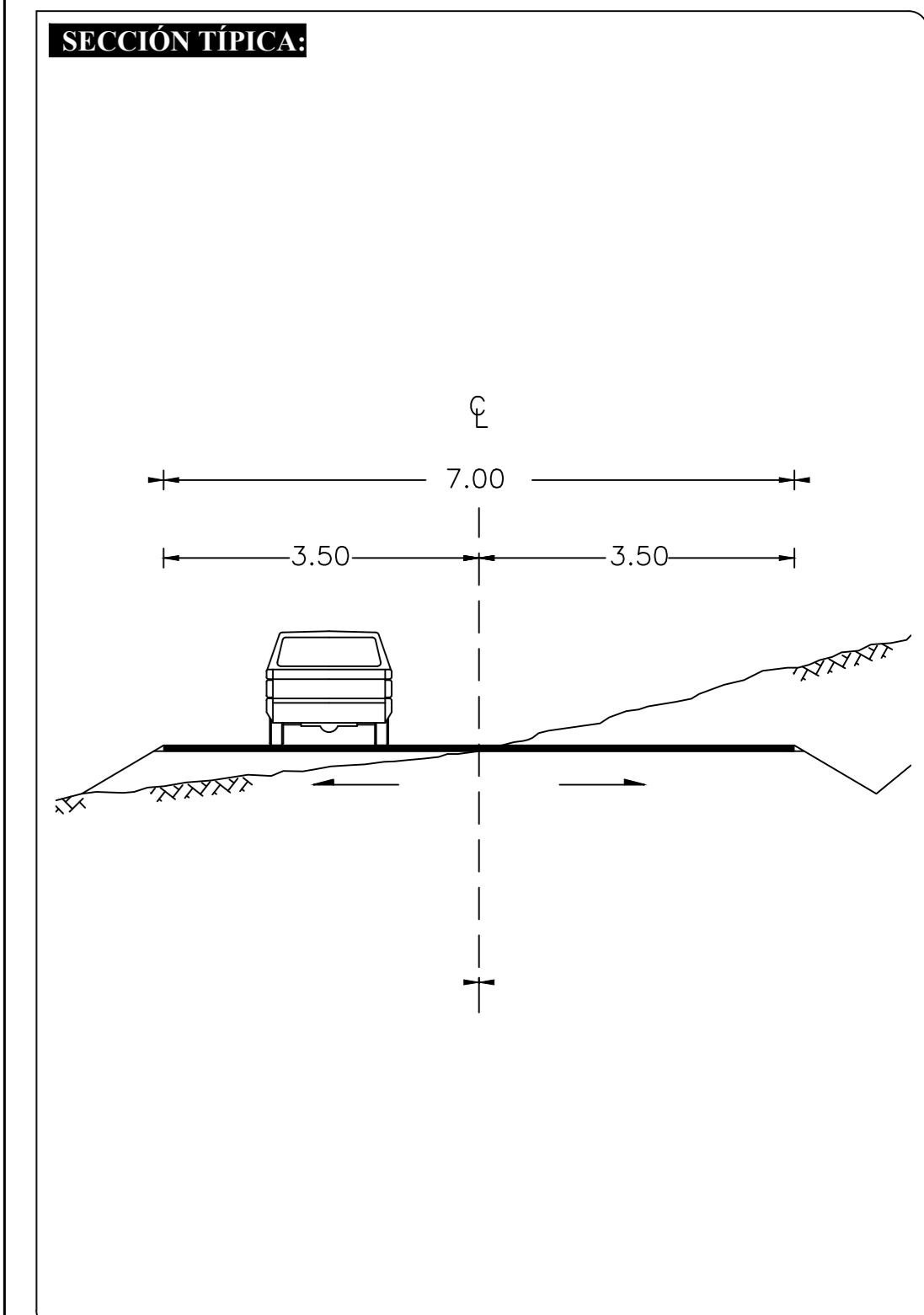
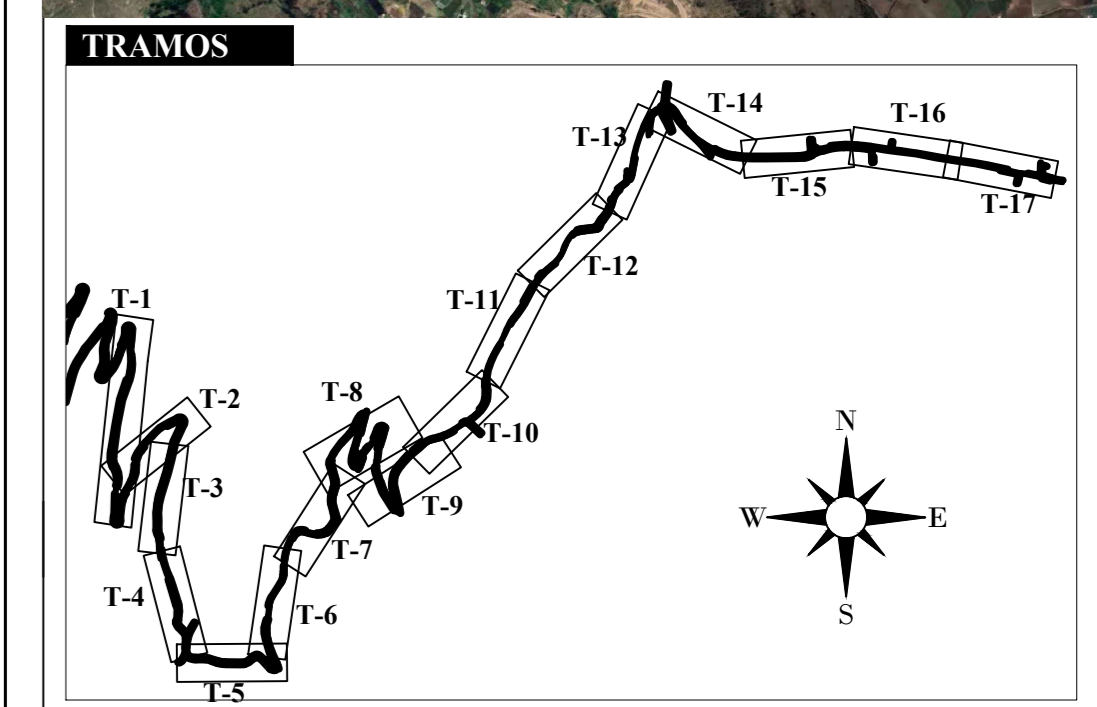
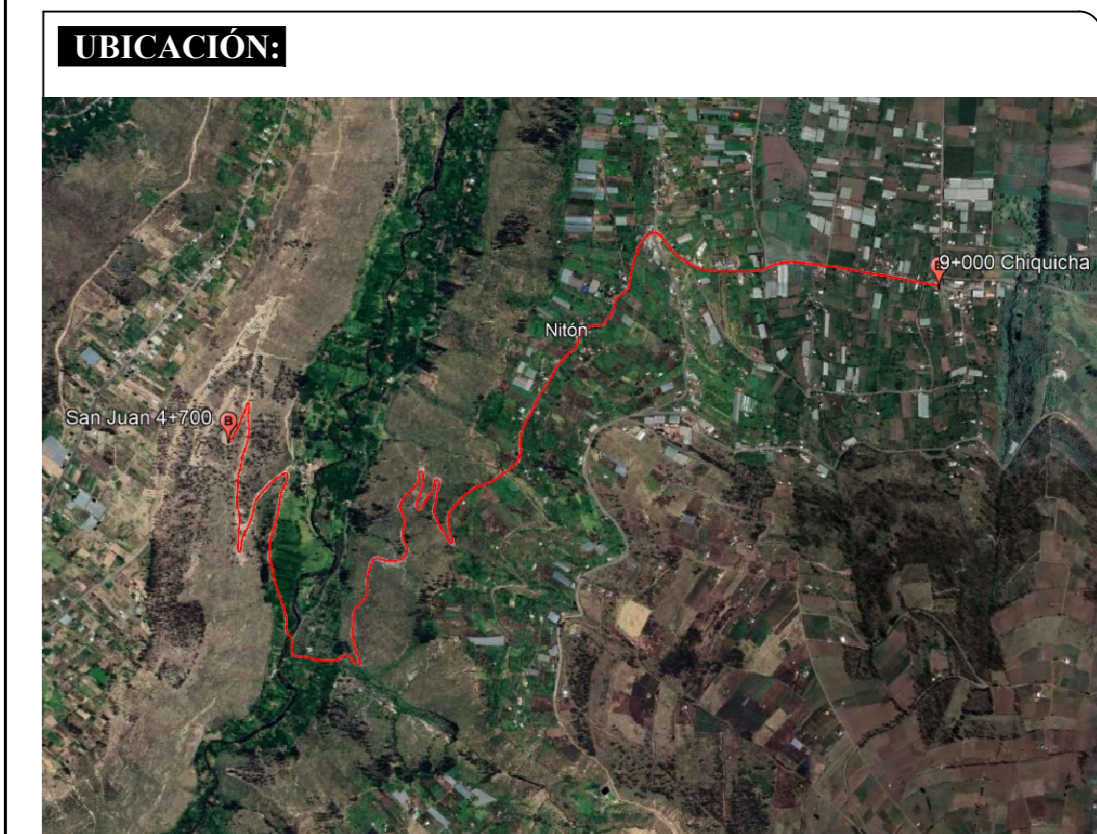
AUTOR:
 Vega Martínez Fabricio Adrián

PROVINCIA: Tungurahua **ESCALA:** 1:250 **FECHA:** Julio 2023

SECCIÓN:
 FINAL: 9+400 ABS INICIAL: 4+700 ABS

CONTIENE:
 - ABCISADO DE LA VÍA PICAHUA - CHIQUICHA TRAMO 4+700 - 9+400.

TUTOR:
 Ing. Mg. Jorge Guarcía PND



TRAMO - 7



TRAMO - 8



PROYECTO:
 "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAHUA - CHIQUICHA DE LA 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

AUTOR:
 Vega Martínez Fabricio Adrián

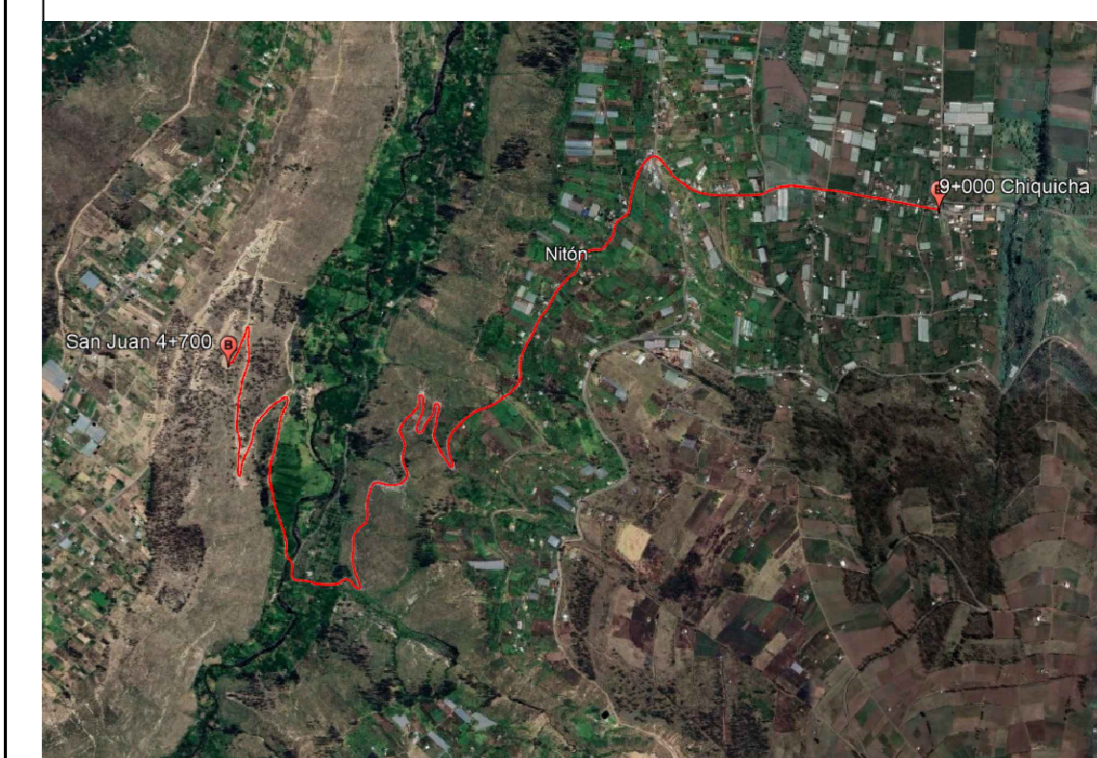
PROVINCIA: Tungurahua
ESCALA: 1:250
FECHA: Julio 2023

SECCIÓN:
 ABS INICIAL 4+700 ABS FINAL 9+400

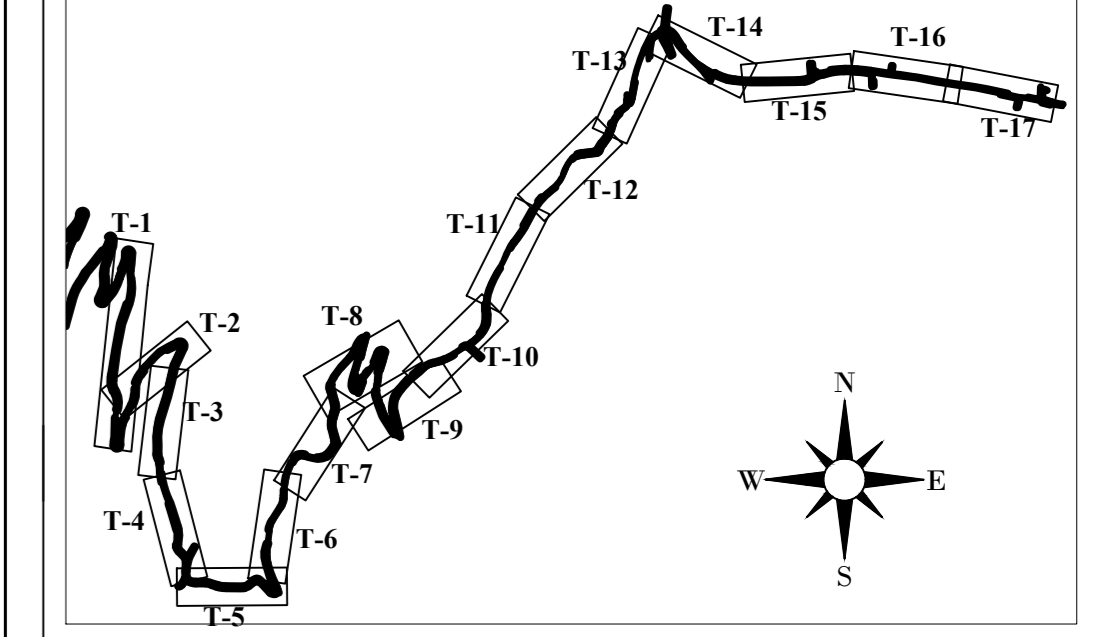
CONTIENE:
 - ABSICADO DE LA VÍA PICAHUA - CHIQUICHA TRAMO 4+700 - 9+400.

TUTOR:
 Ing. Mg. Jorge Guerrero PhD.

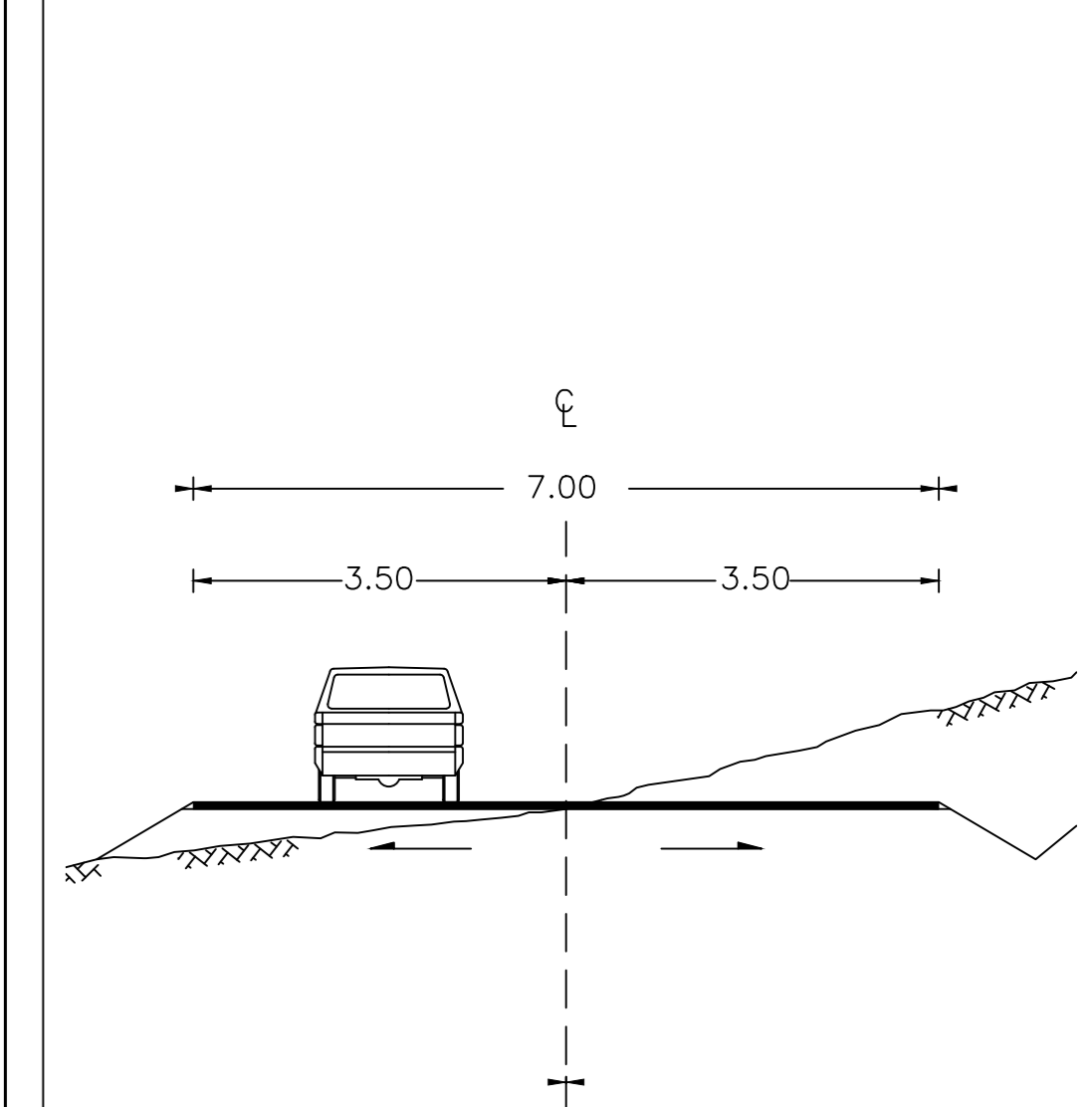
LUBICACIÓN:

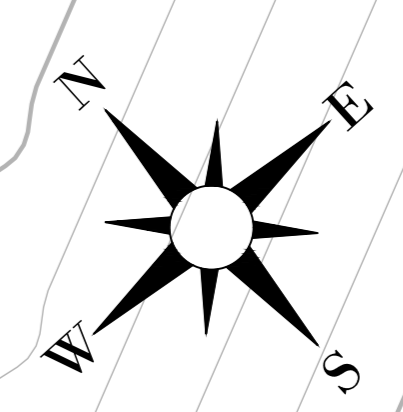


TRAMOS



SECCIÓN TÍPICA:





PROYECTO:
 "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

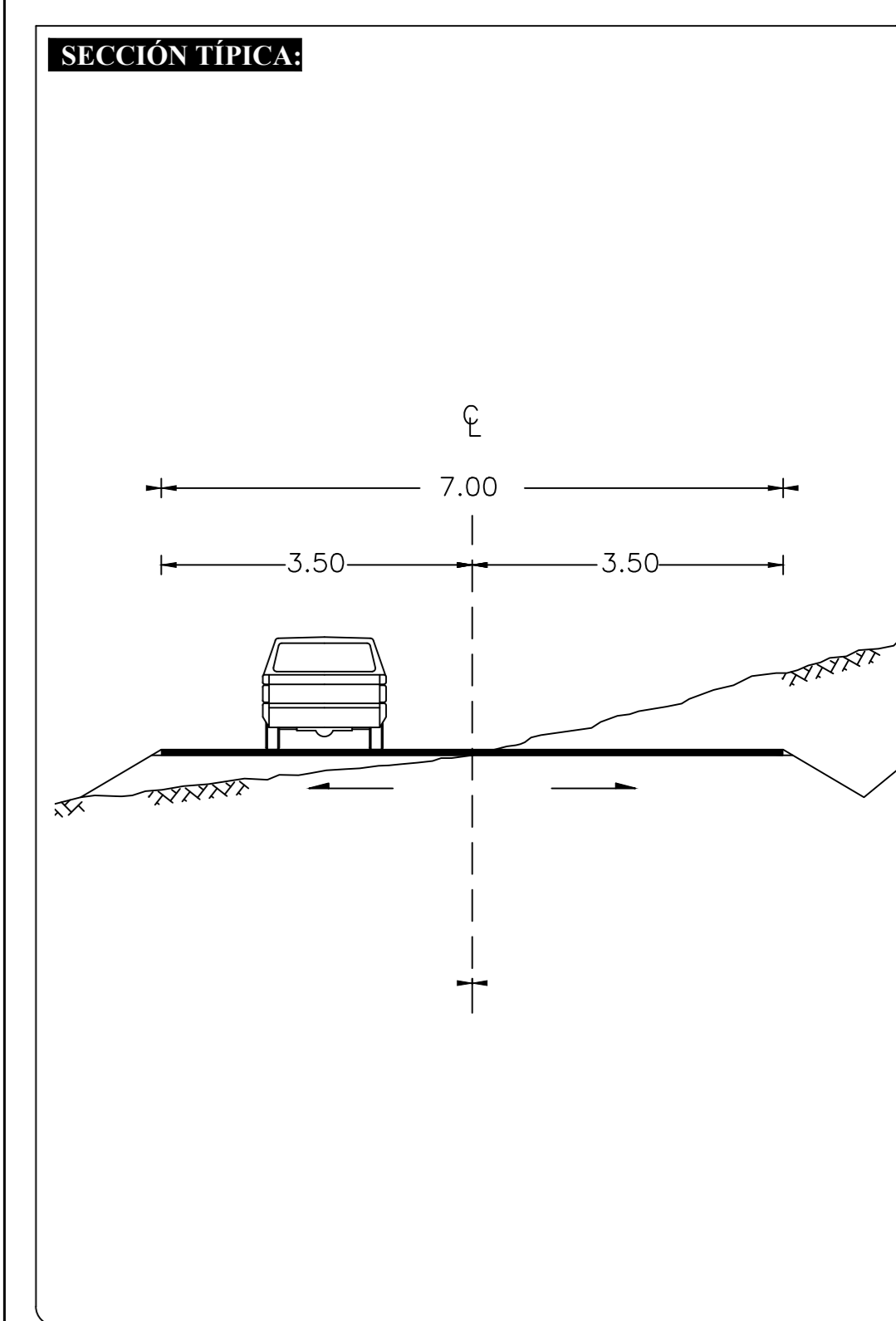
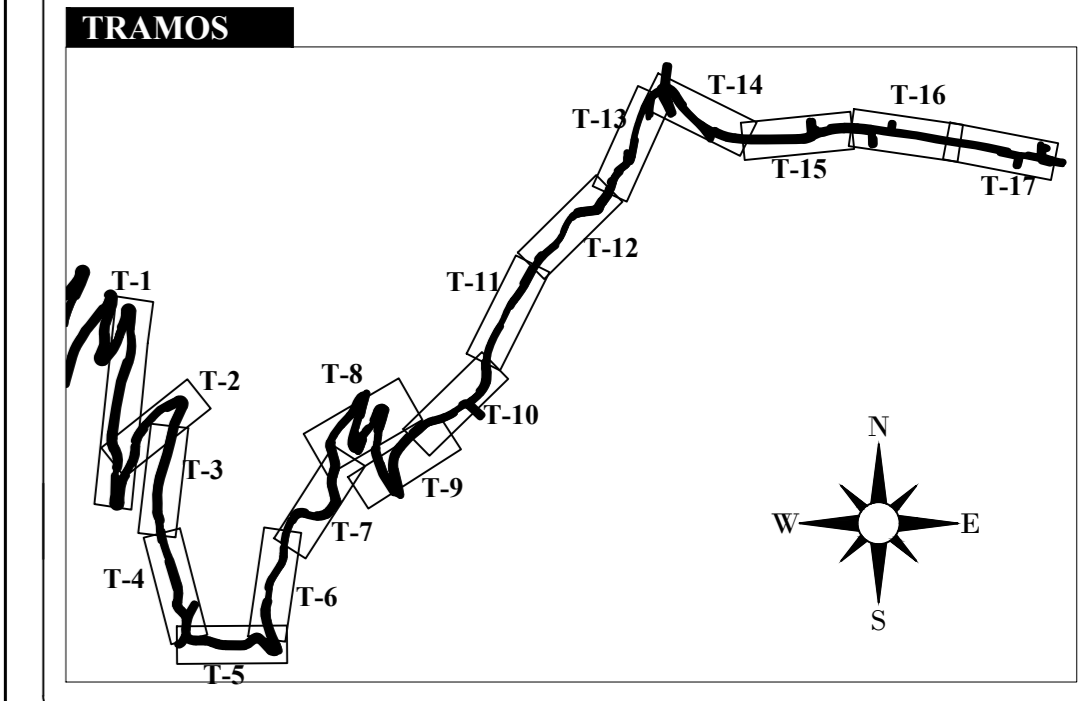
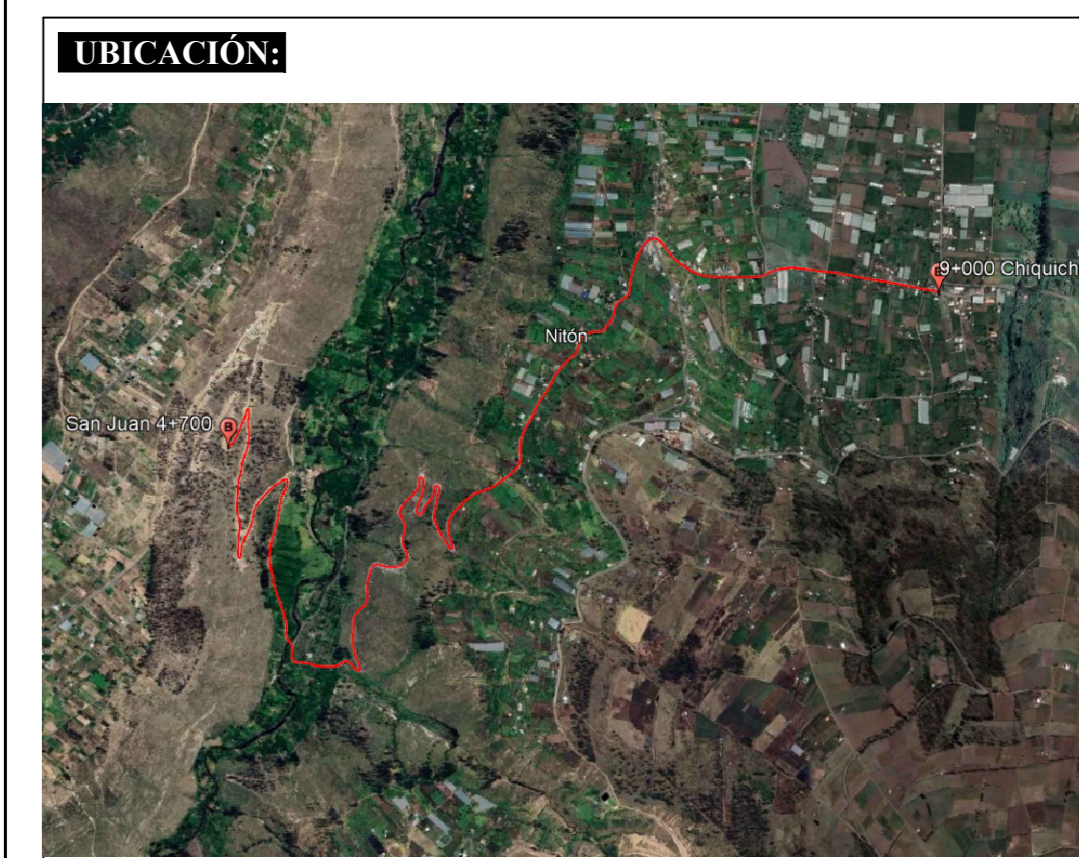
AUTOR:
 Vega Martínez Fabricio Adrián

PROVINCIA: Tungurahua **ESCALA:** 1:250 **FECHA:** Julio 2023

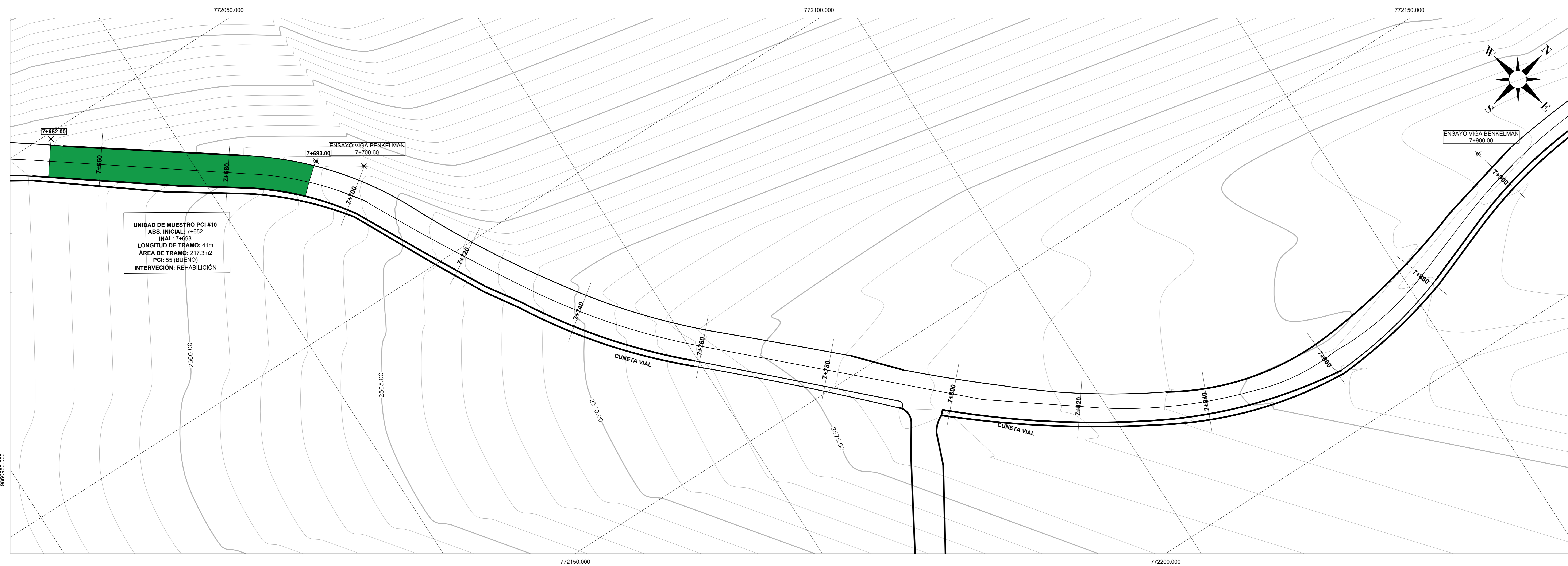
SECCIÓN: ABS INICIAL 4+700 ABS FINAL 9+400

CONTIENE:
 - ABCISADO DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA TRAMO 4+700 - 9+400.

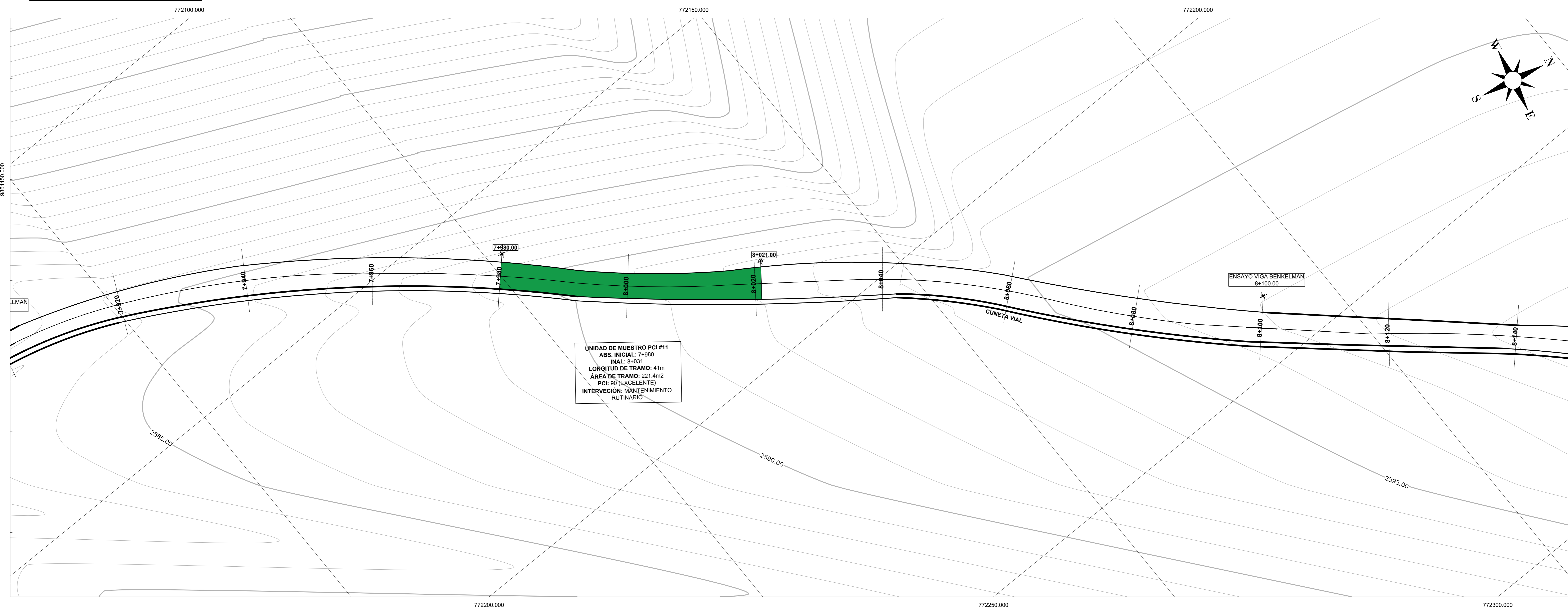
TUTOR:
 Ing. Mg. Jorge Cuervo PhD.



TRAMO - 10



TRAMO - 11



PROYECTO:
 "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAHUA - CHIQUICHA DE LA 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

AUTOR:
 Vega Martínez Fabricio Adrián

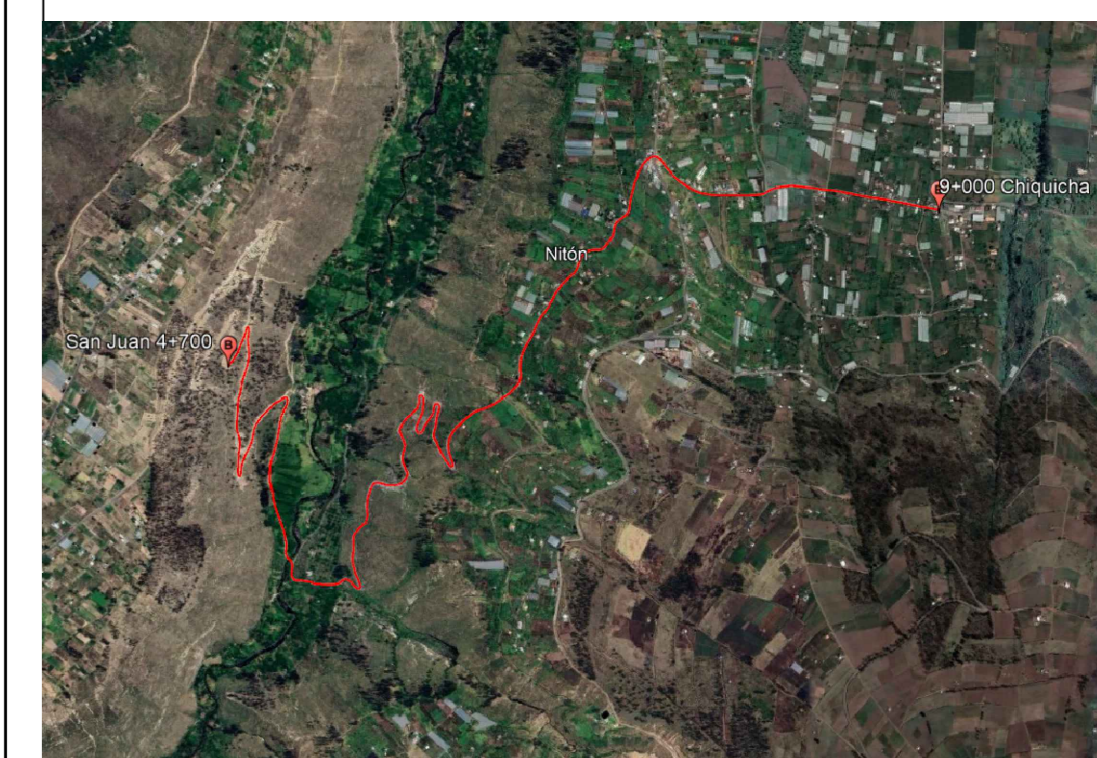
PROVINCIA: Tungurahua
ESCALA: 1:250
FECHA: Julio 2023

SECCIÓN:
 ABS INICIAL 4+700 ABS FINAL 9+400

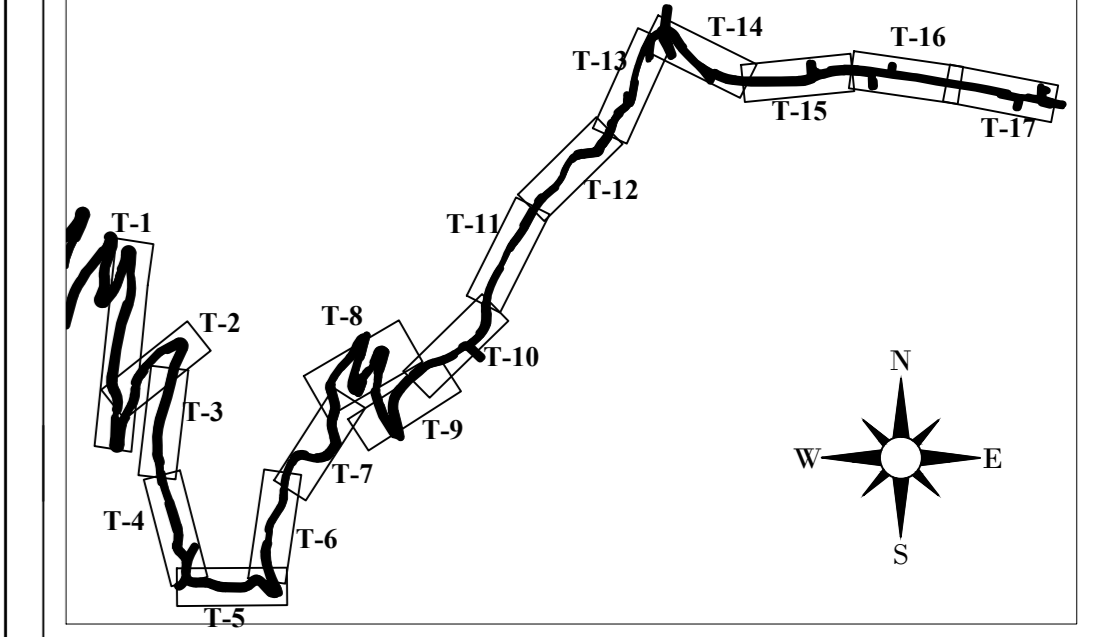
CONTIENE:
 - ABCISADO DE LA VÍA PICAHUA - CHIQUICHA TRAMO 4+700 - 9+400.

TUTOR:
 Ing. Mg. Jorge Cuervo PhD.

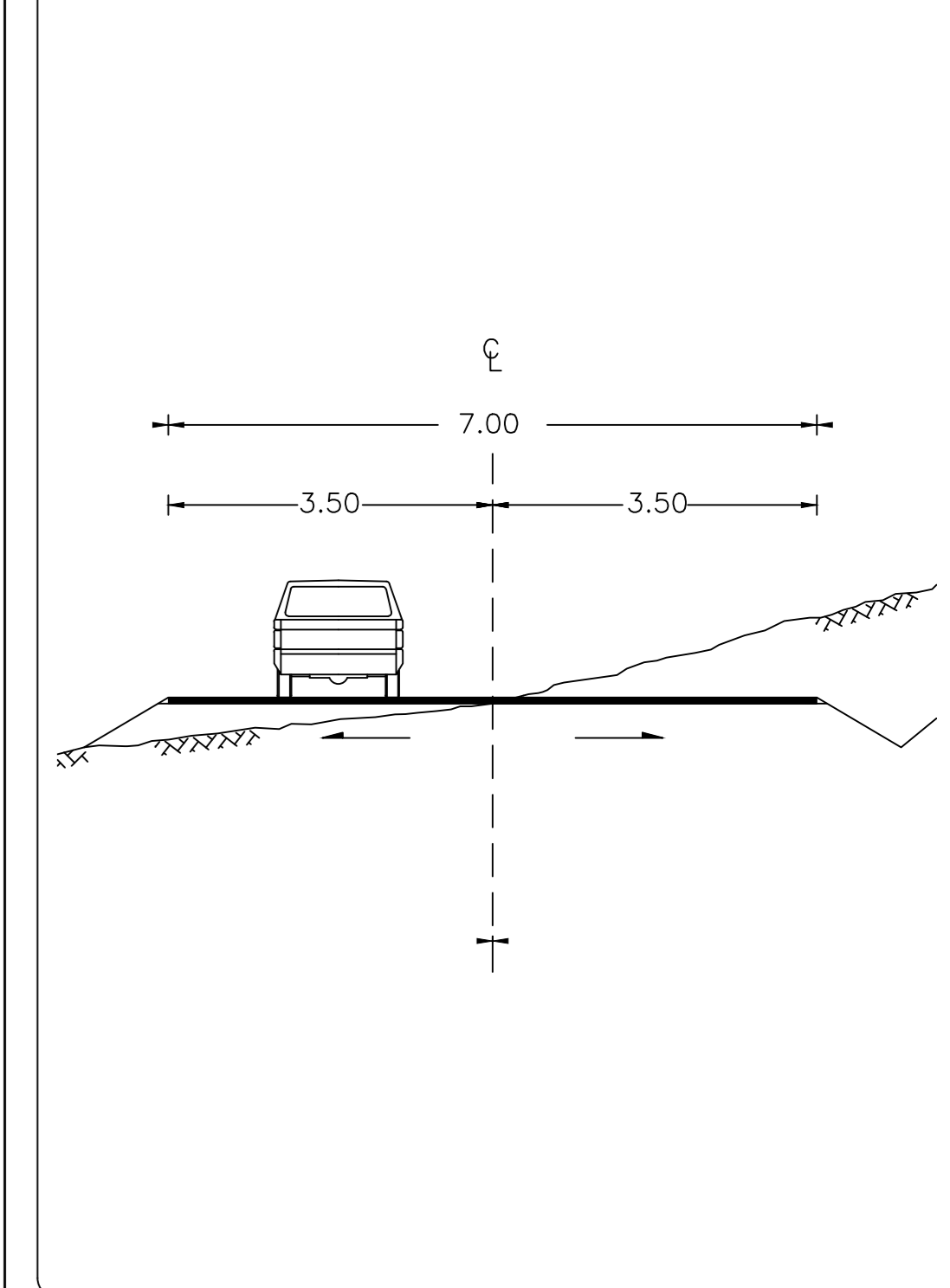
LUBICACIÓN:



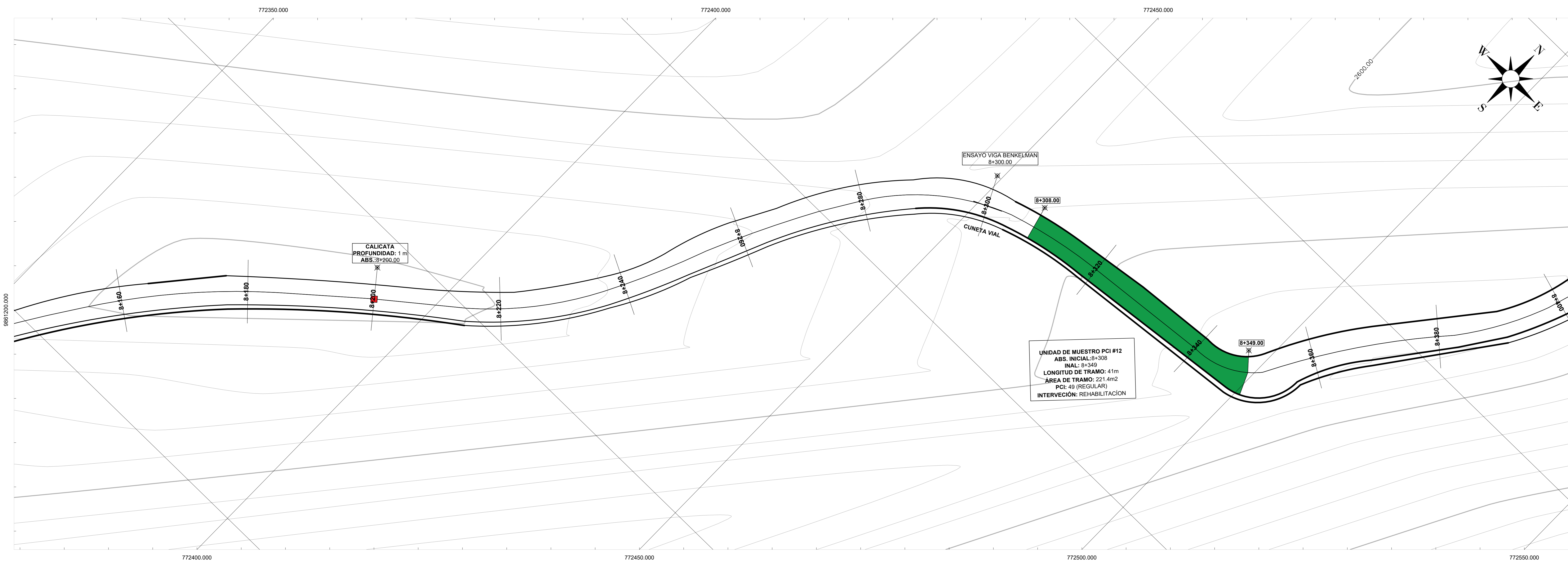
TRAMOS



SECCIÓN TÍPICA:



TRAMO - 12



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 PICAIHUA - CHIQUICHA DE LA 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

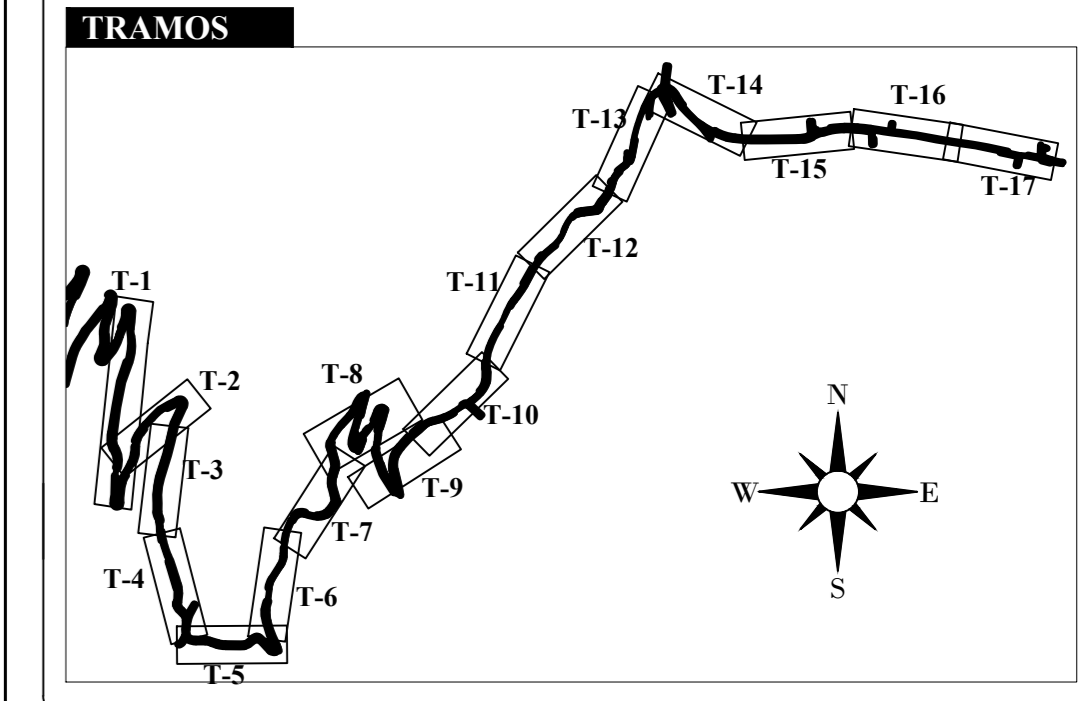
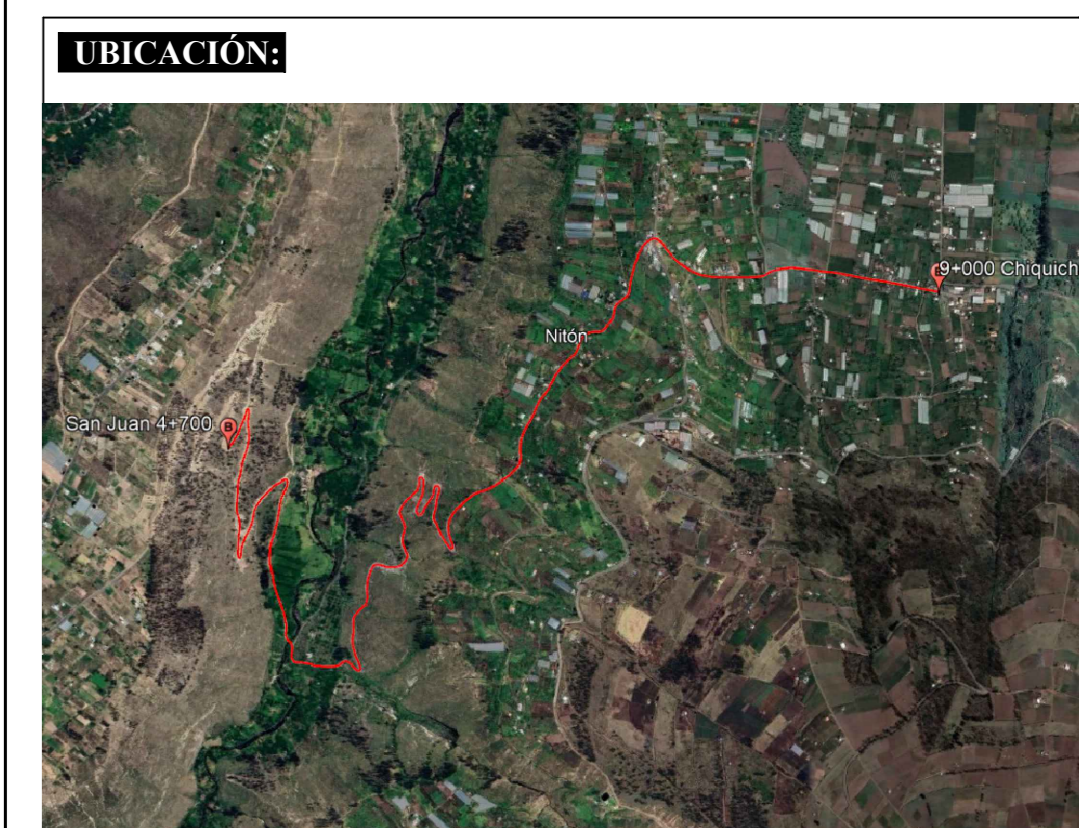
AUTOR:
 Vega Martínez Fabricio Adrián

PROVINCIA: Tungurahua
ESCALA: 1:250
FECHA: Julio 2023

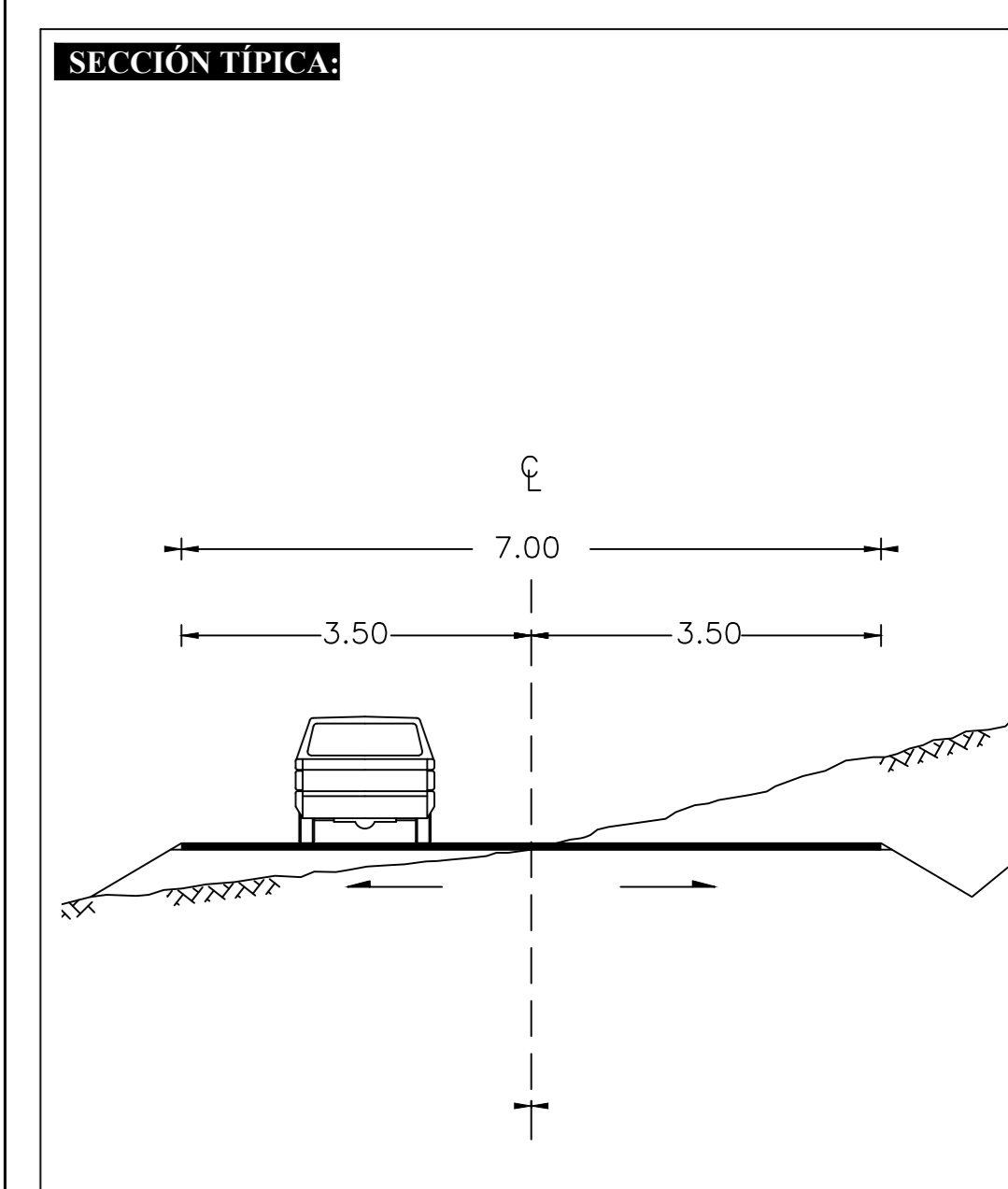
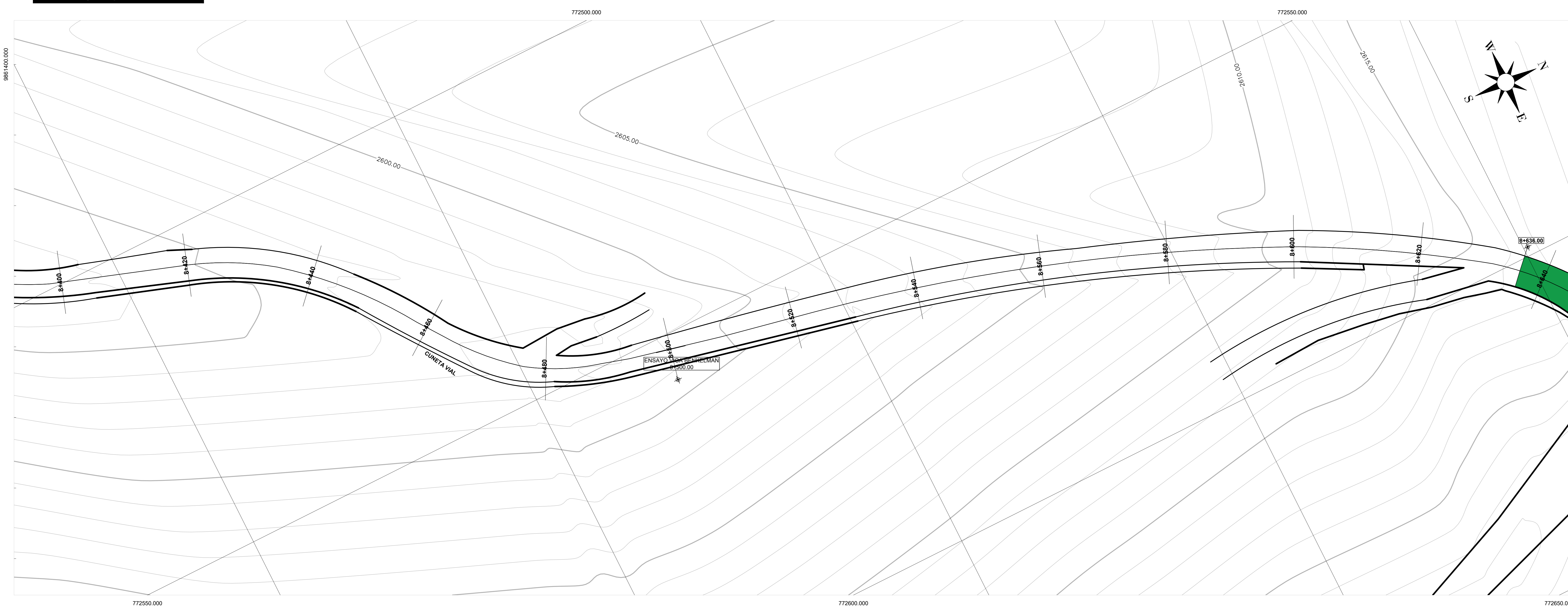
SECCIÓN:
 ABS INICIAL 4+700 ABS FINAL 9+400

CONTIENE:
 - ABCISADO DE LA VÍA PICAIHUA - CHIQUICHA TRAMO 4+700 - 9+400.

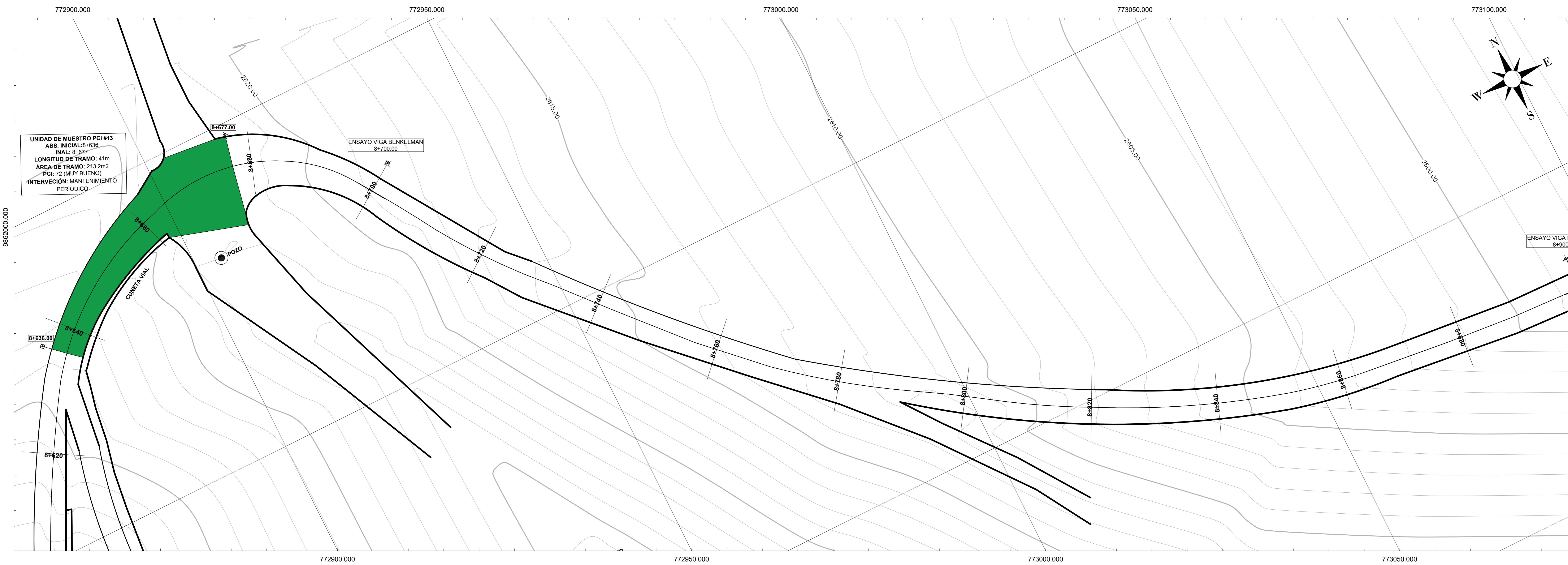
TUTOR:
 Ing. Mg. Jorge Cuervo PhD.



TRAMO - 13



TRAMO - 14



TRAMO - 15



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 PICAHUA - CHIQUICHA DE LA 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

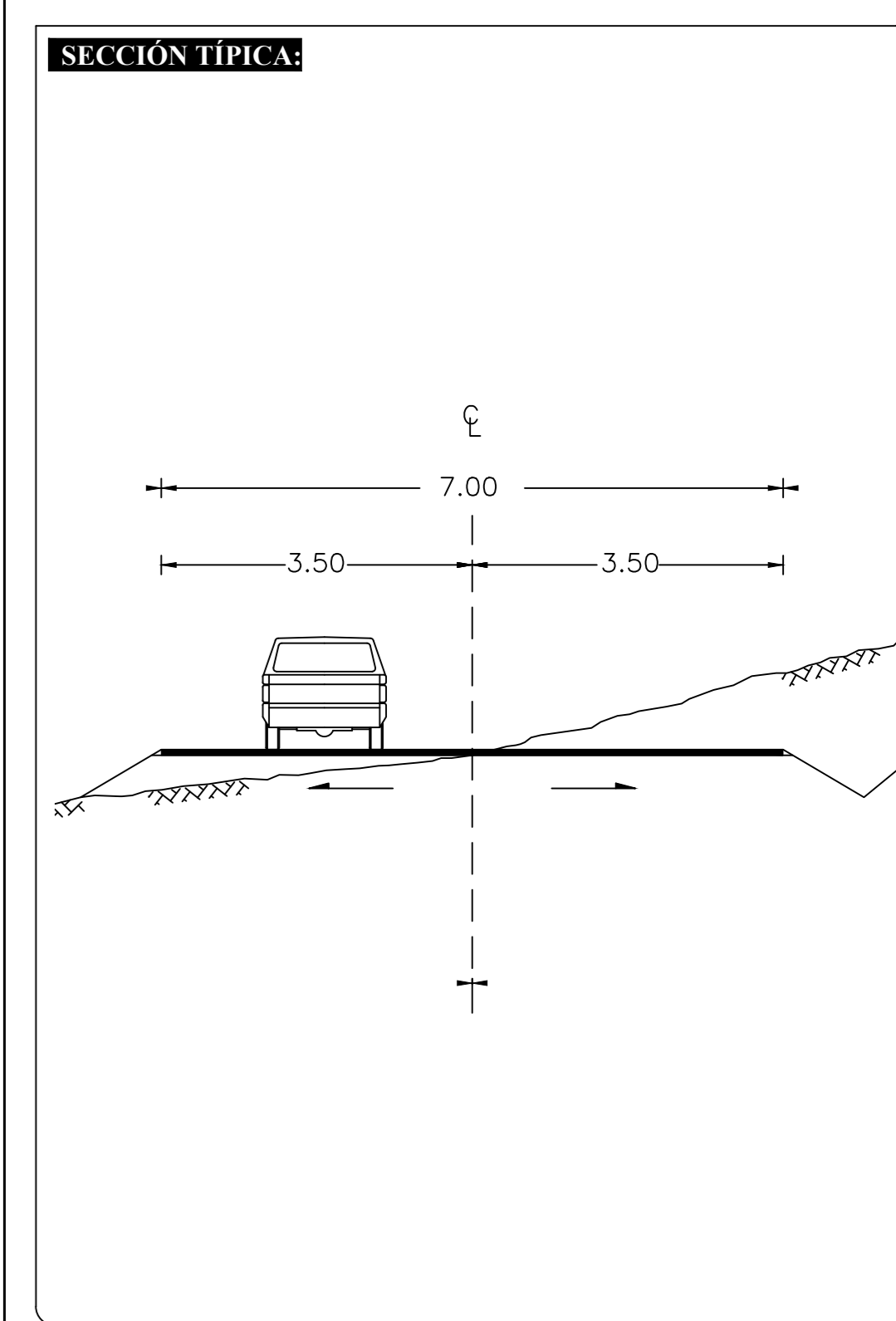
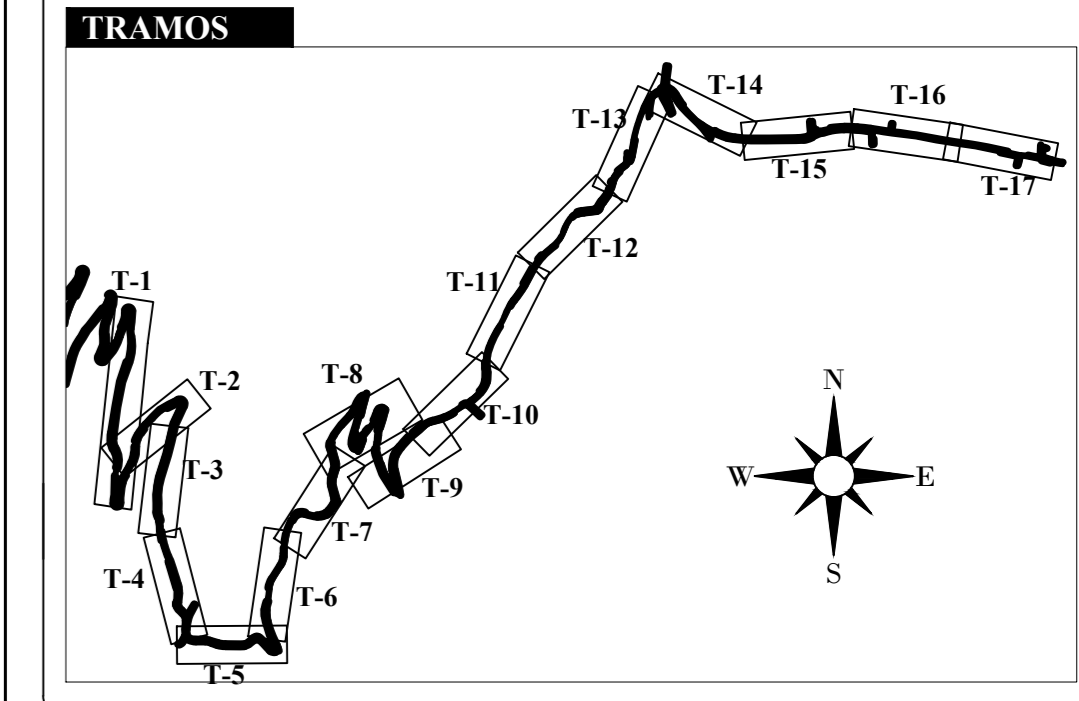
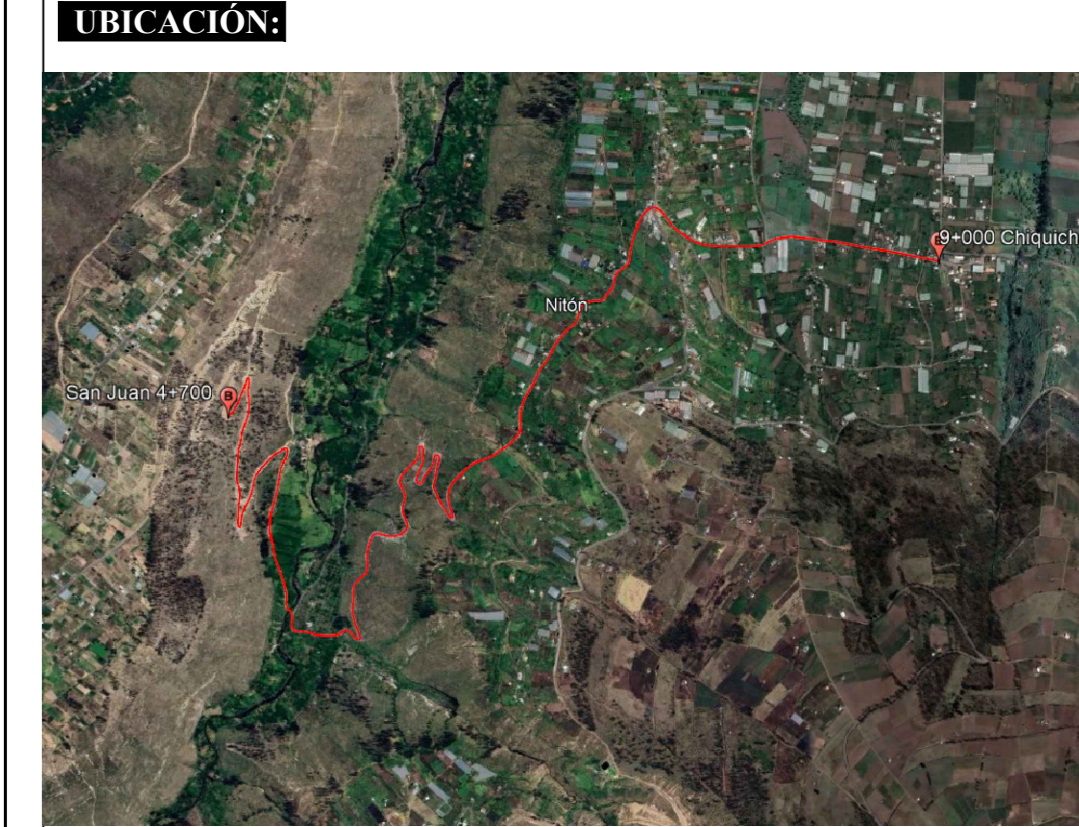
AUTOR:
 Vega Martínez Fabricio Adrián

PROVINCIA: Tungurahua
ESCALA: 1:250
FECHA: Julio 2023

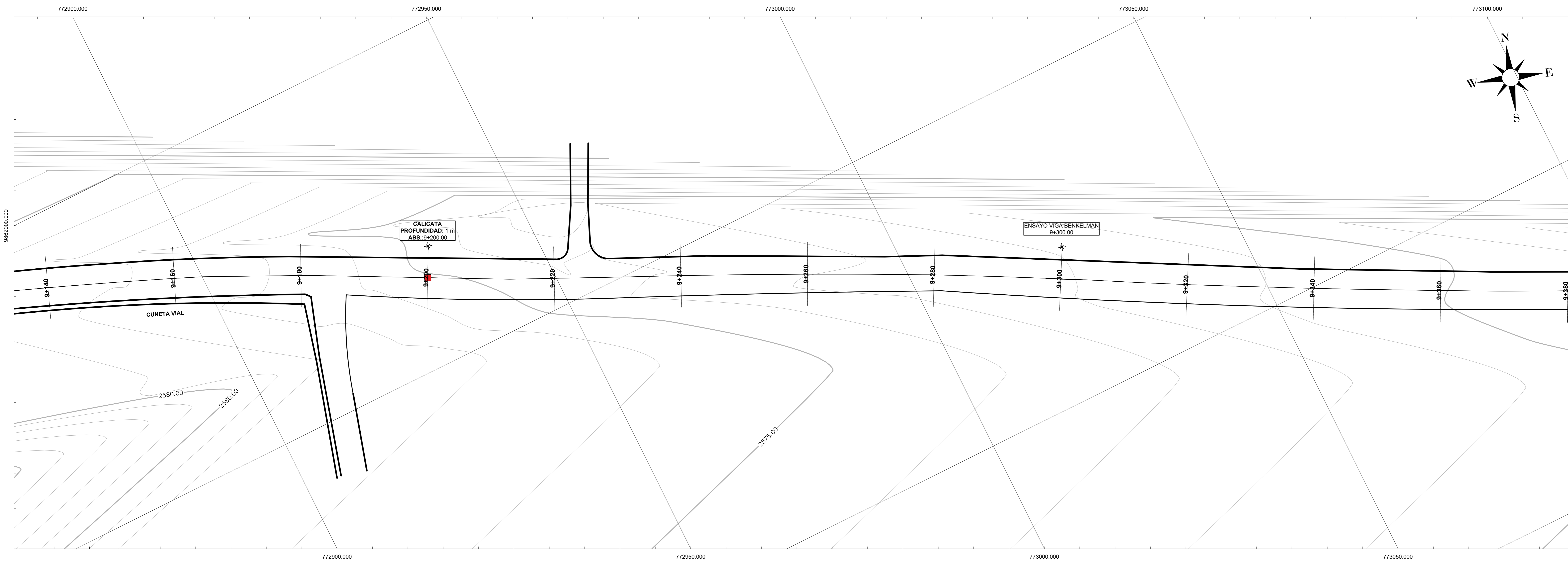
SECCIÓN:
 ABS INICIAL 4+700 ABS FINAL 9+400

CONTIENE:
 - ABCISADO DE LA VÍA PICAHUA - CHIQUICHA TRAMO 4+700 - 9+400.

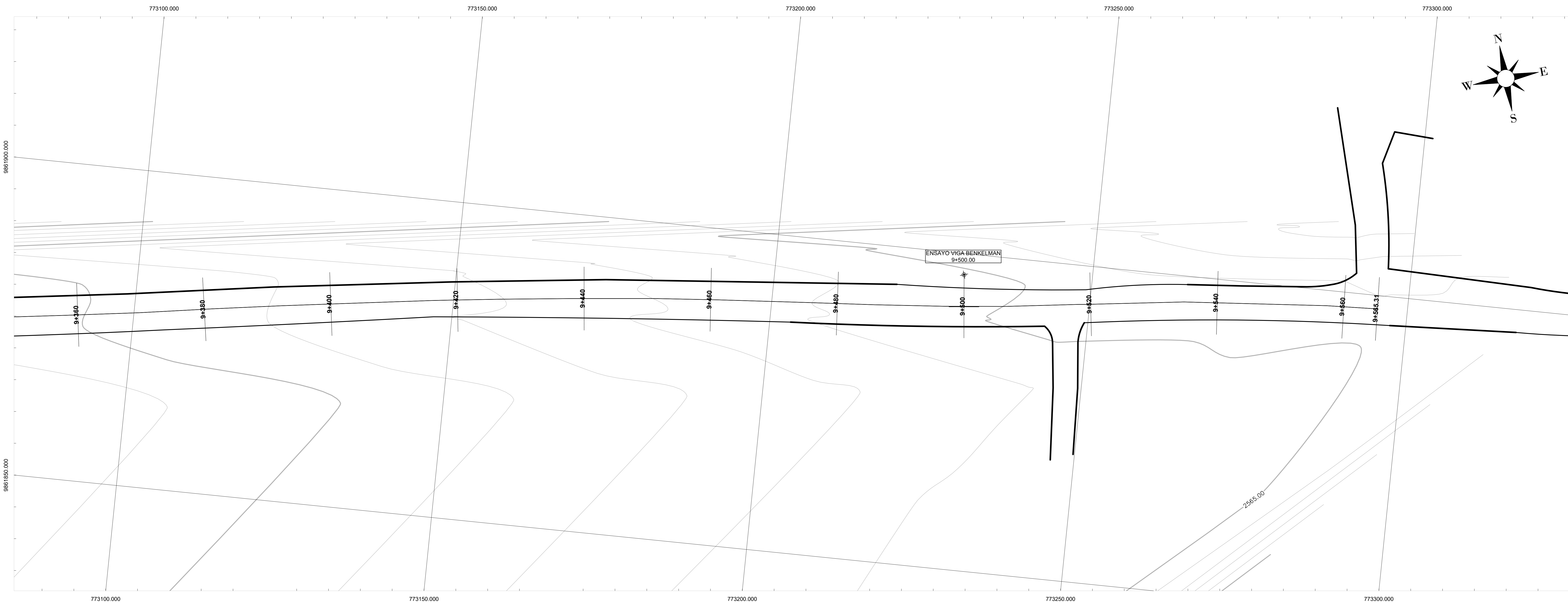
TUTOR:
 Ing. Mg. Jorge Cuervo PhD.



TRAMO - 16



TRAMO - 17



PROYECTO:
 "DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PICAHUA - CHIQUICHA DE LA 4+700 HASTA 9+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

AUTOR:
 Vega Martínez Fabricio Adrián

PROVINCIA: Tungurahua **ESCALA:** 1:250 **FECHA:** Julio 2023

SECCIÓN:
 ABS INICIAL 4+700 ABS FINAL 9+400

CONTIENE:
 - ABCISADO DE LA VÍA PICAHUA - CHIQUICHA TRAMO 4+700 - 9+400.

TUTOR:
 Ing. Mg. Jorge Cuervo PhD.

