



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:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO –
COTALÓ ABS 4+000 – 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

Autor: Ariel Sebastian Llamuca Acosta

Tutor: Ing. Alex Gustavo López Arboleda, Mg.

AMBATO - ECUADOR

Marzo – 2023

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema “**IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO – COTALÓ ABS 4+000 – 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA**”, elaborado por el Sr. **Ariel Sebastian Llamuca Acosta**, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1804821484, 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, marzo 2023



Ing. Alex Gustavo López Arboleda Mg.

TUTOR

AUTORIA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **Ariel Sebastian Llamuca Acosta**, con C.I. 1804821484, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO – COTALO ABS 4+000 – 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también tablas, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, marzo 2023



Ariel Sebastian Llamuca Acosta

C.I. 1804821484

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, marzo 2023



Ariel Sebastian Llamuca Acosta

C.I. 1804821484


AUTOR

APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO

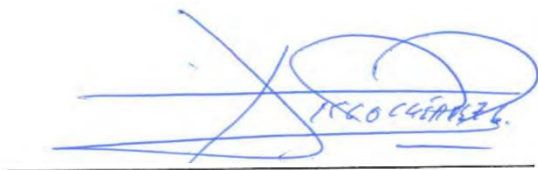
Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Ariel Sebastian Llamuca Acosta de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO –COTALO ABS 4+000 – 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, marzo 2023

Para constancia firman:



Ing. Mg. Jorge Javier Guevara Robalino
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Diego Sebastian Cherez Gavilanes
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a toda mi familia y amigos, especialmente a mi padre Marco Llamuca y a mi madre Elizabeth Acosta quienes han sido un pilar fundamental apoyándome desde el inicio en cumplir mis metas, dándome su amor y confianza en todo momento, toda la vida estaré agradecido por todos los esfuerzos que han hecho por mí.

A mis hermanos y abuelitos, en especial a mi abuelita Alicia Pico que siempre me ha ayudado durante toda mi vida dándome su amor y apoyo incondicional, enseñándome a siempre luchar para conseguir mis objetivos.

Ariel Sebastian Llamuca Acosta

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fuerza y sabiduría para poder lograr todas mis metas y nunca rendirme a pesar de los malos momentos que tuve a lo largo de mi carrera universitaria.

Agradecer a mi madre a quien le amo con toda mi vida, por ser mi confidente y darme todo su amor y confianza a lo largo de mi vida, por enseñarme a ser un hombre de bien, con buenos valores, por estar siempre a mi lado y nunca dejarme solo.

A mi padre por enseñarme a trabajar duro siempre con respeto y dedicación, a dar todo de mí y nunca rendirme, por sus consejos y apoyar mis decisiones.

A mis hermanos David, Vinicio, Abigail y Valentina que siempre estuvieron a mi lado, gracias por todas las palabras de apoyo que me dieron a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis amigos, los que siempre me ayudaron en mis malos momentos, por sus muchos consejos, palabras de aliento y momentos inolvidables que hemos pasado, gracias por darme su ayuda y buena amistad.

A la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ingeniería Civil por abrirme sus puertas, a los docentes por brindarme sus conocimientos durante mi carrera universitaria y a mi tutor Ing. Mg. Alex López, por su apoyo durante este trabajo de titulación.

Ariel Sebastian Llamuca Acosta

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORIA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.2. Objetivos.....	4
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	5
2.1. Materiales	5
2.2. Métodos	8
2.2.1. Primera etapa: Levantamiento de datos georreferenciado	8
2.2.2. Segunda etapa: Tránsito vehicular	9
2.2.3. Tercera etapa: Evaluación de los componentes físicos de la vía	14
2.2.4. Cuarta etapa: Plan de mantenimiento en función del deterioro hallado en la vía.....	32
CAPÍTULO III – RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
3.1. Análisis y Discusión de los Resultados	33
3.1.1. Levantamiento de datos georreferenciado	33

3.1.1.1. Ubicación del Proyecto	33
3.1.1.2. Levantamiento Topográfico	34
3.1.2. Tránsito vehicular	34
3.1.2.1. TPDA Actual.....	35
3.1.2.2. Trafico Atraído.....	36
3.1.2.3. Tráfico Promedio Diario Anual Total (TPDA)	36
3.1.2.4. Tráfico Futuro	38
3.1.2.5. Clasificación de la vía en base del TPDA	38
3.1.2.6. Cálculo de ejes equivalente.....	39
3.1.3. Evaluación de los componentes físicos de la vía.....	40
3.1.3.1. Estudio de Suelos	40
3.1.3.1.1. Granulometría.....	40
3.1.3.1.2. Límites de Atterberg.....	41
3.1.3.1.3. Proctor Modificado.....	41
3.1.3.1.4. CBR (Relación de Soporte de California)	42
3.3.1.2. Análisis de las condiciones del pavimento.....	42
3.3.1.2.1. Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	42
3.3.1.2.2. Deflexiones en la capa de rodadura (Viga Benkelman)	50
3.1.4. Plan de Mantenimiento Vial	59
CAPÍTULO IV. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
4.1. Conclusiones.....	63
4.2. Recomendaciones	65
C. MATERIALES DE REFERENCIA.....	66
Referencia Bibliográficas.....	66
Anexos.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Formato de hoja de campo para el conteo vehicular	10
Figura 2 – Formato de hoja de campo para PCI	24
Figura 3 - Curvas de corrección para CDV para pavimentos asfálticos	26
Figura 4 - Formato de hoja de campo para Viga Benkelman	28
Figura 5 – Imagen satelital de la vía Pelileo – Cotalo abs. 4+000 – 8+000.....	33
Figura 6 – Dimensiones de la Vía.....	39
Figura 7 – Grafica - Falla 1 - Piel de Cocodrilo - Unidad de Muestreo 1.....	46
Figura 8 – Grafica - Falla 10 - Grietas longitudinales y transversales - Unidad de Muestreo 1.....	47
Figura 9 – Grafica - Falla 13 – Baches - Unidad de Muestreo 1	47
Figura 10 – Determinación del CDV - Unidad de Muestreo 1	48
Figura 11 – Deflectograma	58
Figura 12 – Deflexiones Proyectadas.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Materiales, equipos y software utilizados para el levantamiento georreferenciado.....	5
Tabla 2 - Materiales y equipos utilizados en los ensayos de campo y laboratorio	6
Tabla 3 – Especificación de los materiales y equipos utilizados en los ensayos de campo y laboratorio.....	7
Tabla 4 - Tasa de crecimiento vehicular Tungurahua	12
Tabla 5 - Clasificación funcional de las vías en base al TPDA	12
Tabla 6 - Factores de daño de acuerdo con el tipo de vehículo	13
Tabla 7 - Factores de distribución direccional	14
Tabla 8 - Porcentajes de W18 en el carril D1	14
Tabla 9 - Normativas de los ensayos.....	15
Tabla 10 - Clasificación de suelos según CBR	19
Tabla 11 - Rango de calificación del PCI	20
Tabla 12 - Tipos de fallas en pavimento flexible, motivos y soluciones	23
Tabla 13 - Nivel de intervención del pavimento	27
Tabla 14 – Tipo de deflexiones	31
Tabla 15 - Mantenimiento rutinario y periódico de acuerdo con el MTOP	32
Tabla 16 – Ubicación del Proyecto	34
Tabla 17 – Datos Vía Pelileo – Cotalo abs 4+000 – abs 8+000.....	34
Tabla 18 – Ubicación estación de conteo.....	35
Tabla 19 – Resumen Conteo Vehicular.....	35
Tabla 20 – TPDA Actual, tabla resumen	36
Tabla 21 – Trafico Atraído.....	36

Tabla 22 – TPDA de la vía Pelileo - Cotaló.....	37
Tabla 23 – Trafico futuro en la vía Pelileo – Cotaló (Abs 4+000 – 5+000)	38
Tabla 24 - Cálculo de ejes equivalentes	40
Tabla 25 – Resultados Clasificación de suelo	41
Tabla 26 – Resultados Limites de Atterberg	41
Tabla 27 – Resultados Proctor Modificado.....	42
Tabla 28 – Resultados CBR	42
Tabla 29 – Datos vía Pelileo – Cotalo Abs 4+000 – 8+000.....	43
Tabla 30 – Unidades de Muestreo.....	44
Tabla 31 – Cálculo del PCI - Unidad de Muestreo 1	45
Tabla 32 - Valores Deducidos Total - Unidad de Muestreo 1	48
Tabla 33 – Tabla resumen de resultados PCI.....	49
Tabla 34 – Ubicación de la viga Benkelman.....	50
Tabla 35 – Deflexiones de la vía Pelileo – Cotaló abs km 4+000 – km 8+000	50
Tabla 36 - Deflexiones corregidas por el brazo con relación 1:2.....	51
Tabla 37 - Deflexiones corregidas por temperatura	52
Tabla 38 – Factor de corrección por estacionalidad.....	53
Tabla 39 - Deflexiones corregidas por estacionalidad	53
Tabla 40 - Radios de curvatura	54
Tabla 41 - Desviación estándar de las deflexiones máximas	55
Tabla 42 – Ecuaciones para definir la deflexión característica.....	56
Tabla 43 - Resultados de deflexiones de la vía Pelileo – Cotaló	57
Tabla 44 – Deflexiones Proyectadas	58
Tabla 45 – Plan de Mantenimiento Rutinario	60

Tabla 46 – Intervención - Falla #1: Piel de Cocodrilo (m2)	61
Tabla 47 - Intervención - Falla #5: Corrugación (m2).....	61
Tabla 48 - Intervención - Falla #10: Grietas longitudinales y transversales (m)	61
Tabla 49 - Intervención - Falla #11: Parcheo (m2)	62
Tabla 50 - Intervención - Falla #13: Baches (U).....	62
Tabla 51 – Actividades a realizarse en el mantenimiento vía	62

RESUMEN

La provincia de Tungurahua se caracteriza por la comercialización de productos ya sea del sector agrícola o manufacturero, el estado en el cual se encuentran las vías es muy importante para el desarrollo y bienestar de la población por esta razón un mantenimiento vial adecuado podrá brindar seguridad y confort a los usuarios. Por tal motivo el proyecto generó un proceso de conservación de la carretera Pelileo – Cotaló en las abscisas 4+000 – 8+000 de la provincia de Tungurahua donde se realizó un levantamiento georreferenciado, un estudio de la movilidad vehicular, ensayos tanto de suelos y campo para conocer las características y el comportamiento estructural del pavimento.

En base a los resultados obtenidos la vía de estudio se clasifica como una carretera Arterial RI, en cuanto al pavimento, empleando el Método de Condición del Pavimento PCI se determinó que la vía se encuentra en buen estado ya que su promedio es de 64 puntos. En base a la normativa vigente se realizó un análisis de suelos en el laboratorio con muestras alteradas, dando como resultado un suelo que se clasifica como A-2-4 y A-1b y tiene un 11 por ciento de promedio del CBR que pertenece a una subrasante Regular a Buena. Por otra parte, se evaluó la vía estructuralmente el pavimento con el ensayo de la Viga Benkelman que nos dio como resultado deflexiones tipo I.

En base a estos resultados se propuso un plan de mantenimiento rutinario y específico, el cual permitirá que la vía cumpla su vida útil de diseño.

Palabras clave: Mantenimiento Vial, Pavimento, Granulometría, Límites de Atterberg, Proctor Modificado, CBR, TPDA, PCI, Viga Benkelman.

ABSTRACT

The province of Tungurahua markets products either in the agricultural or manufacturing field, the state of the roads is important for the development and the well-being of the population, for this reason it can provide sufficient support in terms of security. road. and user comfort. For this reason, the plan generated the conservation process of the Pelileo -Cotaló layer in the 4+000 - 8+000 cuts of the province of Tungurahua where a georeferenced survey was conducted, the study of vehicular mobility, proves the two lands. and the field of understanding the properties and structural behavior of the pavement.

From the results obtained, the study of the arterial road RI is indicated, according to the condition of the pavement, using the method of the condition of the pavement PCI, it is determined that the road is in good condition since its average is 64 points. According to the regulations in force, the analysis was conducted only in the laboratory with modified samples, which gave a soil classified A-2-4 and A-1b and presenting an average of 11 percent of CBR belonging to the basement Good. On the other hand, the road was built on the sidewalk with the Benkelman Beam test, which caused us a kind of deviation.

Based on these results, a specific maintenance and training program is proposed, which will allow the project to fulfill its useful life.

Keywords: Road Maintenance, Pavement, Granulometry, Atterberg Limits, Modified Proctor, CBR, TPDA, PCI, Benkelman Beam

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

En la actualidad, las carreteras y el transporte son los principales contribuyentes al crecimiento económico y aportan importantes beneficios sociales. Las malas carreteras limitan la movilidad, aumentan significativamente los costos de mantenimiento de los vehículos, aumentan las tasas de accidentes y agravan el aislamiento, la pobreza, la mala salud y el analfabetismo en las comunidades rurales. La postergación del mantenimiento vial genera altos costos directos e indirectos. Si el daño de la carretera se repara a tiempo, los costos no se elevan. Si se pasan por alto los defectos, una sección completa de la carretera puede fallar por completo, lo que requiere en promedio una reconstrucción completa a un costo de tres veces o más el costo, en promedio, de los costos de mantenimiento. [1]

Una red vial es un activo valioso y por ello es importante mantenerla de forma eficaz y eficientemente. La implantación de un modelo de gestión del mantenimiento vial permitirá tomar las decisiones adecuadas para conseguir un óptimo mantenimiento de la red vial. Entendiendo que la implementación del proceso de conservación de la estructura del pavimento a las acciones que se deben realizar de forma preventiva, a fin de evitar la degradación de los elementos que componen la vía, con el objetivo de mantener las inversiones realizadas en la construcción, rehabilitación y mantenimiento de carreteras; para garantizar el tránsito permanente con comodidad, seguridad y economía. [2]

Un factor importante que condiciona el funcionamiento del pavimento, es su estructura, su plan de mantenimiento y el número de vehículos que van a transitar por la vía o también llamado tráfico que se lo puede determinar con la ayuda de métodos de conteo vehicular. [3]

Las características físicas del vehículo que transita por la vía como su peso, el número de ejes que tiene y la presión en sus llantas, influye en el periodo de deterioro de la vía. [4]

Los diversos factores que provocan fallas en los pavimentos que impiden que la capa de rodadura cumpla con su vida útil, las diversas fallas que existen en los pavimentos pueden ser identificadas, cuantificadas y evaluación usando la metodología del Índice de Condición de Pavimento (PCI) el cual es de mucha importancia para obtener información relevante que nos indicara que método será el más apropiado para la conservación del pavimento. [5]

En Ecuador uno de los principales problemas en las vías es la generación de un desgaste excesivo de los elementos viales, debido al descuido por parte de las autoridades al no implementar un sistema de control y seguimiento a las carreteras para poder dar un cuidado a las mismas en condición de la economía de las provincias, cantones y ciudades del país lo que tendrá como consecuencia los altos costos de mantenimiento vial. [6]

Aproximadamente el Ecuador cuenta con una red vial de 42.670 Km a lo largo de sus tres regiones, el 9,2% a cargo de los consejos provinciales encargados de dar mantenimiento a las carreteras para que los usuarios tengan seguridad y comodidad de transporte. [7]

El deterioro de la infraestructura vial afecta al producto bruto nacional ya que un mantenimiento vial inapropiado genera sobrecostos este rango de pérdida puede equivaler entre 1 y el 3%. [8]

El mantenimiento puede definirse como una acción tomada para mantener el pavimento de la carretera en un condiciones seguras y utilizables, este debe planificarse, gestionarse, diseñarse y ejecutarse. El mantenimiento puede ser correctivo (rutinario o recurrente) y de tipo preventivo (periódico). [9]

La provincia de Tungurahua es conocida como una de las más comerciales y productivas del país. En esta se encuentra la ciudad de San Pedro de Pelileo, donde se ha identificado una gran lista de empresarios dedicados a múltiples actividades comerciales. San Pedro de Pelileo es un cantón con industrias diversas como el comercio (39,27 %), seguido del sector agropecuario (34,55 %), el sector manufacturero (14,66 %), el sector de la construcción (6,64 %) y el sector inmobiliario (2,88 %). %, estos sectores se beneficiarán directamente del adecuado

mantenimiento de la vía del cantón ya que se dará una libre y fluida movilización. [10]

Además, Cotaló la parroquia que se encuentra al occidente del cantón San Pedro de Pelileo las principales actividades económicas investigadas son la agrícola, pecuaria, forestal, extractiva, industrial, manufactura, servicio turístico, agroindustria, especialmente la producción de aves, entre otras. Debido a estas actividades económicas del sector es necesario que las vías que llegan y salen de la parroquia se encuentre en buenas condiciones ya que esta ayuda a la buena movilidad de los comerciantes y turistas, estudiar la vía es muy útil debido al constante mantenimiento de esta. [11]

La provincia de Tungurahua se caracteriza por la comercialización de productos ya sea del sector agrícola o manufacturero, el estado en el cual se encuentran las vías es muy importante para el desarrollo y bienestar de la población por esta razón un mantenimiento vial adecuado podrá brindar seguridad y confort a los usuarios. Por tal motivo el proyecto generó un proceso de conservación de la carretera Pelileo – Cotaló en las abscisas 4+000 – 8+000 de la provincia de Tungurahua donde se realizó un levantamiento georreferenciado, un estudio de la movilidad vehicular, ensayos tanto de suelos y campo para conocer las características y el comportamiento estructural del pavimento.

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General:

Aplicar un sistema de gestión de mantenimiento vial en función del deterioro de la capa asfáltica en el sector Pelileo-Cotaló, Cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos Específicos:

- Desarrollar un levantamiento topográfico en la vía Pelileo – Cotaló, Abs 4+000 – 8+000, de la provincia de Tungurahua.
- Conocer el tráfico en la vía Pelileo – Cotaló, Abs 4+000 – 8+000 de la provincia de Tungurahua.
- Evaluar los componentes físicos que se encuentren en la vía Pelileo – Cotaló, Abs 4+000 – 8+000 de la provincia de Tungurahua.
- Proponer un plan de mantenimiento en función del deterioro hallado en la vía Pelileo – Cotaló, Abs 4+000 – 8+000 de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1. Materiales

Para realizar el levantamiento georreferenciado que nos servirá para saber ubicar el tramo de la vía a ser estudiada en la siguiente tabla se especifican los equipos y software utilizado en el levantamiento georreferenciado.

Levantamiento Georreferenciado

Tabla 1 – Materiales, equipos y software utilizados para el levantamiento georreferenciado

Materiales	Equipo	Software
Pintura en aerosol, cinta metrica	Receptor Satelital GPS Marca: Garmin Versión: 66Sr 	AutoCAD Civil 3D Desarrollador: AutoDesk Versión: 2023 

Fuente: Autor

Después a esto, para saber la movilidad vehicular en la vía Pelileo – Cotaló va a hacer necesario la utilización de los siguientes equipos, materiales y software.

Movilidad Vehicular

Para conocer la movilidad vehicular se utilizó el software Microsoft Excel para organizar de manera más fácil los datos.

Por último, para saber las propiedades físicas de la vía Pelileo – Cotaló y del suelo donde se asienta la vía va a hacer necesario la utilización de los siguientes ensayos, materiales y equipos.

Propiedades del suelo de la vía Pelileo – Cotalo

Tabla 2 - Materiales y equipos utilizados en los ensayos de campo y laboratorio





Ensayos	Materiales	Equipo
Toma de muestras	<ul style="list-style-type: none"> • Costales 	<ul style="list-style-type: none"> • Pala • Pico • Azadón • Costales • Flexómetro
Granulometría	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra de suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza • Recipientes para pesar las muestras • Tamices • Tamizador
Límite Plástico	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra de suelo N^o 40 • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Horno • Mortero • Espátula • Placa de vidrio • Recipiente de porcelanato
Límite Líquido	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra de suelo N^o 40 • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Horno • Espátula • Acanalador • Balanza • Recipiente • Copa de Casagrande
Proctor Modificado	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Muestra de suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Horno • Recipientes • Bandejas • Moldes cilíndricos de metal • Martillo Compactador • Balanza
CBR	<ul style="list-style-type: none"> • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Horno

	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra de suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Recipientes • Bandejas • Moldes cilíndricos de metal • Martillo Compactador • Pesa ranurada • Maquina Multispeed • Palustre • Balanza
Deflexión	<ul style="list-style-type: none"> • Flexómetro • Agua • Combo • Cinta métrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Viga Benkelman • Volqueta • Termómetro

Fuente: Autor

A continuación, se especifican los equipos utilizados para conocer las propiedades físicas y mecánicas del pavimento que fueron proporcionados por los laboratorios de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato:

Tabla 3 – Especificación de los materiales y equipos utilizados en los ensayos de campo y laboratorio

Tamices	Tamizador	Balanza
Marca: Humbolt Modelo: 2011 	Marca: Controls Modelo: 15-DO407/BZ 	Marca: Ohaus 
Horno	Copa de Casagrande	Molde Cilíndrico
Marca: Humbolt MFG	Marca: Sin Marca	Marca: Sin Marca 

Modelo: 2011 		
Máquina Multispeed	Martillo Compactador	Viga Benkelman
Marca: Controls Modelo: 34V1174 	Marca: Controls Modelo: 33T0075 	Marca: Controls Modelo: 80-B0180 
Recipiente de Porcelanato	Volqueta	Termómetro
Marca: Sin Marca 	Marca: Hino Modelo: 8m3 	Marca: Sin Marca 

Fuente: Autor

2.2. Métodos

El proyecto se dividió en cuatro etapas, en base a esto se usaron tipos de estudio y métodos de investigación para el cumplimiento de los objetivos.

2.2.1. Primera etapa: Levantamiento de datos georreferenciado

Levantamiento Topográfico

Se realizó una investigación exploratoria y de campo ya que necesitamos obtener información real del sitio de estudio, observando de manera directa para así obtener datos para un posterior análisis. [12]

La georreferenciación se conoce como un término general para las técnicas que se ocupan de la identificación única de objetos geográficos por coordenadas de acuerdo con el sistema en el que se desean esas ubicaciones. En este caso usaremos las coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) y el datum WGS84 (World Geodetic System 84), que es un sistema de coordenadas proyectadas, que mediante uso de equipos y software se obtendrá un modelo digital de la vía. [13]

Mediante el uso de un receptor satelital GPS, Pintura en aerosol, cinta métrica se procedió a la georreferenciación de la vía, tomando tres puntos de referencia cada 25 metros en rectas y cada 10 metros en curvas, en el extremo derecho e izquierdo de la vía, así como en su eje. Posteriormente los datos levantados se procesaron en el software AutoCAD Civil 3D.

2.2.2. Segunda etapa: Tránsito vehicular

Tránsito

En esta fase con la ayuda de la investigación exploratoria y de campo se realizó un conteo de vehículos con el fin de obtener el TPDA, se implementó un formato para recolección de datos de los vehículos que transitaban en la vía durante 12 horas empezando a las 6:00 y finalizando a las 18:00, utilizamos este rango en base al criterio de la 30va hora, que nos ayuda a obtener los datos de los 365 días del año, siendo muy útil debido a que tiene una variación de entre 5 a 10 por ciento del valor real. [14]

- Hoja de campo

Figura 1 - Formato de hoja de campo para el conteo vehicular

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR											
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"											
Fecha Día	Provincia: Tungurahua Cantón: Pelileo										
Dirección tráfico Clima	Ambos Sentidos Estación N° Ubicación										
N° hoja Responsable	1 Ariel Llamaca										
HORA	LIVIANOS			BUSES		PESADOS			OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA	
	Automovil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)		Sin Ejes
6H00	6H00 - 6H15		3								0
	6H15 - 6H30										
	6H30 - 6H45										
	6H45 - 7H00										
SUMATORIA PARCIAL											
7H00	7H00 - 7H15										0
	7H15 - 7H30										
	7H30 - 7H45		4								
	7H45 - 8H00										
SUMATORIA PARCIAL											
8H00	8H00 - 8H15										0
	8H15 - 8H30										
	8H30 - 8H45										
	8H45 - 9H00										
SUMATORIA PARCIAL											
										5	

Fuente: Autor

Descripción:

- 1: Datos informativos del proyecto.
- 2: Tiempo en el cual se registra el paso de los vehículos dividido en 15 min
- 3: Clasificación de vehículos (Según el número de ejes)
- 4: Total de vehículos en intervalo de tiempo (15 min) y total que circulan en una hora.
- 5: Conteo total de vehículos que transitan durante 1 hora según su tipo.

Una vez realizado el conteo, con la ayuda de Excel se procesaron los datos de la vía y con el uso de las siguientes formulas se obtuvo el tránsito vehicular.

A. Volumen de Tránsito

El volumen de tráfico es el número y tipo de vehículos que cruzan un punto determinado de la carretera durante un período de tiempo específico. Estos datos se recopilan para estudiar datos reales sobre la movilidad de los vehículos en la carretera. [15]

B. Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Representa el tráfico total en la carretera durante un año dividido por 365 en ambos sentidos, que es el volumen de tráfico medio diario. Este valor es importante para determinar el uso anual como justificación de costos y funcionamiento de la vía. [16]

$$TPDA = TPDA \text{ actual} + Tat$$

Ecuación 1

Donde:

TPDA: Tráfico promedio diario anual

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual actual

Tat: Tráfico atraído = 10% de Trafico Existente

C. Volumen de hora pico (VHP)

Es el volumen vehicular que pasa cuando el tráfico es más intenso. Dependiendo de la zona donde se realice el estudio el factor k de la formula varia. [16]

$$VHP = k * TE$$

Ecuación 2

Donde:

VHP: Volumen de la hora pico

TE: Tráfico existente

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 0.18 para zonas rurales principales)

D. Proyección del tránsito

También llamado tráfico futuro, se refiere a proyecciones de tráfico en un determinado número de años generalmente en periodos entre 15 y 20 años, en base a datos donde se está ejecutando el proyecto. Esta proyección se la hace basada en la tasa de crecimiento de la población utilizando la siguiente fórmula: [16]

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

Ecuación 3

Donde:

T_f : Tráfico Futuro

Ta: Tráfico actual o TPDA

n: Número de años proyectados

i: Tasa de crecimiento

Los datos de tasa de crecimiento vehicular se los obtuvo de la INEC, la tabla se muestra a continuación:

Tabla 4 - Tasa de crecimiento vehicular Tungurahua

Periodo	Tasa de Crecimiento (%)
2021-2026	0.81
2026-2031	0.66
2031-2036	0.55
2036-2041	0.47
2041-2046	0.42

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC [17]

En base a los cálculos del TPDA y norma al manual de diseño geométrico de carreteras realizado por el Ministerio de Obras Públicas (MTO) en el año 2013 podemos clasificar de forma descriptiva y funcional la vía de estudio. [16]

Tabla 5 - Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico promedio diario anual futuro	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80 000	120 000
	AP1	50 000	80 000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26 000	50 000
	AV1	8 000	26 000
Carretera de 2 carriles	C1	1 000	8 000
	C2	500	1 000
	C3	0	500

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2013. [16]

Ejes Equivalentes

Los ejes equivalentes o también llamados ESAL (equivalent simple axial load) es una conversión de los ejes a un eje de 8,2 Ton específicamente de vehículos pesados que transitan por la vía. [18]

Se calcula en base a la siguiente ecuación:

$$W18 = \left(\left(\sum_{i=1}^n FD * TPDA_{\text{futuro}} \right) * 365 \right) * Fd * DI$$

Ecuación 4

Donde:

W18: Numero de ejes equivalentes

FD: Factor de daño

TDPA: Tráfico promedio diario anual futuro

Fd: Factor de distribución direccional

DI: Porcentaje (%) de W18 en el carril DI

En la siguiente tabla se detalla los factores de daño dependiendo en tipo de vehículo los cuales serán aplicados en la ecuación 4.

Tabla 6 - Factores de daño de acuerdo con el tipo de vehículo

Factor de daño segun el tipo de vehiculo									
Tipo	Simple		Simple Doble		Tándem		Trídem		Factor de daño (FD)
	Ton	(p/6,6)^4	Ton	(p/8,2)^4	Ton	(p/15)^4	Ton	(p/23)^4	
Bus	4	0.13	8	0.91	-	-	-	-	1.04
C-2P	3	0.04	-	-	-	-	-	-	1.31
C-2G	7	1.27	-	-	-	-	-	-	
	7	1.27	11	3.24	-	-	-	-	4.5
C-3	7	1.27	-	-	20	3.16	-	-	4.43
C>3	7	1.27	-	-	20	3.16	24	1.19	5.61

Fuente: Norma AASHTO - 93, Diseño de estructuras de pavimentos. [18]

Para el factor de distribución direccional utilizamos los siguientes valores mostrados en la tabla los cuales serán aplicados en la ecuación 4.

Tabla 7 - Factores de distribución direccional

Número de carriles	Vehículos en el carril (%)
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: Norma AASHTO - 93, Diseño de estructuras de pavimentos. [18]

Finalmente, la siguiente tabla nos muestra el porcentaje de W18 en el carril D1 dependiendo el número de carriles en una sola dirección que posee la vía, los siguientes valores mostrados en la tabla los cuales serán aplicados en la ecuación 4.

Tabla 8 - Porcentajes de W18 en el carril D1

Número de carriles en una sola dirección	W18 en un carril (%)
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: Norma AASHTO - 93, Diseño de estructuras de pavimentos. [18]

2.2.3. Tercera etapa: Evaluación de los componentes físicos de la vía

Recolección de muestras de suelos

Se realizó una investigación exploratoria y de campo ya que se efectuó un recorrido por la vía Pelileo – Cotaló, provincia de Tungurahua para la obtención de 4 sitios donde se realizaron calicatas de 1m x 1m x 1m, de donde se obtuvo una muestra representativa de 50 kg, en base a la norma NTE INEN 686, con el objetivo de realizar los pertinentes ensayos de laboratorio como son, granulometría, límites de Atterberg, Proctor y CBR.

Ensayo de suelo

Correspondiente a una investigación de laboratorio la cual se realiza en un laboratorio con equipo, materiales adecuados y normativas de ensayos de laboratorio,

con el fin de obtener datos que aporten a la solución del problema detectado en el proyecto de investigación. [19]

Con las muestras obtenidas de las calicatas se realizaron los ensayos de laboratorio correspondientes con el fin de saber las características de la subrasante del sitio, siguiendo las instrucciones de cada norma.

Tabla 9 - Normativas de los ensayos

Ensayos	Normativa
Granulometría	ASTM D421-58
Límite Líquido	ASTM D4318 - INEN 691
Límite Plástico	ASTM D4318 - INEN 691
Proctor Modificado	AASHTO T-180 ASTM D1557
CBR	ASTM D1883
Índice de Condición del Pavimento (PCI)	ASTM D6433
Deflexiones - Viga Benkelman	AASHTO T256

Fuente: Autor

Granulometría

La finalidad del análisis granulométrico es obtener una clasificación según el tamaño de las partículas, separándola a través de una serie de tamices con diferentes aperturas decrecientes. [20]

Con la muestra recogida en campo una vez seca, se procedió a pesar en una balanza 1000 gr de muestra, la cual se colocó en una torre de tamices con diferentes aperturas decrecientes y al final de toda una fuente.

La torre de tamices fue colocada en una tamizadora la cual se mantuvo encendida por 15 min, terminado el tiempo se procedió a pesar lo que había quedado retenido en cada uno de estos tamices los valores obtenidos fueron registrados.

Una vez obtenida la gráfica podemos conocer características del suelo como:

Diámetro efectivo (D10)

Material que representa el 10% en peso del suelo.

Diámetro equiparable (D30)

Material que representa el 30% en peso del suelo.

Diámetro dimensional (D60)

Material que representa el 60% en peso del suelo [21]

Coefficiente de uniformidad (Cu)

El coeficiente se define en base a la siguiente formula:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Ecuación 5

$Cu > 3$ = suelos están bien graduados

$Cu < 3$ = suelos mal graduados

Coefficiente de curvatura (Cc)

El coeficiente se define en base a la siguiente formula:

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} * D_{10}}$$

la relación tiene un grado de $1 < Cc < 3$ = suelos bien graduados en cambio, menores a 1 o mayores a 3 son suelos mal graduados [22]

Límites de Atterberg

A. Limite Liquido

En base a la norma ASTM D4318, con el uso de una muestra de suelo que se ha dejado secar previamente, con una porción de suelo que pasa el tamiz de $425 \mu\text{m}$ (N° 40) se ensayada en una copa de Casagrande con el objetivo de encontrar el contenido de agua, en porcentaje para clasificarlo entre los estados semilíquido y plástico. [23]

En un mortero se colocó una muestra de suelo de entre 150 a 200 gr previamente tamizada con un porcentaje de agua, con el uso de una espátula se mezcló hasta tener una mezcla homogénea, se colocó una parte de la muestra de la copa de Casagrande, se dividió en dos, se enciende la maquina hasta que se una la muestra colocada

causada por los golpes repetidos ocasionadas en la copa, hasta conseguir el resultado deseado, con el mismo porcentaje de agua se lo realizo tres veces, por último se tomó de la parte central dos muestras las cuales se colocaron en recipientes para determinar su contenido de humedad. Estos pasos los repetimos hasta obtener los cuatro rangos de golpes.

B. Limite plástico

En base a la norma ASTM D4318, con el uso de una muestra de suelo que se ha dejado secar previamente, con una porción de suelo que pasa el tamiz de 425 μm (N° 40) se ensayada formando cilindros de 3,2 mm (1/8 de pulgada) de diámetro con el objetivo de encontrar el contenido de agua, en porcentaje para clasificarlo entre los estados plástico y semisólido. [23]

En un mortero se colocó una muestra de suelo de entre 150 a 200 gr previamente tamizada con un porcentaje de agua, con el uso de una espátula se mezcló hasta tener una mezcla homogénea, se lo coloca en una placa de vidrio y se forman los 5 cilindros que tengan las medidas que nos indica la norma se coloca en recipientes para determinar su contenido de humedad.

C. Índice de plasticidad

Es el rango de contenido de agua en el que un suelo se comporta plásticamente, es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico como se aprecia en la ecuación. Dependiendo el valor que tenga este índice los suelos podrían presentar características diferentes, el suelo se clasifica como no plástico (NP) cuando no se pudo obtener uno de los dos límites. [23]

$$IP = LL - LP$$

Ecuación 6

Donde:

IP: Índice de Plasticidad

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

Dependiendo del valor podemos clasificarlo:

Índice plástico (IP) igual a 0 el suelo no es plástico

Índice plástico (IP) menor a 7 el suelo tiene baja plasticidad

Índice plástico (IP) entre 7 - 17 el suelo medianamente plástico

Índice plástico (IP) mayor a 17 suelo altamente plástico. [23]

Clasificación del suelo

En base a los datos obtenidos tanto en los ensayos de granulometría y límites de Atterberg podemos clasificar nuestro suelo de acuerdo con la norma AASHTO M – 145 que se encarga de clasificar el suelo en ocho grandes grupos desde A1 hasta A8, la tabla se encuentra en el Anexo A.

Proctor Modificado

Siguiendo la norma ASTM D1557, a un suelo se adiciona un contenido de agua seleccionado, luego se coloca en cinco capas en un molde de 2.2320 m³, con cada capa compactada por 56 golpes de un pisón de 10 lbf (44.5 N) que se deja caer desde una distancia de 18 in con el objetivo de encontrar su contenido de humedad óptimo. [24]

Se utilizó una muestra de 6 kg que previamente fue secada y tamizada por el tamiz #4, la cual se colocó en una bandeja con un porcentaje de agua, se mezcló hasta obtener una muestra homogénea, en un molde con un collarín se coloca la muestra y se dio 56 golpes, se colocó 5 capas para llenar el molde, después se quitó el collarín, se procedió a enrazar, posteriormente se pesó el molde, por último se puso en un recipiente una muestra de suelo de la parte superior del molde y otra de la parte inferior, se pesaron los recipientes con la muestra para determinar su contenido de humedad.

Se repitió el proceso con diferentes porcentajes de agua, con los datos obtenidos de peso unitario seco y el contenido de humedad graficamos una curva de compactación la cual nos ayudara a obtener nuestra humedad óptima.

CBR (Relación de Soporte de California)

El ensayo CBR también conocido como ensayo de relación de soporte que mediante el uso de la norma ASTM D1883 la cual nos indica que bajo condiciones de humedad y densidad controlada podemos medir la resistencia al corte que posee un suelo en su estado actual. Con el objetivo de darle clasificarlo y darle un uso al mismo. [25]

El valor de CBR obtenido en este ensayo es una parte importante de varios métodos de diseño de pavimentos flexibles por la importancia de este ensayo el dispositivo de medición de penetración debe ser capaz de leer con una precisión de 0,001 pulg. (0,025 mm). [26]

A continuación, se muestra una tabla donde se clasifica el suelo en base a los valores obtenidos del CBR:

Tabla 10 - Clasificación de suelos según CBR

Valor 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 ASTM D1883 [25]

El ensayo consistió en la preparación de tres muestras de 5kg aproximadamente las cuales se le agrego agua para que alcancen su contenido de humedad optimo que se lo obtuvo en el ensayo de Proctor modificado, la muestra fue colocada en un molde con especificaciones en base a la norma y se compacto en tres capas con cierto número de golpes 56,25,10 por cada capa, se quitó el collarín del molde y se procedió a enrazar el molde, se quitó el disco del fondo del molde para pesarlo, se colocó de forma invertida el molde, posteriormente se colocó el trípode con el dial de deformaciones y se tomó los datos antes de sumergirlo.

Para lograr la saturación del suelo el molde se sumergió durante 96 horas, pasado el tiempo se tomó nuevos datos tanto del peso del molde como del dial de deformaciones para colocarlo en la maquina multispeed y ensayar el molde, finalmente se obtuvo una muestra de la parte superior del molde para determinar su contenido de humedad.

Análisis de las condiciones del pavimento

Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El análisis se hará en base a la Norma ASTM D 6433-11, teniendo como objetivo del PCI establecer la condición del pavimento con respecto a su serviciabilidad que se encuentra en un rango de 0 a 100. [27]

En la siguiente tabla se encuentran los rangos de calificación del PCI:

Tabla 11 - Rango de calificación del PCI

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Satisfactorio
70 - 55	Bueno
55 - 40	Pobre
40 - 25	Muy Pobre
25 - 10	Serio
10 - 0	Fallado

Fuente: ASTM D6433-11 [28]

Nivel de Severidad

A continuación, se presentan los niveles de severidad de los distintos tipos de falla en función de la calidad del viaje:

Bajo:(Low -L): El vehículo tiende a moverse ligeramente ya sea vibrando o rebotando, no es necesario reducir la velocidad del vehículo y causa poca o ninguna incomodidad.

Medio:(Medium – M): El vehículo tiende a moverse de forma significativa, es necesario reducir la velocidad del vehículo para motivos de seguridad y causa incomodidad.

Alto:(High – H): El vehículo tiende a moverse de forma excesiva, la velocidad debe reducirse creando una incomodidad considerable, también provoca un peligro para la seguridad o causará un daño significativo al vehículo. [28]

Unidades de Muestreo

De acuerdo con la normativa se calculó las diferentes secciones de estudio de la vía para así realizar un análisis de sus características y dimensiones.[28]

A continuación, se presentan las fórmulas que fueron usadas:

Longitud de Unidades de muestreo (L)

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

Ecuación 7

Donde:

L: Longitud de la unidad de muestreo

A: Área de muestreo

Av: Ancho promedio de la vía

Unidades de muestreo totales (N)

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

Ecuación 8

Donde:

N: Número de Unidades de muestreo

Lt: Longitud del Tramo de Vía

L: Longitud de la unidad de muestreo

Unidades mínimas de muestreo (n)

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

Ecuación 9

Donde:

n: Número de unidades de muestreo

N: Número total de unidades de muestreo

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

σ = Desviación estándar del PCI entre las unidades

Intervalo de muestreo (i)

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

Ecuación 10

Donde:

i: Intervalo de muestreo













N: Número de Unidades de muestreo




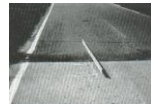



n: Número mínimo de Unidades de muestreo

Clasificación de fallas en pavimento flexible

Un pavimento con el uso y el pasar del tiempo presenta fallas, cada falla se presenta dependiendo de un motivo y cada una tiene una solución, las cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 12 - Tipos de fallas en pavimento flexible, motivos y soluciones

Cód.	Tipo de falla	Imagen	Motivo de la falla	Solución
1	Piel de Cocodrilo		Se genera por las frecuentes cargas de tráfico en determinadas zonas del pavimento.	L: Sellado Superficial M-H: Bacheo parcial o completo
2	Exudación		Posee gran cantidad de alquitran, falta de vacios de aire	L: No es necesario reparar M-H: Se implementa agregados
3	Agrietamiento de bloque		Son causadas por la contraccion que se genera en el pavimento y los cambios de la temperatura	L: Sellado superficial M-H: Fresado y bacheo
4	Abultamientos y hundimientos		Debido al levantamiento de la superficie en la que se apoya, congelamiento, grietas	L: No es necesario reparar M-H: Bacheo parcial, superficial o profundo
5	Corrugación		Debido a cargas de trafico y capas base inestables	L: No es necesario reparar M-H: Reconstrucción
6	Depresión		Debido a un mal diseño o asentamiento de la subrasante	L: No es necesario reparar M-H: Bacheo parcial, superficial o profundo
7	Grietas de borde		Son causadas por las cargas de transito y los cambios climaticos	L: No es necesario reparar M-H: Sellado superficial o parcheo
8	Grieta de reflexión de juntas		Debido al desplazamiento de losas de concreto en vias pavimentadas	L- M: Sellado superficial H: Bacheo o reconstrucción
9	Desnivel del carril /Berma		Se produce por la erosión o bermas y por la colocación de una nueva capa de rodadura	L-M-H: Colocacion de relleno para igualar la berma y carril.
10	Grietas longitudinales y transversales		Mala construccion, cargas de trafico, temperatura	L: No es necesario reparar M-H: Sellado superficial o parcheo
11	Parcheo		Reparaciones realizadas en la capa de rodura	L: No es necesario reparar M-H: Reconstruccion del parche
12	Pulimiento de agregados		Debido a las repetidas cargas de tránsito.	L-M-H: Sellado superficial o bacheo


13	Baches		Debido al desprendimiento de partes del pavimento por falta de reparación de fallas	L: Parcheo parcial o total M-H: Bacheo profundo parcial o total
14	Cruce de vía férrea		Debido a las vías del tren que generan fallas alrededor de ellas	L: No es necesario reparar M-H: Bacheo o reconstrucción
15	Ahuellamiento		Debido a las cargas de tránsito	L: No es necesario reparar M-H: Fresado y bacheo
16	Desplazamiento		Debido a confinamiento de pavimento flexible y rígido	L: No es necesario reparar M-H: Fresado y bacheo
17	Grietas Parabólicas		Mala construcción, cargas de tráfico, temperatura	L: No es necesario reparar M-H: Sellado superficial
18	Hinchamiento		Debido a material expansivo o congelamiento de la subrasante	L: No es necesario reparar M-H: Reconstrucción
19	Desprendimiento de agregados		Debido a las repetidas cargas de tránsito, mala calidad de materiales de construcción	L: No es necesario reparar M: Sellado superficial H: Reconstrucción

Fuente: ASTM D6433-11 [28]

Una vez delimitado el área de estudio con las unidades de muestreo y sabiendo los tipos de falla y su nivel de severidad se implementó una hoja de campo la cual nos ayuda a recopilar datos de la vía.

- Hoja de campo

Figura 2 – Formato de hoja de campo para PCI

1	 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - PCI 																																							
	Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"	2																																						
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Abscisa Inicial:</td> <td>Ancho del Carril:</td> <td>#Unidad de Muestreo:</td> </tr> <tr> <td>Abscisa Final:</td> <td>Fecha de Evaluación:</td> <td>Área de Muestreo:</td> </tr> <tr> <td>Realizado por: Ariel Llamuca</td> <td>Revisado por: Ing. Mg Alex Lopez</td> <td></td> </tr> </table>	Abscisa Inicial:	Ancho del Carril:	#Unidad de Muestreo:	Abscisa Final:	Fecha de Evaluación:	Área de Muestreo:	Realizado por: Ariel Llamuca	Revisado por: Ing. Mg Alex Lopez																															
Abscisa Inicial:	Ancho del Carril:	#Unidad de Muestreo:																																						
Abscisa Final:	Fecha de Evaluación:	Área de Muestreo:																																						
Realizado por: Ariel Llamuca	Revisado por: Ing. Mg Alex Lopez																																							
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>1.- Fier de Cocardado</td> <td>6.- Depresión</td> <td>11.- Parcheo</td> <td>16.- Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>2.- Exudación</td> <td>7.- Grietas de borde</td> <td>12.- Pulimento de agregados</td> <td>17.- Grietas Parabólicas</td> </tr> <tr> <td>3.- Agrietamiento de bloque</td> <td>8.- Grieta de reflexión de justas</td> <td>13.- Baches</td> <td>18.- Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>4.- Abultamientos y hundimientos</td> <td>9.- Desnivel del carril /Berma</td> <td>14.- Cruce de vía férrea</td> <td>19.- Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td>5.- Corrugación</td> <td>10.- Grietas longitudinales y transversales</td> <td>15.- Ahuellamiento</td> <td></td> </tr> </table>	1.- Fier de Cocardado	6.- Depresión	11.- Parcheo	16.- Desplazamiento	2.- Exudación	7.- Grietas de borde	12.- Pulimento de agregados	17.- Grietas Parabólicas	3.- Agrietamiento de bloque	8.- Grieta de reflexión de justas	13.- Baches	18.- Hinchamiento	4.- Abultamientos y hundimientos	9.- Desnivel del carril /Berma	14.- Cruce de vía férrea	19.- Desprendimiento de agregados	5.- Corrugación	10.- Grietas longitudinales y transversales	15.- Ahuellamiento		3																		
1.- Fier de Cocardado	6.- Depresión	11.- Parcheo	16.- Desplazamiento																																					
2.- Exudación	7.- Grietas de borde	12.- Pulimento de agregados	17.- Grietas Parabólicas																																					
3.- Agrietamiento de bloque	8.- Grieta de reflexión de justas	13.- Baches	18.- Hinchamiento																																					
4.- Abultamientos y hundimientos	9.- Desnivel del carril /Berma	14.- Cruce de vía férrea	19.- Desprendimiento de agregados																																					
5.- Corrugación	10.- Grietas longitudinales y transversales	15.- Ahuellamiento																																						
4	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>CÓDIGO</th> <th>SEVERIDAD</th> <th colspan="8">CANTIDAD</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD %</th> <th>VALOR DEDUCIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="11" style="text-align: right;">Valor Defucido Total (VDT) =</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> </tbody> </table>	CÓDIGO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO														Valor Defucido Total (VDT) =											0	
CÓDIGO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO																												
Valor Defucido Total (VDT) =											0																													

Fuente: Autor

Descripción:

- 1: Datos informativos del proyecto.
- 2: Cuadro para imagen de unidad de muestreo
- 3: Tipos de fallas numeradas
- 4: Características de las fallas encontradas con el análisis visual

Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Con toda la información recopilada de las distintas unidades de muestreo se procedió al cálculo del PCI en base a la Norma ASTM D 6433-11.

Cálculo de la Densidad

$$D = \frac{ATD}{AM} * 100$$

Ecuación 11

Donde:

D: Densidad

ATD: Área Total del Daño

AM: Área de la Muestra

Determinación de Valores Deducidos

Mediante las curvas para pavimentos asfálticos de cada tipo de falla, que se muestra en el Anexo B, se determinan los valores deducidos, usando su valor de densidad.

Cálculo del Valor Deducido Total

$$VDT = \sum \text{Valores Deducidos}$$

Ecuación 12

Donde:

VDT: Valor Deducido Total

Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos

$$m_1 = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$$

Ecuación 13

Donde:

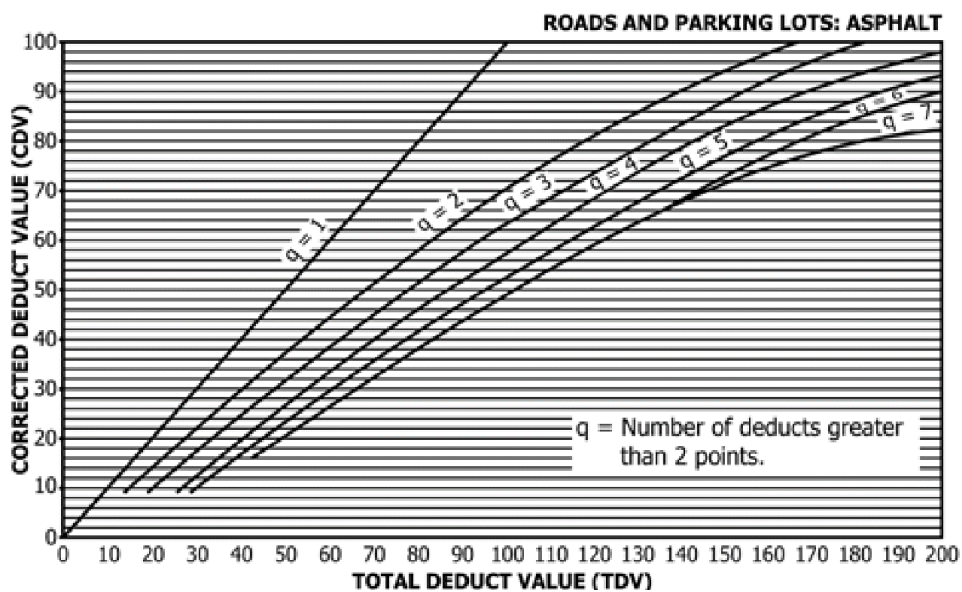
m_1 : Número máximo admisible de Valores Deducidos

HDV_1 : Máximo Valor Deducido

Determinación del Valor Deducido Corregido (CDV)

Mediante la siguiente figura se determinó la corrección para CDV para pavimentos asfálticos, trazando una perpendicular al eje de las x, donde se representa los valores deducidos totales (TDV).

Figura 3 - Curvas de corrección para CDV para pavimentos asfálticos



Fuente: ASTM D6433-11 [28]

Cálculo del Índice de Condición del Pavimento

$$PCI = 100 - \text{Máx } CDV$$

Ecuación 14

Donde:

PCI = Índice de Condición del Pavimento

Máx. CDV = Máximo Valor Deducido Corregido

Tipo de intervención

Dependiendo el tipo de falla y su nivel de severidad se realizó un análisis con los resultados del PCI con el cual se pudo clasificar el tipo de intervención, la cual se expone en la siguiente tabla. [28]

Tabla 13 - Nivel de intervención del pavimento

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



Fuente: ASTM D6433-11 [28]

Viga Benkelman

El ensayo no destructivo de la viga Benkelman que nos ayuda en la evaluación estructural de un pavimento tiene como objetivo determinar las deflexiones de la superficie de este en base a la norma AASHTO T256 que nos indica que dependiendo de ya sea su alta o baja deflexión el pavimento podrá soportar las diferentes cargas definiendo a la vía como buena o deficiente. [29]

Con la ayuda de la siguiente hoja de campo se pudo recolectar los datos para su análisis:

Figura 4 - Formato de hoja de campo para Viga Benkelman

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - VIGA BENKELMAN 									
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"									
Realizado por: Ariel Llamuca					Revisado por: Ing. Mg. Alex Lopez				
ESTACIÓN	ABSCISA	LECTURA DEL DEFLECTOMETRO (X10e-2 mm)						TEMPERATURA (°C)	ESPESOR (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
2			3					4	

Fuente: Autor

Descripción:

- 1: Datos informativos del proyecto.
- 2: Datos de estación y abscisado
- 3: Lecturas dadas por el deflectómetro
- 4: Datos de temperatura y espesor

En base a los datos obtenidos en campo se realizó los debidos cálculos para determinar las deflexiones reales de la superficie utilizando las siguientes formulas:

Corrección por brazo de la viga Benkelman

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

Ecuación 15

Donde:

D: Deflexiones

Df: Deflexión final

Do: Deflexión Inicial

RB: Relación del brazo de la viga

Corrección de deflexiones por cambio de temperatura

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

Ecuación 16

Donde:

D_{20°C}: Deflexión corregida por temperatura

Dt: Deflexión recuperable

t: Temperatura del pavimento

h: Espesor del pavimento

k: Constante para capas granulares 1×10^{-3} (1/cm x °C)

Corrección por estacionalidad

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

Ecuación 17

Donde:

D_{20°C}: Deflexiones corregida por la temperatura estándar de 20°C.

D: Deflexión corregida con el factor de estacionalidad

f_{ce} : Factor de corrección por estacionalidad

Radio de Curvatura

$$Rc = \frac{6250}{2 * (D_0 - D_{25})}$$

Ecuación 18

Donde:

Rc: Radio de Curvatura en metros

D₀: Deflexión en 0 metros

D₂₅: Deflexión en 0.25 metros

Deflexión característica

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

Ecuación 19

Donde:

D_c : Deflexión característica en 0.01 de mm

\bar{D} : Deflexión promedio

t : Porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a la característica D_c

σ : Desviación estándar

Para el cálculo de la desviación estándar utilizamos la siguiente ecuación:

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

Ecuación 20

Donde:

σ : Desviación estándar

D_i : Deflexión máxima corregida

\bar{D} : Deflexión media

n : Número de datos

Deflexión admisible

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

Ecuación 21

Donde:

D_{adm} : Deflexión admisible en millones

W18: Número de ejes equivalentes expresado en millones

Deflexión crítica

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{W18} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

Ecuación 22

Donde:

Dcr: Deflexión crítica en millones

W18: Número de ejes equivalentes expresado en millones

Tipo de Deflexión

Dependiendo de los resultados de este ensayo se pudo analizar las necesidades que tenía la vía para una futura rehabilitación de la capa de rodadura que se encontraba deteriorada. [30]

Para determinar el tipo de deflexión se usó el método CONREVIAL, que, mediante los valores de deflexión admisible, deflexión crítica y radio de curvatura, comparándolos con la siguiente tabla podemos identificar su tipo.

Tabla 14 – Tipo 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 de IV	Malo $D_c > D_a$	Malo $R_c < 100$

Fuente: CONREVIAL, “Estudio de Rehabilitación de carreteras” [31]

2.2.4. Cuarta etapa: Plan de mantenimiento en función del deterioro hallado en la vía

Para la etapa final se realizó una investigación bibliográfica ya que con el uso de norma NEVI-12 Volumen 6 que habla sobre conservación vial se pudo identificar los tipos de mantenimiento que se le puede dar a nuestra vía de estudio en relación con la información recolectada en las anteriores etapas.

El mantenimiento vial es un factor clave para la vida útil de la vía, debido que existen varios factores que provocan el deterioro de la vía los mantenimientos cambian y en base a la norma NEVI-12 Volumen 6 estos pueden ser rutinario o de tipo periódico. [32]

En la siguiente tabla se especifica los tipos de mantenimiento en pavimentos asfálticos según su tipo ya sean rutinarios o periódicos:

Tabla 15 - Mantenimiento rutinario y periódico de acuerdo con el MTOP

Mantenimiento	
Rutinario	Periodico
- Limpieza de la Via	- Sellos bituminosos
- Sellados de Grietas	- Nivelación de Bermas granulares revestidas
- Bacheo Superficial	- Imprimacion reforzada
- Bacheo Profundo	- Reposición de capa de rodadura en concreto asfáltico
- Nivelación de Bermas granulares no revestidas	- Reposicion de aceras peatonales
- Demarcacion del Pavimento	
- Reacondicionamiento de señales verticales	

Fuente: NEVI-12 Volumen 6 [32]

CAPÍTULO III – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y Discusión de los Resultados

3.1.1. Levantamiento de datos georreferenciado

3.1.1.1. Ubicación del Proyecto

El proyecto está ubicado en la vía Pelileo – Cotalo tomando como punto de inicio del abscisado el redondel La Huambaleña del cantón Pelileo, específicamente en el tramo 4+000 hasta el 8+000. En la siguiente imagen se puede apreciar la sección de vía estudiado.

Figura 5 – Imagen satelital de la vía Pelileo – Cotalo abs. 4+000 – 8+000



Fuente: Google Earth Pro

Escala: 1:60000

Las coordenadas UTM GS84 de los puntos de las abscisas de inicio y final se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 16 – Ubicación del Proyecto

PUNTO	NORTE	ESTE
ABS INICIO KM 4+000	9848872	774463
ABS FINAL KM 8+000	9846218	776524

Fuente: Autor

3.1.1.2. Levantamiento Topográfico

Una vez realizado el levantamiento topográfico se registraron los siguientes datos de la vía Pelileo – Cotalo abs 4+000 – abs 8+000:

Tabla 17 – Datos Vía Pelileo – Cotalo abs 4+000 – abs 8+000

Via Pelileo - Cotaló Abs 4+000-8+000			
DATOS		VALOR	UNIDAD
Longitud Total de la vía		4	km
Ancho Promedio		5.8	m
Puntos de GPS		450	U
Información Especifica			
DESCRIPCION	ABS.	VALOR	UNIDAD
Aceras	-	-	-
Cunetas lado derecho	4+000 - 8+000	4000	m
Cunetas a cada lado	5+000 - 5+650	650	m
Acantarillado	4+000 - 8+000	4000	m
Puente	5+200 - 5+206	6	m
Señalética			
DESCRIPCION	ABS.		Observacion
Vertical	4+000	5+900	Deteriorada e Insuficiente
	5+900	8+000	Buen estado
Horizontal	4+000	5+900	Deteriorada e Insuficiente
	5+900	8+000	Buen estado

Fuente: Autor

Se elaboro un plano de la vía el cual se encuentra en el Anexo E.

3.1.2. Tránsito vehicular

Para conocer el tránsito de la vía Pelileo – Cotaló, se ubicó una estación de conteo vehicular en la abs 4+000, las coordenadas de la ubicación se colocaron en la siguiente tabla:

Tabla 18 – Ubicación estación de conteo

Absisa	NORTE	ESTE
4+000	9848872	774463

Fuente: Autor

El conteo se lo realizo la segunda semana del mes de diciembre del 5 al 11 de diciembre del 2022, el Anexo A contiene información más detallada sobre el conteo vehicular, en la siguiente tabla se presenta un resumen del conteo vehicular realizado durante la semana.

Tabla 19 – Resumen Conteo Vehicular

Dia	Número total de vehiculos
Lunes	11714
Martes	12057
Miércoles	11198
Jueves	11738
Viernes	12447
Sábado	11444
Domingo	11840

Fuente: Autor

3.1.2.1. TPDA Actual

El día con más tránsito vehicular fue el viernes con un total de 12447 vehículos, su hora pico se dio entre las 12:00 y 13:00, con un total de 1198 vehículos distribuidos en 1104 vehículos livianos, 48 buses y 46 vehículos pesados. Con estos valores se calculó el TPDA actual utilizando la ecuación 2.

TPDA actual para vehículos livianos

$$TPDA Actual = \frac{1104}{0.15}$$
$$TPDA Actual = 7360 \frac{Veh}{dia}$$

TPDA actual para buses

$$TPDA Actual = \frac{48}{0.15}$$

$$TPDA \text{ Actual} = 320 \frac{Veh}{dia}$$

TPDA actual para vehículos pesados

$$TPDA \text{ Actual} = \frac{46}{0.15}$$

$$TPDA \text{ Actual} = 307 \frac{Veh}{dia}$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los datos calculados:

Tabla 20 – TPDA Actual, tabla resumen

Tipo de Vehículo	Total de vehículos en la hora pico (veh)	TPDA Actual (veh/día)
Livianos	1104	7360
Buses	48	320
Pesados	46	307
	Total	7987

Fuente: Autor

3.1.2.2. Tráfico Atraído

Con los valores de la tabla 18 se calculó el tráfico atraído tanto para vehículos livianos, buses y pesados. Utilizando la ecuación 1, Tráfico atraído = 10% de Tráfico Existente, en la siguiente tabla se muestra los datos calculados:

Tabla 21 – Tráfico Atraído

Tipo de Vehículo	TPDA Actual (veh/día)	Tráfico Atraído (veh/día)
Livianos	7360	736
Buses	320	32
Pesados	307	31
	Total	799

Fuente: Autor

3.1.2.3. Tráfico Promedio Diario Anual Total (TPDA)

Con los datos de TPDA actual y tráfico atraído utilizamos la ecuación 1 para calcular el tráfico Promedio Diario Anual Total (TPDA).

TPDA para vehículos livianos

$$TPDA = TPDA \text{ actual} + Tat$$

$$TPDA = 7360 \frac{Veh}{dia} + 736 \frac{Veh}{dia}$$

$$TPDA = 8096 \frac{Veh}{dia}$$

TPDA para buses

$$TPDA = 320 \frac{Veh}{dia} + 32 \frac{Veh}{dia}$$

$$TPDA = 352 \frac{Veh}{dia}$$

TPDA para vehículos pesados

$$TPDA = 307 \frac{Veh}{dia} + 31 \frac{Veh}{dia}$$

$$TPDA = 338 \frac{Veh}{dia}$$

En la siguiente tabla se muestran los datos del TPDA para el tramo km 4+000 al km 8+000 de la vía Pelileo – Cotaló.

Tabla 22 – TPDA de la vía Pelileo - Cotaló

Tipo de Vehículo	TPDA Actual (veh/día)	Tráfico Atraído (veh/día)	TPDA (veh/día)	TPDA (%)
Livianos	7360	736	8096	92.147
Buses	320	32	352	4.006
Pesados	307	31	338	3.847
Total			8786	100

Fuente: Autor

3.1.2.4. Tráfico Futuro

Se tomó un periodo de 20 años para el cálculo del tráfico futuro que empezara el 2022 hasta el 2042, para la tasa de crecimiento se utilizó la tabla 4, en la siguiente tabla se muestra el tráfico futuro en la vía Pelileo – Cotaló:

Tabla 23 – Trafico futuro en la vía Pelileo – Cotaló (Abs 4+000 – 5+000)

Año	Tasa de crecimiento (%)	Tráfico futuro (veh/día)			Tráfico futuro total
		Livianos	Buses	Pesados	
2022	0.81	8096	352	338	8786
2023	0.81	8162	355	341	8858
2024	0.81	8228	358	343	8929
2025	0.81	8294	361	346	9001
2026	0.81	8362	364	349	9075
2027	0.66	8367	364	349	9080
2028	0.66	8422	366	352	9140
2029	0.66	8478	369	354	9201
2030	0.66	8533	371	356	9260
2031	0.66	8590	373	359	9322
2032	0.55	8552	372	357	9281
2033	0.55	8600	374	359	9333
2034	0.55	8647	376	361	9384
2035	0.55	8694	378	363	9435
2036	0.55	8742	380	365	9487
2037	0.47	8686	378	363	9427
2038	0.47	8727	379	364	9470
2039	0.47	8768	381	366	9515
2040	0.47	8809	383	368	9560
2041	0.47	8850	385	369	9604
2042	0.42	8804	383	368	9555

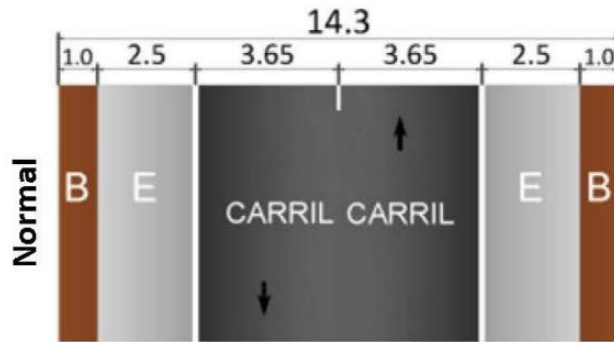
Fuente: Autor

3.1.2.5. Clasificación de la vía en base del TPDA

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de la vía de estudio es de 8786 veh/día, y su tráfico futuro es de 9555 veh/día, en función de la clasificación por Capacidad (Función del TPDA) tabla 5, podemos clasificar a la vía como Autovía o Carretera Multicarril (AV1) en la actualidad y en el futuro.

La vía cuenta con dos carriles a lo largo del tramo de estudio como se representa en la siguiente figura:

Figura 6 – Dimensiones de la Vía



Fuente: NEVI - 12 - Volumen 2ª

Las dimensiones de la vía para un funcionamiento óptimo son de 7,30 m, la vía tiene un ancho promedio de 5,8 m, el ancho de vía es insuficiente para soportar tanto el tráfico actual y futuro.

3.1.2.6. Cálculo de ejes equivalente

Debido a que en la vía de estudio existe tránsito de vehículos pesados se debe modificar a ejes equivalentes, utilizamos la ecuación 4:

$$W18 = \left(\left(\sum_{i=1}^n FD * TPDA_{futuro} \right) * 365 \right) * Fd * DI$$

Utilizamos los valores de la tabla 6 para el factor de daño, para Buses 1.04 y para Pesados 1.31:

$$W18 = \left(((352 * 1.04) + (338 * 1.31)) * 365 \right) * Fd * DI$$

Luego, utilizamos la tabla 7 para el factor de distribución direccional, que para el tramo de estudio es de 0.5:

$$W18 = \left(((352 * 1.04) + (338 * 1.31)) * 365 \right) * 0.5 * DI$$

Finalmente, utilizamos la tabla 8 para el Porcentaje de W18 en el carril DI que es el 100%.

$$W18 = \left(((352 * 1.04) + (338 * 1.31)) * 365 \right) * 0.5 * 1$$

$$W18 = 147617 \text{ ejes equivalentes}$$

Los resultados para cada año se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 24 - Cálculo de ejes equivalentes

Año	Tráfico futuro (veh/día)			W18 Calculado	W18 Acumulado	W18 Carril de diseño
	Livianos	Buses	Pesados			
2022	8096	352	338	147617	147617	73809
2023	8162	355	341	148904	296521	148261
2024	8228	358	343	149952	446473	223237
2025	8294	361	346	151238	597711	298856
2026	8362	364	349	152525	750236	375118
2027	8367	364	349	152525	902761	451381
2028	8422	366	352	153622	1056383	528192
2029	8478	369	354	154669	1211052	605526
2030	8533	371	356	155527	1366579	683290
2031	8590	373	359	156624	1523203	761602
2032	8552	372	357	155956	1679159	839580
2033	8600	374	359	156814	1835973	917987
2034	8647	376	361	157671	1993644	996822
2035	8694	378	363	158529	2152173	1076087
2036	8742	380	365	159387	2311560	1155780
2037	8686	378	363	158529	2470089	1235045
2038	8727	379	364	158958	2629047	1314524
2039	8768	381	366	159816	2788863	1394432
2040	8809	383	368	160673	2949536	1474768
2041	8850	385	369	161292	3110828	1555414
2042	8804	383	368	160673	3271501	1635751

Fuente: Autor

3.1.3. Evaluación de los componentes físicos de la vía

3.1.3.1. Estudio de Suelos

3.1.3.1.1. Granulometría

Se utilizó el Anexo C para clasificar el suelo obtenido de las 4 calicatas realizadas a lo largo de la vía, los detalles del ensayo se muestran en el Anexo C, a continuación, se presenta una tabla resumen de la clasificación de los suelos.

Tabla 25 – Resultados Clasificación de suelo

Muestra	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Clasificación (AASHTO)
1	2.09	81.44	16.48	A-2-4 Gravas y arenas limosas y arcillosas
2	1.46	82.85	15.69	A-2-4 Gravas y arenas limosas y arcillosas
3	2.39	86.02	11.59	A-1b Fragmento piedra, grava y arena
4	2.61	83.94	13.45	A-2-4 Gravas y arenas limosas y arcillosas

Fuente: Autor

3.1.3.1.2. Límites de Atterberg

Los detalles del ensayo se muestras en el Anexo C, a continuación, se presenta una tabla resumen de los resultados de los límites de Atterberg.

Tabla 26 – Resultados Limites de Atterberg

Muestra	Límite Líquido (%)	Limite Plástico (%)	Indice de Plasticidad (%)
1	19.59	18.71	0.88
2	21.25	20.51	0.74
3	19.37	18.71	0.66
4	18.83	18.06	0.77

Fuente: Autor

3.1.3.1.3. Proctor Modificado

Los detalles del ensayo se muestras en el Anexo C, a continuación, se presenta una tabla resumen de los resultados del Proctor Modificado.

Tabla 27 – Resultados Proctor Modificado

Muestra	Densidad seca máxima (gr/cm ³)	Humedad Óptima (%)
1	1.660	14.5
2	1.395	13
3	1.728	14.1
4	1.555	11.8

Fuente: Autor

3.1.3.1.4. CBR (Relación de Soporte de California)

En base a los datos de densidad seca máxima y humedad óptima de cada muestra se obtuvo la resistencia al corte del suelo, con el uso de la tabla 9 clasificamos las 4 muestras, los detalles del ensayo se muestran en el Anexo C, a continuación, se presenta una tabla resumen de los resultados, clasificación y su uso.

Tabla 28 – Resultados CBR

Muestra	CBR (%)	Clasificación (AASHTO)	Usos (AASHTO)
1	8	Regular - Buena	Subrasante
2	10	Regular - Buena	Subrasante
3	14	Regular - Buena	Subrasante
4	13	Regular - Buena	Subrasante

Fuente: Autor

Terminados los ensayos de suelos obtenemos un promedio de CBR de 11, según la tabla 9 nos indica que sirve como subrasante y tiene una clasificación de regular a bueno a lo largo del tramo estudiado.

3.3.1.2. Análisis de las condiciones del pavimento

3.3.1.2.1. Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Unidad de muestreo

En la siguiente tabla se presentan los datos que fueron utilizados para calcular las unidades de muestreo, los datos fueron recopilados de la vía de estudio.

Tabla 29 – Datos vía Pelileo – Cotalo Abs 4+000 – 8+000

Datos vía Pelileo – Cotalo Abs 4+000 – 8+00	Valor	Unidad
Ancho promedio de la vía (Av)	5.8	m
Longitud del tramo (Lt)	4000	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

Longitud de la Unidad de Muestreo

Utilizamos la ecuación 7:

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

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2}{5,8 \text{ m}}$$

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 + 93 \text{ m}^2}{5,8 \text{ m}}$$

$$L = 55,7 \text{ m}$$

$$L = \frac{230 \text{ m}^2 - 93 \text{ m}^2}{5,8 \text{ m}}$$

$$L = 23,6 \text{ m}$$

Realizados los cálculos respectivos obtenemos los rangos de la longitud de muestreo que deben estar entre 23.6 m y 55.7 m, promediamos estos valores y obtenemos una longitud de muestreo de 40m. La cual utilizaremos para los siguientes cálculos.

Unidad Totales de Muestreo

Utilizamos la ecuación 8:

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

$$N = \frac{4000 \text{ m}}{40 \text{ m}}$$

$$N = 100 \text{ Unidades}$$

Unidades Mínimas de Muestro

Utilizamos la ecuación 9:

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (1 + n) + \sigma^2}$$
$$n = \frac{100 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (100 - 1) + 10^2}$$
$$n = 13.91 \approx 14 \text{ Unidades de muestreo}$$

Intervalos para la Muestra

Utilizamos la ecuación 10:

$$i = \frac{100}{14}$$
$$i = 7.14 \approx 7 \text{ Unidades de muestreo}$$

Una vez realizados los cálculos obtenemos que se debe hacer la evaluación cada 7 unidades de muestreo o cada 280 m en una distancia de 40 m, en la siguiente tabla se detalla el abscisado de las 14 unidades de muestreo, su ancho promedio y área.

Tabla 30 – Unidades de Muestreo

Unidad	Abscisas (m)		Ancho promedio (m)	Area (m2)
	Inicial	Final		
1	4+000	4+040	5.55	222
2	4+280	4+320	5.3	212
3	4+560	4+600	5	200
4	4+840	4+880	5.5	220
5	5+120	5+160	6.1	244
6	5+400	5+440	5.5	220
7	5+680	5+720	5	200
8	5+960	6+000	5.45	218
9	6+240	6+280	6.1	244
10	6+520	6+560	5	200
11	6+800	6+840	5.5	220
12	7+080	7+120	6.2	248
13	7+360	7+400	6	240
14	7+640	7+680	5.5	220

Fuente: Autor

Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Mediante una inspección visual y con uso de la hoja de campo presentada en la figura 2, se obtuvo la severidad y cantidad del tipo de fallas que se presentaron en la vía, en base a la Norma ASTM D 6433-11 como se muestra en a la siguiente tabla:

Tabla 31 – Cálculo del PCI - Unidad de Muestreo 1

CÓDIGO		SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
1	L	20.00						20.00	9.01	32	
10	L	3.00	4.00	1.50	3.00			11.50	5.18	10	
13	L	1.00	1.00	1.00	1.00			4.00	1.80	67	
								Máximo valor deducido (MaxDV)=	67		
								Número Máx. de Val. Deducido(m)=	4.0		
NÚM.	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV		
1	67	32	10				109	3	74		
2	67	32	2				101	2	72		
3	67	2	2				71	1	72		
								Máx (CDV) =	74		
								Cálculo del PCI = (100 - CDV) =	26		
								Condición del Pavimento	Muy Pobre		

Fuente: Autor

Cálculo de la Densidad

Se calculó la densidad por cada falla con la ecuación 11:

- Falla #1 (Piel de Cocodrilo)
- Severidad L

$$D = \frac{ATD}{AM} * 100$$

$$D = \frac{20}{222} * 100$$

$$D = 9.01 \%$$

- Falla #10 (Grietas longitudinales y transversales)
- Severidad L

$$D = \frac{11.50}{222} * 100$$

$$D = 5.18 \%$$

- Falla #13 (Baches)
- Severidad L

$$D = \frac{4}{222} * 100$$

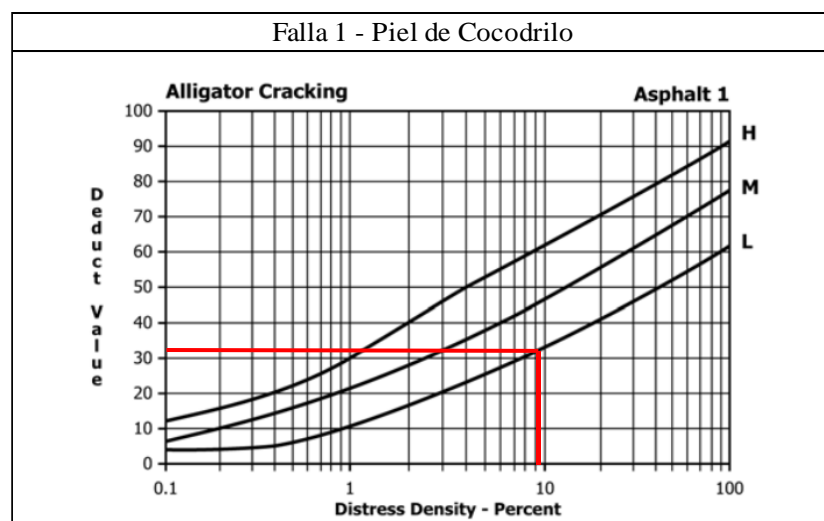
$$D = 1.80 \%$$

Determinación de Valores Deducidos

Mediante las gráficas de valores deducidos para pavimento asfáltico presentadas en el Anexo B, con los datos de severidad y densidad de cada falla, determinamos el valor deducido de cada falla, a continuación, se muestran las gráficas usadas en la unidad de muestreo 1:

- Falla #1 (Piel de Cocodrilo)
- Severidad L
- Densidad = 9.01%

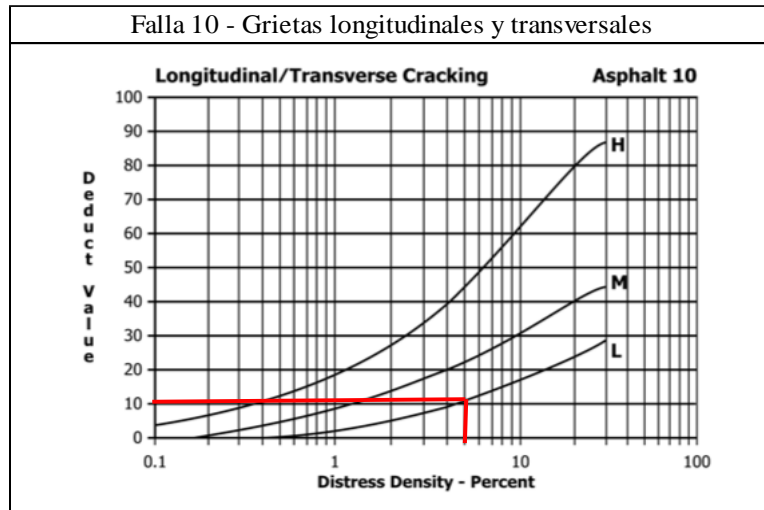
Figura 7 – Grafica - Falla 1 - Piel de Cocodrilo - Unidad de Muestreo 1



Fuente: ASTM D 6433-11 [28]

- Falla #10 (Grietas longitudinales y transversales)
- Severidad L
- Densidad = 5.18%

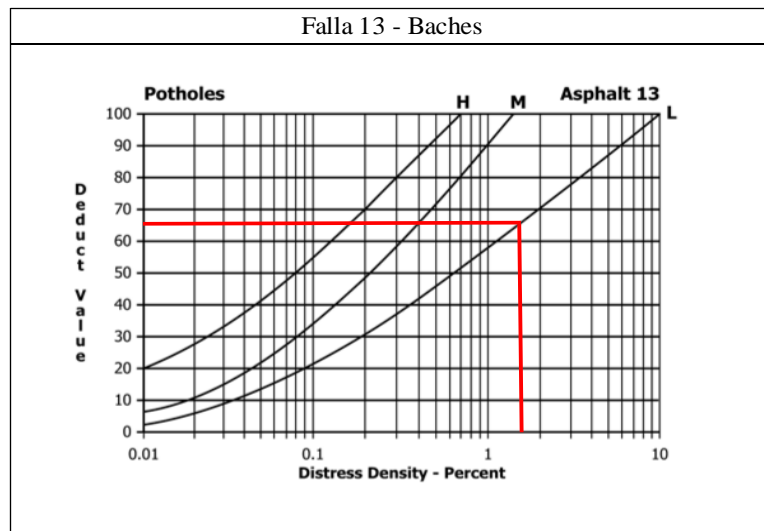
Figura 8 – Grafica - Falla 10 - Grietas longitudinales y transversales - Unidad de Muestreo 1



Fuente: ASTM D 6433-11 [28]

- Falla #13 (Baches)
- Severidad L
- Densidad = 1.80%

Figura 9 – Grafica - Falla 13 – Baches - Unidad de Muestreo 1



Fuente: ASTM D 6433-11 [28]

Cálculo del Valor Deducido Total

Utilizamos la ecuación 12:

$$VDT = 32 + 10 + 67 = 109$$

Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos

Utilizamos la ecuación 13:

$$m_1 = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$$

$$m_1 = 1 + \frac{9}{98} (100 - 67) = 4$$

Determinación del Valor Deducido Corregido (CDV)

Ordenamos y sumamos los valores deducidos como se muestran en la siguiente tabla:

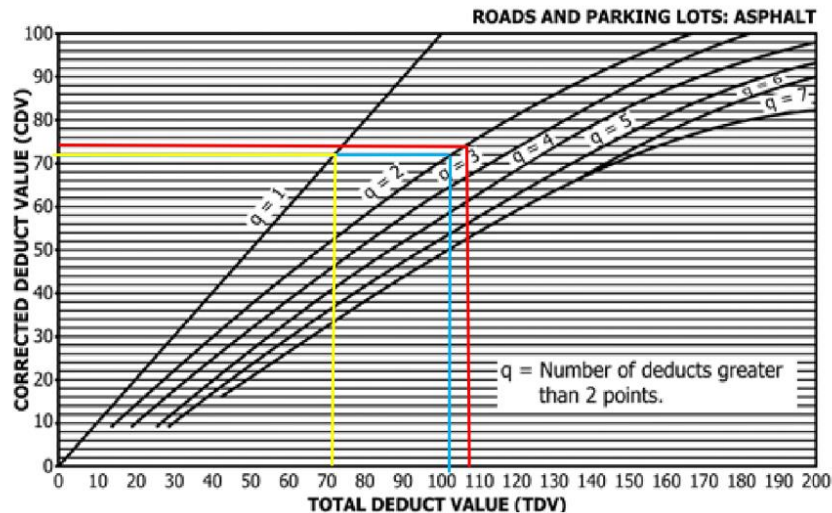
Tabla 32 - Valores Deducidos Total - Unidad de Muestreo 1

NÚM.	VALOR DEDUCIDO									TOTAL	q
1	67	32	10							109	3
2	67	32	2							101	2
3	67	2	2							71	1

Fuente: Autor

Utilizamos la figura 3 para encontrar el máximo Valor Deducido Corregido, con el dato de valor deducido total: Unidad de Muestreo 1

Figura 10 – Determinación del CDV - Unidad de Muestreo 1



Fuente: ASTM D 6433-11 [28]

Cálculo del Índice de Condición del Pavimento

Por último, utilizamos la ecuación 14 para calcular el PCI de la Unidad de muestreo:

$$PCI = 100 - \text{Máx } CDV$$



$$PCI = 100 - 74$$

$$PCI = 26$$

Se obtuvo un valor de 26 que en el rango de calificación del PCI que se muestra en la tabla 11 la Unidad de muestreo 1 se clasifica con Muy Pobre.

Se obtuvo un valor de PCI para cada unidad de muestreo, en la siguiente tabla se presenta un resumen:

Tabla 33 – Tabla resumen de resultados PCI

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL RESUMEN EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO - PCI 							
Unidad	Abscisas [m]		Área [m ²]	PCI	Clasificación	Etiqueta	Intervención
	Inicial	Final					
1	4+000	4+040	222.0	26	Muy Pobre		Reconstrucción
2	4+280	4+320	212.0	66	Bueno		Rehabilitación
3	4+560	4+600	200.0	44	Pobre		Rehabilitación
4	4+840	4+880	220.0	42	Pobre		Rehabilitación
5	5+120	5+160	244.0	48	Pobre		Rehabilitación
6	5+400	5+440	220.0	52	Pobre		Rehabilitación
7	5+680	5+720	200.0	52	Pobre		Rehabilitación
8	5+960	6+000	218.0	82	Satisfactorio		Mantenimiento
9	6+240	6+280	244.0	94	Excelente		Mantenimiento
10	6+520	6+560	200.0	78	Satisfactorio		Mantenimiento
11	6+800	6+840	220.0	76	Satisfactorio		Mantenimiento
12	7+080	7+120	248.0	92	Excelente		Mantenimiento
13	7+360	7+400	240.0	88	Excelente		Mantenimiento
14	7+640	7+680	220.0	56	Bueno		Rehabilitación
PROMEDIO				64.00	Bueno		Rehabilitación

PCI = 64.00 **Bueno**

Fuente: Autor

Para el tramo de la vía Pelileo – Cotaló abs 4+000 – 8+000 se determinó el Índice de Condición del Pavimento con un valor promedio de 64 puntos, la condición del pavimento es buena y su intervención al tramo es una rehabilitación.

3.3.1.2.2. Deflexiones en la capa de rodadura (Viga Benkelman)

Para el uso de la viga Benkelman se debe considerar el ancho del carril, ya que dependiendo de su ancho colocaremos la viga desde el borde del pavimento, la siguiente tabla nos indica donde se debe ubicar la viga:



Tabla 34 – Ubicación de la viga Benkelman

Ancho del Carril (m)	Distancia desde el borde del pavimento (m)
2.70	0.45
3.00	0.60
3.30	0.75
3.60 o más	0.90

Fuente: CONREVIAL, “Estudio de Rehabilitación de carreteras” [31]

Con el uso de la hoja de campo que se muestra en la figura 4, se tomaron lecturas de deflexión cada 25cm, 50cm, 100cm y 500 cm, la vía tiene un ancho promedio de 5.8m en base a este ancho la viga se colocó en una distancia de 0.90m del borde de vía en base a la tabla 32, a continuación, se muestra las deflexiones de la vía obtenidas mediante el uso de la Viga Benkelman:

Tabla 35 – Deflexiones de la vía Pelileo – Cotaló abs km 4+000 – km 8+000

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - VIGA BENKELMAN							
 									
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotaló ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"									
Realizado por: Ariel Llamuca					Revisado por: Ing. Mg. Alex Lopez				
Estación	Abscisa	Lectura del Deflectómetro (X10e-2 mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+000	0	5	20	36	43	43	21	5
2	4+200	0	12	20	25	42	42	22	5
3	4+400	0	4	19	21	44	44	23	5
4	4+600	0	7	17	32	37	37	23	5
5	4+800	0	7	25	35	39	39	22	5
6	5+000	0	4	22	36	35	35	21	5
7	5+200	0	12	27	34	39	39	22	5
8	5+400	0	7	21	35	45	45	21	5
9	5+600	0	6	28	34	45	45	21	5
10	5+800	0	10	22	32	48	48	22	5
11	6+000	0	19	33	42	47	47	21	5
12	6+200	0	6	23	32	49	49	22	5
13	6+400	0	16	37	42	45	45	21	5
14	6+600	0	9	21	35	45	45	22	5
15	6+800	0	5	24	33	48	48	21	5
16	7+000	0	25	30	41	45	45	21	5
17	7+200	0	6	26	30	42	42	20	5
18	7+400	0	9	32	37	41	41	22	5
19	7+600	0	10	26	30	43	43	22	5
20	7+800	0	8	24	31	35	35	21	5

Fuente: Autor

Se realizó las correcciones para obtener valores reales de las deflexiones:

Corrección por brazo de la viga Benkelman

Utilizamos la ecuación 15:

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

$$D = 2 * (54 * 10^{-2} - 0)$$

$$D = 108 * 10^{-2} \text{ mm}$$

Se repite el proceso para todos los valores, a continuación, se muestra la tabla con las deflexiones corregidas:

Tabla 36 - Deflexiones corregidas por el brazo con relación 1:2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - VIGA BENKELMAN							
		Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"							
Realizado por: Ariel Llamuca				Revisado por: Ing. Mg. Alex Lopez					
Corrección por el brazo con relación 1:2									
Estación	Abscisa	Lectura del Deflectómetro (X10e-2 mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+000	86	76	46	14	0	0	21	5
2	4+200	84	60	44	34	0	0	22	5
3	4+400	88	80	50	46	0	0	23	5
4	4+600	74	60	40	10	0	0	23	5
5	4+800	78	64	28	8	0	0	22	5
6	5+000	70	62	26	-2	0	0	21	5
7	5+200	78	54	24	10	0	0	22	5
8	5+400	90	76	48	20	0	0	21	5
9	5+600	90	78	34	22	0	0	21	5
10	5+800	96	76	52	32	0	0	22	5
11	6+000	94	56	28	10	0	0	21	5
12	6+200	98	86	52	34	0	0	22	5
13	6+400	90	58	16	6	0	0	21	5
14	6+600	90	72	48	20	0	0	22	5
15	6+800	96	86	48	30	0	0	21	5
16	7+000	90	40	30	8	0	0	21	5
17	7+200	84	72	32	24	0	0	20	5
18	7+400	82	64	18	8	0	0	22	5
19	7+600	86	66	34	26	0	0	22	5
20	7+800	70	54	22	8	0	0	21	5

Fuente: Autor

Corrección de deflexiones por cambio de temperatura

Utilizamos la ecuación 16:



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

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{108}{(1 * 10^{-3} * 5 * (20 - 20^{\circ}C) + 1)}$$

$$D_{20^{\circ}C} = 108 * 10^{-3} mm$$

Se repite el proceso para todos los valores, a continuación, se muestra la tabla con las deflexiones corregidas:

Tabla 37 - Deflexiones corregidas por temperatura

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - VIGA BENKELMAN 									
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"									
Realizado por: Ariel Llamuca					Revisado por: Ing. Mg. Alex Lopez				
Corrección por Temperatura									
Estación	Abscisa	Lectura del Deflectómetro (X10e-2 mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+000	85.6	75.6	45.8	13.9	0.0	0.0	21	5
2	4+200	83.2	59.4	43.6	33.7	0.0	0.0	22	5
3	4+400	86.7	78.8	49.3	45.3	0.0	0.0	23	5
4	4+600	72.9	59.1	39.4	9.9	0.0	0.0	23	5
5	4+800	77.2	63.4	27.7	7.9	0.0	0.0	22	5
6	5+000	69.7	61.7	25.9	-2.0	0.0	0.0	21	5
7	5+200	77.2	53.5	23.8	9.9	0.0	0.0	22	5
8	5+400	89.6	75.6	47.8	19.9	0.0	0.0	21	5
9	5+600	89.6	77.6	33.8	21.9	0.0	0.0	21	5
10	5+800	95.0	75.2	51.5	31.7	0.0	0.0	22	5
11	6+000	93.5	55.7	27.9	10.0	0.0	0.0	21	5
12	6+200	97.0	85.1	51.5	33.7	0.0	0.0	22	5
13	6+400	89.6	57.7	15.9	6.0	0.0	0.0	21	5
14	6+600	89.1	71.3	47.5	19.8	0.0	0.0	22	5
15	6+800	95.5	85.6	47.8	29.9	0.0	0.0	21	5
16	7+000	89.6	39.8	29.9	8.0	0.0	0.0	21	5
17	7+200	84.0	72.0	32.0	24.0	0.0	0.0	20	5
18	7+400	81.2	63.4	17.8	7.9	0.0	0.0	22	5
19	7+600	85.1	65.3	33.7	25.7	0.0	0.0	22	5
20	7+800	69.7	53.7	21.9	8.0	0.0	0.0	21	5

Fuente: Autor

Corrección por estacionalidad

Dependiendo las condiciones climáticas que se presentaron en el momento de realizar el ensayo el factor de corrección por estacionalidad cambia como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 38 – Factor de corrección por estacionalidad

Tipo de suelo subrasante	Estación lluviosa	Estación seca
Arenosa - Permeable	1.00	1.1 a 1.3
Arcillosa - sensible al agua	1.00	1.2 a 1.4

Fuente: CONREVIAL, “Estudio de Rehabilitación de carreteras” [31]

En el momento de realizar las lecturas hubo una pequeña lluvia, se tomó un factor de 1.0.



Utilizamos la ecuación 17:

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

$$D = 1 * 108 * 10^{-2} = 108 * 10^{-2}$$

Se repite el proceso para todos los valores, a continuación, se muestra la tabla con las deflexiones corregidas:

Tabla 39 - Deflexiones corregidas por estacionalidad

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - VIGA BENKELMAN									
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"									
Realizado por: Ariel Llamuca					Revisado por: Ing. Mg. Alex Lopez				
Corrección por Estacionalidad									
Estación	Abscisa	Lectura del Deflectómetro (X10e-2 mm)						Temperatura (°C)	Espesor (cm)
		D0	D25	D50	D100	D500	D800		
1	4+000	85.6	75.6	45.8	13.9	0.0	0.0	21	5
2	4+200	83.2	59.4	43.6	33.7	0.0	0.0	22	5
3	4+400	86.7	78.8	49.3	45.3	0.0	0.0	23	5
4	4+600	72.9	59.1	39.4	9.9	0.0	0.0	23	5
5	4+800	77.2	63.4	27.7	7.9	0.0	0.0	22	5
6	5+000	69.7	61.7	25.9	-2.0	0.0	0.0	21	5
7	5+200	77.2	53.5	23.8	9.9	0.0	0.0	22	5
8	5+400	89.6	75.6	47.8	19.9	0.0	0.0	21	5
9	5+600	89.6	77.6	33.8	21.9	0.0	0.0	21	5
10	5+800	95.0	75.2	51.5	31.7	0.0	0.0	22	5
11	6+000	93.5	55.7	27.9	10.0	0.0	0.0	21	5
12	6+200	97.0	85.1	51.5	33.7	0.0	0.0	22	5
13	6+400	89.6	57.7	15.9	6.0	0.0	0.0	21	5
14	6+600	89.1	71.3	47.5	19.8	0.0	0.0	22	5
15	6+800	95.5	85.6	47.8	29.9	0.0	0.0	21	5
16	7+000	89.6	39.8	29.9	8.0	0.0	0.0	21	5
17	7+200	84.0	72.0	32.0	24.0	0.0	0.0	20	5
18	7+400	81.2	63.4	17.8	7.9	0.0	0.0	22	5
19	7+600	85.1	65.3	33.7	25.7	0.0	0.0	22	5
20	7+800	69.7	53.7	21.9	8.0	0.0	0.0	21	5

Fuente: Autor

Radio de curvatura

Utilizamos la ecuación 18:

$$Rc = \frac{6250}{2 * (D0 - D25)}$$

$$Rc = \frac{6250}{2 * (85.6 - 75.6)}$$

$$Rc = 314.06 \text{ m}$$

Se repite el proceso para todos los valores, a continuación, se muestra la tabla con los radios de curvatura:

Tabla 40 - Radios de curvatura

Estación	Abscisa	Lectura del Deflectómetro (X10e-2 mm)		Radio de Curvatura (m)
		D0	D25	
1	4+000	85.6	75.6	314.06
2	4+200	83.2	59.4	131.51
3	4+400	86.7	78.8	396.48
4	4+600	72.9	59.1	226.56
5	4+800	77.2	63.4	225.45
6	5+000	69.7	61.7	392.58
7	5+200	77.2	53.5	131.51
8	5+400	89.6	75.6	224.33
9	5+600	89.6	77.6	261.72
10	5+800	95.0	75.2	157.81
11	6+000	93.5	55.7	82.65
12	6+200	97.0	85.1	263.02
13	6+400	89.6	57.7	98.14
14	6+600	89.1	71.3	175.35
15	6+800	95.5	85.6	314.06
16	7+000	89.6	39.8	62.81
17	7+200	84.0	72.0	260.42
18	7+400	81.2	63.4	175.35
19	7+600	85.1	65.3	157.81
20	7+800	69.7	53.7	196.29
Promedio (Dm)		85.0	66.5	212.4

Fuente: Autor

Deflexión característica

Valor que representa a una determinada sección, mediante un análisis estadístico, se calculó la desviación estándar utilizando la ecuación 20 con los valores de las deflexiones máximas.

Tabla 41 - Desviación estándar de las deflexiones máximas

Estación	Abscisa	D0	(Dm-D0)	(Dm-D0)^2
1	4+000	85.6	-0.5	0.28
2	4+200	83.2	1.9	3.52
3	4+400	86.7	-1.7	2.74
4	4+600	72.9	12.1	147.34
5	4+800	77.2	7.8	61.10
6	5+000	69.7	15.4	236.94
7	5+200	77.2	7.8	61.10
8	5+400	89.6	-4.5	20.32
9	5+600	89.6	-4.5	20.32
10	5+800	95.0	-10.0	100.10
11	6+000	93.5	-8.5	72.04
12	6+200	97.0	-12.0	143.64
13	6+400	89.6	-4.5	20.32
14	6+600	89.1	-4.1	16.52
15	6+800	95.5	-10.5	109.78
16	7+000	89.6	-4.5	20.32
17	7+200	84.0	1.0	1.09
18	7+400	81.2	3.9	14.87
19	7+600	85.1	-0.1	0.01
20	7+800	69.7	15.4	236.94
Promedio (Dm)		85.0	Suma:	1289.30

Fuente: Autor

Se calculo la desviación estándar con los datos de la tabla.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1289.30}{(20 - 1)}}$$

$$\sigma = 8.24$$

A continuación, se presenta una tabla con los valores más frecuentes para definir el valor “t”:

Tabla 42 – Ecuaciones para definir la deflexión característica

Valor diseño (%)	Deflexión característica (Dc)	Extensión del pavimento con D>Dc (%)
50	\bar{D}	50
75	$\bar{D} + 0.67 * \sigma$	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, “Estudio de Rehabilitación de carreteras” [31]

El método CONREVIAL recomienda el uso del valor de diseño del 95%, utilizamos la ecuación 19:

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

$$D_c = 85 + 1.645 * 8.2$$

$$D_c = 98.6 * 10^{-2} \text{ mm}$$

Deflexión admisible

Utilizamos la ecuación 21, utilizamos el valor calculado anteriormente de ejes equivalente:

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

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{73809} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 198.67 * 10^{-2} \text{ mm}$$

Deflexión crítica

Utilizamos la ecuación 22, utilizamos el valor calculado anteriormente de ejes equivalente:

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

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{73809} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{cr} = 184.6 * 10^{-2} \text{ mm}$$

Tipo de deflexión

Una vez determinado los valores de deflexión admisible, deflexión crítica y radio de curvatura, utilizamos la Tabla 14 para determinar el tipo de deflexión, en la siguiente tabla se presenta un resumen de los resultados:

Tabla 43 - Resultados de deflexiones de la vía Pelileo – Cotaló

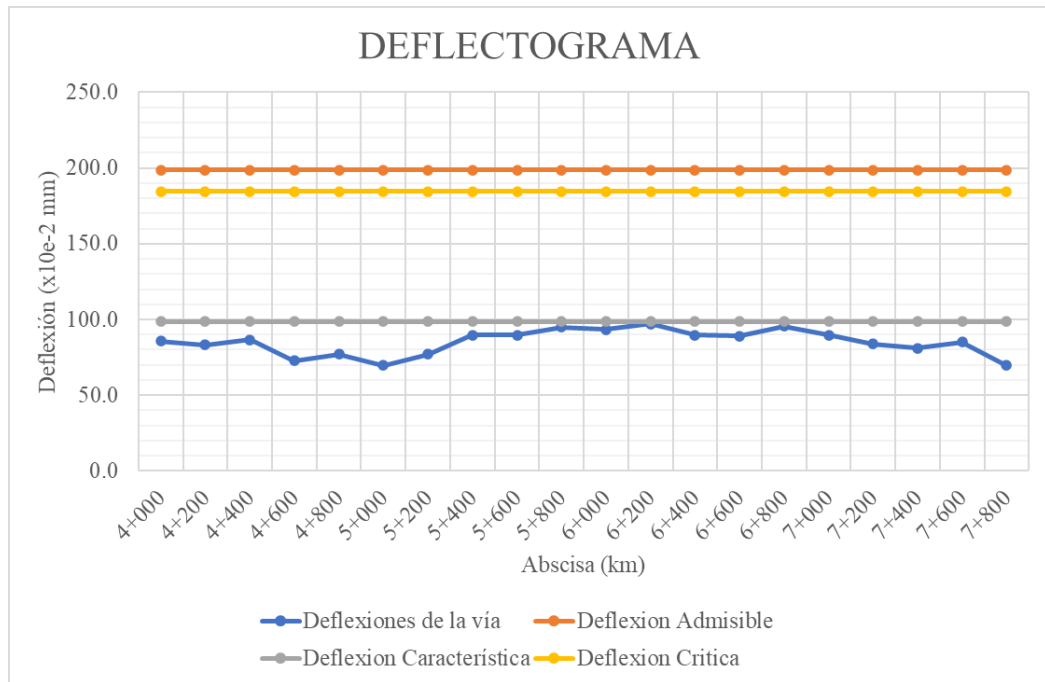
Deflexiones de la vía Pelileo – Cotaló	
Deflexión Promedio (Dm)	85 * 10e-2 mm
Radio de curvatura (Rc)	212.4 m
Desviacion Estandar (σ)	8.2
Deflexión Características (Dc)	98.6 * 10e-2 mm
Deflexión Admisible (Dadm)	198.67 * 10e-2 mm
Deflexión Crítica (Dcr)	184.6 * 10e-2 mm
Tipo de Deflexion	
Comportamiento de la Subrasante	
Tipo I	
Dc < Da	98.6 * 10e-2 mm < 198.67 * 10e-2 mm
Comportamiento del Pavimento	
Tipo I	
Rc > 100	212.4 > 100

Fuente: Autor

Se clasifico las deflexiones como Tipo I, el comportamiento de la subrasante y del pavimento es bueno, a pesar de que la vía cuenta con una capa de pavimento sobrepuesta en un empedrado.

A continuación, se presenta una gráfica resumen de los resultados de las deflexiones que se presentaron en la vía de estudio.

Figura 11 – Deflectograma



Fuente: Autor

Se calculo las deflexiones que tendrá la vía después de 20 años, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

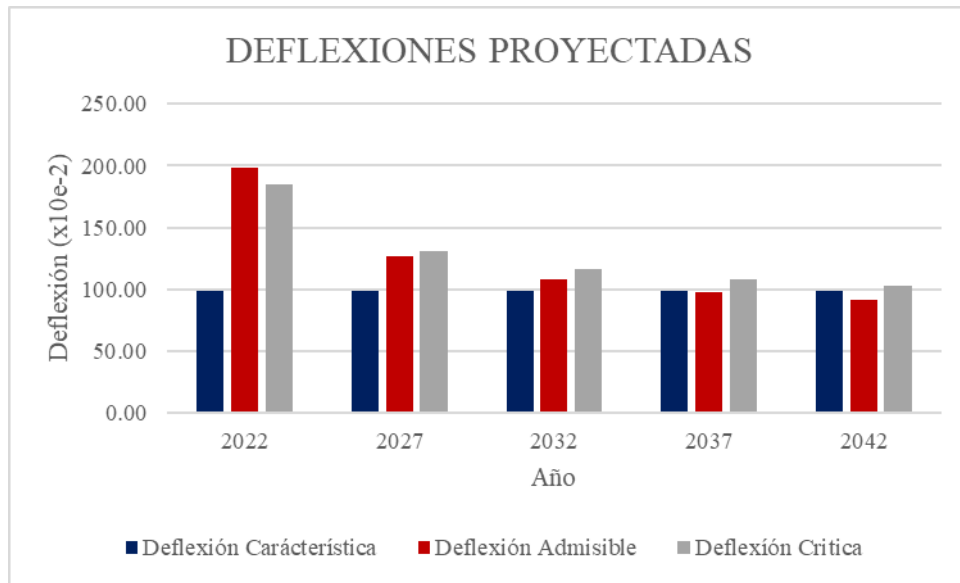
Tabla 44 – Deflexiones Proyectadas

Deflexiones Proyectadas				
AÑO	W18	Dc (X10e-2 mm)	Dadm (X10e-2 mm)	Dcr (X10e-2 mm)
2022	73809	98.60	198.68	184.57
2027	451381	98.60	126.34	131.15
2032	839580	98.60	108.18	116.66
2037	1235045	98.60	98.23	108.47
2042	1635751	98.60	91.57	102.87

Fuente: Autor

En la siguiente figura se expone los valores de las deflexiones proyectadas:

Figura 12 – Deflexiones Proyectadas



Fuente: Autor

Una vez calculadas las deflexiones para el año 2042 podemos evidenciar que la vía mantendrá una buena funcionalidad hasta el año 2027, pasado este año tanto la deflexión admisible como la crítica serán inferiores a la característica lo que provocara inestabilidad y mal funcionamiento de la vía.

3.1.4. Plan de Mantenimiento Vial

Finalmente, con los resultados obtenidos de la investigación de campo con el Índice de Condición de Pavimento (PCI) y la investigación de laboratorio con los ensayos de suelos, se propuso un plan de mantenimiento vial en base a la norma NEVI – 12 Volumen 6 presentada en la tabla 15, un plan de mantenimiento rutinario y un mantenimiento específico para las fallas encontradas en el pavimento.

En la siguiente tabla se muestra el plan de mantenimiento rutinario y su descripción:

Tabla 45 – Plan de Mantenimiento Rutinario

Mantenimiento Rutinario	Descripción
Limpieza de la Via	Eliminación selectiva de vegetación, retiro de cualquier desecho, basura que impida la visión al conductor y/o tapar cunetas luego de ser arrastrados por la lluvia.
Sellado de Grietas	Colocación de asfalto liquido sobre grietas y fisuras del pavimento con el propósito de minimizar la infiltración de agua y la oxidación del asfalto.
Bacheo Superficial	Colocación de mezclas asfálticas en caliente para la reparación de baches cuya profundidad no pase los 50 mm y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentren deterioradas.
Bacheo Profundo	Reemplazo de una parte gravemente deteriorada de la estructura de un pavimento, cuando el daño afecte tanto a la capa de rodadura y al menos una parte de la base y subbase, su profundidad es de mas 50 mm.
Demarcacion del Pavimento	Demarcación de pavimento con pintura retrorreflectante o no, a líneas o símbolos que se encuentren en la capa de rodadura que tienen como objetivos ser informativos, preventivos o reguladores del tránsito.

Fuente: NEVI-12 Volumen 6 [32]

Mediante las fallas encontradas por el método de inspección visual PCI se propuso un plan de mantenimiento específico, las cantidades que se muestran se justifican en el Anexo B, estas cantidades pueden variar con el transcurso del tiempo, a continuación, se muestra la tabla:

Tabla 46 – Intervención - Falla #1: Piel de Cocodrilo (m2)

Falla #1: Piel de Cocodrilo (m2)				
Absisa		Severidad		Solución
Inicial	Final	L	M	
4+000	4+040	20		L: Sellado de superficial
4+280	4+320	16		
4+560	4+600	10		
4+840	4+880	12		
5+120	5+160		4.9	
5+400	5+440		2.25	
5+960	6+000		6.18	
6+240	6+28	1.44		
6+520	6+560	6.25		
6+800	6+840	9.58		
7+080	7+120	1.4		
7+360	7+400	3.75		
7+640	7+680		2.81	
Total a intervenir (m2)		80.42	16.14	

Fuente: Autor

Tabla 47 - Intervención - Falla #5: Corrugación (m2)

Falla #5: Corrugación (m2)				
Absisa		Severidad		Solución
Inicial	Final	L	M	
4+280	4+320		1.25	M: Reconstruccion
Total a intervenir (m2)		0	1.25	

Fuente: Autor

Tabla 48 - Intervención - Falla #10: Grietas longitudinales y transversales (m)

Falla #10: Grietas longitudinales y transversales (m)				
Absisa		Severidad		Solución
Inicial	Final	L		
4+000	4+040	11.5		L: Sellado de grietas mayores a 1/8 pulgadas (3 mm)
4+280	4+320	7.25		
4+560	4+600	4.18		
4+840	4+880	6.5		
Total a intervenir (m)		29.43		

Fuente: Autor

Tabla 49 - Intervención - Falla #11: Parcheo (m2)

Falla #11: Parcheo (m2)			
Absisa		Severidad	Solución
Inicial	Final	L	
4+560	4+600	7.47	L: No hacer nada, reemplazar el parche
4+840	4+880	11.78	
5+120	5+160	10.52	
5+400	5+440	12.88	
5+680	5+720	22.56	
5+960	6+000	10.25	
Total a intervenir (m2)		75.46	

Fuente: Autor

Tabla 50 - Intervención - Falla #13: Baches (U)

Falla #13: Baches (U)			
Absisa		Severidad	Solución
Inicial	Final	L	
4+000	4+040	3	L: Parcheo parcial o total
4+560	4+600	1	
4+840	4+880	1	
5+120	5+160	1	
5+400	5+440	1	
5+680	5+720	1	
7+640	7+680	1	
Total a intervenir (U)		9	

Fuente: Autor

En la siguiente tabla se muestra las actividades a realizarse en base en la norma NEVI-12 Volumen 6 y ASTM D6433-11 en la vía de estudio:

Tabla 51 – Actividades a realizarse en el mantenimiento vía

N°	Actividad	Cantidad a intervenir	Unidad
1	Limpieza de la Vía	4000	m
2	Sellado de Grietas	109.85	m
3	Bacheo Superficial	100.60	m2
4	Demarcacion del Pavimento	1900	m

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se realizó el levantamiento georreferenciado de la vía Pelileo – Cotaló entre las abscisas 4+000 y 8+000, con coordenadas en formato UTM, en la zona - 17 Sur, con el sistema WGS84, con el que se realizó un plano detallado en Autodesk Civil 3D, en el plano se muestra la ubicación de las calicatas para la extracción de muestras, la estación de conteo vehicular, ensayos de PCI y Viga Benkelman, además se recolectó información de las características de la vía, obteniendo un ancho promedio de vía de 5.8m la presencia de cunetas en el carril derecho a lo largo del tramo, 650m de cuneta en el carril izquierdo en el tramo 5+000 – 5+650, alcantarillado en toda el tramo de estudio, señalización vertical y horizontal en mal estado e insuficiente los primeros 1.9km.
- Con el conteo vehicular realizado en la abscisa 4+000 de la vía Pelileo – Cotaló se obtuvo un valor de Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de 8786 veh/día, se calculó una proyección de tráfico futuro para el 2042 obteniendo un resultado de 9555 veh/día, la vía se clasifica en la actualidad como autovía AV1 en la actualidad y en el futuro. según Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). Es necesario ampliar la vía de 5.8m a 7.30m de acuerdo con la normativa NEVI – 12 - Volumen 2a.
- En base a los ensayos de suelos realizados a las muestras obtenidas en las abscisas km 4+000 – 5+000, 5+000 – 6+000 y 7+000 – 8+000 de la vía Pelileo – Cotaló se determinó que, el suelo se clasifica como “A-2-4 (Gravas y arenas limosas y arcillosas)”, la muestra obtenida en la abscisa km 6+000 – 7+000 se determinó que, el suelo se clasifica como “A-1b (Fragmento piedra, grava y arena)” según la clasificación AASHTO, considerando los ensayos de Proctor modificado y CBR, se obtuvo el valor promedio de 11, se clasificó el material como “Regular - Buena” como subrasante según la clasificación AASHTO.

- Se realizó una inspección visual por el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI), se obtuvo 16 unidades de muestreo, entre las abscisas 4+000 – 7+680, se obtuvo un valor promedio de 64 puntos clasificando la condición del pavimento como “Bueno” y un nivel de intervención de “Rehabilitación” de acuerdo con la norma ASTM D6433.
- Se ejecutó la evaluación de la estructura del pavimento mediante el ensayo de viga Benkelman realizado cada 200m en la vía Pelileo – Cotaló, se obtuvo una deflexión promedio de $85 \cdot 10^{-2}$ mm, deflexión crítica de $184.6 \cdot 10^{-2}$ mm, deflexión característica de $98.6 \cdot 10^{-2}$ mm que es menor que la deflexión admisible de $198.67 \cdot 10^{-2}$ mm, lo que indica que la subrasante tiene un buen comportamiento, además se obtuvo un radio de curvatura mayor a 100 de 214.4m que nos indica que el comportamiento del pavimento es bueno, en base a estos resultados, el modelo de deformación de la vía es de Tipo I, esta clasificación presenta relación con los resultados obtenidos de CBR, a lo largo del tramo de estudio el material de la subrasante se clasificó como regular a bueno.
- En relación con lo antes expuesto, una vez analizado los resultados de todos los métodos y ensayos realizados en el proyecto de la vía Pelileo – Cotaló Abs 4+000 hasta 8+000, se ha generado un plan de mantenimiento vial rutinario detallado de la Tabla 45 (Pag. 60), de acuerdo con las condiciones de la vía, basado en la norma NEVI – Volumen 6 y un mantenimiento vial específico detallado en la tabla 51 en base a la norma ASTM D6433-11, con el objetivo de evitar el continuo desgaste del pavimento, además de mejorar la serviciabilidad, seguridad, y comodidad de los usuarios.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar el plan de mantenimiento vial en relación con los resultados del PCI y a la norma Nevi – 12 (Volumen 6) y realizar estudios complementarios para el mejoramiento o diseño del pavimento con su respectivo presupuesto.
- Hacer uso correcto del GPS, viga Benkelman y equipos de laboratorio, teniendo en cuenta la calibración de los equipos y el uso de estos guiándose en normativa actual, para obtener datos confiables.
- Para el estudio del comportamiento vehicular se recomienda realizar conteos vehiculares durante 24 horas, lo que contribuye a un cálculo correcto de TPDA además, que se contaría con el número exacto de vehículos pesados para la determinación de ejes equivalentes.
- En los ensayos de campo el uso de casco, chaleco reflectivo, guantes y en general todo tipo de accesorios que vayan acorde a la situación sea obligatorio para la seguridad de todas las personas que participen en los ensayos.
- Se recomienda a los ayudantes de laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica dar mantenimiento a los equipos a fin de que los estudiantes de la carrera logren precisión y coherencia en sus resultados.
- Se recomienda al Honorable Consejo Provincial de Tungurahua realizar visitas periódicas a la vía Pelileo – Cotaló para prevenir fallas con mayor severidad ya que la vía es de gran importancia para comunidades rurales aledañas.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencia Bibliográficas

- [1] S. Burningham y N. Stankevich, “Why Road maintenance is important and how to get it done”, 2005.
- [2] K. B. Montalvo García, “Modelo de gestión de conservación vial, para reducir costos de mantenimiento vial y operación vehicular en la carretera departamental ruta SM–104, tramo: Lamas-Emp. PE-5N (puente Bolivia); Km 00+ 000 al Km 14+ 180, departamento San Martín, provincia Lamas, distrito Lamas Shanao.”, 2018.
- [3] G. M. Zarate Alegre, “Modelo de gestión de conservación vial para reducir costos de mantenimiento vial y operación vehicular del camino vecinal Raypa-Huanchay-Molino, distrito Culebras-Huarmey”, 2016.
- [4] R. A. Rodríguez González, “Modelo de gestión de conservación vial para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en los caminos rurales de las poblaciones de Riobamba, San Luis, Punin, Flores, Cebadas de la provincia de Chimborazo”, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2011.
- [5] R. Robles Bustos, “Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco-Surco–Lima”, 2015.
- [6] G. F. Salazar Noboa, “Sistema institucional de gestión de las carreteras de segundo orden del Ecuador, para disminuir costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos”, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2008.
- [7] A. J. Otáñez Molina, “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Montalvo Cevallos en el tramo KM 2+ 400 al KM 5+ 800 de la provincia de Tungurahua”, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2019.
- [8] L. F. Macea-Mercado, L. Morales, y L. G. Márquez-Díaz, “Un sistema de gestión de pavimentos basado en nuevas tecnologías para países en vía de

- desarrollo”, *Ingeniería, investigación y tecnología*, vol. 17, n° 2, pp. 223–236, 2016.
- [9] N. W. Mohamed, “Road maintenance management system: a case study at public work department”, University Teknologi Malaysia, 2010.
- [10] D. F. S. Caguana, “Diagnóstico y perspectivas de fomento del emprendimiento como instrumento de desarrollo en el cantón San Pedro de Pelileo”, *Revista Vínculos ESPE*, vol. 6, n° 3, pp. 31–45, 2021.
- [11] P. rural Cotaló, “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia rural Cotaló Diagnóstico”, *Quito: Digipredios. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1865014890001_GADP_COTALO_PDyOT_FASE_DIAGNOSTICO_14-08-2015_15-03-33.pdf*, 2015.
- [12] E. A. Chancay Delgado, “Técnicas de estudio en los procesos educativos.”, Universidad de Guayaquil. Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la, 2019.
- [13] A. Hackeloeer, K. Klasing, J. M. Krisp, y L. Meng, “Georeferencing: a review of methods and applications”, *Ann GIS*, vol. 20, n° 1, pp. 61–69, 2014.
- [14] J. J. Villafuerte Solis, “Diseño Geométrico y Estructural de la Vía Membrillal-La Naranja, desde la abscisa 0+ 000 hasta la abscisa 7+ 200del Cantón Jipijapa”, JIPIJAPA-UNESUM, 2019.
- [15] D. Méndez, “Maestría en vías terrestres propedéutico”, *Ingeniería de tránsito*, 2009.
- [16] A. LIBRO, P. E. Y. D. V. NORMA, y N. E. VIAL, “MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR”.
- [17] E. en Cifras, “Fascículo Provincial Tungurahua”, *Recuperado el*, vol. 19, 2010.
- [18] T. Officials, *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993*, vol. 1. Aashto, 1993.

- [19] H. Garcés Paz, “Investigación científica”, 2000.
- [20] D. Gabriels y D. Lobo, “Métodos para determinar granulometría y densidad aparente del suelo”, *Venesuelos*, vol. 14, n° 1, pp. 37–48, 2011.
- [21] M. DE, E. D. E. I. E. N. CONSTRUCCIÒN, R. BALODANO, y D. R. CHÈVEZ, “LAS CARACTERÈSTICAS DE UNA MUESTRAS DE SUELOS.”.
- [22] J. L. Paredes Ipiales, “Correlación entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de los cantones Píllaro; parroquias San Miguelito, Emilio María Terán y Baquerizo Moreno; provincia de Tungurahua”, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2021.
- [23] A. C. D.-18 on Soil y Rock, *Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils*. ASTM international, 2010.
- [24] ASTM, “Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort”, *D1557*. 2012.
- [25] D. 1-1 ASTM, “Standard test method for California bearing ratio (CBR) of laboratory-compacted soils”, *West Conshohocken, PA, United States*, 2016.
- [26] W. A. Botia Diaz y others, “Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo”, 2015.
- [27] C. Arias-Alfaro, “Diagnóstico de vías de la red vial pavimentada del cantón de Alajuela como parte de un sistema de gestión de pavimentos”, 2014.
- [28] D. Astm, “Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys”, 2011.
- [29] A. T. 256, “Standard Method of Test for Pavement Deflection Measurements”. American Association of State Highway and Transportation Officials, 2001.
- [30] J. I. Balarezo Zapata, “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento”, 2017.

- [31] CONREVIAl, *Estudio de Rehabilitación de carreteras en el País*, vol. C. Lima, Perú.
- [32] N. E. Vial, “NEVI-12”, *Ministerio de Transporte Y Obras Públicas del Ecuador, Conservación Vial*, vol. 6, 2012.
- [33] L. M. Nieto, *Mecánica de suelos*. Universidad de Guayaquil, 1991.

Anexos

ANEXO A
CONTEO VEHICULAR
MANUAL

Anexo A-1. Conteo Vehicular de la vía Pelileo – Cotalo, abs km 4+000 hasta km 8+000, lunes

Fecha		Provincia:		Tungurahua		Dirección tráfico		Estación N°		N° hoja		1	
Día		Cantón:		Pelileo		Ambos Sentidos		Ubicación		4+000		Responsable	
HORA		LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA	
		Automovil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes		TOTAL POR HORA
								Livianos	Pesados				
6H00	6H00 - 6H15	104	132	5	6	5	14	-	-	-	-	-	1071
	6H15 - 6H30	97	135	11	5	4	9	-	-	-	-	-	
	6H30 - 6H45	104	144	8	3	4	8	-	-	-	-	-	
	6H45 - 7H00	98	141	13	7	5	9	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		403	552	37	21	18	40	0	0	0	0	-	
7H00	7H00 - 7H15	97	143	16	3	3	10	-	-	-	-	-	1053
	7H15 - 7H30	106	134	11	5	5	8	-	-	-	-	-	
	7H30 - 7H45	105	113	13	4	4	11	-	-	-	-	-	
	7H45 - 8H00	105	132	12	2	3	7	1	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		413	522	52	14	15	36	1	0	0	0	-	
8H00	8H00 - 8H15	102	108	16	5	3	13	-	-	-	-	-	1014
	8H15 - 8H30	96	121	13	11	4	15	-	-	-	-	-	
	8H30 - 8H45	105	110	10	10	4	9	-	-	-	-	-	
	8H45 - 9H00	95	116	15	13	5	13	2	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		398	455	54	39	16	50	2	0	0	0	-	
9H00	9H00 - 9H15	98	106	8	2	4	11	-	-	-	-	-	920
	9H15 - 9H30	105	110	10	5	3	7	-	-	-	-	-	
	9H30 - 9H45	100	107	4	3	5	14	-	-	-	-	-	
	9H45 - 10H00	92	103	9		4	9	1	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		395	426	31	10	16	41	1	0	0	0	-	
10H00	10H00 - 10H15	96	110	8	5	3	11	-	-	-	-	-	900
	10H15 - 10H30	92	103	11	5	3	13	-	-	-	-	-	
	10H30 - 10H45	89	98	12	4	5	9	-	-	-	-	-	
	10H45 - 11H00	90	101	5	7	4	14	2	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		367	412	36	21	15	47	2	0	0	0	-	
11H00	11H00 - 11H15	95	109	12	5	4	10	-	-	-	-	-	953
	11H15 - 11H30	97	102	8	7	4	4	-	-	-	-	-	
	11H30 - 11H45	97	110	10	15	2	8	-	-	-	-	-	
	11H45 - 12H00	105	116	12	10	4	5	2	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		394	437	42	37	14	27	2	0	0	0	-	
12H00	12H00 - 12H15	95	110	15	6	5	9	-	-	-	-	-	992
	12H15 - 12H30	98	121	11	4	4	3	-	-	-	-	-	
	12H30 - 12H45	104	141	9	11	5	7	-	-	-	-	-	
	12H45 - 13H00	97	102	12	8	4	10	1	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		394	474	47	29	18	29	1	0	0	0	-	
13H00	13H00 - 13H15	102	110	5	10	6	8	-	-	-	-	-	974
	13H15 - 13H30	96	115	10	10	4	3	-	-	-	-	-	
	13H30 - 13H45	91	112	16	13	5	9	-	-	-	-	-	
	13H45 - 14H00	106	114	8	11	4	5	1	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		395	451	39	44	19	25	1	0	0	0	-	
14H00	14H00 - 14H15	90	115	8	10	4	13	-	-	-	-	-	949
	14H15 - 14H30	106	108	15	8	3	10	-	-	-	-	-	
	14H30 - 14H45	101	105	5	8	3	6	-	-	-	-	-	
	14H45 - 15H00	89	110	13	5	5	9	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		386	438	41	31	15	38	0	0	0	0	-	
15H00	15H00 - 15H15	92	113	10	3	3	7	2	-	-	-	-	898
	15H15 - 15H30	86	99	19	5	5	10	-	-	-	-	-	
	15H30 - 15H45	95	101	5	3	3	13	-	-	-	-	-	
	15H45 - 16H00	82	108	13	9	4	8	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		355	421	47	20	15	38	2	0	0	0	-	
16H00	16H00 - 16H15	101	114	10	4	3	14	2	-	-	-	-	982
	16H15 - 16H30	106	112	8	7	4	9	-	-	-	-	-	
	16H30 - 16H45	96	112	11	4	4	8	-	-	-	-	-	
	16H45 - 17H00	104	113	17	6	2	11	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		407	451	46	21	13	42	2	0	0	0	-	
17H00	17H00 - 17H15	106	119	15	7	4	7	2	-	-	-	-	1008
	17H15 - 17H30	116	114	13	6	4	9	-	-	-	-	-	
	17H30 - 17H45	109	105	11	2	2	10	-	-	-	-	-	
	17H45 - 18H00	107	109	16	5	5	5	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		438	447	55	20	15	31	2	0	0	0	-	

Anexo A-2. Conteo Vehicular de la vía Pelileo – Cotalo, abs km 4+000 hasta km 8+000, martes

Fecha		Provincia:		Dirección tráfico		Estación N°		N° hoja		1		
Día		Cantón:		Pelileo		Ubicación		4+000		Responsable		
6/12/2022		Tungurahua		Ambos Sentidos		1		N° hoja		1		
Martes		Pelileo		Pelileo		4+000		Responsable		Ariel Llamaca		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO												
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR												
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO- COTALÓ ABS 4+000 – 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA												
HORA	LIVIANOS				BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA
	Automovil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes		
						Livianos	Pesados					
6H00	6H00 - 6H15	92	123	15	7	7	15	-	-	-	-	1072
	6H15 - 6H30	89	139	17	5	4	10	-	-	-	-	
	6H30 - 6H45	90	153	8	3	6	11	-	-	-	-	
	6H45 - 7H00	90	149	19	6	5	8	1	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		361	564	59	21	22	44	1	0	0	0	
7H00	7H00 - 7H15	89	129	21	5	6	11	-	-	-	-	1068
	7H15 - 7H30	93	139	12	2	5	10	-	-	-	-	
	7H30 - 7H45	82	126	15	6	7	9	2	-	-	-	
	7H45 - 8H00	91	169	24	0	5	10	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		355	563	72	13	23	40	2	0	0	0	
8H00	8H00 - 8H15	100	140	22	2	6	15	-	-	-	-	1062
	8H15 - 8H30	86	140	13	3	4	8	-	-	-	-	
	8H30 - 8H45	86	126	8	3	7	20	-	-	-	-	
	8H45 - 9H00	98	146	9	3	4	13	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		370	552	52	11	21	56	0	0	0	0	
9H00	9H00 - 9H15	73	141	9	5	4	11	2	-	-	-	944
	9H15 - 9H30	61	154	4	8	3	11	-	-	-	-	
	9H30 - 9H45	70	119	10	3	3	17	-	-	-	-	
	9H45 - 10H00	68	141	8		5	14	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		272	555	31	16	15	53	2	0	0	0	
10H00	10H00 - 10H15	74	148	11	3	4	13	3	-	-	-	921
	10H15 - 10H30	68	146	12	3	3	9	-	-	-	-	
	10H30 - 10H45	45	116	12	3	3	19	-	-	-	-	
	10H45 - 11H00	70	136	9		3	8	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		257	546	44	9	13	49	3	0	0	0	
11H00	11H00 - 11H15	68	109	19	2	4	7	3	-	-	-	913
	11H15 - 11H30	67	125	4	5	5	15	-	-	-	-	
	11H30 - 11H45	73	110	12	7	4	15	-	-	-	-	
	11H45 - 12H00	82	144	13	4	3	13	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		290	488	48	18	16	50	3	0	0	0	
12H00	12H00 - 12H15	87	121	21	2	6	14	3	-	-	-	1175
	12H15 - 12H30	72	140	17	3	0	16	-	-	-	-	
	12H30 - 12H45	106	177	21	4	5	14	-	-	-	-	
	12H45 - 13H00	120	176	32	3	4	8	3	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		385	614	91	12	15	52	6	0	0	0	
13H00	13H00 - 13H15	104	146	18		4	15	2	-	-	-	1085
	13H15 - 13H30	104	135	19	3	4	10	-	-	-	-	
	13H30 - 13H45	100	130	18	3	6	10	-	-	-	-	
	13H45 - 14H00	99	122	16	3	5	9	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		407	533	71	9	19	44	2	0	0	0	
14H00	14H00 - 14H15	101	109	17	2	4	11	2	-	-	-	945
	14H15 - 14H30	98	105	13	3	4	13	-	-	-	-	
	14H30 - 14H45	96	108	16	3	4	9	-	-	-	-	
	14H45 - 15H00	95	106	11		5	10	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		390	428	57	8	17	43	2	0	0	0	
15H00	15H00 - 15H15	98	112	15		4	9	3	-	-	-	938
	15H15 - 15H30	84	116	9	4	3	14	-	-	-	-	
	15H30 - 15H45	76	125	11	6	4	11	-	-	-	-	
	15H45 - 16H00	81	119	17	4	3	10	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		339	472	52	14	14	44	3	0	0	0	
16H00	16H00 - 16H15	105	116	9	2	4	11	2	-	-	-	959
	16H15 - 16H30	102	109	15		4	13	-	-	-	-	
	16H30 - 16H45	98	105	11	3	4	9	-	-	-	-	
	16H45 - 17H00	101	106	15		5	10	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		406	436	50	5	17	43	2	0	0	0	
17H00	17H00 - 17H15	107	114	10	3	4	9	-	-	-	-	975
	17H15 - 17H30	100	114	15	3	5	11	1	-	-	-	
	17H30 - 17H45	98	113	12	2	4	13	-	-	-	-	
	17H45 - 18H00	98	108	13	2	4	10	2	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		403	449	50	10	17	43	3	0	0	0	



Anexo A-3. Conteo Vehicular de la vía Pelileo – Cotalo, abs km 4+000 hasta km 8+000, miércoles

Fecha		Provincia:		Tungurahua		Dirección tráfico		Estación N°		N° hoja		1	
Día		Cantón:		Pelileo		Ambos Sentidos		Ubicación		Responsable		Ariel Llamaca	
HORA		LIVIANOS			BUSES		PESADOS					OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA
		Automóvil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes		
						Livianos	Pesados						
6H00	6H00 - 6H15	104	115	10	5	5	14	-	-	-	-	1023	
	6H15 - 6H30	101	121	5	7	4	10	-	-	-	-		
	6H30 - 6H45	96	126	15	13	4	13	-	-	-	-		
	6H45 - 7H00	92	130	11	9	3	9	1	-	-	-		
SUMATORIA PARCIAL		393	492	41	34	16	46	1	0	0	0		
7H00	7H00 - 7H15	97	116	8	9	5	13	-	-	-	-	994	
	7H15 - 7H30	90	112	13	10	4	13	2	-	-	-		
	7H30 - 7H45	109	114	9	13	5	9	-	-	-	-		
	7H45 - 8H00	97	120	11	5	3	7	-	-	-	-		
SUMATORIA PARCIAL		393	462	41	37	17	42	2	0	0	0		
8H00	8H00 - 8H15	98	110	8	5	4	9	2	-	-	-	911	
	8H15 - 8H30	96	108	3	4	5	14	-	-	-	-		
	8H30 - 8H45	93	114	9	2	4	5	-	-	-	-		
	8H45 - 9H00	98	98	5	6	6	5	-	-	-	-		
SUMATORIA PARCIAL		385	430	25	17	19	33	2	0	0	0		
9H00	9H00 - 9H15	95	95	6	8	4	16	2	-	-	-	896	
	9H15 - 9H30	98	112	11	4	4	10	-	-	-	-		
	9H30 - 9H45	92	98	13	6	3	13	-	-	-	-		
	9H45 - 10H00	90	93	4	7	5	7	-	-	-	-		
SUMATORIA PARCIAL		375	398	34	25	16	46	2	0	0	0		
10H00	10H00 - 10H15	84	85	8	5	4	10	2	-	-	-	731	
	10H15 - 10H30	68	81	5	3	3	14	-	-	-	-		
	10H30 - 10H45	65	87	13	2	4	6	-	-	-	-		
	10H45 - 11H00	72	78	10	7	4	11	-	-	-	-		
SUMATORIA PARCIAL		289	331	36	17	15	41	2	0	0	0		
11H00	11H00 - 11H15	76	87	13	7	4	10	2	-	-	-	846	
	11H15 - 11H30	70	86	10	9	3	6	-	-	-	-		
	11H30 - 11H45	83	95	11	13	3	8	-	-	-	-		
	11H45 - 12H00	93	109	16	10	6	15	1	-	-	-		
SUMATORIA PARCIAL		322	377	50	39	16	39	3	0	0	0		
12H00	12H00 - 12H15	101	130	17	7	3	11	1	-	-	-	1075	
	12H15 - 12H30	105	126	8	5	3	13	-	-	-	-		
	12H30 - 12H45	119	115	16	11	5	10	-	-	-	-		
	12H45 - 13H00	106	121	13	10	4	14	1	-	-	-		
SUMATORIA PARCIAL		431	492	54	33	15	48	2	0	0	0		
13H00	13H00 - 13H15	104	116	13	13	4	9	-	-	-	-	997	
	13H15 - 13H30	101	125	8	8	3	14	-	-	-	-		
	13H30 - 13H45	93	112	12	14	3	8	-	-	-	-		
	13H45 - 14H00	92	107	9	10	5	13	1	-	-	-		
SUMATORIA PARCIAL		390	460	42	45	15	44	1	0	0	0		
14H00	14H00 - 14H15	92	105	11	9	4	11	2	-	-	-	924	
	14H15 - 14H30	89	100	15	13	6	15	-	-	-	-		
	14H30 - 14H45	93	107	6	9	5	9	-	-	-	-		
	14H45 - 15H00	88	101	12	6	3	13	-	-	-	-		
SUMATORIA PARCIAL		362	413	44	37	18	48	2	0	0	0		
15H00	15H00 - 15H15	92	100	10	4	5	9	2	-	-	-	888	
	15H15 - 15H30	100	99	6	3	4	7	-	-	-	-		
	15H30 - 15H45	88	101	10	6	3	11	-	-	-	-		
	15H45 - 16H00	95	103	11	3	5	9	2	-	-	-		
SUMATORIA PARCIAL		375	403	37	16	17	36	4	0	0	0		
16H00	16H00 - 16H15	99	100	13	9	4	10	-	-	-	-	932	
	16H15 - 16H30	92	98	5	5	4	7	1	-	-	-		
	16H30 - 16H45	86	110	11	11	3	7	-	-	-	-		
	16H45 - 17H00	100	116	16	9	3	13	-	-	-	-		
SUMATORIA PARCIAL		377	424	45	34	14	37	1	0	0	0		
17H00	17H00 - 17H15	106	114	18	13	5	9	-	-	-	-	981	
	17H15 - 17H30	98	112	12	6	3	6	-	-	-	-		
	17H30 - 17H45	96	114	8	10	4	14	1	-	-	-		
	17H45 - 18H00	91	108	13	8	4	8	-	-	-	-		
SUMATORIA PARCIAL		391	448	51	37	16	37	1	0	0	0		

Anexo A-4. Cuento Vehicular de la vía Pelileo – Cotalo, abs km 4+000 hasta km 8+000, jueves

Fecha		Provincia:		Tungurahua		Dirección tráfico		Ambos Sentidos		Estación N°		N° hoja		1	
Día		Cantón:		Pelileo						Ubicación		4+000		Responsable	
HORA		LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA			
		Automovil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes				
						Livianos	Pesados								
6H00	6H00 - 6H15	88	116	3	11	5	9	-	-	-	-	943			
	6H15 - 6H30	82	112	9	6	6	14	-	-	-	-				
	6H30 - 6H45	93	109	11	9	4	10	-	-	-	-				
	6H45 - 7H00	91	116	15	10	5	7	2	-	-	-				
	SUMATORIA PARCIAL	354	453	38	36	20	40	2	0	0	0				
7H00	7H00 - 7H15	91	121	24	6	4	15	1	-	-	-	1043			
	7H15 - 7H30	90	125	23	4	3	18	-	-	-	-				
	7H30 - 7H45	87	132	28	7	5	10	-	-	-	-				
	7H45 - 8H00	93	126	18	2	2	8	-	-	-	-				
	SUMATORIA PARCIAL	361	504	93	19	14	51	1	0	0	0				
8H00	8H00 - 8H15	102	125	19	6	6	16	1	-	-	-	994			
	8H15 - 8H30	96	127	16	3	3	7	-	-	-	-				
	8H30 - 8H45	89	116	13	5	5	11	-	-	-	-				
	8H45 - 9H00	83	112	11	4	2	16	-	-	-	-				
	SUMATORIA PARCIAL	370	480	59	18	16	50	1	0	0	0				
9H00	9H00 - 9H15	77	115	15	11	3	10	2	-	-	-	906			
	9H15 - 9H30	67	116	6	4	4	14	-	-	-	-				
	9H30 - 9H45	76	122	13	9	2	13	-	-	-	-				
	9H45 - 10H00	77	123	10	3	4	9	1	-	-	-				
	SUMATORIA PARCIAL	297	476	44	27	13	46	3	0	0	0				
10H00	10H00 - 10H15	78	114	15	4	3	15	1	-	-	-	866			
	10H15 - 10H30	73	117	9	2	4	11	1	-	-	-				
	10H30 - 10H45	65	113	11	3	3	5	1	-	-	-				
	10H45 - 11H00	76	110	13	2	3	14	-	-	-	-				
	SUMATORIA PARCIAL	292	454	48	11	13	45	3	0	0	0				
11H00	11H00 - 11H15	71	109	8	7	5	14	1	-	-	-	878			
	11H15 - 11H30	63	110	4	3	3	10	2	-	-	-				
	11H30 - 11H45	71	132	17	2	4	15	-	-	-	-				
	11H45 - 12H00	76	120	11	5	2	13	-	-	-	-				
	SUMATORIA PARCIAL	281	471	40	17	14	52	3	0	0	0				
12H00	12H00 - 12H15	91	117	18	3	5	10	1	-	-	-	1052			
	12H15 - 12H30	89	122	17	4	4	20	-	-	-	-				
	12H30 - 12H45	86	148	11	7	4	16	-	-	-	-				
	12H45 - 13H00	90	156	19	3	3	7	1	-	-	-				
	SUMATORIA PARCIAL	356	543	65	17	16	53	2	0	0	0				
13H00	13H00 - 13H15	90	146	15	7	5	10	3	-	-	-	1042			
	13H15 - 13H30	95	129	11	6	3	15	-	-	-	-				
	13H30 - 13H45	98	129	17	3	4	13	1	-	-	-				
	13H45 - 14H00	99	115	12	4	4	8	-	-	-	-				
	SUMATORIA PARCIAL	382	519	55	20	16	46	4	0	0	0				
14H00	14H00 - 14H15	96	109	11	4	3	11	-	-	-	-	1010			
	14H15 - 14H30	102	149	5	6	3	10	-	-	-	-				
	14H30 - 14H45	98	121	15	2	4	10	-	-	-	-				
	14H45 - 15H00	91	135	10	4	4	7	-	-	-	-				
	SUMATORIA PARCIAL	387	514	41	16	14	38	0	0	0	0				
15H00	15H00 - 15H15	98	125	10	3	3	8	1	-	-	-	995			
	15H15 - 15H30	93	130	17	7	5	15	-	-	-	-				
	15H30 - 15H45	91	126	8	5	4	10	-	-	-	-				
	15H45 - 16H00	91	116	15	5	2	7	-	-	-	-				
	SUMATORIA PARCIAL	373	497	50	20	14	40	1	0	0	0				
16H00	16H00 - 16H15	98	114	12	3	6	13	-	-	-	-	1002			
	16H15 - 16H30	90	139	13	5	2	10	-	-	-	-				
	16H30 - 16H45	95	121	17	3	3	6	1	-	-	-				
	16H45 - 17H00	97	130	9	4	4	7	-	-	-	-				
	SUMATORIA PARCIAL	380	504	51	15	15	36	1	0	0	0				
17H00	17H00 - 17H15	95	116	17	5	4	7	-	-	-	-	1007			
	17H15 - 17H30	90	112	11	7	5	9	1	-	-	-				
	17H30 - 17H45	97	135	16	2	3	7	-	-	-	-				
	17H45 - 18H00	101	137	13	4	3	10	-	-	-	-				
	SUMATORIA PARCIAL	383	500	57	18	15	33	1	0	0	0				



Anexo A-5. Censo Vehicular de la vía Pelileo – Cotalo, abs km 4+000 hasta km 8+000, viernes

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR										
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO- COTALÓ ABS 4+000 – 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA												
Fecha	9/12/2022	Provincia:	Tungurahua			Dirección tráfico	Ambos Sentidos		Estación N°	1	N° hoja	1
Día	Viernes	Cantón:	Pelileo					Ubicación	4+000	Responsable	Ariel Llamuca	
HORA		LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS Sin Ejes	SUMATORIA TOTAL POR HORA
		Automóvil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)		
							Livianos	Pesados				
6H00	6H00 - 6H15	101	132	8	7	5	20	-	-	-	-	1078
	6H15 - 6H30	105	132	15	7	4	15	-	-	-	-	
	6H30 - 6H45	98	127	10	3	5	10	-	-	-	-	
	6H45 - 7H00	97	133	21	5	5	13	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		401	524	54	22	19	58	0	0	0	0	
7H00	7H00 - 7H15	99	146	18	6	5	7	-	-	-	-	1098
	7H15 - 7H30	92	140	21	4	4	16	-	-	-	-	
	7H30 - 7H45	91	148	11	2	5	13	-	-	-	-	
	7H45 - 8H00	96	142	13	5	5	9	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		378	576	63	17	19	45	0	0	0	0	
8H00	8H00 - 8H15	101	135	18	4	4	13	1	-	-	-	1070
	8H15 - 8H30	98	142	22	5	4	15	-	-	-	-	
	8H30 - 8H45	96	133	15	2	5	9	-	-	-	-	
	8H45 - 9H00	101	116	11	4	3	13	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		396	526	66	15	16	50	1	0	0	0	
9H00	9H00 - 9H15	98	119	8	4	2	10	2	-	-	-	977
	9H15 - 9H30	93	126	13	3	5	14	-	-	-	-	
	9H30 - 9H45	91	121	11	4	4	7	-	-	-	-	
	9H45 - 10H00	88	130	5	5	4	9	1	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		370	496	37	16	15	40	3	0	0	0	
10H00	10H00 - 10H15	67	133	22	4	3	15	1	-	-	-	940
	10H15 - 10H30	73	117	8	4	4	10	-	-	-	-	
	10H30 - 10H45	77	142	11	2	4	13	-	-	-	-	
	10H45 - 11H00	79	130	5	5	2	8	1	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		296	522	46	15	13	46	2	0	0	0	
11H00	11H00 - 11H15	86	127	17	4	5	14	1	-	-	-	1020
	11H15 - 11H30	92	133	13	7	4	10	-	-	-	-	
	11H30 - 11H45	89	125	16	2	3	7	1	-	-	-	
	11H45 - 12H00	102	135	10	5	3	9	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		369	520	56	18	15	40	2	0	0	0	
12H00	12H00 - 12H15	96	143	16	5	3	11	1	-	-	-	1198
	12H15 - 12H30	105	146	13	9	4	10	-	-	-	-	
	12H30 - 12H45	121	160	10	11	5	15	-	-	-	-	
	12H45 - 13H00	102	181	11	7	4	8	1	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		424	630	50	32	16	44	2	0	0	0	
13H00	13H00 - 13H15	105	160	8	4	5	10	-	-	-	-	1068
	13H15 - 13H30	99	142	16	7	3	14	-	-	-	-	
	13H30 - 13H45	95	133	11	2	4	8	2	-	-	-	
	13H45 - 14H00	90	114	13	6	4	13	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		389	549	48	19	16	45	2	0	0	0	
14H00	14H00 - 14H15	95	133	8	3	5	14	3	-	-	-	1044
	14H15 - 14H30	90	127	15	4	2	10	-	-	-	-	
	14H30 - 14H45	98	146	9	4	4	16	-	-	-	-	
	14H45 - 15H00	89	139	9	6	3	11	1	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		372	545	41	17	14	51	4	0	0	0	
15H00	15H00 - 15H15	93	132	16	5	4	13	-	-	-	-	989
	15H15 - 15H30	104	126	10	3	4	10	1	-	-	-	
	15H30 - 15H45	84	113	19	4	3	7	1	-	-	-	
	15H45 - 16H00	84	115	13	4	3	16	2	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		365	486	58	16	14	46	4	0	0	0	
16H00	16H00 - 16H15	101	114	10	4	3	14	-	-	-	-	975
	16H15 - 16H30	106	112	8	7	4	9	-	-	-	-	
	16H30 - 16H45	96	112	11	4	4	8	-	-	-	-	
	16H45 - 17H00	100	116	17	2	2	11	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		403	454	46	17	13	42	0	0	0	0	
17H00	17H00 - 17H15	98	123	15	6	5	10	-	-	-	-	990
	17H15 - 17H30	106	112	8	5	4	8	-	-	-	-	
	17H30 - 17H45	96	126	16	3	4	13	-	-	-	-	
	17H45 - 18H00	99	108	13	4	2	6	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		399	469	52	18	15	37	0	0	0	0	

Anexo A-6. Censo Vehicular de la vía Pelileo – Cotalo, abs km 4+000 hasta km 8+000, sábado

Fecha		Provincia:		Tungurahua		Dirección tráfico		Estación N°		N° hoja		1	
Día		Cantón:		Pelileo		Ambos Sentidos		Ubicación		4+000		Responsable	
HORA		LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA	
		Automovil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes		TOTAL POR HORA
								Livianos	Pesados				
6H00	6H00 - 6H15	91	122	4	2	3	6	-	-	-	-	-	939
	6H15 - 6H30	86	139	9	2	5	10	-	-	-	-	-	
	6H30 - 6H45	90	132	5	4	2	9	-	-	-	-	-	
	6H45 - 7H00	86	114	8	2	3	5	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		353	507	26	10	13	30	0	0	0	0	-	-
7H00	7H00 - 7H15	82	120	11	3	4	9	-	-	-	-	-	945
	7H15 - 7H30	86	113	6	4	3	11	-	-	-	-	-	
	7H30 - 7H45	83	136	11	5	4	7	-	-	-	-	-	
	7H45 - 8H00	77	141	15	6	3	5	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		328	510	43	18	14	32	0	0	0	0	-	-
8H00	8H00 - 8H15	86	137	18	5	5	8	1	-	-	-	1	983
	8H15 - 8H30	81	142	19	5	8	16	-	-	-	-	-	
	8H30 - 8H45	77	130	13	2	6	7	1	-	-	-	-	
	8H45 - 9H00	61	129	10	2	4	9	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		305	538	60	14	23	40	2	0	0	1	-	-
9H00	9H00 - 9H15	61	119	11	3	4	13	1	-	-	-	2	927
	9H15 - 9H30	74	112	6	2	5	10	-	-	-	-	-	
	9H30 - 9H45	88	137	9	2	4	17	-	-	-	-	1	
	9H45 - 10H00	74	134	13	6	3	15	-	-	-	-	1	
SUMATORIA PARCIAL		297	502	39	13	16	55	1	0	0	4	-	-
10H00	10H00 - 10H15	65	135	12	5	4	11	-	-	-	-	-	931
	10H15 - 10H30	63	119	5	2	4	13	-	-	-	-	-	
	10H30 - 10H45	72	127	10	3	5	14	-	-	-	-	-	
	10H45 - 11H00	69	161	10	4	4	14	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		269	542	37	14	17	52	0	0	0	0	-	-
11H00	11H00 - 11H15	68	112	17	2	4	5	2	-	-	-	-	919
	11H15 - 11H30	61	140	4	2	5	15	-	-	-	-	-	
	11H30 - 11H45	90	143	6	2	5	13	-	-	-	-	-	
	11H45 - 12H00	62	132	11	4	3	11	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		281	527	38	10	17	44	2	0	0	0	-	-
12H00	12H00 - 12H15	70	132	13	3	4	14	-	-	-	-	-	967
	12H15 - 12H30	78	151	11	2	3	9	-	-	-	-	-	
	12H30 - 12H45	71	115	25	3	6	8	-	-	-	-	-	
	12H45 - 13H00	80	126	21	5	2	15	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		299	524	70	13	15	46	0	0	0	0	-	-
13H00	13H00 - 13H15	74	141	16	2	5	10	-	-	-	-	-	1003
	13H15 - 13H30	89	123	12	2	3	11	1	-	-	-	-	
	13H30 - 13H45	87	114	13	4	8	8	-	-	-	-	-	
	13H45 - 14H00	100	136	30	2	4	8	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		350	514	71	10	20	37	1	0	0	0	-	-
14H00	14H00 - 14H15	69	129	4	2	4	11	-	-	-	-	-	964
	14H15 - 14H30	107	115	10	2	5	10	-	-	-	-	-	
	14H30 - 14H45	68	126	15	2	3	13	-	-	-	-	-	
	14H45 - 15H00	96	132	18	2	5	14	2	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		340	502	47	8	17	48	2	0	0	0	-	-
15H00	15H00 - 15H15	84	114	11	5	4	9	2	-	-	-	-	924
	15H15 - 15H30	72	121	6	4	3	15	1	-	-	-	-	
	15H30 - 15H45	77	130	10	2	5	10	-	-	-	-	-	
	15H45 - 16H00	73	132	15	4	2	13	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		306	497	42	15	14	47	3	0	0	0	-	-
16H00	16H00 - 16H15	77	114	4	5	6	11	-	-	-	-	-	959
	16H15 - 16H30	81	121	12	2	3	15	-	-	-	-	-	
	16H30 - 16H45	84	141	6	3	4	9	-	-	-	-	-	
	16H45 - 17H00	90	135	13	6	4	11	2	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		332	511	35	16	17	46	2	0	0	0	-	-
17H00	17H00 - 17H15	93	142	4	3	3	14	1	-	-	-	-	983
	17H15 - 17H30	97	136	10	3	5	8	-	-	-	-	-	
	17H30 - 17H45	95	120	15	3	2	7	-	-	-	-	-	
	17H45 - 18H00	81	115	9	2	6	9	-	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		366	513	38	11	16	38	1	0	0	0	-	-

Anexo A-7. Censo Vehicular de la vía Pelileo – Cotalo, abs km 4+000 hasta km 8+000, domingo

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR										
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO- COTALÓ ABS 4+000 – 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA												
Fecha	11/12/2022	Provincia:	Tungurahua	Dirección tráfico	Ambos Sentidos		Estación N°	1	N° hoja	1		
Día	Domingo	Cantón:	Pelileo	Ubicación	4+000		Responsable	Ariel Llamaca				
HORA		LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA
		Automóvil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)		
						Livianos	Pesados					
6H00	6H00 - 6H15	106	141	13	2	4	13	-	-	-	-	1067
	6H15 - 6H30	105	133	6	7	6	10	-	-	-	-	
	6H30 - 6H45	91	125	12	3	5	15	2	-	-	-	
	6H45 - 7H00	104	128	10	4	3	18	1	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		406	527	41	16	18	56	3	0	0	0	
7H00	7H00 - 7H15	101	120	12	3	5	11	-	-	-	-	1070
	7H15 - 7H30	97	139	16	4	3	13	-	-	-	-	
	7H30 - 7H45	105	143	11	2	2	10	-	-	-	-	
	7H45 - 8H00	108	134	13	3	4	11	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		411	536	52	12	14	45	0	0	0	0	
8H00	8H00 - 8H15	105	121	15	4	4	8	2	-	-	-	1042
	8H15 - 8H30	95	141	11	2	3	14	-	-	-	-	
	8H30 - 8H45	102	140	17	2	3	7	1	-	-	-	
	8H45 - 9H00	92	126	9	4	4	10	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		394	528	52	12	14	39	3	0	0	0	
9H00	9H00 - 9H15	84	122	16	4	3	10	1	-	-	-	953
	9H15 - 9H30	90	114	15	2	4	8	-	-	-	-	
	9H30 - 9H45	95	110	11	3	5	14	-	-	-	-	
	9H45 - 10H00	95	116	13	5	4	9	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		364	462	55	14	16	41	1	0	0	0	
10H00	10H00 - 10H15	88	101	17	2	4	5	-	-	-	-	893
	10H15 - 10H30	91	109	4	3	5	13	-	-	-	-	
	10H30 - 10H45	90	107	13	2	4	11	-	-	-	-	
	10H45 - 11H00	84	107	11	4	3	15	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		353	424	45	11	16	44	0	0	0	0	
11H00	11H00 - 11H15	92	105	11	2	3	13	1	-	-	-	985
	11H15 - 11H30	97	130	15	2	6	10	-	-	-	-	
	11H30 - 11H45	89	121	8	5	2	15	-	-	-	-	
	11H45 - 12H00	93	143	9	2	4	5	2	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		371	499	43	11	15	43	3	0	0	0	
12H00	12H00 - 12H15	95	136	13	4	3	11	2	-	-	-	1061
	12H15 - 12H30	97	128	11	2	5	8	-	-	-	-	
	12H30 - 12H45	104	127	25	2	6	14	-	-	-	-	
	12H45 - 13H00	98	133	21	5	2	9	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		394	524	70	13	16	42	2	0	0	0	
13H00	13H00 - 13H15	96	110	15	3	5	6	-	-	-	-	971
	13H15 - 13H30	104	109	16	2	3	2	-	-	-	-	
	13H30 - 13H45	99	121	13	3	4	8	-	-	-	-	
	13H45 - 14H00	92	132	11	4	3	10	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		391	472	55	12	15	26	0	0	0	0	
14H00	14H00 - 14H15	88	129	6	3	3	9	1	-	-	-	942
	14H15 - 14H30	86	116	13	2	5	11	-	-	-	-	
	14H30 - 14H45	91	119	11	4	3	10	-	-	-	-	
	14H45 - 15H00	91	114	12	2	4	9	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		356	478	42	11	15	39	1	0	0	0	
15H00	15H00 - 15H15	82	114	10	6	3	10	-	-	-	-	904
	15H15 - 15H30	78	112	4	13	4	14	-	-	-	-	
	15H30 - 15H45	80	121	10	7	2	13	-	-	-	-	
	15H45 - 16H00	79	109	12	7	5	9	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		319	456	36	33	14	46	0	0	0	0	
16H00	16H00 - 16H15	79	116	15	5	2	10	1	-	-	-	942
	16H15 - 16H30	86	120	11	4	6	8	-	-	-	-	
	16H30 - 16H45	87	120	10	3	3	13	-	-	-	-	
	16H45 - 17H00	84	133	13	2	4	7	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		336	489	49	14	15	38	1	0	0	0	
17H00	17H00 - 17H15	89	130	15	10	4	9	1	-	-	-	1010
	17H15 - 17H30	96	134	9	4	3	7	-	-	-	-	
	17H30 - 17H45	96	125	13	6	3	10	-	-	-	-	
	17H45 - 18H00	93	116	19	5	4	9	-	-	-	-	
SUMATORIA PARCIAL		374	505	56	25	14	35	1	0	0	0	

ANEXO B

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

Anexo B-1. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO - PCI		Esquema								
<p>PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO- COTALÓ ABS 4+000 – 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA</p>										
<p>Abscisa Inicial: 4+000</p>	<p>Abscisa Final: 4+040</p>	<p>#Unidad de Muestreo: 1</p>								
<p>Ancho del Carril: 5.55 m</p>		<p>Área de Muestreo: 222 m</p>								
<p>Realizado por: Ariel Llamuca</p>		<p>Revisado por: Ing. Mg Alex Lopez</p>								
1.- Piel de Cocodrilo	8.- Grieta de reflexión de justas	15.- Ahuellamiento								
2.- Exudación	9.- Desnivel del carril /Berma	16.- Desplazamiento								
3.- Agrietamiento de bloque	10.- Grietas longitudinales y transversales	17.- Grietas Parabólicas								
4.- Abultamientos y hundimientos	11.- Parcheo	18.- Hinchamiento								
5.- Corrugación	12.- Pulimiento de agregados	19.- Desprendimiento de agregados								
6.- Depresión	13.- Baches									
7.- Grietas de borde	14.- Cruce de vía férrea	Número de deducción >2(q)								
CÓDIGO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
1	L	20.00						20.00	9.01	32
10	L	3.00	4.00	1.50	3.00			11.50	5.18	10
13	L	1.00	1.00	1.00	1.00			4.00	1.80	67
								Máximo valor deducido (MaxDV)= 67		
								Número Máx. de Val. Deducido(m)= 4.0		
NÚM.	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV	
1	67	32	10				109	3	74	
2	67	32	2				101	2	72	
3	67	2	2				71	1	72	
								Máx (CDV) = 74		
								Cálculo del PCI = (100 - CDV) = 26		
								Condición del Pavimento Muy Pobre		

Anexo B-2. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO - PCI		Esquema							
<p>PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO- COTALÓ ABS 4+000 – 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA</p>									
<p>Abscisa Inicial: 4+280</p>	<p>Abscisa Final: 4+320</p>	<p>#Unidad de Muestreo: 2</p>							
<p>Ancho del Carril: 5.3 m</p>		<p>Área de Muestreo: 212 m</p>							
<p>Realizado por: Ariel Llamuca</p>		<p>Revisado por: Ing. Mg Alex Lopez</p>							
1.- Piel de Cocodrilo	8.- Grieta de reflexión de justas	15.- Ahuellamiento							
2.- Exudación	9.- Desnivel del carril /Berma	16.- Desplazamiento							
3.- Agrietamiento de bloque	10.- Grietas longitudinales y transversales	17.- Grietas Parabólicas							
4.- Abultamientos y hundimientos	11.- Parcheo	18.- Hinchamiento							
5.- Corrugación	12.- Pulimiento de agregados	19.- Desprendimiento de agregados							
6.- Depresión	13.- Baches								
7.- Grietas de borde	14.- Cruce de vía férrea	Número de deducción >2(q)							
CÓDIGO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
1	L	16.00					16.00	7.55	30
5	M	1.25					1.25	0.59	10
10	L	4.00	3.25				7.25	3.42	9
						Máximo valor deducido (MaxDV)= 30			
						Número Máx. de Val. Deducido(m)= 7.4			
NÚM.	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV		
1	30	10	9		49	3	30		
2	30	10	2		42	2	32		
3	30	2	2		34	1	34		
						Máx (CDV) = 34			
						Cálculo del PCI = (100 - CDV) = 66			
						Condición del Pavimento Bueno			

Anexo B-3. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #3

CÓDIGO		SEVERIDAD		CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
1	L	10.00								10.00	5.00	25
10	L	1.43	0.60	2.15						4.18	2.09	5
11	L	4.32	3.15							7.47	3.74	7
13	L	1.00								1.00	0.50	47
										Máximo valor deducido (MaxDV)= 47		
										Número Máx. de Val. Deducido(m)= 5.9		
NÚM.	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV			
1	47	25	7	5			84	4	48			
2	47	25	7	2			81	3	52			
3	47	25	2	2			76	2	56			
4	47	2	2	2			53	1	54			
										Máx (CDV) = 56		
										Cálculo del PCI = (100 - CDV) = 44		
										Condición del Pavimento Pobre		

Anexo B-4. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #4

CÓDIGO		SEVERIDAD		CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
1	L	12.00							12.00	5.45	26	
10	L	1.10	5.40						6.50	2.95	8	
11	L	2.88	1.20	7.70					11.78	5.35	18	
13	L	1.00							1.00	0.45	44	
Máximo valor deducido (MaxDV)=											44	
Número Máx. de Val. Deducido(m)=											6.1	
NÚM.	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV	
1	44	26	18	8					96	4	54	
2	44	26	18	2					90	3	58	
3	44	26	2	2					74	2	54	
4	44	2	2	2					50	1	52	
Máx (CDV) =											58	
Cálculo del PCI = (100 - CDV) =											42	
Condición del Pavimento											Pobre	

Anexo B-5. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #5

CÓDIGO		SEVERIDAD		CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
1	M	3.30	1.60						4.90	2.01	28	
11	L	4.14	5.12	1.26					10.52	4.31	9	
13	L	1.00							1.00	0.41	42	
Máximo valor deducido (MaxDV)=											42	
Número Máx. de Val. Deducido(m)=											6.3	
NÚM.	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV	
1	42	28	9						79	3	50	
2	42	28	2						72	2	52	
3	42	2	2						46	1	46	
Máx (CDV) =											52	
Cálculo del PCI = (100 - CDV) =											48	
Condición del Pavimento											Pobre	

Anexo B-6. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #6

CÓDIGO		SEVERIDAD		CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
1	M	2.25							2.25	1.02	20	
11	L	0.32	3.75	5.61	3.20				12.88	5.85	10	
13	L	1.00							1.00	0.45	43	
									Máximo valor deducido (MaxDV)=		43	
									Número Máx. de Val. Deducido(m)=		6.2	
NÚM.	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV	
1	43	20	10						73	3	48	
2	43	20	2						65	2	48	
3	43	2	2						47	1	46	
									Máx (CDV) =		48	
									Cálculo del PCI = (100 - CDV) =		52	
									Condición del Pavimento		Pobre	

Anexo B-7. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #7

CÓDIGO		SEVERIDAD		CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
11	L	13.76	6.40	2.40					22.56	11.28	18	
13	L	1.00							1.00	0.50	47	
									Máximo valor deducido (MaxDV)=		47	
									Número Máx. de Val. Deducido(m)=		5.9	
NÚM.	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV	
1	47	18							65	2	48	
2	47	2							49	1	48	
									Máx (CDV) =		48	
									Cálculo del PCI = (100 - CDV) =		52	
									Condición del Pavimento		Pobre	

Anexo B-8. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #8

CÓDIGO		SEVERIDAD		CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
1	M	4.50	1.68						6.18	2.83	16		
11	L	3.20	1.68	1.62	3.75				10.25	4.70	10		
									Máximo valor deducido (MaxDV)= 16				
									Número Máx. de Val. Deducido(m)= 8.7				
NÚM.	VALOR DEDUCIDO										TOTAL	q	CDV
1	16	10									26	2	18
2	10	2									12	1	14
									Máx (CDV) = 18				
									Cálculo del PCI = (100 - CDV) = 82				
									Condición del Pavimento Satisfactorio				

Anexo B-9. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #9

CÓDIGO		SEVERIDAD		CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
1	L	1.13	0.31						1.44	0.59	6		
									Máximo valor deducido (MaxDV)= 6				
									Número Máx. de Val. Deducido(m)= 9.6				
NÚM.	VALOR DEDUCIDO										TOTAL	q	CDV
1	6										6	1	6
									Máx (CDV) = 6				
									Cálculo del PCI = (100 - CDV) = 94				
									Condición del Pavimento Excelente				

Anexo B-10. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #10

CÓDIGO		SEVERIDAD		CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
1	L	6.00	0.25					6.25	3.13	21
								Máximo valor deducido (MaxDV)=		21
								Número Máx. de Val. Deducido(m)=		8.3
NÚM.	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV			
1	21							21	1	22
								Máx (CDV) =		22
								Cálculo del PCI = (100 - CDV) =		78
								Condición del Pavimento		Satisfactorio

Anexo B-11. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #11

CÓDIGO		SEVERIDAD		CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
1	L	1.50	1.08	7.00				9.58	4.35	23
								Máximo valor deducido (MaxDV)=		23
								Número Máx. de Val. Deducido(m)=		8.1
NÚM.	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV			
1	23							23	1	24
								Máx (CDV) =		24
								Cálculo del PCI = (100 - CDV) =		76
								Condición del Pavimento		Satisfactorio

Anexo B-12. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #12

CÓDIGO		SEVERIDAD		CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
1	L	0.14	0.24	1.02					1.40	0.56	7	
								Máximo valor deducido (MaxDV)=	7			
								Número Máx. de Val. Deducido(m)=	9.5			
NÚM.	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV			
1	7						7	1	8			
								Máx (CDV) =	8			
								Cálculo del PCI = (100 - CDV) =	92			
								Condición del Pavimento	Excelente			

Anexo B-13. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #13

CÓDIGO		SEVERIDAD		CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
1	L	0.50	3.20	0.05					3.75	1.56	12	
								Máximo valor deducido (MaxDV)=	12			
								Número Máx. de Val. Deducido(m)=	9.1			
NÚM.	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV			
1	12						12	1	12			
								Máx (CDV) =	12			
								Cálculo del PCI = (100 - CDV) =	88			
								Condición del Pavimento	Excelente			

Anexo B-14. Hoja de campo para determinación del PCI, unidad de muestreo #14

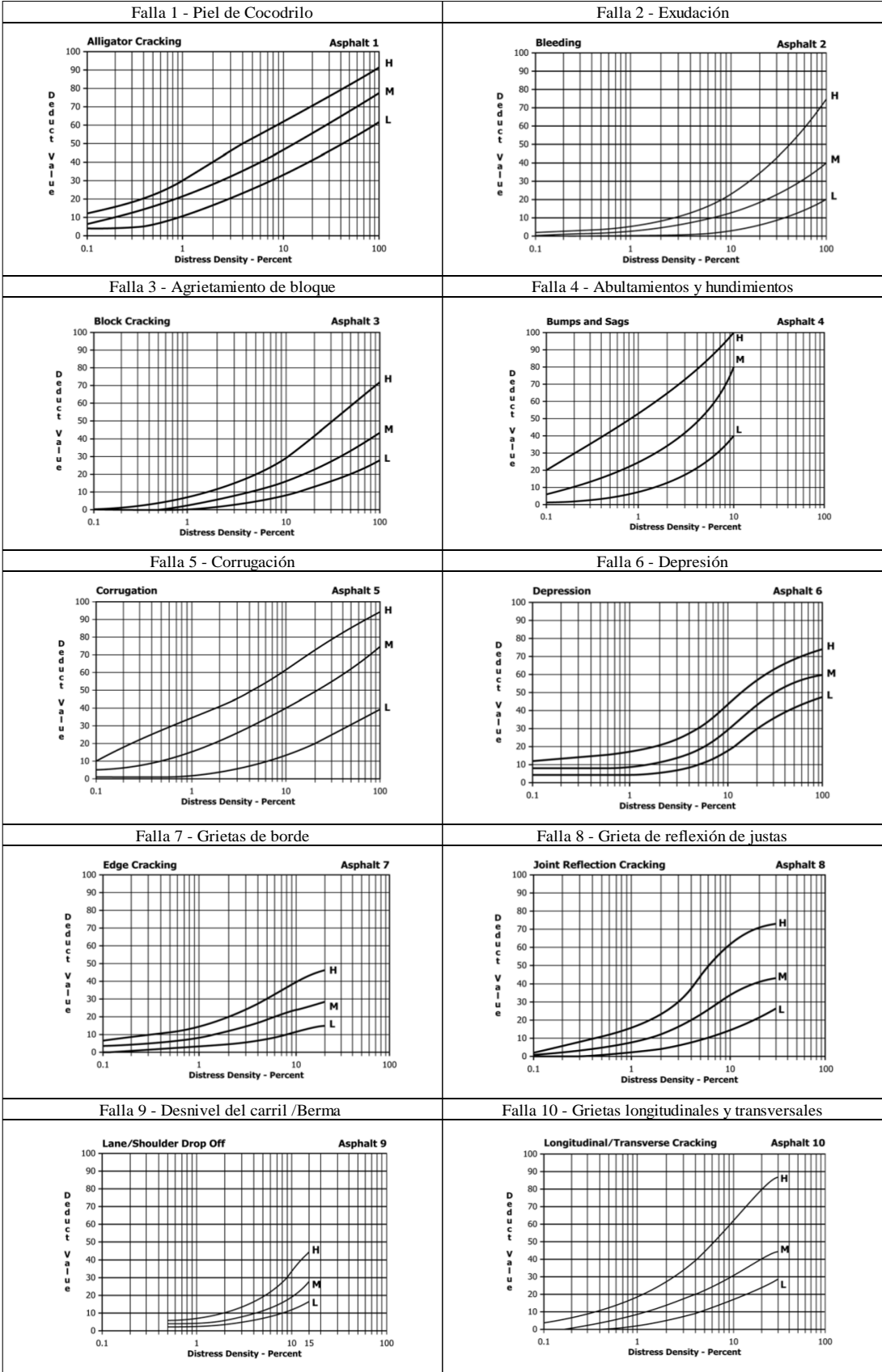


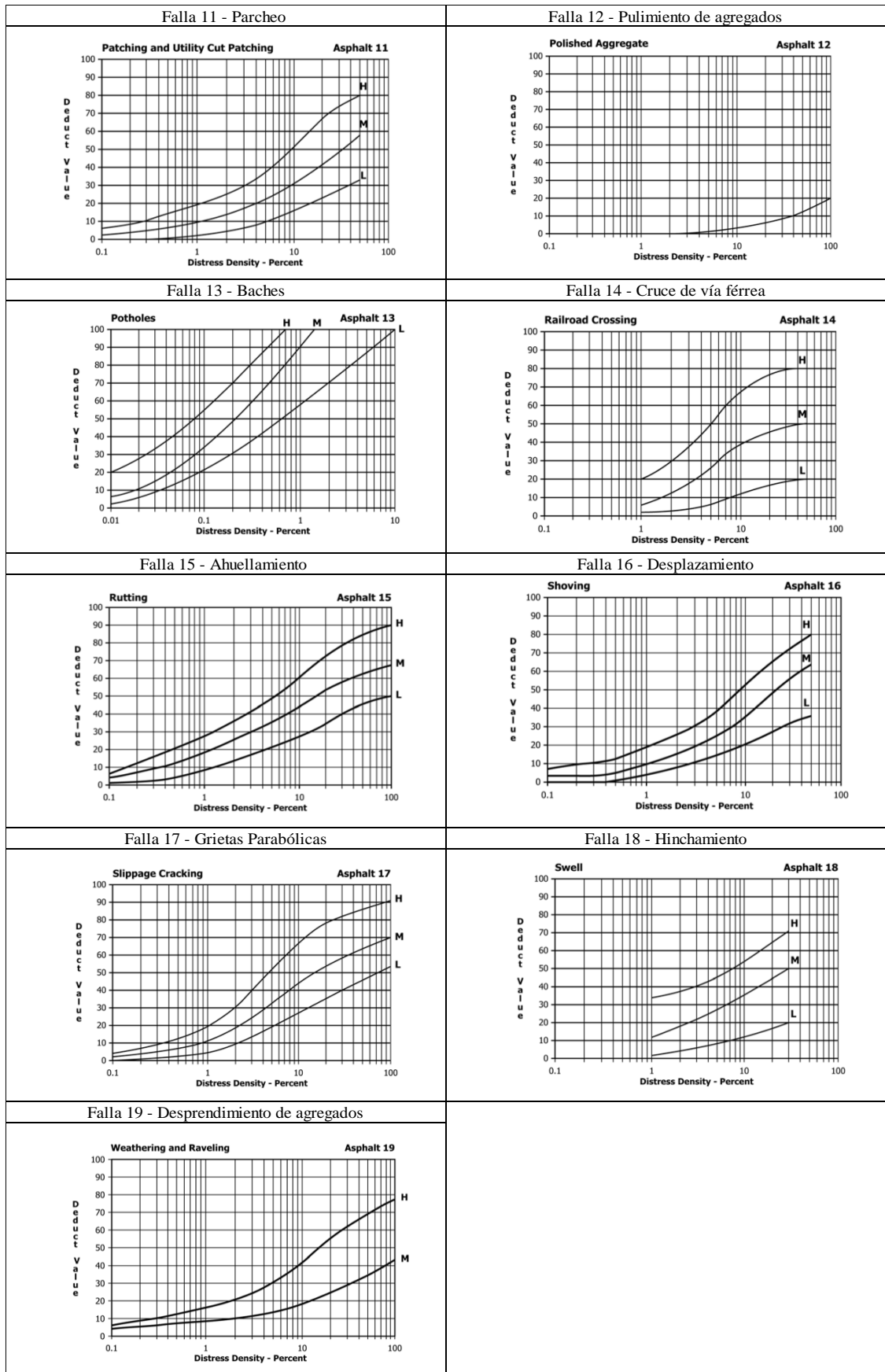
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO - PCI



PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO- COTALÓ ABS 4+000 – 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA													
Abscisa Inicial: 7+640			Abscisa Final: 7+680			#Unidad de Muestreo: 14							
Ancho del Carril: 5.5						Área de Muestreo: 220 m							
Realizado por: Ariel Llamuca				Revisado por: Ing. Mg Alex Lopez									
1.- Piel de Cocodrilo		8.- Grieta de reflexión de justas				15.- Ahuellamiento							
2.- Exudación		9.- Desnivel del carril /Berma				16.- Desplazamiento							
3.- Agrietamiento de bloque		10.- Grietas longitudinales y transversales				17.- Grietas Parabólicas							
4.- Abultamientos y hundimientos		11.- Parqueo				18.- Hinchamiento							
5.- Corrugación		12.- Pulimiento de agregados				19.- Desprendimiento de agregados							
6.- Depresión		13.- Baches											
7.- Grietas de borde		14.- Cruce de vía férrea				Número de deducción >2(q)							
CÓDIGO	SEVERIDAD		CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO	
1	M		1.05	1.76						2.81	1.28	11	
13	L		1.00							1.00	0.45	43	
										Máximo valor deducido (MaxDV)=		43	
										Número Máx. de Val. Deducido(m)=		6.2	
NÚM.	VALOR DEDUCIDO										TOTAL	q	CDV
1	43	11								54	2	42	
2	43	2								45	1	44	
										Máx (CDV) =		44	
										Cálculo del PCI = (100 - CDV) =		56	
										Condición del Pavimento		Bueno	

Anexo B-15. Graficas de valores deducidos para pavimento asfáltico





Fuente: ASTM D6433-11 [28]

ANEXO C

**COMPONENTES FÍSICOS DE LA
VÍA - ENSAYO DE SUELOS**



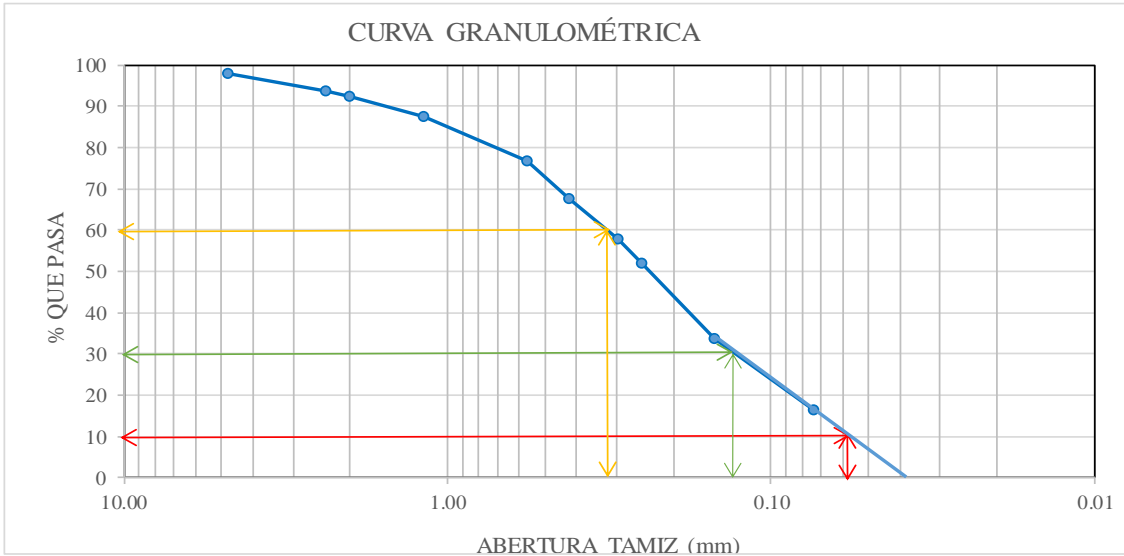
Anexo C-1 - Sistema de clasificación de los suelos de la AASHTO

Clasificación General	Materias Granulares (35% o menos pasa por el tamiz N°200)						
	A-1		A-2				A-3
Clasificación de Grupo	A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	
Sub Grupos							
Porcentaje que pasa: Tamiz N°10 (2mm)	50 máx						
Tamiz N°40 (0,425mm)	30 máx	50 máx					51 mín
Tamiz N°200 (0,075mm)	15 máx	25 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	10 máx
Características del material que pasa por el tamiz N°40							No Plástico
Límite líquido (LL)			40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	
Índice de plasticidad (IP)	6 máx	6 máx	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	
Tipo de Material	Fragmento piedra, grava y arena		Gravas y arenas limosas y arcillosas				Arena Fina
Terrenos de Fundación	Excelente a buena		Excelente a buena		Regular		Excelente a
Clasificación General	Materiales limosos y arcillosos (más del 35% pasa el tamiz N°200)						
Clasificación de Grupo	A-4	A-5	A-6	A-7			
Sub Grupos				A-7-5		A-7-6	
Porcentaje que pasa: Tamiz N°10 (2mm)							
Tamiz N°40 (0,425mm)							
Tamiz N°200 (0,075mm)	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín			
Características del material que pasa por el tamiz N°40							
Límite líquido (LL)	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín			
Índice de plasticidad (IP)	10 máx	10 máx		11 mín			
Tipo de Material	Suelos limosos		Suelos arcillosos				
Terrenos de Fundación	Regular a malo						
* Si IP < LL - 30, es A-7-5			*Si IP > LL - 30, es A-7-6				



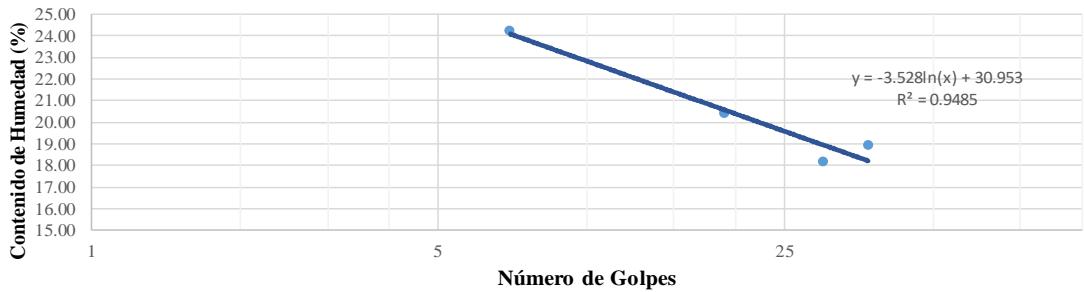
Fuente: Marín L. "Mecánica de Suelos". 2008 [33]

Muestra #1 – Abs 4+000 hasta Abs 5+000 (Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR)



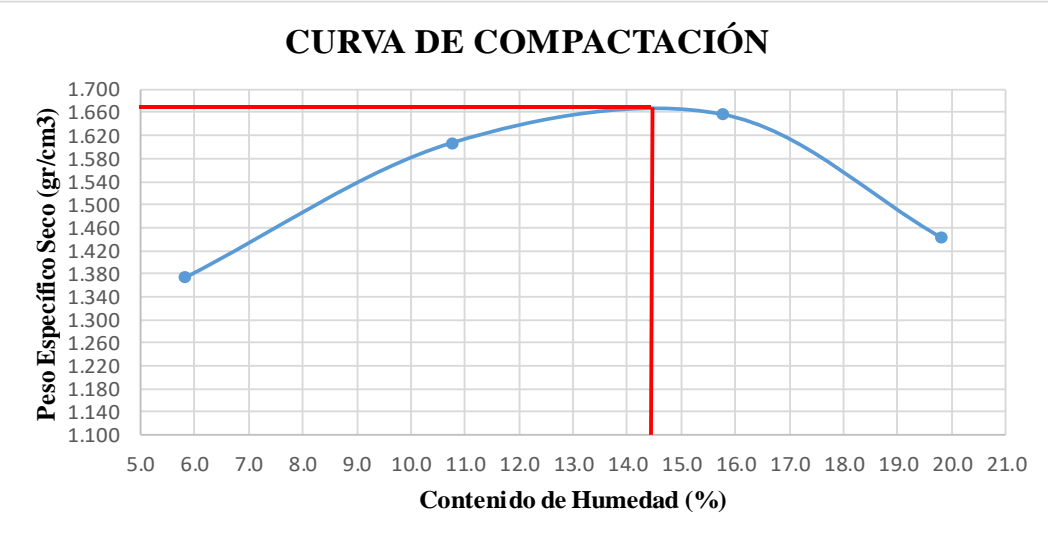
Anexo C-2 - Análisis Granulométrico

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS			
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"					
ABS: 4+000 - 5+000			Peso de la muestra: 1000 gr		
Norma: ASSTM D-421-58					
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta					
GRANULOMETRIA					
TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	PESOS RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	20.87	20.87	2.09	97.91
8	2.38	41.26	62.13	6.21	93.79
10	2.00	13.67	75.80	7.58	92.42
16	1.19	48.41	124.21	12.42	87.58
30	0.565	106.89	231.10	23.11	76.89
40	0.42	91.25	322.35	32.24	67.76
50	0.297	97.98	420.33	42.03	57.97
60	0.25	59.15	479.48	47.95	52.05
100	0.149	184.08	663.56	66.36	33.64
200	0.074	171.67	835.23	83.52	16.48
FUENTE		161.42	996.65	100.00	
RESULTADOS					
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL		
D10mm	0.058		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
D30mm	0.14				
D60mm	0.32				
Cu = D60/D10		5.52			
Cc=(D30)^2/(D60*D10)		1.06			
					



Anexo C-3 - Limite Liquido y Limite Plástico (Límites de Atterberg)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS							
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"									
ABS: 4+000 - 5+000									
Norma: ASTM D 4318 - INEN 691									
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta									
LÍMITE LÍQUIDO									
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
#2	7	14.35	13.01	7.42	1.34	5.59	23.97	24.23	
#45		13.57	12.37	7.47	1.20	4.90	24.49		
#4	19	15.98	14.54	7.44	1.44	7.10	20.28	20.44	
#10		13.01	12.05	7.39	0.96	4.66	20.60		
#7	30	10.59	9.64	4.31	0.95	5.33	17.82	18.21	
#3		10.02	9.12	4.28	0.90	4.84	18.60		
#12	37	12.03	11.32	7.47	0.71	3.85	18.44	18.94	
#9		9.74	8.85	4.27	0.89	4.58	19.43		
LÍMITE LÍQUIDO									
									
LÍMITE PLÁSTICO									
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%		
#18	8.80	8.57	7.46	0.23	1.11	20.72	18.71		
#29	8.98	8.81	7.47	0.17	1.34	12.69			
#30	8.51	8.33	7.45	0.18	0.88	20.45			
#10	8.80	8.58	7.47	0.22	1.11	19.82			
#28	8.32	8.18	7.47	0.14	0.71	19.89			
RESULTADOS									
Límite Líquido %		Límite Plástico %				Índice de Plasticidad %			
19.59		18.71				0.88			

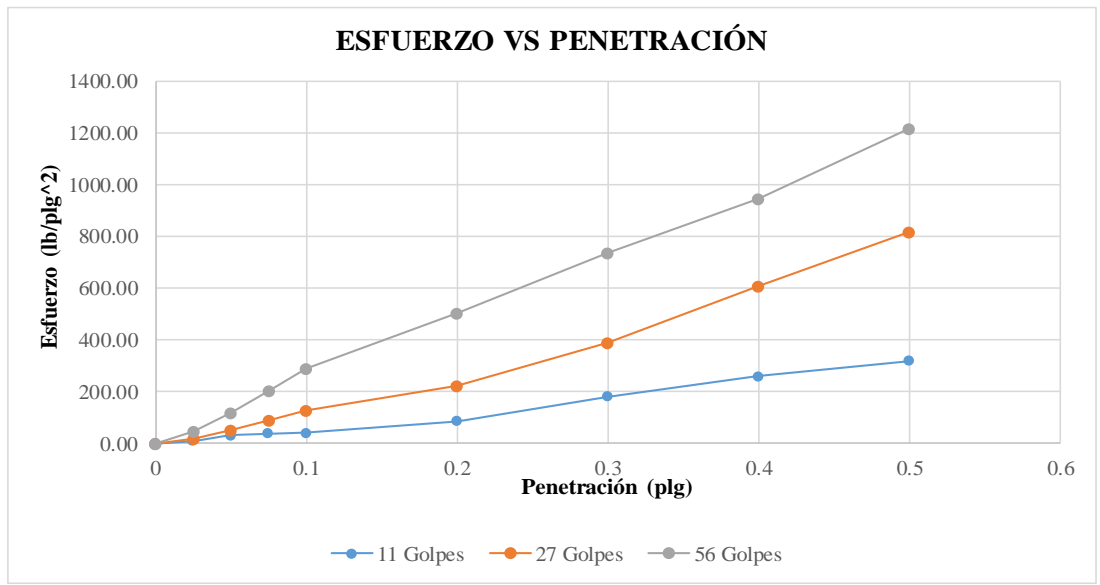
Anexo C-4 - Proctor Modificado

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"								
ABS: 4+000 - 5+000								
Norma: AASHTO T-180 - ASTM D1557								
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta								
PROCTOR MODIFICADO								
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4				
% Rango en aumento	5	10	15	20				
Suelo húmedo + molde (gr)	21572	22312	22625	22196				
Peso molde (gr)	18286	18286	18286	18286				
Peso suelo húmedo (gr)	3286	4026	4339	3910				
Peso unitario húm. (gr)	1.45	1.78	1.92	1.73				
Determinación del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	77	14	70	59	20	3	6	67
Peso del recipiente (gr)	29.55	33.89	60.76	34.79	52.40	48.33	53.82	51.24
Peso suelo húm. + recip (gr)	82.03	72.59	85.35	79.81	91.45	99.50	105.86	109.64
Peso suelo seco + recip (gr)	79.20	70.42	82.93	75.50	86.17	92.48	97.26	99.97
Peso del agua (gr)	2.83	2.17	2.42	4.31	5.28	7.02	8.6	9.67
Peso suelo seco (gr)	49.65	36.53	22.17	40.71	33.77	44.15	43.44	48.73
Contenido de agua (%)	5.70	5.94	10.92	10.59	15.64	15.90	19.80	19.84
w (%) Promedio	5.82		10.75		15.77		19.82	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.37		1.61		1.66		1.44	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):			1.660					
Humedad Óptima:			14.5					
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<h3>CURVA DE COMPACTACIÓN</h3>  <p>El gráfico muestra una curva de compactación con el eje vertical etiquetado como 'Peso Específico Seco (gr/cm3)' y el eje horizontal como 'Contenido de Humedad (%)'. La curva comienza en un punto a 6% de humedad y 1.38 gr/cm3, sube a un pico de 1.66 gr/cm3 a 14.5% de humedad, y luego desciende a 1.44 gr/cm3 a 20% de humedad. Una línea roja vertical marca la humedad óptima en 14.5% y una línea roja horizontal marca la densidad seca máxima en 1.660 gr/cm3.</p>								

Anexo C-5 – CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ESTUDIO DE SUELOS							
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"							
ABS: 4+000 - 5+000							
Norma: ASTM D1883							
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta							
CBR de Laboratorio							
Proceso de Compactación							
Nro. De golpes por capa	11		27		56		
Muestra húmeda + molde (gr)	9848		10653		12112		
Masa del molde (gr)	6352		6593		8264		
Masa muestra húmeda (gr)	3496		4060		3848		
Volumen muestra (cm3)	1943.86		2208.93		2032.22		
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.8		1.84		1.89		
Contenido de Humedad							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Numero de recipiente	77	14	70	59	20	3	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	103.26	108.38	115.36	98.34	284.38	220.36	
Masa suelo seco + recip. (gr)	94.20	99.18	108.63	90.40	255.67	199.01	
Masa recipiente (gr)	29.55	33.89	60.76	34.19	52.4	48.33	
Masa del agua (gr)	9.06	9.20	6.73	7.94	28.71	21.35	
Masa suelo seco (gr)	64.65	65.29	47.87	56.21	203.27	150.68	
Contenido de humedad w%	14.01	14.09	14.06	14.13	14.12	14.17	
w% promedio	14.05		14.09		14.15		
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.58		1.61		1.66		
Después de la Saturación							
Muestra húmeda + molde (gr)	10362		11233		12679		
Masa del molde (gr)	6352		6593		8264		
Masa muestra húmeda (gr)	4010		4640		4415		
Volumen muestra (cm3)	1943.86		2208.93		2032.22		
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	2.06		2.1		2.17		
Contenido de Humedad							
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Numero de recipiente	77	14	70	59	20	3	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	98.37	102.35	100.25	90.2	276.9	239.5	
Masa suelo seco + recip. (gr)	85.83	89.14	93.66	80.03	239.9	205.6	
Masa recipiente (gr)	29.55	33.89	60.76	34.19	52.4	48.33	
Masa del agua (gr)	12.54	13.21	6.59	10.17	37	33.9	
Masa suelo seco (gr)	56.28	55.25	32.9	45.84	187.5	157.27	
Contenido de humedad w%	22.28	23.91	20.03	22.19	19.73	21.56	
w% promedio	23.10		21.11		20.64		
Penetración en la máquina CBR							
Molde	A		B		C		
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.025	31.30	10.43	52.30	17.43	136.30	45.43	
0.05	92.80	30.93	158.80	52.93	349.60	116.53	
0.075	114.60	38.20	275.80	91.93	613.10	204.37	
0.1	125.90	41.97	379.30	126.43	863.80	287.93	
0.2	259.80	86.60	665.30	221.77	1513.60	504.53	
0.3	548.30	182.77	1169.40	389.80	2208.10	736.03	
0.4	780.90	260.30	1831.20	610.40	2843.60	947.87	
0.5	961.80	320.60	2451.50	817.17	3651.10	1217.03	

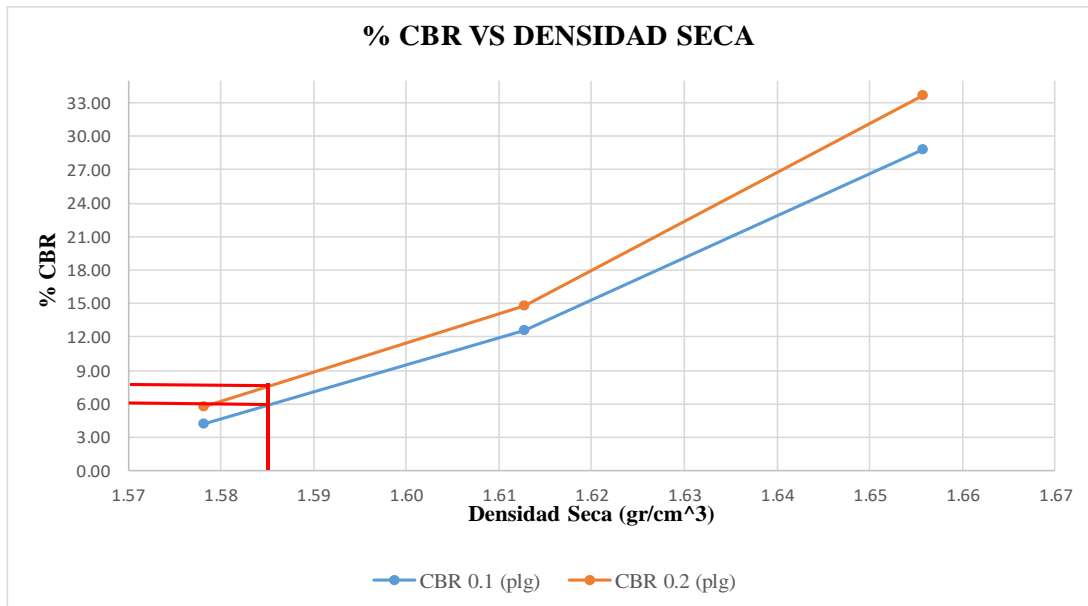
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
A	41.97	4.20	1.58	86.60	5.77	1.58
B	126.43	12.64	1.61	221.77	14.78	1.61
C	287.93	28.79	1.66	504.53	33.64	1.66



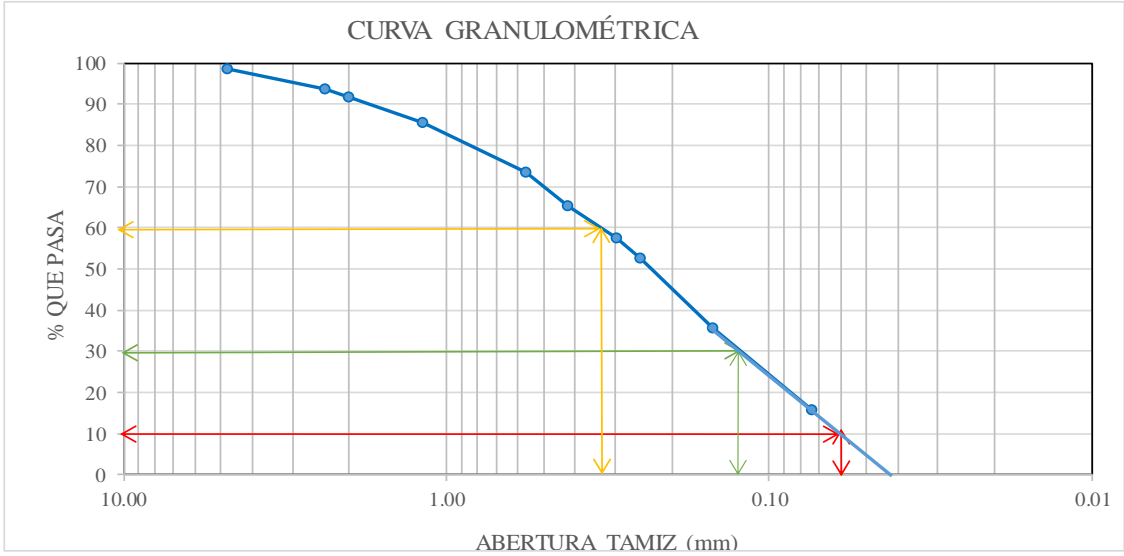
Gráfica de % CBR vs Densidad Seca





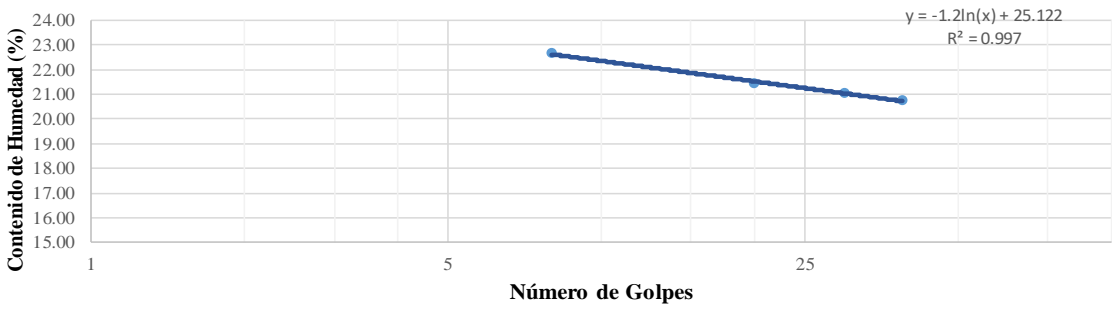
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.668		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1.585	6	8	8
CBR PUNTUAL (%)			8	

Muestra #2 – Abs 5+000 hasta Abs 6+000 (Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR)



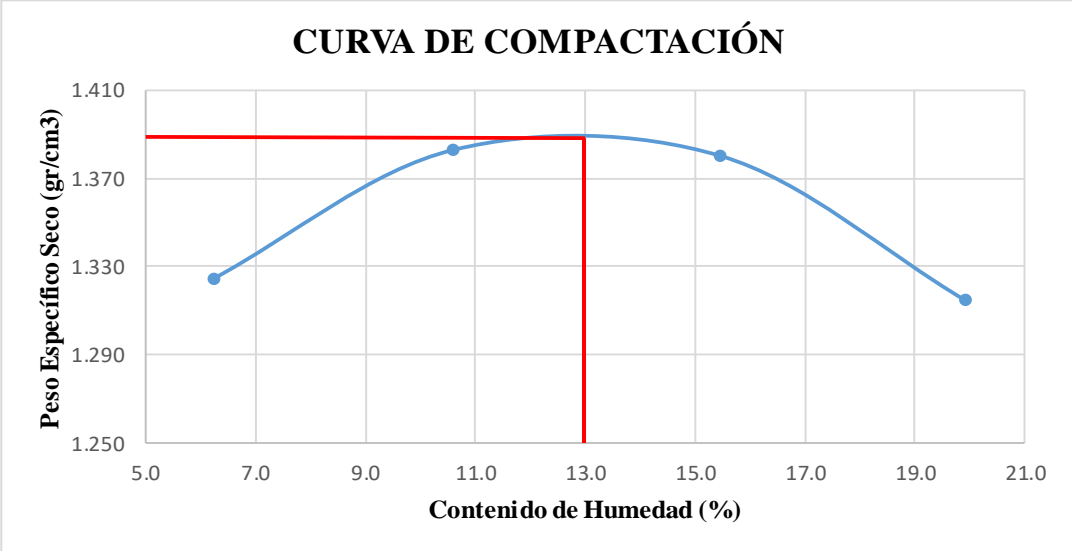
Anexo C-6 - Análisis Granulométrico

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS			
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"					
ABS: 5+000 - 6+000			Peso de la muestra: 1000 gr		
Norma: ASSTM D-421-58					
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta					
GRANULOMETRIA					
TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	PESOS RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	14.59	14.59	1.46	98.54
8	2.38	49.27	63.86	6.39	93.61
10	2.00	17.12	80.98	8.10	91.90
16	1.19	63.65	144.63	14.46	85.54
30	0.565	120.25	264.88	26.49	73.51
40	0.42	80.55	345.43	34.54	65.46
50	0.297	78.65	424.08	42.41	57.59
60	0.25	48.84	472.92	47.29	52.71
100	0.149	170.90	643.82	64.38	35.62
200	0.074	199.25	843.07	84.31	15.69
FUENTE		154.03	997.10	100.00	
RESULTADOS					
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL		
D10mm	0.06		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
D30mm	0.14				
D60mm	0.32				
Cu = D60/D10					
Cc = (D30) ² /(D60*D10)					
			1.46	82.85	15.69
					



Anexo C-7 - Limite Liquido y Limite Plástico (Límites de Atterberg)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"								
ABS: 5+000 - 6+000								
Norma: ASTM D 4318 - INEN 691								
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
67	8	11.55	10.80	7.48	0.75	3.32	22.59	22.65
27		12.15	11.28	7.45	0.87	3.83	22.72	
24	20	10.15	9.66	7.41	0.49	2.25	21.78	21.46
R		9.28	8.96	7.47	0.32	1.49	21.14	
10	30	10.25	9.63	7.42	0.62	2.22	27.99	21.04
61		10.05	9.57	6.17	0.48	3.41	14.10	
19	39	9.71	9.07	6.02	0.64	3.05	21.02	20.76
51		9.70	9.08	6.04	0.62	3.04	20.49	
LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
10	12.54	12.26	10.78	0.28	1.48	18.91	20.51	
2	12.72	12.40	10.53	0.32	1.88	17.07		
32	11.92	11.62	10.66	0.30	0.96	31.05		
23	12.53	12.25	10.74	0.28	1.51	18.23		
9	12.85	12.54	10.75	0.31	1.79	17.30		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %			
21.25		20.51			0.74			

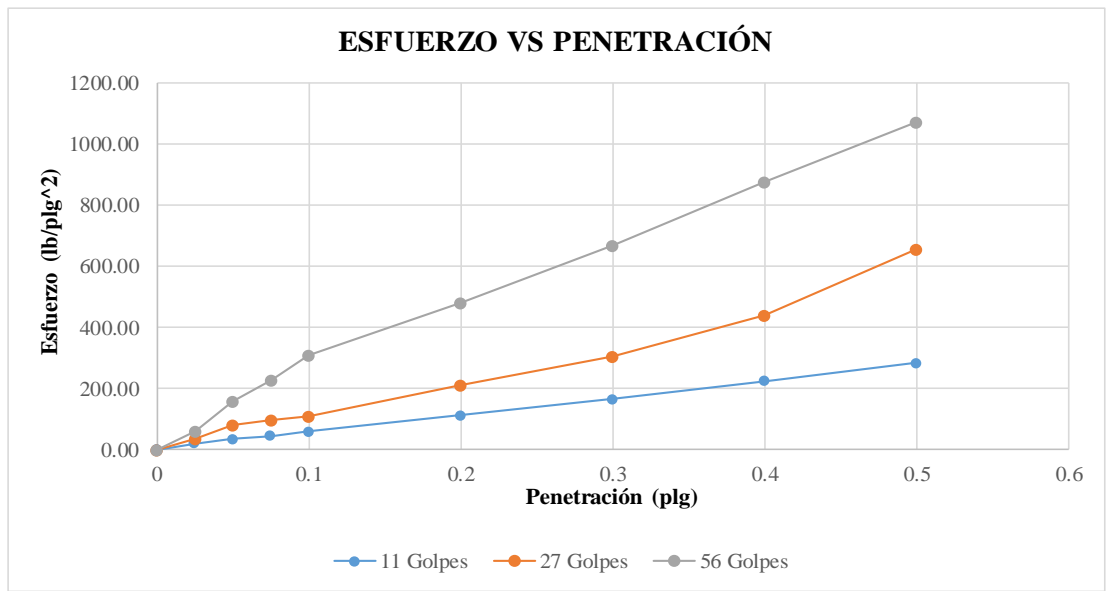
Anexo C-8 - Proctor Modificado

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"								
ABS: 5+000 - 6+000								
Norma: AASHTO T-180 - ASTM D1557								
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta								
PROCTOR MODIFICADO								
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4	5			
% Rango en aumento	5	10	15	20				
Suelo húmedo + molde (gr)	21959	22278	22445	22401				
Peso molde (gr)	18286	18286	18286	18286				
Peso suelo húmedo (gr)	3673	3992	4159	4115				
Peso unitario húm. (gr)	1.41	1.53	1.59	1.58				
Determinación del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	16	1	92	22	17	9	10	6
Peso del recipiente (gr)	30.58	31.54	33.16	31.97	31.10	31.91	127.50	128.63
Peso suelo húm. + recip (gr)	118.70	116.70	128.21	109.05	133.82	105.70	234.94	241.67
Peso suelo seco + recip (gr)	113.48	111.75	119.22	101.55	119.97	95.89	217.04	222.94
Peso del agua (gr)	5.22	4.953	8.985	7.495	13.846	9.818	17.9	18.73
Peso suelo seco (gr)	82.898	80.208	86.057	69.585	88.869	63.979	89.536	94.307
Contenido de agua (%)	6.30	6.18	10.44	10.77	15.58	15.35	19.99	19.86
w (%) Promedio	6.24		10.61		15.46		19.93	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.32		1.38		1.38		1.31	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):				1.395				
Humedad Óptima:				13				
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p style="text-align: center;">CURVA DE COMPACTACIÓN</p> 								

Anexo C-9 – CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ESTUDIO DE SUELOS							
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"							
ABS: 5+000 - 6+000							
Norma: ASTM D1883							
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta							
CBR de Laboratorio							
Proceso de Compactación							
Nro. De golpes por capa	11		27		56		
Muestra húmeda + molde (gr)	9623		9978		11867		
Masa del molde (gr)	6352		6593		8264		
Masa muestra húmeda (gr)	3271		3385		3603		
Volumen muestra (cm3)	2208.93		2208.93		2208.93		
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.48		1.53		1.63		
Contenido de Humedad							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Numero de recipiente	16	1	92	22	17	9	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	105.60	110.35	115.32	103.16	128.92	116.60	
Masa suelo seco + recip. (gr)	97.46	101.70	106.22	95.15	118.17	107.13	
Masa recipiente (gr)	30.579	31.54	33.163	31.966	31.102	31.907	
Masa del agua (gr)	8.14	8.65	9.10	8.01	10.75	9.47	
Masa suelo seco (gr)	66.88	70.16	73.06	63.18	87.07	75.22	
Contenido de humedad w%	12.17	12.33	12.46	12.68	12.35	12.59	
w% promedio	12.25		12.57		12.47		
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.32		1.36		1.45		
Después de la Saturación							
Muestra húmeda + molde (gr)	10321		10661		12539		
Masa del molde (gr)	6352		6593		8264		
Masa muestra húmeda (gr)	3969		4068		4275		
Volumen muestra (cm3)	2208.93		2208.93		2208.93		
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.8		1.84		1.94		
Contenido de Humedad							
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Numero de recipiente	16	1	92	22	17	9	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	109.74	113.24	117.5	108.54	124.34	115.12	
Masa suelo seco + recip. (gr)	94.7	98.37	102.46	95.2	109.28	101.3	
Masa recipiente (gr)	30.579	31.54	33.163	31.966	31.102	31.907	
Masa del agua (gr)	15.04	14.87	15.04	13.34	15.06	13.82	
Masa suelo seco (gr)	64.121	66.83	69.297	63.234	78.178	69.393	
Contenido de humedad w%	23.46	22.25	21.70	21.10	19.26	19.92	
w% promedio	22.85		21.40		19.59		
Penetración en la máquina CBR							
Molde	A		B		C		
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.025	62.30	20.77	110.10	36.70	187.40	62.47	
0.05	104.30	34.77	248.80	82.93	479.10	159.70	
0.075	137.10	45.70	299.30	99.77	690.15	230.05	
0.1	179.30	59.77	329.40	109.80	925.30	308.43	
0.2	340.20	113.40	630.50	210.17	1447.30	482.43	
0.3	497.30	165.77	920.30	306.77	2003.20	667.73	
0.4	678.30	226.10	1324.30	441.43	2628.20	876.07	
0.5	854.20	284.73	1964.20	654.73	3213.50	1071.17	

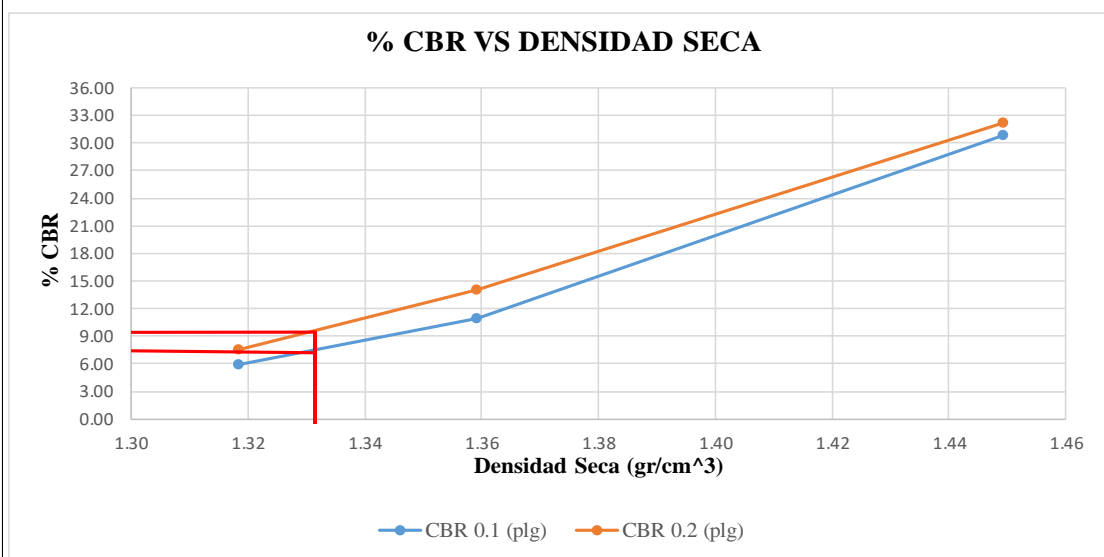
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
A	59.77	5.98	1.32	113.40	7.56	1.32
B	109.80	10.98	1.36	210.17	14.01	1.36
C	308.43	30.84	1.45	482.43	32.16	1.45

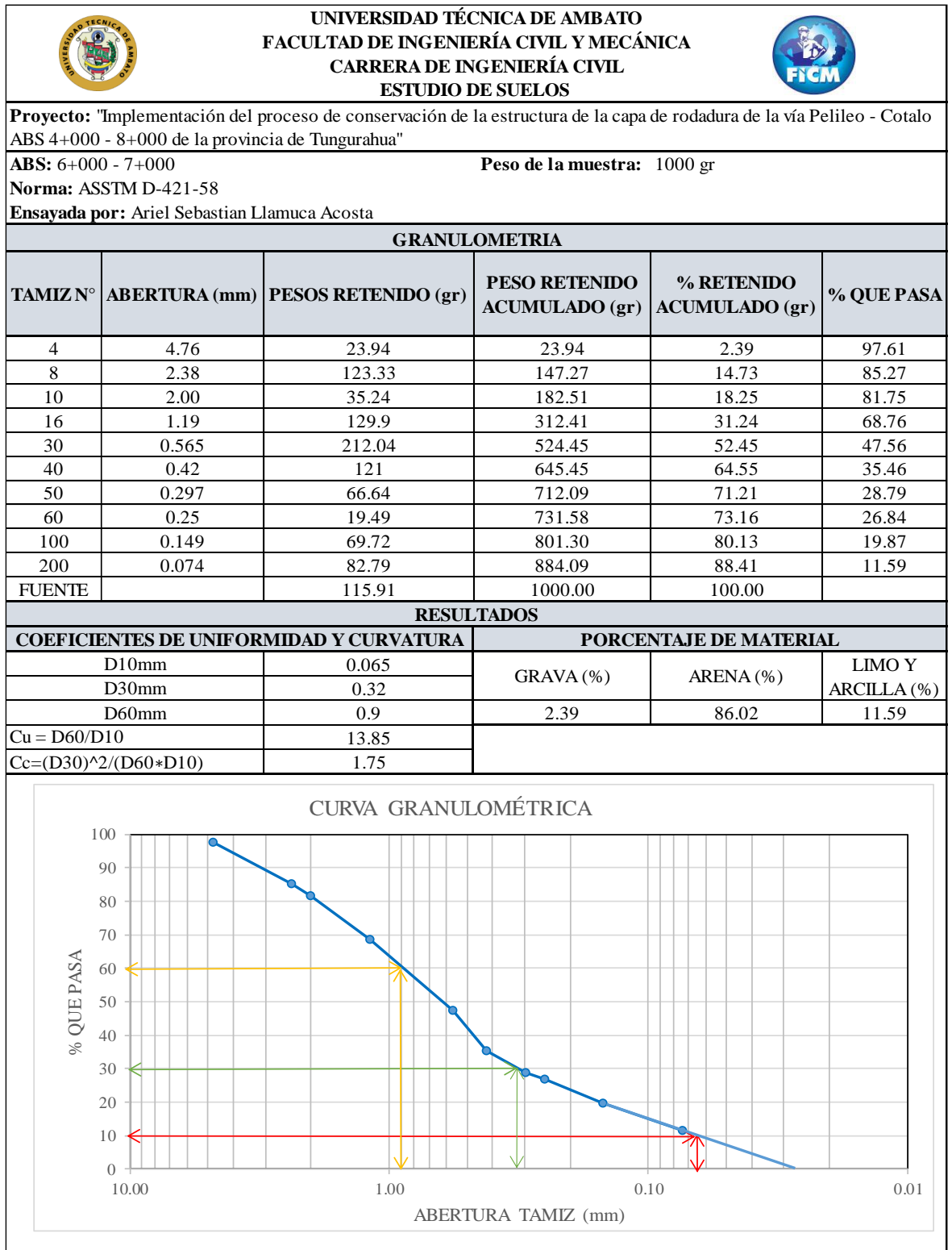
Gráfica de % CBR vs Densidad Seca





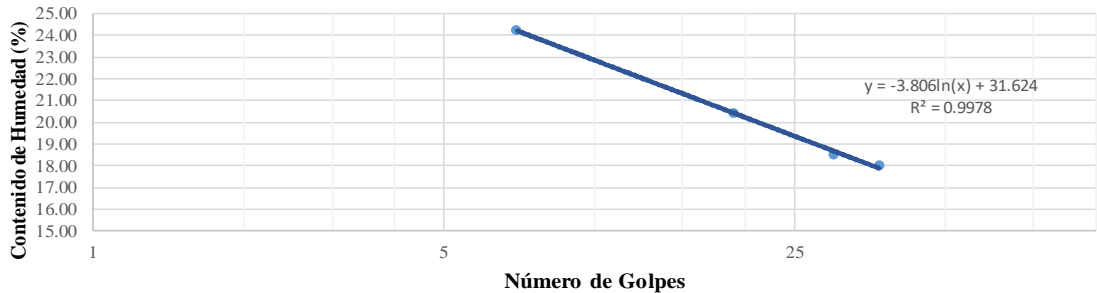
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.395		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1.325	7	10	10
CBR PUNTUAL (%)			10	

Muestra #3 – Abs 6+000 hasta Abs 7+000 (Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR)



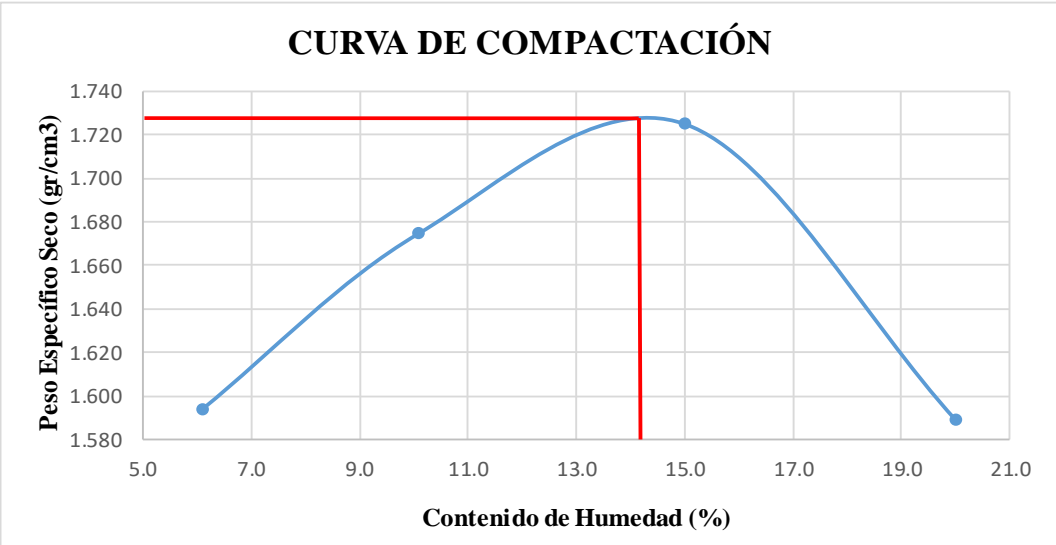
Anexo C-10 - Análisis Granulométrico





Anexo C-11 - Limite Liquido y Limite Plástico (Límites de Atterberg)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"								
ABS: 6+000 - 7+000								
Norma: ASTM D 4318 - INEN 691								
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
2	7	14.35	13.01	7.42	1.34	5.59	23.97	24.23
45		13.57	12.37	7.47	1.20	4.90	24.49	
4	19	15.98	14.54	7.44	1.44	7.10	20.28	20.44
10		13.01	12.05	7.39	0.96	4.66	20.60	
7	30	10.61	9.64	4.31	0.97	5.33	18.20	18.50
3		10.03	9.12	4.28	0.91	4.84	18.80	
12	37	12.01	11.32	7.47	0.69	3.85	17.92	18.02
9		9.68	8.85	4.27	0.83	4.58	18.12	
LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
18	8.80	8.57	7.46	0.23	1.11	20.72	18.71	
29	8.98	8.81	7.47	0.17	1.34	12.69		
30	8.51	8.33	7.45	0.18	0.88	20.45		
10	8.80	8.58	7.47	0.22	1.11	19.82		
28	8.32	8.18	7.47	0.14	0.71	19.89		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %			
19.37		18.71			0.66			

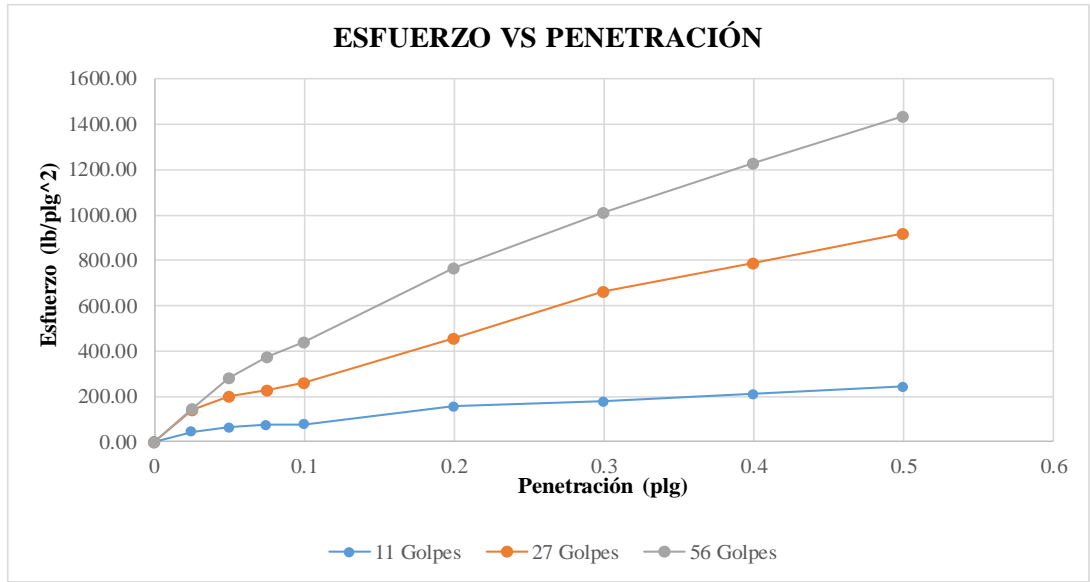
Anexo C-12 - Proctor Modificado

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"								
ABS: 6+000 - 7+000								
Norma: AASHTO T-180 - ASTM D1557								
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta								
PROCTOR MODIFICADO								
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4				
% Rango en aumento	5	10	15	20				
Suelo húmedo + molde (gr)	16787	17152	17489	17304				
Peso molde (gr)	12733	12733	12733	12733				
Peso suelo húmedo (gr)	4054	4419	4756	4571				
Peso unitario húm. (gr)	1.69	1.84	1.98	1.91				
Determinacion del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	77	14	70	59	20	3	6	67
Peso del recipiente (gr)	29.55	33.89	60.76	34.79	52.40	48.33	53.82	51.24
Peso suelo húm. + recip (gr)	94.15	110.87	109.73	90.50	260.93	200.98	237.52	230.58
Peso suelo seco + recip (gr)	90.52	106.36	105.25	85.40	234.03	180.86	206.77	200.80
Peso del agua (gr)	3.63	4.508	4.48	5.1	26.9	20.12	30.75	29.78
Peso suelo seco (gr)	60.968	72.472	44.49	50.61	181.63	132.53	152.95	149.56
Contenido de agua (%)	5.96	6.22	10.07	10.08	14.81	15.18	20.10	19.91
w (%) Promedio	6.09		10.07		15.00		20.01	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.59		1.67		1.73		1.59	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):			1.728					
Humedad Óptima:			14.1					
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<h3>CURVA DE COMPACTACIÓN</h3> 								

Anexo C-13 – CBR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"						
ABS: 6+000 - 7+000						
Norma: ASTM D1883						
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta						
CBR de Laboratorio						
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	9975		10882		12308	
Masa del molde (gr)	6352		6593		8264	
Masa muestra húmeda (gr)	3623		4289		4044	
Volumen muestra (cm3)	1943.86		2208.93		2032.22	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.86		1.94		1.99	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	3	1	50	2	11	68
Masa suelo húmedo + recip (gr)	105.42	102.36	87.31	72.87	79.06	90.43
Masa suelo seco + recip. (gr)	96.65	93.62	80.88	67.55	72.55	83.30
Masa recipiente (gr)	33.44	31.52	31.21	31.15	25.31	30.75
Masa del agua (gr)	8.77	8.74	6.43	5.32	6.51	7.13
Masa suelo seco (gr)	63.21	62.10	49.67	36.40	47.24	52.55
Contenido de humedad w%	13.87	14.07	12.95	14.62	13.78	13.57
w% promedio	13.97		13.78		13.67	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.63		1.71		1.75	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10277		11093		12438	
Masa del molde (gr)	6352		6593		8264	
Masa muestra húmeda (gr)	3925		4500		4174	
Volumen muestra (cm3)	1943.86		2208.93		2032.22	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	2.02		2.04		2.05	
Contenido de Humedad						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Numero de recipiente	3	1	50	2	11	68
Masa suelo húmedo + recip (gr)	98.87	114.13	79.09	92.74	87.95	85.76
Masa suelo seco + recip. (gr)	87.13	98.65	71.38	81.83	78.01	76.19
Masa recipiente (gr)	33.44	31.52	31.21	31.15	25.31	30.75
Masa del agua (gr)	11.74	15.48	7.71	10.91	9.94	9.57
Masa suelo seco (gr)	53.69	67.13	40.17	50.68	52.7	45.44
Contenido de humedad w%	21.87	23.06	19.19	21.53	18.86	21.06
w% promedio	22.46		20.36		19.96	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	133.30	44.43	425.20	141.73	436.30	145.43
0.05	191.60	63.87	610.30	203.43	855.40	285.13
0.075	223.10	74.37	690.40	230.13	1133.10	377.70
0.1	235.40	78.47	790.10	263.37	1323.30	441.10
0.2	465.50	155.17	1363.20	454.40	2296.80	765.60
0.3	533.10	177.70	1993.30	664.43	3033.70	1011.23
0.4	629.30	209.77	2363.60	787.87	3683.60	1227.87
0.5	725.70	241.90	2753.80	917.93	4307.50	1435.83

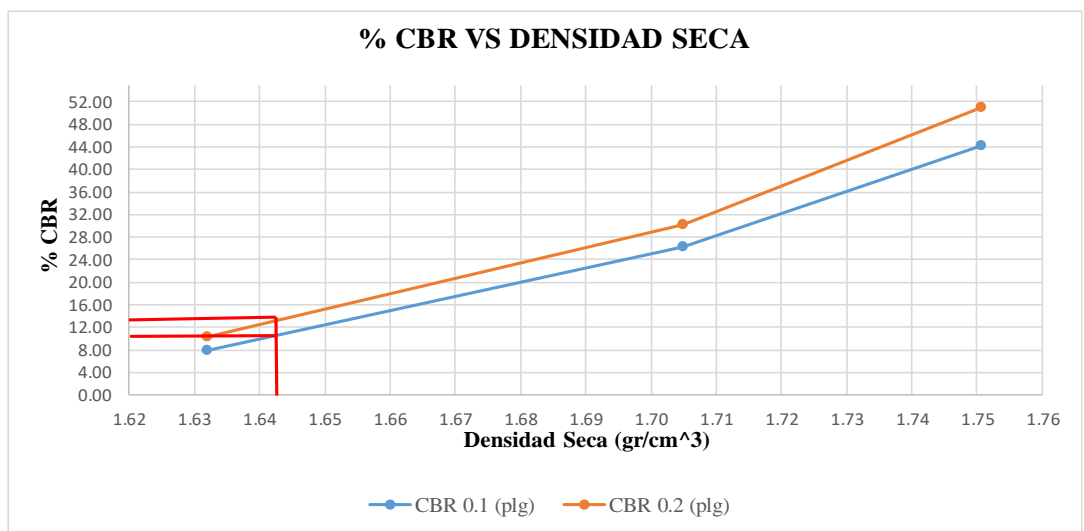
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
A	78.47	7.85	1.63	155.17	10.34	1.63
B	263.37	26.34	1.71	454.40	30.29	1.71
C	441.10	44.11	1.75	765.60	51.04	1.75

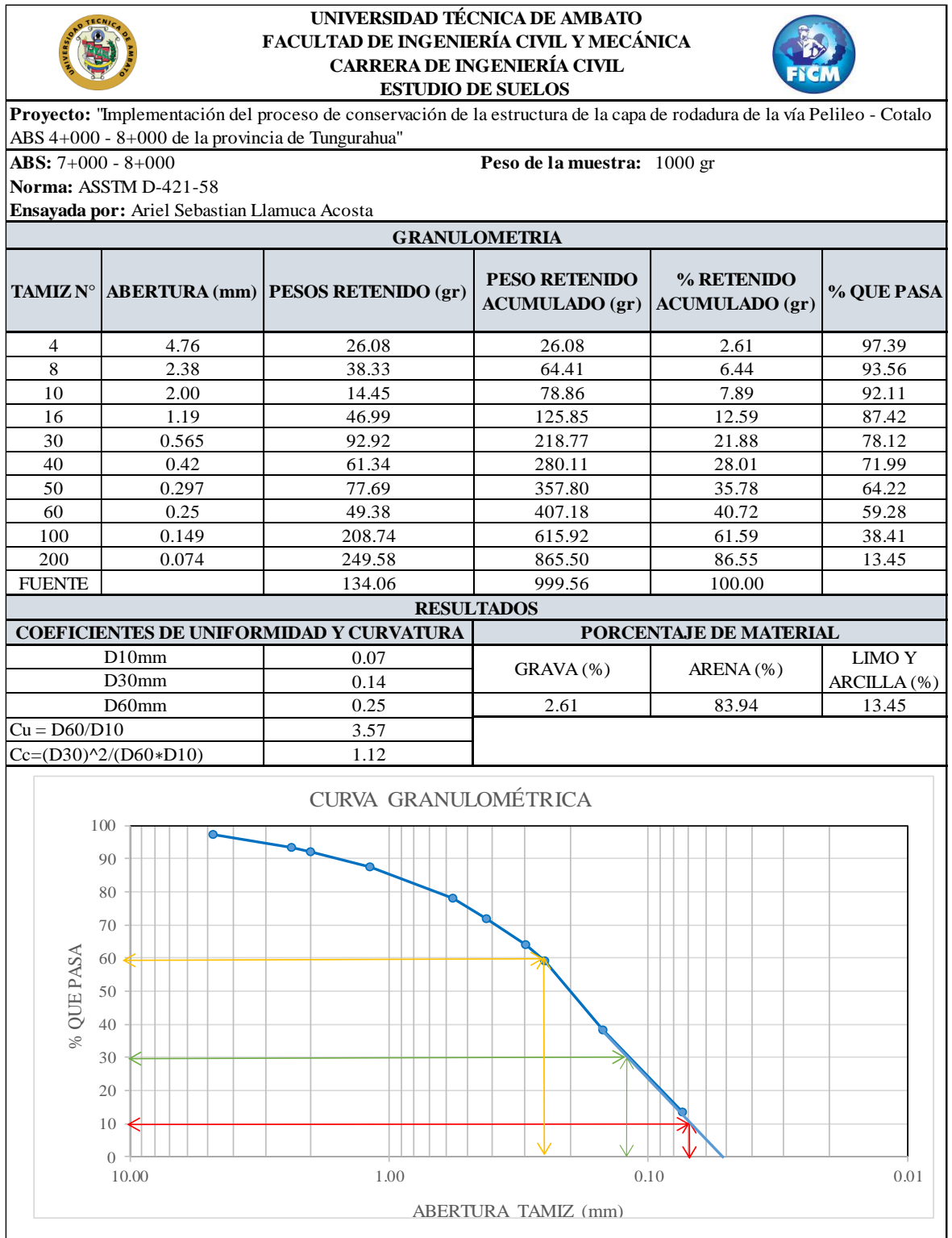
Gráfica de % CBR vs Densidad Seca





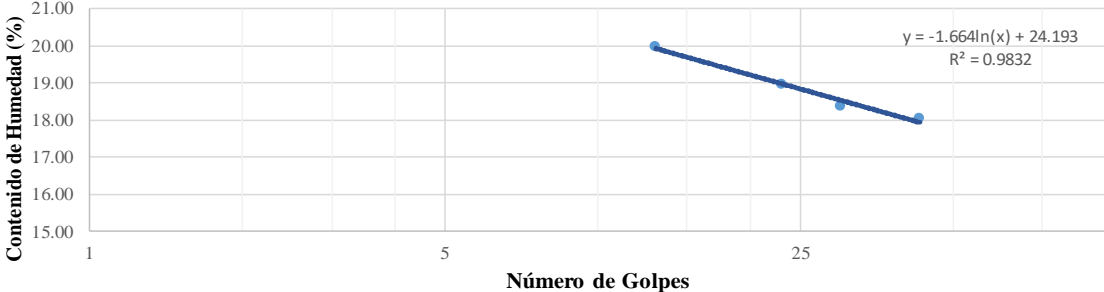
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.728		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1.642	10	14	14
CBR PUNTUAL (%)			14	

Muestra #4 – Abs 7+000 hasta Abs 8+000 (Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR)



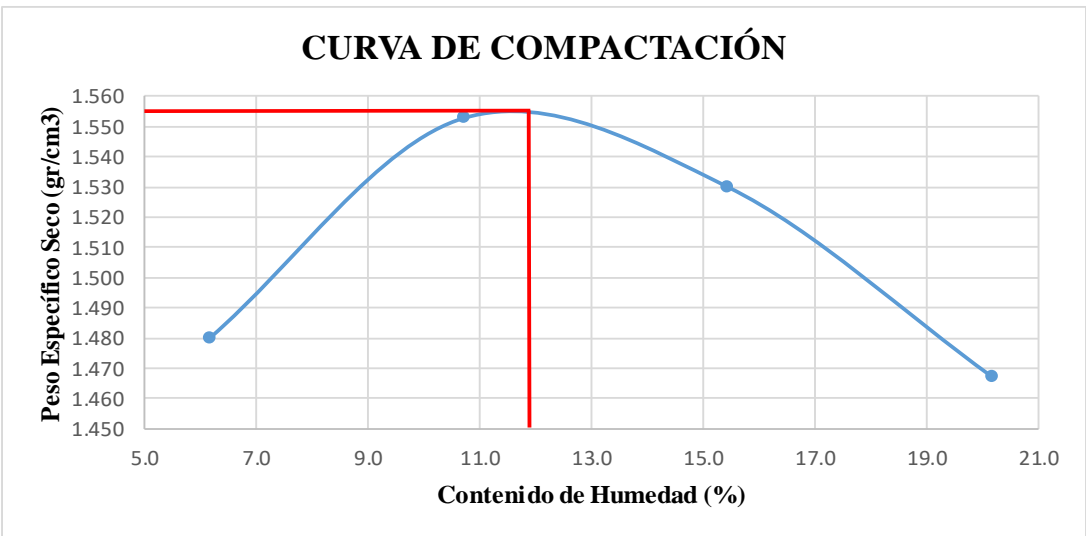
Anexo C-14 - Análisis Granulométrico





Anexo C-15 - Limite Liquido y Limite Plástico (Límites de Atterberg)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"								
ABS: 7+000 - 8+000								
Norma: ASTM D 4318 - INEN 691								
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
64	13	14.65	14.07	11.29	0.57	2.78	20.65	19.98
62		14.93	14.30	11.03	0.63	3.27	19.30	
21	23	16.39	15.74	11.10	0.65	4.65	13.99	18.97
39		15.09	14.43	11.67	0.66	2.76	23.94	
35	30	15.40	14.76	11.26	0.64	3.50	18.39	18.39
6		21.65	21.05	17.76	0.60	3.29	18.38	
4	43	23.78	22.86	17.47	0.92	5.40	16.98	18.04
8		22.60	21.81	17.69	0.79	4.12	19.10	
LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
10	12.48	12.23	10.78	0.25	1.45	17.09	18.06	
2	12.19	11.96	10.53	0.23	1.44	16.24		
32	12.15	11.91	10.66	0.24	1.25	19.07		
23	12.40	12.16	10.74	0.24	1.42	17.18		
9	12.18	11.93	10.75	0.25	1.18	20.73		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad %				
18.83		18.06		0.77				

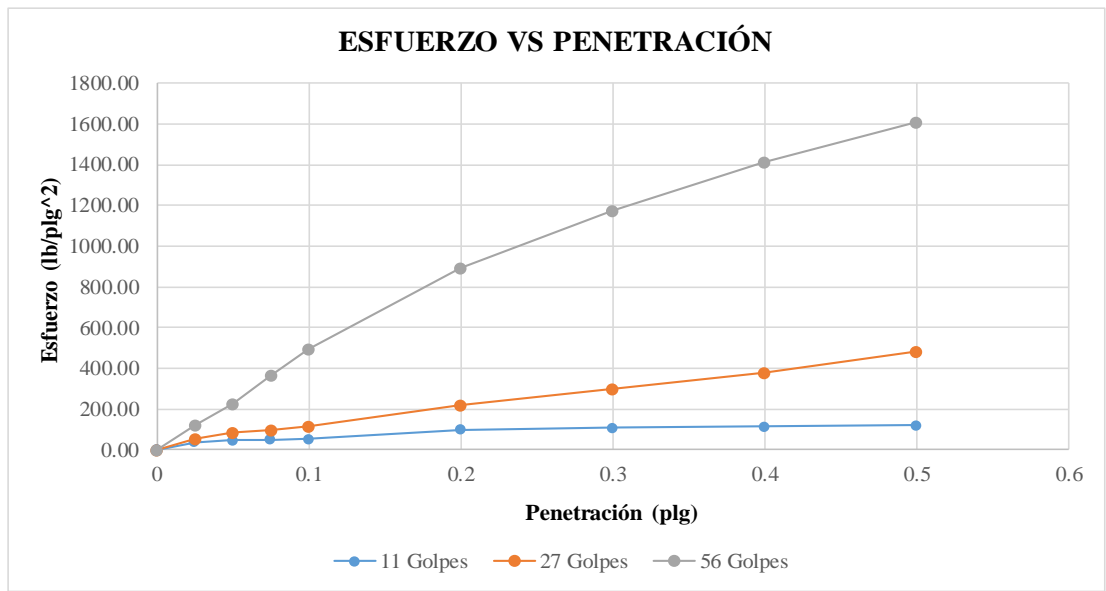
Anexo C-16 - Proctor Modificado

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS																	
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"																			
ABS: 7+000 - 8+000																			
Norma: AASHTO T-180 - ASTM D1557																			
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta																			
PROCTOR MODIFICADO																			
Proceso de Compactación																			
Numero de ensayo	1	2	3	4															
% Rango en aumento	5	10	15	20															
Suelo húmedo + molde (gr)	22038	22391	22503	22496															
Peso molde (gr)	18286	18286	18286	18286															
Peso suelo húmedo (gr)	3752	4105	4217	4210															
Peso unitario húm. (gr)	1.57	1.72	1.77	1.76															
Determinacion del Contenido de Humedad																			
Numero de recipiente	1	18	35	2	99	7	3	88											
Peso del recipiente (gr)	50.77	50.28	31.16	30.77	33.00	32.87	31.98	32.60											
Peso suelo húm. + recip (gr)	189.87	198.42	112.30	112.32	128.92	132.97	159.17	160.09											
Peso suelo seco + recip (gr)	181.89	189.72	104.48	104.39	116.08	119.60	137.61	138.90											
Peso del agua (gr)	7.98	8.697	7.819	7.931	12.847	13.37	21.569	21.195											
Peso suelo seco (gr)	131.12	139.44	73.323	73.623	83.08	86.723	105.63	106.294											
Contenido de agua (%)	6.08	6.24	10.66	10.77	15.46	15.42	20.42	19.94											
w (%) Promedio	6.16		10.72		15.44		20.18												
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.48		1.55		1.53		1.47												
Resultados																			
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):			1.555																
Humedad Óptima:			11.8																
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA																			
<p style="text-align: center;">CURVA DE COMPACTACIÓN</p>  <p>The graph shows a parabolic curve of dry specific weight versus moisture content. The peak of the curve is at 11.8% moisture content and 1.555 gr/cm3 dry specific weight. A vertical red line marks the optimum moisture content at 11.8%.</p> <table border="1"> <caption>Data points from the Compaction Curve</caption> <thead> <tr> <th>Contenido de Humedad (%)</th> <th>Peso Específico Seco (gr/cm3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.08</td> <td>1.48</td> </tr> <tr> <td>6.24</td> <td>1.55</td> </tr> <tr> <td>10.66</td> <td>1.555</td> </tr> <tr> <td>10.77</td> <td>1.55</td> </tr> <tr> <td>15.46</td> <td>1.53</td> </tr> <tr> <td>15.42</td> <td>1.47</td> </tr> </tbody> </table>						Contenido de Humedad (%)	Peso Específico Seco (gr/cm3)	6.08	1.48	6.24	1.55	10.66	1.555	10.77	1.55	15.46	1.53	15.42	1.47
Contenido de Humedad (%)	Peso Específico Seco (gr/cm3)																		
6.08	1.48																		
6.24	1.55																		
10.66	1.555																		
10.77	1.55																		
15.46	1.53																		
15.42	1.47																		

Anexo C-17 – CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS					
Proyecto: "Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo - Cotalo ABS 4+000 - 8+000 de la provincia de Tungurahua"							
ABS: 7+000 - 8+000							
Norma: ASTM D1883							
Ensayada por: Ariel Sebastian Llamuca Acosta							
CBR de Laboratorio							
Proceso de Compactación							
Nro. De golpes por capa	11		27		56		
Muestra húmeda + molde (gr)	9894		10292		12171		
Masa del molde (gr)	6352		6593		8264		
Masa muestra húmeda (gr)	3542		3699		3907		
Volumen muestra (cm ³)	2208.93		2208.93		2032.22		
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.6		1.67		1.92		
Contenido de Humedad							
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	
Numero de recipiente	3	1	50	2	11	68	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	97.64	69.79	80.46	105.65	105.01	80.14	
Masa suelo seco + recip. (gr)	91.01	65.44	75.74	98.23	98.15	75.31	
Masa recipiente (gr)	31.25	26.75	33.83	33.32	35.47	33.2	
Masa del agua (gr)	6.63	4.35	4.72	7.42	6.86	4.83	
Masa suelo seco (gr)	59.76	38.69	41.91	64.91	62.68	42.11	
Contenido de humedad w%	11.10	11.25	11.27	11.44	10.94	11.48	
w% promedio	11.18		11.35		11.21		
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.44		1.50		1.73		
Después de la Saturación							
Muestra húmeda + molde (gr)	10223		10556		12367		
Masa del molde (gr)	6352		6593		8264		
Masa muestra húmeda (gr)	3871		3963		4103		
Volumen muestra (cm ³)	2208.93		2208.93		2032.22		
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.75		1.79		2.02		
Contenido de Humedad							
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Numero de recipiente	3	1	50	2	11	68	
Masa suelo húmedo + recip (gr)	100.482	88.228	73.29	100.32	124.73	77.71	
Masa suelo seco + recip. (gr)	88.33	77.22	65.7	88.71	111.73	70.76	
Masa recipiente (gr)	31.25	26.75	33.83	33.32	35.47	33.2	
Masa del agua (gr)	12.152	11.008	7.59	11.61	13	6.95	
Masa suelo seco (gr)	57.08	50.47	31.87	55.39	76.26	37.56	
Contenido de humedad w%	21.29	21.81	23.82	20.96	17.05	18.50	
w% promedio	21.55		22.39		17.78		
Penetración en la máquina CBR							
Molde	A		B		C		
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.025	111.30	37.10	158.60	52.87	368.20	122.73	
0.05	137.60	45.87	250.80	83.60	683.50	227.83	
0.075	148.80	49.60	296.30	98.77	1100.30	366.77	
0.1	159.20	53.07	343.50	114.50	1490.50	496.83	
0.2	300.10	100.03	653.10	217.70	2683.90	894.63	
0.3	321.30	107.10	893.40	297.80	3513.80	1171.27	
0.4	347.50	115.83	1135.90	378.63	4233.50	1411.17	
0.5	359.40	119.80	1456.70	485.57	4818.20	1606.07	

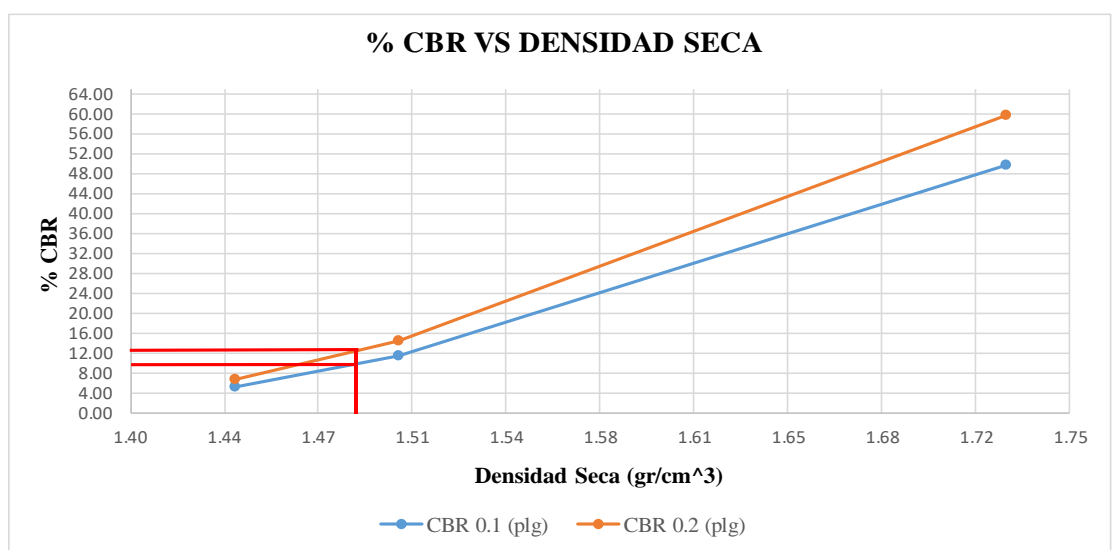
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
A	53.07	5.31	1.44	100.03	6.67	1.44
B	114.50	11.45	1.50	217.70	14.51	1.50
C	496.83	49.68	1.73	894.63	59.64	1.73







Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.555		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1.477	9	13	13
CBR PUNTUAL (%)			13	

ANEXO D

ANEXO FOTOGRAFICOS

ANEXOS FOTOGRÁFICOS	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	
Fotografía 1	Fotografía 2
	
Levantamiento topografico con GPS	Abcisdado de la via
Fotografía 3	Fotografía 4
	
Medición de anchos de vía	Medicion de cunetas
EXTRACCIÓN DE MUESTRAS	
Fotografía 5	Fotografía 6
	
Extracción de muestra de suelo	Medición de pozos a cielo abierto

ENSAYO DE SUELOS	
Fotografía 7	Fotografía 8
	
Ensayo Granulometría	Ensayo Límite líquido
Fotografía 9	Fotografía 10
	
Ensayo Límite plástico	Ensayo Proctor modificado
Fotografía 11	Fotografía 12
	
Ensayo CBR - Saturacion de moldes	Ensayo CBR

ENSAYO VIGA BENKELMAN

Fotografía 13



Ejecución del ensayo

Fotografía 14



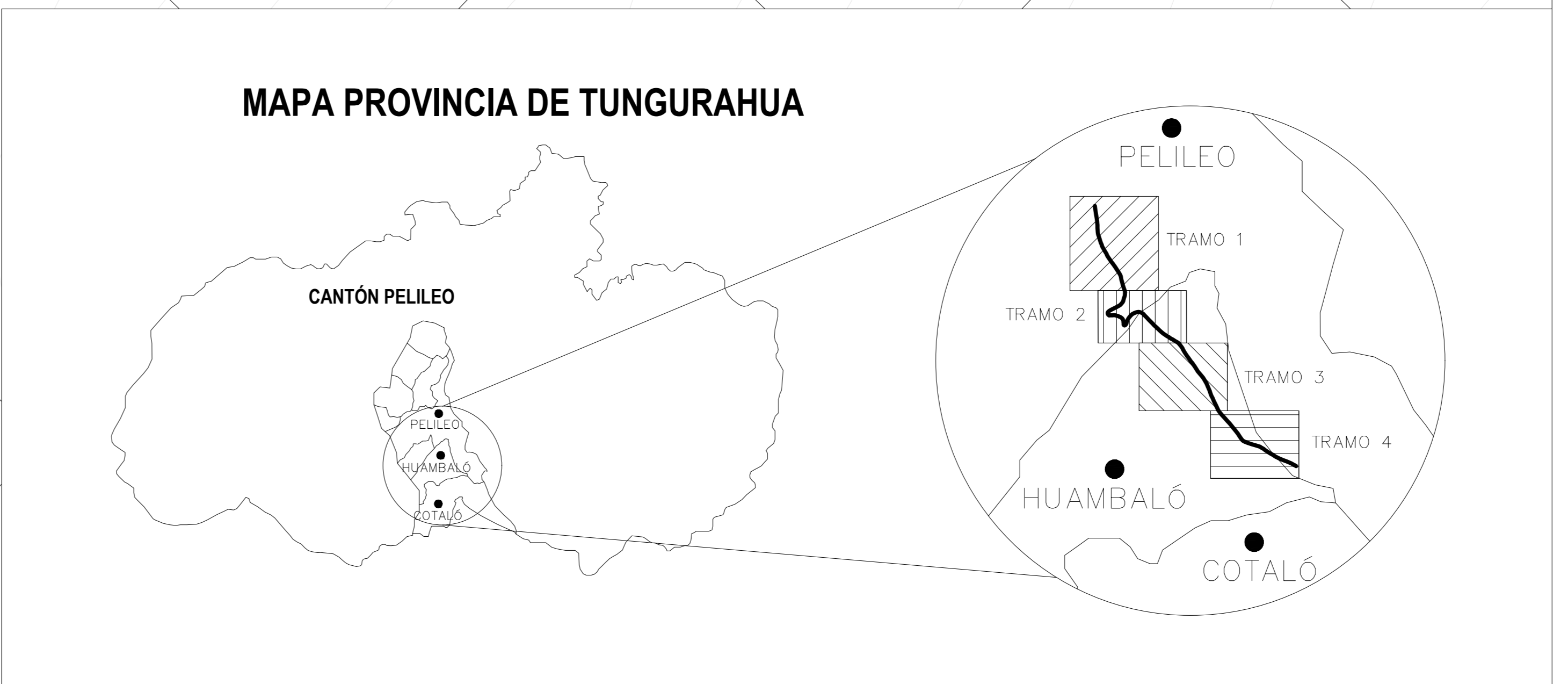
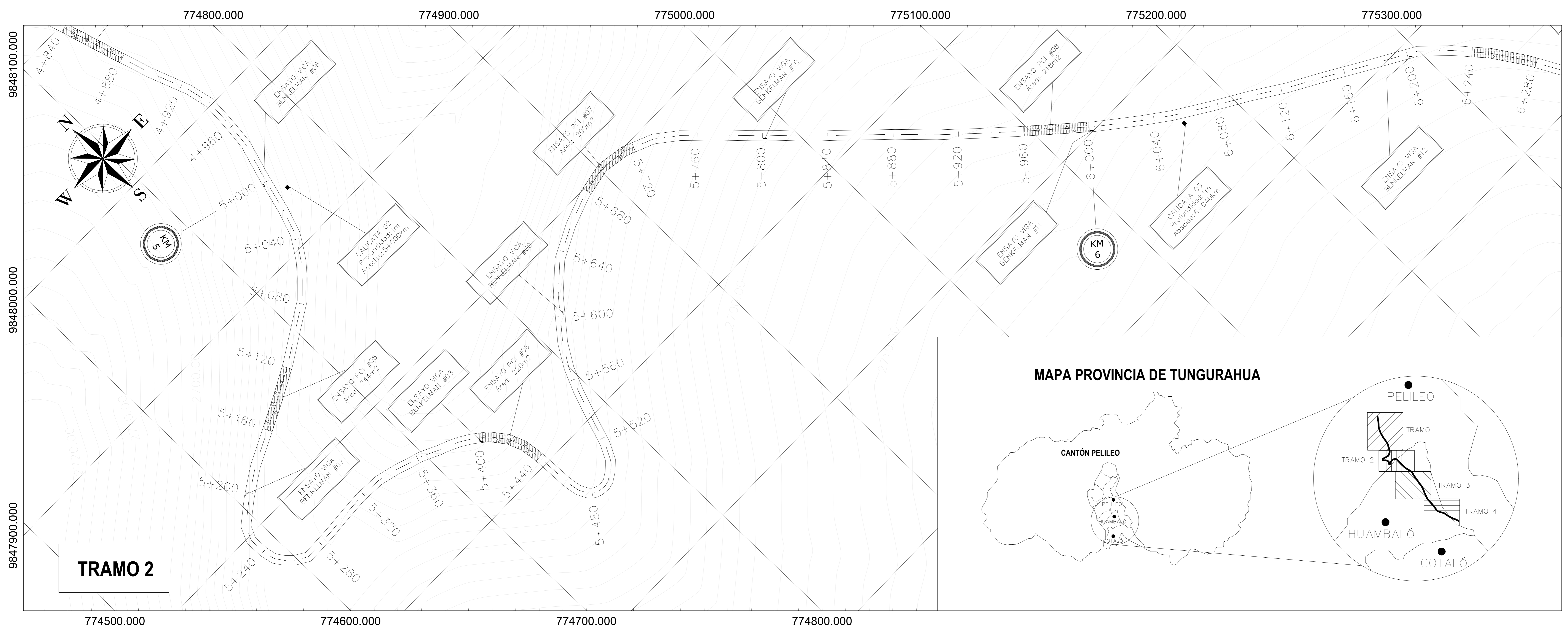
Medición de Deflexiones

ANEXO E

**PLANOS DE LA VIA PELILEO -
COTALÓ**



NÚMERO	FALLA
1	Piel de Cocodrilo
2	Exudación
3	Agrietamiento de bloque
4	Abultamientos y hundimientos
5	Corrugación
6	Depresión
7	Grietas de borde
8	Grieta de reflexión de juntas
9	Desnivel del carril / Berma
10	Grietas longitudinales y transversales
11	Parqueo
12	Pulimento de agregados
13	Baches
14	Cruce de vía férrea
15	Ahuellamiento
16	Desplazamiento
17	Grietas Parabólicas
18	Hinchamiento
19	Desprendimiento de agregados



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

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELLILEO - COTALÓ ABS 4+000 - 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

SECCIÓN TÍPICA

ESCALA: 1:50

COORDENADAS:
 Abs Inicial: 4+000
 NORTE: 9848872; ESTE: 77463

Abs Final: 8+000
 NORTE: 9846218; ESTE: 776524

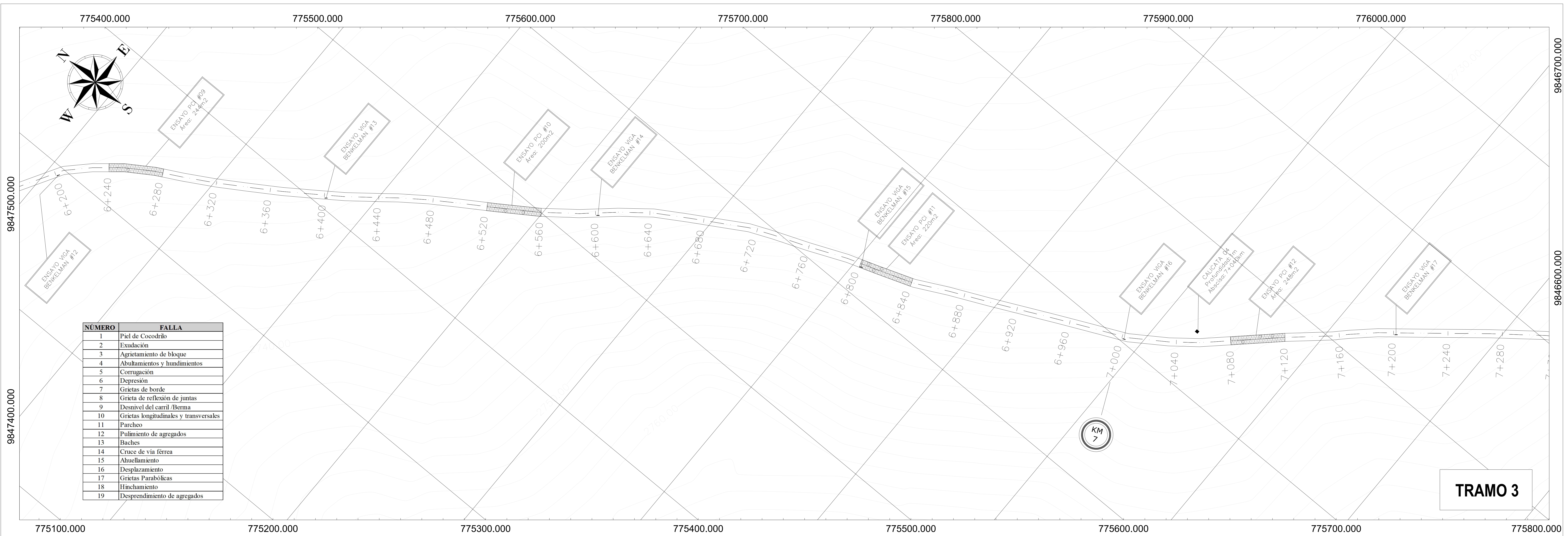
CONTENIDO

- ABSICISADO DE LA VÍA PELLILEO - COTALÓ EN EL TRAMO 4+000 - 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- CALICATAS REALIZADA PARA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI

PROVINCIA: TUNGURAHUA ESCALA: 1:1000 FECHA: MARZO 2023

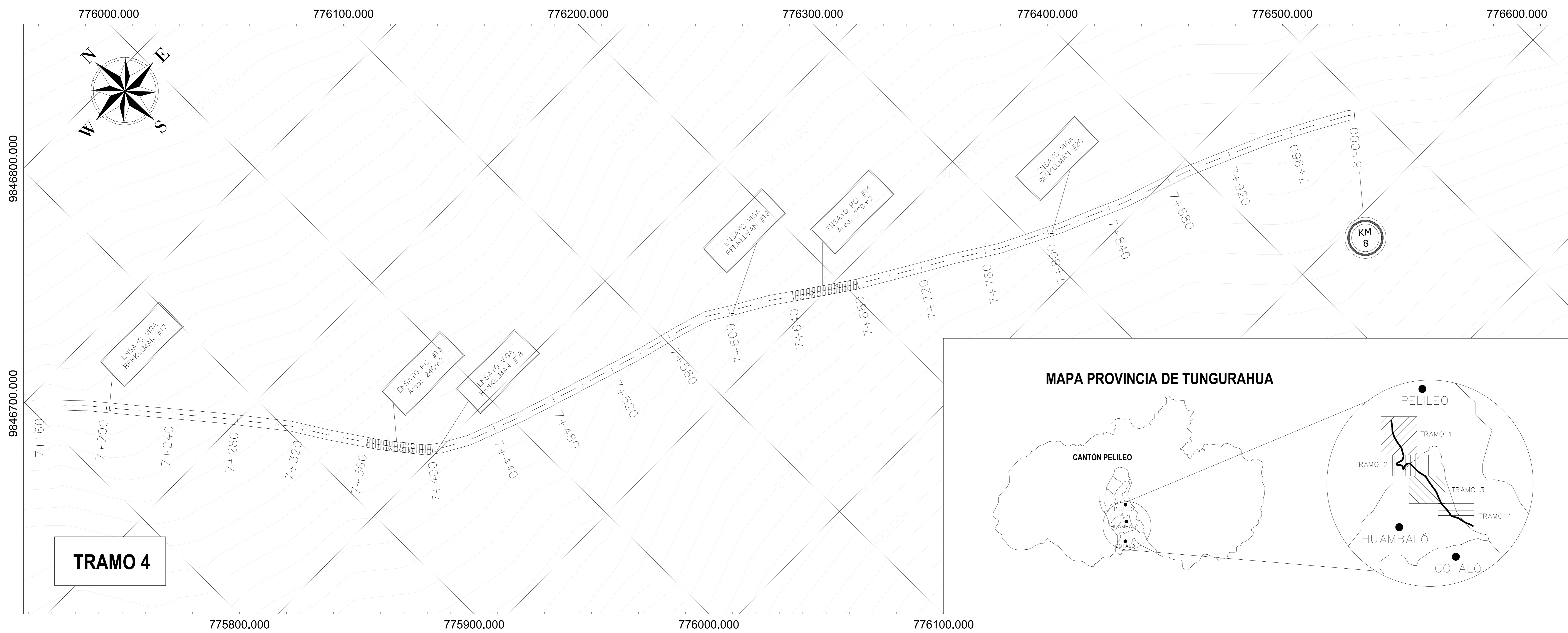
ELABORADO POR: ARIEL SEBASTIAN LLAMUCA ACOSTA DOCENTE TUTOR: ING. ALEX LÓPEZ MG.

LÁMINA 1 DE 2

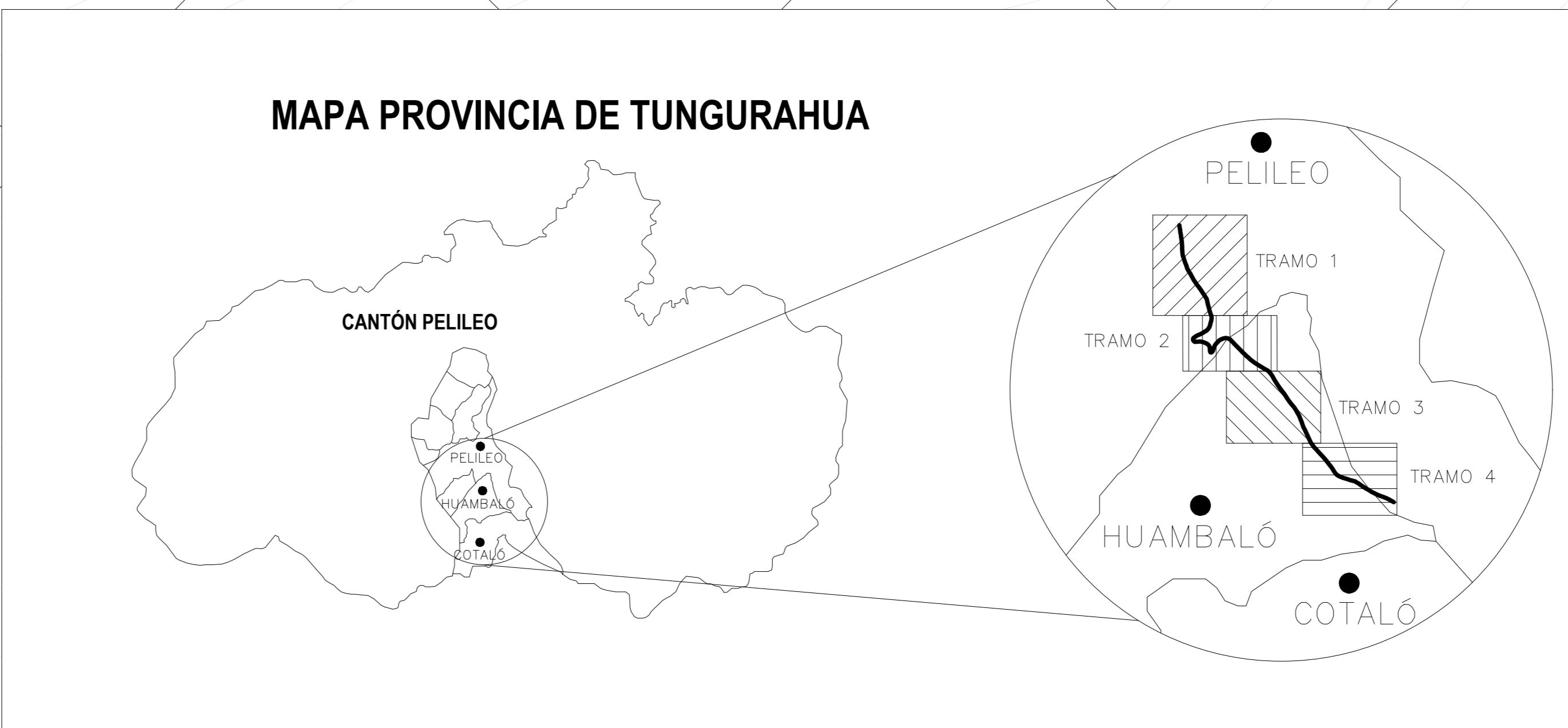



NÚMERO	FALLA
1	Piel de Cocodrilo
2	Exudación
3	Agritamiento de bloque
4	Abultamientos y hundimientos
5	Corrugación
6	Depresión
7	Grietas de borde
8	Grieta de reflexión de juntas
9	Desnivel del carril /Berma
10	Grietas longitudinales y transversales
11	Parcheo
12	Pulimento de agregados
13	Baches
14	Cruce de vía férrea
15	Ahuellamiento
16	Desplazamiento
17	Grietas Parabólicas
18	Hinchamiento
19	Desprendimiento de agregados

TRAMO 3



TRAMO 4



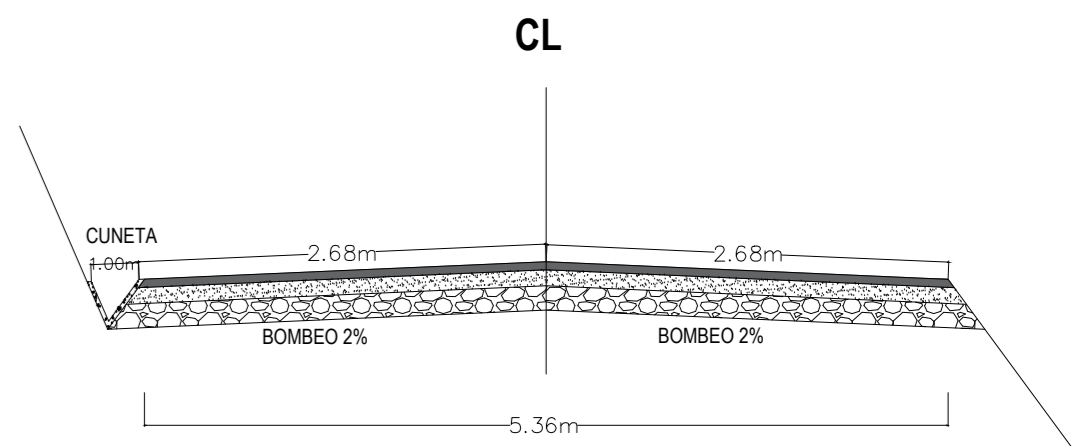


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO - COTALÓ ABS 4+000 - 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

SECCIÓN TÍPICA



ESCALA: 1:50

COORDENADAS:
Abs Inicial: 4+000
NORTE: 9848872; ESTE: 77463
Abs Final: 8+000
NORTE: 9846218; ESTE: 776524

CONTENIDO

- ABCISADO DE LA VÍA PELILEO - COTALÓ EN EL TRAMO 4+000 - 8+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
- CALICATAS REALIZADA PARA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI

PROVINCIA: TUNGURAHUA ESCALA: 1:1000 FECHA: MARZO 2023

ELABORADO POR: ARIEL SEBASTIAN LLAMUCA ACOSTA DOCENTE TUTOR: ING. ALEX LÓPEZ MG.

LÁMINA 2 DE 2