



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 AMBATO –
QUISAPINCHA EN EL TRAMO KM 6+400 AL KM 9+600 DE LA
PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

AUTOR: Walter Paúl Cárdenas Arias

TUTOR: Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes

AMBATO – ECUADOR

Septiembre - 2022

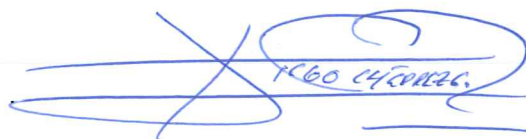
CERTIFICACIÓN

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 AMBATO – QUISAPINCHA EN EL TRAMO KM 6+400 AL KM 9+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. **Walter Paúl Cárdenas Arias** portador de la cédula de ciudadanía: C.C. 1804614772, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, septiembre 2022



Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Walter Paúl Cárdenas Arias, con C.C. 1804614772 declaro que las actividades y contenido realizado en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO – QUISAPINCHA EN EL TRAMO KM 6+400 AL KM 9+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2022



Walter Paúl Cárdenas Arias
C.C. 1804614772
AUTOR

DERECHO 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, septiembre 2022



Walter Paúl Cárdenas Arias

C.C. 1804614772

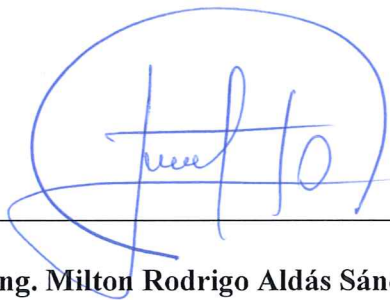
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del proyecto técnico, realizado por el estudiante Walter Paúl Cárdenas Arias 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 AMBATO – QUISAPINCHA EN EL TRAMO KM 6+400 AL KM 9+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

Ambato, septiembre 2022

Para constancia firman:



Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez Phd.
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación lo dedico con mucho cariño a mi padre, quien ha sido mi inspiración y deseo de superación durante toda mi vida, pues es la persona que me dejó muchas enseñanzas, me planteó diversas metas y siempre creyó que las podría cumplir. Papá este trabajo te lo dedico a ti, porque, aunque ya no estas a mi lado, sé que me dirías “ese es mi hijo”, “estudia, esfuérzate y sigue adelante que eso te va a servir en la vida”, espero que desde el cielo mires lo que puedo lograr y te sientas orgulloso.

De igual forma a ti mama, porque a pesar de las adversidades nunca has desmayado y hasta el día de hoy sigues al pendiente de mí, esto es nuestro logro, no sería posible sin ti.

A ti, mi compañera de vida, Monserratt, quien desde el momento que llegaste a mí, has sido un apoyo constante estando al pendiente con tus consejos o regaños, pero siempre dándome una mano, este pequeño logro es el primero de muchos, y te lo dedico a ti.

Walter P. Cárdenas A.

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme con la salud, la vida, la capacidad y la fortaleza para poder cumplir mis sueños y no desmayar en ellos.

A mi padre, el Ing. Walter Cárdenas (+) quien, con su apoyo incondicional y arduo trabajo supo formarme como un hombre de bien, respaldándome en mis triunfos y fracasos; enseñándome valores como el respeto, la responsabilidad y la perseverancia; explicándome que el éxito de una persona es solo el fruto de su esfuerzo y dedicación diaria.

A mi madre, Teresa Arias, por su amor y paciencia, por su entrega y dedicación, por sus palabras de aliento, por estar a mi lado en cada paso que he dado, por nunca rendirse a pesar de las adversidades y por ser mi mejor ejemplo para seguir.

A mi novia, Monserratt Mejía por su amor y respaldo, por decirme siempre “tu si puedes”, por no dejarme rendir, por ponerme metas cada vez más altas y siempre ir de mi mano, por creer en mí y pensar que soy capaz de lograr cosas mucho más grandes, mucha gracias.

A mi familia, quienes siempre han estado al pendiente de mí, dándome un consejo y ayudándome a crecer como persona y como profesional.

A mis amigos, quienes han demostrado una amistad sincera, por compartir buenas experiencias y enseñanzas durante mi vida académica.

A mi querida Alma Mater la Universidad Técnica de Ambato, por se mi alimento intelectual durante esto años de vida académica.

A mis profesores; Ing. Diego Cherres, Ing. Milton Aldás, Ing. Galo Núñez, Ing. Santiago Medina; por compartir sus conocimientos y experiencias profesionales para mi formación académica y desarrollo de este proyecto.

Walter P. Cárdenas A.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHO DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación:	2
1.1.3 Fundamentación Teórica.....	3
1.1.3.1 Georreferenciación	3
1.1.3.2 Levantamiento Georreferenciado	4
1.1.3.3 Vía o carretera	4
1.1.3.4 Clasificación de las vías	4
1.1.3.5 Pavimento	6
1.1.3.5.1 Tipos de Pavimentos	6
1.1.3.5.2 Factores que afectan el comportamiento del pavimento.....	9

1.1.3.5.3	Ciclo de vida de un pavimento	10
1.1.3.6	Movilidad Vehicular.....	12
1.1.3.6.1	Transito	12
1.1.3.6.2	Volumen de tránsito.....	12
1.2	Objetivos	14
1.2.1	Objetivo General	14
1.2.2	Objetivos específicos	14
CAPÍTULO II	15
2.1	Materiales	15
2.2	Metodología.....	16
2.2.1	Recolección de datos preliminares.....	17
2.2.2	Trabajo de Campo	17
2.2.2.1	Levantamiento Georreferenciado.....	17
2.2.2.2	Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	19
2.2.2.2.1	Aforo de volumen vehicular	19
2.2.2.2.2	Procedimiento manual	19
2.2.2.2.3	Procedimiento automático	20
2.2.2.3	Índice de condición del pavimento (PCI).....	20
2.2.2.3.1	Unidades de muestreo	22
2.2.2.3.2	Número de unidades de muestreo.....	22
2.2.2.3.3	Número mínimo de unidades de muestreo	23
2.2.2.3.4	Selección de unidades de muestreo para inspección	23
2.2.2.3.5	Manual de daños	24
2.2.2.3.6	Tipos de fallas presentadas en pavimentos.....	24
2.2.2.4	Viga Benkelman	29
2.2.2.4.1	Procedimiento del ensayo para la viga Benkelman	29

2.2.3	Ensayos y trabajos de Laboratorio	30
2.2.3.1	Estudio de suelos	30
2.2.3.2	Clasificación del suelo.....	32
CAPITULO III.....		35
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS		35
3.1	Análisis y discusión de resultados.....	35
3.1.1	Ubicación del Proyecto.....	35
3.1.2	Análisis del Levantamiento Georreferenciado.....	36
3.1.3	Análisis del tráfico TPDA.....	37
3.1.3.1	Conteo Vehicular.....	37
3.1.3.2	Determinación del TPDA por medio de la trigésima hora.....	39
3.1.4	Evaluación de la condición Superficial del Pavimento Asfaltico usando el método del PCI (Índice de Condición de Pavimentos)	50
3.1.4.1.	Unidades de muestreo	50
3.1.4.2	Secciones por Analizar y Determinar el PCI.....	53
3.1.4.3.	Formato de Evaluación por el Método del PCI (Índice de la Condición del Pavimento)	54
3.1.4.4	Resultado del PCI (Índice de la Condición del Pavimento).....	56
3.1.5.	Evaluación del pavimento mediante el uso de la “Viga Benkelman”..	57
3.1.5.1	Corrección por relación de brazos de la Viga Benkelman	57
3.1.5.2	Correcciones de deflexiones por efectos de temperatura	58
3.1.5.3	Corrección por efectos de estacionalidad	59
3.1.5.4	Cálculo del radio de curvatura.....	60
3.1.5.5	Cálculo de la deflexión característica.....	61
3.1.5.6	Cálculo de la deflexión admisible	62
3.1.5.7	Cálculo de la deflexión crítica.....	63

3.1.5.8	Tipos de deflexiones.....	63
3.1.5.9	Resultados obtenidos mediante la “Viga Benkelman”	64
3.1.6	Análisis de los Estudios de Suelos	66
3.1.6.1	Calicatas	66
3.1.6.2	Contenido de Humedad	66
3.1.6.3	Análisis Granulométrico.....	67
3.1.6.4	Límites de Atterberg.....	68
3.1.6.5	Proctor Modificado (Tipo B).....	69
3.1.6.6	Ensayo de Relación Soporte California (CBR).....	70
3.1.7	Conservación Vial.....	71
3.1.7.1	Plan de Conservación Vial de acuerdo con los valores obtenidos del PCI	71
3.1.7.2	Conservación Vial de acuerdo con las deflexiones obtenidas de la Viga Benkelman.....	73
3.1.7.3	Mantenimiento Vial.....	73
CAPITULO IV		75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		75
4.1	Conclusiones	75
4.2	Recomendaciones:.....	76
BIBLIOGRAFÍA.....		77
ANEXOS		83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tabla comparativa entre conteo vehicular manual y automático.	20
Tabla 2.	Rangos de calificación del PCI.....	20
Tabla 3.	Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica	21
Tabla 4.	Longitudes de unidades de muestreo asfálticas	22
Tabla 5.	Rangos de PCI y actividad Recomendada	30
Tabla 6.	Tamiz para ensayos granulométricos.....	31
Tabla 7.	Clasificación de suelos según la AASHTO	33
Tabla 8.	Coordenadas de la Ubicación del Proyecto	35
Tabla 9.	Levantamiento Topográfico.....	36
Tabla 10.	Ubicación de estación de conteo Vehicular.	37
Tabla 11.	Estación de Conteo Vehicular.....	37
Tabla 12.	Formato para el conteo vehicular.....	39
Tabla 13.	Resumen semanal del conteo vehicular	40
Tabla 14.	Registro hora pico	40
Tabla 15.	Valores de la constante K.....	41
Tabla 16.	Valores de la constante K.....	42
Tabla 17.	TPDA Total actual vía Ambato Quisapincha.....	44
Tabla 18.	Índice de crecimiento vehicular	45
Tabla 19.	Tráfico Futuro	46
Tabla 20.	Clasificación de Carreteras en Función al Tráfico Proyectado.....	47
Tabla 21.	Factor de Daño de Acuerdo con la Clasificación de Vehículos Pesados	48
Tabla 22.	Factores de Distribución Direccional.....	48
Tabla 23.	Porcentajes de W18 en Carril D1	48

Tabla 24.	Ejes Equivalentes de la Vía Ambato – Quisapincha km 6+400 al 9+600	49
Tabla 25.	Parámetros para el cálculo de unidades de muestreo	50
Tabla 26.	Abscisas y Área calculada por unidad de muestreo del PCI.....	54
Tabla 27.	Resultados PCI Vía Ambato Quisapincha k6+400 al 9+600.....	56
Tabla 28.	Deflexiones obtenidas por la viga Benkelman.....	57
Tabla 29.	Deflexiones corregidas por brazo de la Viga B	58
Tabla 30.	Deflexiones corregidas por temperatura.	59
Tabla 31.	Deflexiones Corregidas por efecto de estacionalidad	60
Tabla 32.	Radios de curvatura de la vía.	61
Tabla 33.	Cálculo de la desviación estándar de las máximas deflexiones	61
Tabla 34.	Tipos de deflexiones según CONREVIAl	63
Tabla 35.	Deflectograma obtenido por la Viga Benkelman.....	64
Tabla 36.	Deflexiones determinadas por la Viga Benkelman de la vía Ambato – Quisapincha Tramo 3	65
Tabla 37.	Ubicación de las Calicatas	66
Tabla 38.	Contenido de humedad de los suelos en cada calicata.....	67
Tabla 39.	Tabla resumen del análisis Granulométrico.....	67
Tabla 40.	Límites de Atterberg	68
Tabla 41.	Resultados del Ensayo Proctor Modificado tipo B	69
Tabla 42.	Clasificación de suelos en base al CBR	70
Tabla 43.	CBR por cada muestra de calicata	70
Tabla 44.	Resumen del tipo de fallas identificadas con la posible solución	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Estructura de un pavimento flexible	8
Figura 2.	Estructura de un pavimento semirrígido.....	9
Figura 3.	Vida útil de un pavimento en años.....	10
Figura 4.	Ciclo de vida de una vía.....	11
Figura 5.	Vía Ambato – Quisapincha km 7+000.....	17
Figura 6.	Topografía con drones	18
Figura 7.	Representación Viga Benkelman.....	29
Figura 8.	Copa de Casagrande para Límites	31
Figura 9.	Esquema de ensayo de Límite Plástico del suelo	32
Figura 10.	Clasificación del Suelo Según la SUCS	34
Figura 11.	Ubicación del Tramo de vía en estudio	35
Figura 12.	Modelo Digital Levantamiento tramo Vial.....	37
Figura 13.	TPDA Total actual	44
Figura 14.	Porcentaje de incidencia en el TPDA de cada vehículo	45
Figura 15.	Formato para el levantamiento de campo del Ensayo PCI.....	55
Figura 16.	Clasificación de los suelos según la SUCS.....	69

RESUMEN

El presente Proyecto Técnico se desarrolló con la finalidad de implementar un plan de mantenimiento vial para la conservación de la capa de rodadura de la vía Ambato – Quisapincha, con el fin de alargar la vida útil de la calzada y proporcionar soluciones futuras.

El proyecto se dio inicio con un levantamiento georreferenciado utilizando cinta métrica y GPS obteniendo 332 puntos a lo largo de los 3200m del tramo en estudio, lo que nos permitió elaborar un modelo digital del levantamiento.

El Trafico Promedio Diario Anual (TPDA) se lo realizó a través de un conteo manual vehicular durante siete días seguidos en intervalos de doce horas diarias, y obteniendo un TPDA futuro de diseño de 5412 vehículos al día.

Para la determinación de los tipos de fallas localizadas en la vía se aplicó el método del Índice de condición de pavimento o PCI, analizando 17 tramos dándonos como resultado 47.5 lo que indica una condición regular de la vía. Así mismo se realizó el ensayo de La Viga Bekelman que permite analizar las deflexiones estáticas de la estructura del pavimento, obteniendo un TIPO I debido a que las deflexiones características son menores a las deflexiones admisibles, siendo bueno el comportamiento de la subrasante.

Así mismo para la clasificación y determinación del comportamiento del suelo se perforaron cuatro calicatas obteniendo valores de CBR superiores a 8 definiéndose como subrasante de regular a bueno.

Proponiendo finalmente un mantenimiento rutinario para salvaguardar el estado óptimo de la capa de rodadura de la calzada.

Palabras clave: Calzada, Capa de rodadura, PCI, Mantenimiento rutinario, Deflexiones.

ABSTRACT

This Technical Project was developed with the purpose of implementing a road maintenance plan for the conservation of the wearing course of the Ambato-Quisapincha Road, in order to extend the useful life of the road and provide future solutions.

The project began with a georeferenced survey using a tape measure and GPS, obtaining 332 points along the 3200m of the section under study, which helped us to develop a digital model of the survey.

The Annual Average Daily Traffic (AADT) was carried out through a manual vehicular count for seven days in a row at intervals of twelve hours a day and obtaining a future design AADT of 5,412 vehicles per day.

To determine the types of faults located on the road, the Pavement Condition Index or PCI method was applied, analyzing 17 sections, giving us a result of 47.5, which indicates a regular condition of the road. Likewise, the Bekelman Beam test was carried out, which allows analyzing the static deflections of the pavement structure, obtaining a TYPE I because the characteristic deflections are less than the admissible deflections, the behavior of the subgrade being good.

Likewise, for the classification and determination of the behavior of the soil, four test pits were drilled, obtaining CBR values greater than 8, defining a fair to good subgrade.

Finally proposing routine maintenance to save the optimal state of the road surface.

Keywords: Roadway, Wearing layer, PCI, Routine maintenance, Deflections.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Antecedentes

La red vial de transporte ha llevado al mundo actual a un lugar inimaginable, con carreteras que cruzan por todo el mundo contribuyendo con el progreso de los países, al ser el nexo entre el intercambio cultural, económico e industrial. Es por tanto que, la construcción y mantenimiento de carreteras se ha convertido en una necesidad diaria a nivel global; desarrollando diversas formas de estructuras para carreteras. [1]

Uno de los más importantes, es el pavimento flexible, el mismo que se desarrolló en inicios del siglo XX en lugares como Inglaterra y Francia, donde a partir de agregados de pétreos y ligantes bituminosos realizaron mezclas en caliente dando como resultado el “pavimento asfáltico”, llegando en el año de 1910 hasta América, el mismo que es el más utilizado en la actualidad. [2]

El hormigón asfáltico a pesar de ser un material resistente, duradero y de rápida aplicación en carreteras, sufre desgaste y deterioro a diario, que puede pasar de fallas poco perceptibles a convertirse en notables baches; afectando no solo a la circulación de los vehículos, sino también al incremento de riesgos de accidentes, el incremento en el consumo de combustibles o a la emisión masiva de CO₂. Es por esto la importancia del mantenimiento vial y planes para de conservación eficiente.

Un plan adecuado de conservación de carreteras involucra además una buena inversión, un mantenimiento estratégico el cual consiste en separar la vía por tramos y tratarlos a cada uno de acuerdo con el tipo de falla que presente, esto con el fin optimizar recursos económicos y alargar la vida útil de las vías. [3]

En América Latina varios gobiernos de sus países han emprendido planes de conservación de carreteras preventivos. Sin embargo, en el Ecuador esto no es del todo cierto. Aunque en los últimos años la red vial ha mejorado sustancialmente con el incremento de nuevas carreteras y sus niveles de vialidad y serviciabilidad, lamentablemente se ha visto limitada, por la idea errónea de que la capa de rodadura

no necesita un mantenimiento periódico, ni una gestión política adecuada para su intervención. La vida útil de una calzada no solo depende de la parte técnica en lo que se refiere a su diseño, construcción y ejecución; sino también al mantenimiento e inversión periódica por parte de los gobiernos encargados.

1.1.2 Justificación:

La construcción de una carretera juega un papel muy importante en el desarrollo de un país, especialmente, cuando esta enlaza lugares con altos potenciales productivos ya sea en comercio, turismo o industria. Por lo tanto, en la actualidad un índice claro del progreso de una nación es la calidad de sus vías y el ordenamiento del tránsito. [4]

En el Ecuador, como no puede ser de otra manera, los ejes viales son los pilares básicos para fomentar la productividad basándose en principios de igualdad, excelencia, sostenibilidad ambiental y competitividad, mismos que contribuyen con el cumplimiento del plan nacional de desarrollo y los principios del buen vivir. [5], además el Ecuador, al ser un país tercermundista, está forzado aprovechar al máximo sus recursos. [6].

Si bien, proyectos como aperturas de nuevas vías son importantes, en muchos países en vías de desarrollo no existe un modelo a seguir o una cultura enfocada en la seguridad vial entre la población, y peor aún, en algunos países o regiones, ni siquiera existe una normativa enfocada en aplicar un cierto grado de seguridad vial. [7], ahora, los planes de mantenimiento y conservación de las carreteras, en circunstancias específicas, llegan a ser menos costosos y más eficientes, evitando así su deterioro o eventual pérdida, alargando la vida útil de las vías; convirtiéndose en planes indispensables dentro de los gobiernos. [8]. Por otra parte, existen en muchos casos, condiciones geográficas y topográficas que inciden fuertemente, ya sea en su costo o en su diseño, como ocurre en regiones montañosas o de gran altura, añadiendo a estas problemáticas, la falta total de materiales pétreos. [9].

Aun estando dentro de los mismos países el grado de desarrollo, la red vial es totalmente variada, de acuerdo con las condiciones físicas y económicas de su grado actual de desarrollo. [10]

La provincia de Tungurahua, siendo una de las provincias más pequeñas a nivel nacional, cuenta con una red vial de calidad y de amplia cobertura a nivel nacional

[11], sin embargo, existen varias vías que necesitan algún tipo de mantenimiento para cumplir con el debido propósito para las que fueron diseñadas; entre ellas está, la vía de Ambato – Quisapincha, esta cuenta con 12 Km que forman parte de la Red Vial Colectora. La vía cuenta con 2 carriles, señalética básica y cunetas de hormigón para drenaje de aguas lluvia. [12], esta vía que enlaza la parroquia más antigua y comercial de la ciudad se la conoce como la “Capital Nacional del Cuero” y “paraíso ganadero” [13].

Por lo tanto, la conservación de esta vía favorecerá de gran manera, no solo a la población que se conecta, sino también a la población cercana en su trayecto uniendo a más caminos y vías secundarias a esta, también disminuirá los tiempos de viaje, incentivará el turismo e incrementará la seguridad, aportando así al desarrollo social y económico de esta zona, dando una oportunidad para que los sectores rurales cuenten con vías de primer orden, principalmente de esta parroquia, que es un ícono turístico y económico a nivel provincial. [14].

El presente proyecto técnico, tiene como propósito obtener información del estado actual de la vía Ambato – Quisapincha en el tramo km 6+400 al km 9+600, que permita desarrollar un proceso de conservación y mantenimiento periódico, por ende, alargar la vida útil de esta vía.

1.1.3 Fundamentación Teórica

Para el desarrollo del presente proyecto de titulación sobre la Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la Vía Ambato – Quisapincha en el tramo Km 6+400 Al Km 9+600 de la Provincia De Tungurahua es importante comprender conceptos fundamentales sobre el presente tema de estudio.

1.1.3.1 Georreferenciación

La georreferenciación es un proceso que permite determinar la posición de un elemento con un sistema de coordenadas, el cual está formado por dos sistemas de coordenadas, estos son: el sistema origen y el sistema destino. Este proceso se determina con una relación de posiciones, los cuales se referencian entre elementos espaciales en ambos sistemas, de manera que, si se conoce la posición en uno de los sistemas de coordenadas, es posible obtener la posición homóloga en el otro sistema. La georreferenciación se utiliza frecuentemente en los sistemas de información

geográfica (SIG), que sirve para relacionar información vectorial de las que se desconoce la proyección cartográfica, el sistema geodésico de referencia y las distorsiones geométricas que afectan a la posición de datos. [15]

1.1.3.2 Levantamiento Georreferenciado

Un levantamiento Georreferenciado se conoce como el proceso de manipulación y manejo de datos informativos realizados en el campo, mediante el uso de instrumentos adecuados como GPS, alímetros y estaciones topográficas, es así que se obtiene el estudio de la superficie de la tierra con sus formas y detalles para determinar sus puntos de posición y el tipo de terreno, con el objetivo de obtener una representación gráfica del área y volumen de tierra para posterior a esto realizar cálculos para el estudio y programación de construcciones a lo largo del eje de la zona. [16]

1.1.3.3 Vía o carretera

Es un espacio de área del suelo o terreo ubicado en un lugar específico que permite la transición de vehículos o peatones de forma continua, cumpliendo ciertos parámetros de seguridad, velocidad y confort. [17].

Esta vendría siendo una infraestructura de transporte especialmente diseñada de tal forma que sea funcional, acondicionada de manera que garantice una movilidad adecuada, para los volúmenes de tránsito y sin olvidar el factor visual para el agradable y fácil recorrido para el conductor. [18]

Este siempre será un camino de uso público, estará pavimentado y dispuesto para el uso de tránsito vehicular. Por lo general, estas se tratan de vías anchas y confortables para que permitan la fluidez en la circulación. [19].

1.1.3.4 Clasificación de las vías

- **Según su jerarquía funcional en la red vial**
 - **Corredores Arteriales o de primer orden:** Caminos de alta jerarquía funcional que conectan a las capitales de cada provincia y a los principales lugares de producción y consumo del país, están ubicados cerca de la frontera para su conexión con otros países, se utilizan en viajes de larga distancia con alta movilidad y accesibilidad controlada, es decir que sus

giros, estándares geométricos y maniobras proporcionen un tráfico eficiente y seguro. [20]

- **Vías colectoras o de segundo orden:** Caminos con mediana Jerarquía funcional pues recolectan el tráfico de una zona rural o región que se conectan a una carretera primaria, formadas por caminos locales estratégicos y recorridos intermedios y regionales. [20]
- **Caminos Vecinales o de tercer orden:** Caminos convencionales básicos en especial de zonas rurales, destinados a conducir el tráfico doméstico, para su población, producción agrícola y acceso turístico.
- **Según las condiciones orográficas**

Se determinan considerando el relieve del terreno que atraviesan, en función de su inclinación y línea de pendiente. [20]

 - **Relieve llano:** Maneja inclinaciones menores o iguales a 5 grados, en donde los vehículos livianos y pesados mantienen la misma velocidad. [20]
 - **Relieve ondulado:** Se caracteriza porque su inclinación comienza en 5 hasta un máximo de 15 grados, en donde los vehículos pesados deberán manejar velocidades por debajo de los vehículos livianos. [20]
 - **Relieve montañoso:** Su grado de inclinación varía entre 15 y 25 grados, por lo que es importante que los vehículos pesados transiten manteniendo velocidades sostenidas en intervalos frecuentes. [20]
 - **Relieve escarpado:** Su inclinación se maneja en grados mayores a 25, por lo que la velocidad que manejan los vehículos pesados debe ser menor a las que se manejan en relieves montañosos. [20]
- **Según sus características**
 - **Autopistas:** Vías con dos o más carriles, calzadas separadas, entradas y salidas mediante intercambiadores y con un control total de accesos.
 - **Multicarriles:** Compuestas de dos o más carriles, control de accesos parciales y sus entradas y salidas se realizan mediante intersecciones de desnivel.

- **De dos carriles:** una calzada con dos carriles, con ingresos directos mediante intersecciones.
- **Según la superficie de rodamiento**

Se clasifican según el material del cual está compuesta su capa superficial.

 - **Pavimentos flexibles:** Están cubiertas por una mezcla de asfalto altamente resistente a las sales, ácidos y álcalis.
 - **Pavimentos rígidos:** Su capa de rodadura está cubierta por una losa de concreto hidráulico formado de agua, cemento, arena y grava, apoyada en el material granular. [20]
 - **Afirmados:** Su superficie está compuesta de material granular de hasta dos y media pulgadas adecuadamente compactadas.
 - **Superficie natural:** Su capa de rodadura es un simple terreno natural de la zona

1.1.3.5 Pavimento

Al pavimento se lo puede definir como el conjunto de capas, estas colocadas de forma horizontalmente, una sobre la otra, cuyo diseño y construcción se elabora técnicamente y su función principal es proporcionar una superficie de rodadura uniforme, con la textura y color adecuado, que sean capaces de soportar lo más que se pueda, las dificultades meteorológicas y esfuerzos ocasionados por el tráfico, evitando el deterioro o daño en la calzada. [21], se puede decir que es la estructura que permite el tránsito vehicular, que permite la comunicación terrestre que está formada por capas acondicionadas. [22]. Y estos se pueden clasificar oscilando de rígidos a flexibles y pavimentos articulados.

1.1.3.5.1 Tipos de Pavimentos

Pavimento Rígido

Este tipo de pavimentos son construidos netamente de hormigón, y se los denominan pavimentos rígidos, ya que se conforma de una losa de concreto hidráulico, que pueden llegar a medir de entre 18 a 30 cm de espesor, según la necesidad de su terreno natural donde se fundirá, misma que se la conoce por su función llamada subbase. [21]. Este

pavimento se caracteriza por su alta rigidez y su alto coeficiente de elasticidad, por lo tanto, es capaz de soportar esfuerzos de tensión.

Pavimento Flexible

Estas son la combinación de capas, compuesto por materiales granulares sin ser tratados y fundidos para su función llamada subbase, esto aplica siempre en dependencia del propósito o importancia que le den a la vía que se vaya a construir. [23].

- **Capas de un pavimento flexible y sus funciones.**

- **Subrasante**

Esta capa es el soporte de la estructura por lo que no influyen las cargas de tránsito, su contenido depende de las características de suelo encontrado, el espesor del pavimento depende de esta capa puesto que esta deberá cumplir con estabilidad, resistencia expansiva, incompresibilidad y contracción por humedad. [23].

Su función es importante puesto que tiene como objetivo soportar las cargas transitorias durante cierto periodo sin que sufra deformaciones o deterioro que afecten su calidad, al ser considerada como la cimentación del pavimento pues se conforma por terreno natural o materiales que ayuden a su mejoramiento, pues depende de esto el espesor del pavimento.

- **Subbase granular**

Esta capa, que conforma la estructura del pavimento, es la parte de forma granular menos costo por su menor calidad, está ubicada por encima de la capa subrasante y su función es el bombeo de material fino en las grietas y extremos del pavimento lo que le permite trabajar como una capa de drenaje, y soporta el peso de las capas superiores, y absorbe el contenido del agua para evitar efectos volumétricos en las capas inferiores, facilitando su evacuación, además controla las variaciones volumétricas y de elasticidad del material que llegara a ser dañino para el pavimento. [23].

Base granular

Esta capa está ubicada bajo la superficie o carpeta asfáltica y como su nombre lo manifiesta, es la base que resistente y soporta la fricción y el esfuerzo producido por

el tránsito y a su vez transmitir el soporte. Su precio es considerable e intermedio con respecto a la carpeta asfáltica y a la subbase.

Su contenido principal es materia granular y a su vez se puede utilizar cemento, cal y materia bituminosa, por lo cual es conocida como base estabilizada, pues debe resistir la carga de la superficie y transmitirla hacia los demás niveles internos de la estructura vial. [24]

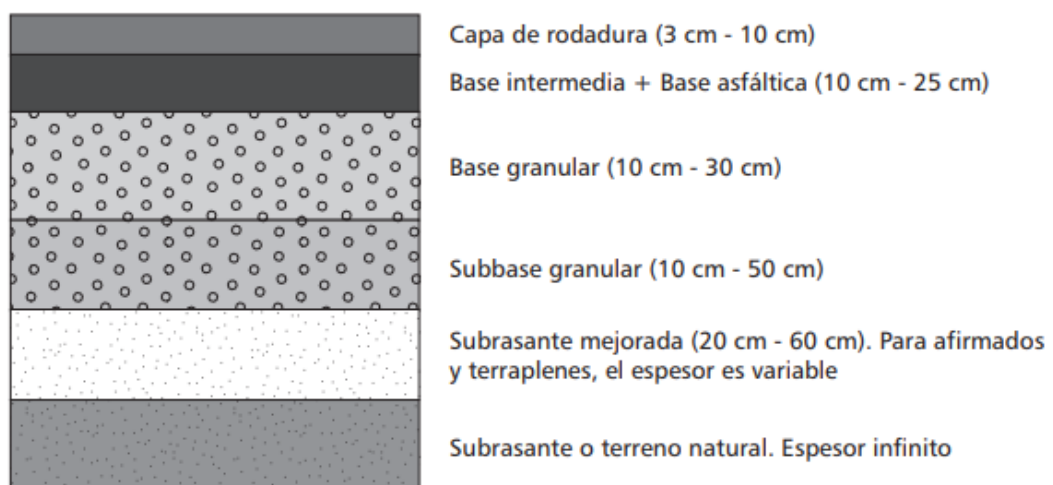
- **Carpeta asfáltica**

Esta capa es la más superficial del pavimento que está ubicada sobre la base, la cual proporciona un área estable y uniforme para el paso de todo tipo de vehículos, siendo lo suficientemente resistente a los efectos abrasivos del tránsito y medioambiente combinados.

Su función principal es impermeabilizar la superficie para evitar la filtración de agua hacia las otras capas internas que pueden provocar su desintegración, disminuyendo la capacidad de carga y distribución de esfuerzos.

La carpeta está compuesta por asfalto (aglomerante) y material pétreo, su contenido debe ser óptimo para garantizar su resistencia, caso contrario se puede provocar inestabilidad e incluso formar una superficie resbalosa, para su correcto mantenimiento es necesario mantenimientos periódicos puesto que esta capa está expuesta a efectos abrasivos vehiculares y la propia intemperie. [24]

Figura 1. Estructura de un pavimento flexible

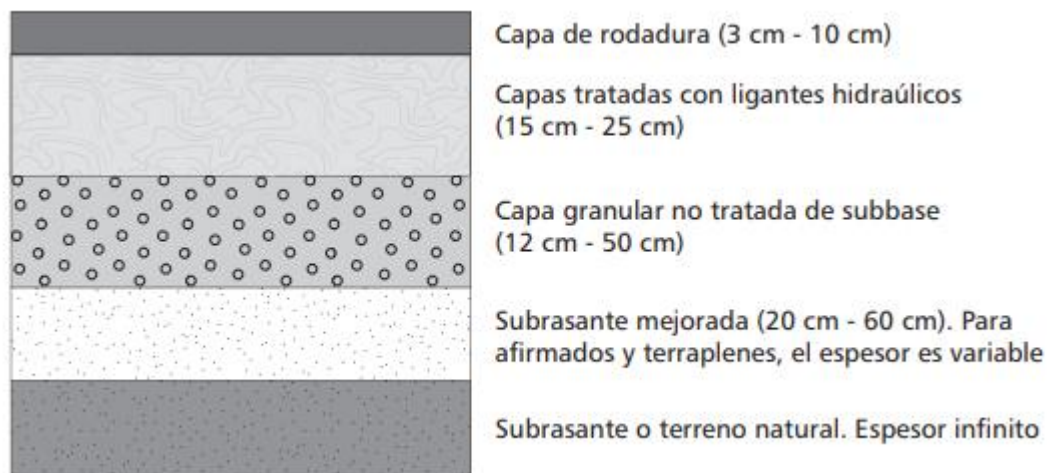


Fuente: (Fredy Reyes Lizcano & Hugo Rondón Quintana, 2015)

Pavimentos Semirrígidos

La estructura de este tipo de pavimento es similar a la del pavimento flexible, con la variación de que una de sus capas se la rigidiza artificialmente con un aditivo como el asfalto, cemento, cal, entre otros químicos. El objetivo de estos aditamentos es el de proporcionar mejores propiedades mecánicas en los materiales locales; sin embargo, la gran desventaja es que encarece los costos de construcción. [24]

Figura 2. Estructura de un pavimento semirrígido



Fuente: (Fredy Reyes Lizcano & Hugo Rondón Quintana, 2015)

Pavimentos Articulados

Este tipo de pavimento está compuesto por una superficie de elementos rígidos formados por adoquines en forma de bloques de concreto prefabricado los cuales se ubican uno a continuación de otro de manera uniforme y ligándolos entre sí como un rompecabezas y posteriormente sellado. En su capa inferior se ubica una capa de arena compactada de entre 3 a 5 cm, la cual se puede ubicar sobre una base granular o directamente sobre la subrasante dependiendo de las cargas de diseño. [25]

1.1.3.5.2 Factores que afectan el comportamiento del pavimento

Existen varios elementos por los cuales el pavimento con el paso del tiempo presenta una disminución de su utilidad y estos son algunos de los factores que afectan su comportamiento: [26]

Factor de tránsito: El tráfico sobre el pavimento produce esfuerzos de flexión en el concreto y deflexión en grietas y bordes en repetidas veces, el material se corroe y aparecen fisuras que afectan el espesor de la losa y la fatiga se acelera. [26]

Factor de medio ambiente: El ambiente es uno de los grandes factores que causan afectaciones en el pavimento, la humedad y cambios de temperatura producen curvaturas que modifican continuamente la estructura del pavimento, otro de los principales fenómenos ambientales que produce un gran daño a la vía es la lluvia puesto que la infiltración de agua a través de la superficie contribuyen a la pérdida de soporte, deterioro del concreto, inestabilidad y una notable reducción de la capacidad de carga.

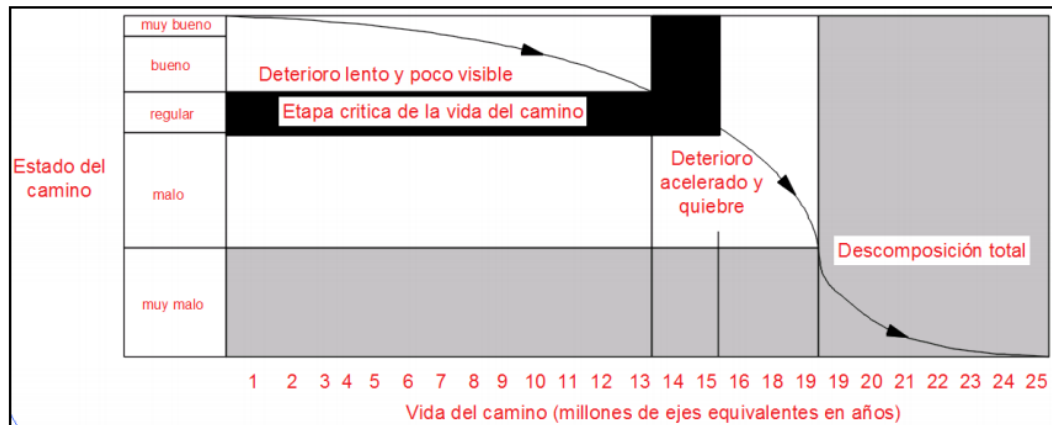
Factor de materiales: Es importante aclarar la resistencia, la sensibilidad ante la humedad del suelo y la capacidad de soporte de los materiales que vayan a ser utilizados, para que posteriormente no existan consecuencias de desgaste en el pavimento. [26]

Factor económico: Frente a un proyecto de pavimentación es necesario tomar en cuenta el mantenimiento para la conservación de la vía en un futuro y así evitar costos elevados para su rehabilitación.

1.1.3.5.3 Ciclo de vida de un pavimento

El ciclo de vida del pavimento tiene mucho que ver con los factores climáticos, como lo son las lluvias, también el esfuerzo que el pavimento ejerce por las cargas producidas por el tráfico. Todos estos factores externos son los que someten al asfaltado al desgaste, y afecta de manera significativa si no reciben mantenimientos preventivos a daños, afectando así la vida útil. [21] Escenarios diferentes en los que influía el índice de tránsito de vehículos y su rugosidad, concluían en qué tipo de concreto sería el indicado para alargar su ciclo de vida. Además, se podría decir que a medida que transcurre el tiempo su deterioro crece exponencialmente llegando rápidamente al término de su vida útil. [21]

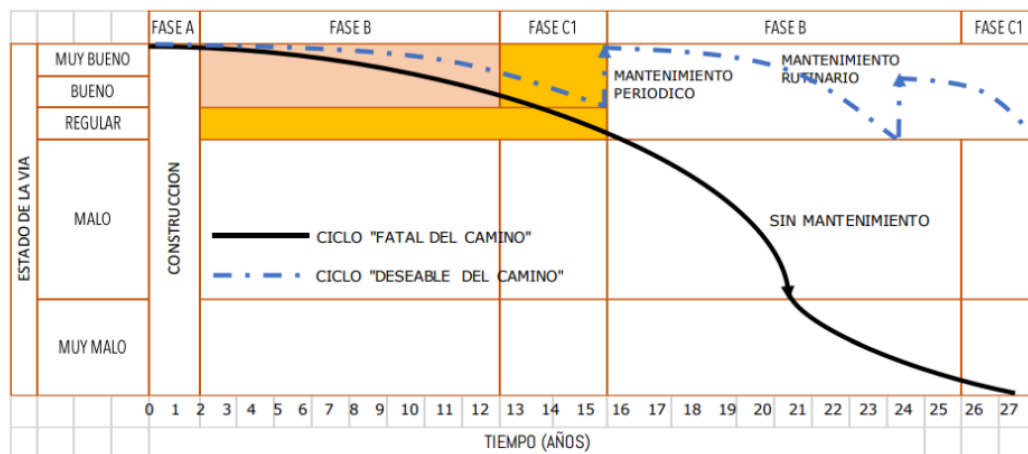
Figura 3. Vida útil de un pavimento en años.



Fuente (Hernán de Solminihac et al., 2019)

Sumado al abandonado, el deterioro avanzará de manera irreversible, por eso es indispensable el mantenimiento continuo de las carreteras asfaltadas, se obtendrá que la vía alcanza un estado regular, para que este alargue su vida útil, de forma económica y rápido; dejándolo nuevamente en un estado entre bueno o muy bueno, mismo que será el adecuado para su viabilidad.

Figura 4. Ciclo de vida de una vía.



Fuente: (Christian Oswaldo & Morocho Jiménez, 2021)

Existen 4 etapas durante el ciclo de vida de los pavimentos.

Construcción

Etapa en la cual el pavimento cumple todos los estándares de calidad y diseño brindando un servicio óptimo a los beneficiarios.

Deterioro Imperceptible

Un estado del pavimento en el cual empieza aparecer daños poco visibles para los usuarios, que no causan molestias; sin embargo, ya requiere cierto mantenimiento para que su tiempo de vida no disminuya de manera notable.

El estado de la carretera varía entre bueno y regular.

Deterioro acelerado

El deterioro acelerado del asfalto es cuando la vía ya presenta daños visibles en la superficie de rodadura donde los elementos que la componen se encuentran a la vista y dañados por lo que su estado varía entre regular y pobre, quiere decir los diversos huecos o baches que aparecen después de varios años del uso de la vía. [27]

Deterioro total

Este es el último estado de deterioro de la vía donde los daños son muy notables, y la capa de rodadura no tiene una superficie estable y está totalmente deformada por grietas o baches, las capas inferiores se desprenden al exterior (la base y subbase) por ende suele provocar daños en los autos de los usuarios, como mecánicos en neumáticos, amortiguación, etc. incluso causan accidentes, haciendo que el tránsito vehicular sea imposible. [28]

1.1.3.6 Movilidad Vehicular

1.1.3.6.1 Transito

Se conceptualiza como el movimiento y flujo de vehículos y peatones que circulan por las calles lo cual garantiza el bienestar de sus habitantes.

1.1.3.6.2 Volumen de tránsito

Nos referimos al número de vehículos que transitan en una determinada carretera durante un tiempo determinado, esto es considerado como dinámico pues sus variaciones son rítmicas y repetitivas y de esta manera se puede conocer sus características para poder planificar el control de tránsito y su conservación.

Plan de mantenimiento vial

- **Mantenimiento rutinario:** Este procedimiento es preventivo, su objetivo es incrementar la vida útil de la vía, reparando principalmente el sello de juntas y fisuras superficiales. [29]
- **Mantenimiento periódico:** Esta práctica se enfoca en afectaciones superficiales, como parches e instalaciones para restituir carpetas y en general la reconstrucción de losas, evitando intervenir en capas bases e internas.
- **Rehabilitación:** Este método es utilizado en situaciones en las cuales la capacidad estructural de la vía se ve afectada, se trata de mejorar el funcionamiento de la estructura para que sea utilizada durante un nuevo periodo evitando perder por completo la capa asfáltica, direccionando esto únicamente en su contenido y obviando su diseño. [29]
- **Reconstrucción:** En esta etapa es necesario remover totalmente la estructura del pavimento y colocando material nuevo que reemplace el material granular y la capa asfáltica. [29]

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Plantear un sistema de gestión de conservación y mantenimiento vial en función de las características físicas de la vía Ambato – Quisapincha en el tramo km 6+400 al km 9+600 de la provincia de Tungurahua.

1.2.2 Objetivos específicos

- Elaborar un levantamiento topográfico georreferenciado de la vía Ambato – Quisapincha en el tramo km 6+400 al km 9+600 de la provincia de Tungurahua.
- Conocer la cantidad y tipos de vehículos que transitan por la vía Ambato – Quisapincha en el tramo km 6+400 al km 9+600 de la provincia de Tungurahua.
- Determinar deflexiones que presenta la vía Ambato – Quisapincha en el tramo km 6+400 al km 9+600 de la provincia de Tungurahua mediante ensayos no destructivos aplicando la Viga Benkelman.
- Determinar las propiedades físico-mecánicas de los suelos a lo largo de la viga Ambato – Quisapincha en el tramo km 6+400 al km 9+600 de la provincia de Tungurahua; en base a ensayos de laboratorio como; Límites de Atterberg, Granulometría, Proctor modificado y Relación de Soporte California (CBR).
- Proponer soluciones viables que alarguen la vida útil de la vía Ambato – Quisapincha en el tramo km 6+400 al km 9+600 de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO II

2.1 Materiales

Dentro de este proyecto técnico es necesario el uso de diferentes Materiales, Instrumentos y Normas para la obtención de datos de campo y laboratorio, lo cuales se especifican a continuación.

ENSAYO	MATERIALES	EQUIPOS	NORMA
Georreferenciación	Cinta métrica	<ul style="list-style-type: none"> • GPS. Garmin Montana 680 • Dron DJI Mavic 2 	
Pozo a cielo abierto	Muestras de suelos (alteradas)	<ul style="list-style-type: none"> • Pico • Barra • Pala • Fundas Plásticas 	NTE INEN 686 1982-005 AASHTO T87-70
Ensayo Granulométrico	Muestras de suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Tamices • Brocha • Balanza 	ASTM C136-05
Límites de Atterberg - Límite Líquido - Límite Plástico	Muestras de suelo Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Recipientes • Contenedor de Porcelana • Espátula • Placa de vidrio • Horno 	AASHTO T89-3 Y ASTM D4318 AASHTO T89-3 Y ASTM D4318
Proctor Modificado Tipo B	Muestras de suelo Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Bandejas y recipientes • Palustre • Balanza digital • Molde con collarín • Apisonador • Probeta • Brocha • Horno 	AASHTO T180-20 ASTM D1557-12
California Bearing Ratio (CBR)	Suelo In – situ Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Pesa • Multisteep 	AASHTO T 193 2013 ASTM D1833-16

Medición de deflexiones	Cita métrica Pintura Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Viga Benkelman • Brocha • Termómetro • Combo y cincel 	AASHTO T 256-01
-------------------------	---------------------------------	--	-----------------

2.2 Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo técnico se llevará a cabo una evaluación del estado de la vía que será realizado en varias etapas para la obtención de información, el cual nos permitan resultados óptimos con el fin de alcanzar un buen análisis y desarrollo de este y que sea referencia a investigaciones futuras, descritas brevemente a continuación.

I. Levantamiento y recolección de información

Esta etapa nos ayudara a la búsqueda y recopilación de información sobre el tema de proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato, siendo necesario la utilización de fuentes bibliográficas, normas, método se interpretaciones, el cual nos sea útil en la investigación y aplicación técnica a la propuesta.

II. Investigación de campo.

Esta fase de la investigación nos ayudará a realizar el reconocimiento de la vía, tomar puntos topográficos georreferenciados en el sistema UTM, el conteo vehicular para determinación del Tráfico Promedio Diario Anual TPDA, que se lo hará de forma manual para determinar los tipos de vehículos que transitan, su frecuencia y la carga que ejercen sobre a capa de rodadura; además, la extracción de muestras de suelo para posteriormente realizar los ensayo de laboratorio, las deflexiones verticales del pavimento por medio de la Viga Benkelman y la evacuación de la vía de acuerdo con el índice de condición de pavimento (PCI).

III. Trabajo de laboratorio

Se realizará un análisis de la calidad de suelo existente en la subbase de la vía mediante ensayos de suelos tales como: Límites de Atterberg, Granulometría, Proctor

modificado y Relación de Soporte California (CBR), que permitan determinar sus clases, características físicas y parámetros indiquen su capacidad de carga.

IV. Análisis e interpretación de resultados

En esta fase se realizará un análisis de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y de la investigación de campo para diagnosticar el estado real de la vía Ambato Quisapincha en el tramo de la abscisa km 6+400 al km 9+600, para poder determinar un plan de mantenimiento vial y posibles soluciones.

2.2.1 Recolección de datos preliminares

La vía Ambato - Quisapincha es una vía colectora que beneficia a 12 400 habitantes oriundos del lugar como turistas locales y nacionales que visitan cada fin de semana las artesanías de la feria o el parque La Familia ubicado en el km 7 de la vía en mención. Esta se encuentra asfaltada con unos 12 km de longitud, señalética básica, 2 carriles, uno por cada sentido y un ancho aproximado de 4m por carril. [30]

Figura 5. Vía Ambato – Quisapincha km 7+000



Fuente: Cárdenas, P. 2022

2.2.2 Trabajo de Campo

2.2.2.1 Levantamiento Georreferenciado.

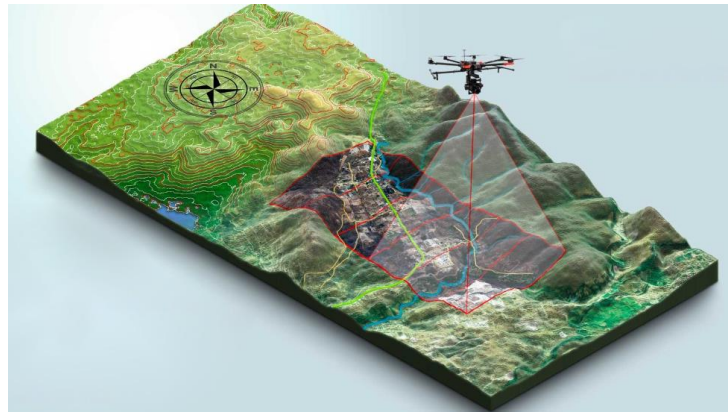
El levantamiento topográfico es el estudio descriptivo y técnico de un espacio determinado, el cual examina la superficie terrestre obteniendo coordenadas UTM

WGS 84 en Norte, Este y altura para determinar las características geográficas y físicas de la zona de estudio, incluyendo sus alteraciones y variaciones; esta recopilación de datos serviría como un instrumento de planificación de los diferentes ensayos de campo a realizarse. [31]

Para el presente proyecto se empleará un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) móvil de modelo Garmin Montana 680 con una precisión de más menos 1 m. Se tomarán medidas en el borde en ambos sentidos de la vía, tomando puntos cada 20m acotados mediante la ayuda de una cita métrica.

Por otro lado, también se aplicará el uso de un dron marca DJI Modelo Mavic 2, de alta Precisión para el levantamiento, mismo que se lo realiza a partir de un plan de vuelo automático mediante la aplicación móvil Pix4d Capture, o de forma manual, tomando fotografías a 90° respecto a la superficie terrestre, de manera que cada foto se interseque en más de un 70% entre sí, lo que garantizará la precisión y la disminución del rango de errores. Posteriormente las fotos generadas por el dron se las procesa en un Software llamado Agisoft el cual permite la creación de ortofotos mediante las cuales se las puede trabajar en programas conocido como el Civil 3D.

Figura 6. Topografía con drones



Fuente: Arqidron, 2022

2.2.2.2 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

El tránsito promedio diario anual también conocido por sus siglas; TPDA, es el elemento más importante para el diseño de una carretera, a este se lo denomina como el volumen total de vehículos que pasarían por un punto o sección determinada de la carretera en un tiempo o periodo específico, debido a sus pocas variaciones, pueden llegar a duplicar los volúmenes del promedio de tránsito en ciertas carreteras, es por ello que se debe medir y alizar las fluctuaciones de tránsito a lo largo de diferentes épocas y periodos del año, estos pueden ser semanal, mensual o estacional, dicho esto el TPDA es un indicador para determinar la cantidad de vehículos de cualquier tipo: (pesados, transporte o livianos) que transitan por una carretera una vez sea mejorada, ampliada o intervenida para los usuarios. [32]

2.2.2.2.1 Aforo de volumen vehicular

La movilidad en la actualidad es una necesidad social, lo que comprende el desplazamiento del ser humano a través de medios de transporte y para llevar a cabo un proceso seguro y eficiente es necesaria una correcta aplicación de ingeniería civil, su planificación, diseño e inversión para la construcción y conservación de vías.

Para obtener un resultado de una sección de la vía y así entender la función del tiempo y espacio dependerán de un análisis de recolección de datos informativos para su conservación y mantenimiento.

2.2.2.2.2 Procedimiento manual

Es un conteo realizado por las personas donde identifican varios factores de forma visual para de esta manera obtener datos que determinen el aforo y su variación durante un periodo de tiempo a través de un flujo direccional, composición y volúmenes totales. Este método es el más utilizado pues gracias a este se puede comprobar de manera exacta las condiciones climatológicas y físicas que interviene en el tránsito, a pesar de su efectividad no se deja de lado la posibilidad de errores por lo que este tipo de supervisión debe ser muy estricta.

2.2.2.2.3 Procedimiento automático

Este tipo de recolección de datos es más sencilla puesto que intervienen en esto dispositivos automáticos diseñados para registrar el flujo de tránsito, con la facilidad de poder instalar estos instrumentos en la vía para facilitar el conteo de un circuito.

Este tipo de método tiene la ventaja de que los archivos de datos son generados de manera automática, ahorra tiempo y genera resultados de manera más rápida. [33]

Tabla 1. Tabla comparativa entre conteo vehicular manual y automático.

Tipo de vehículo	Nº de ejes	Conteo Manual	Total de ejes	Nº de vehículos registrados por la maquina
Vehículos de pasajeros	2	1750	3500	1750
Camiones	3	670	2010	1005
Camiones	4	450	1800	900
Totales		2870	7310	3655

Fuente: Martínez, 2020

2.2.2.3 Índice de condición del pavimento (PCI)

Para determinar la condición del pavimento de las carreteras, tanto como su severidad, cantidad y densidad, son daños debido al gran número de condiciones y afectaciones que existe, para la superación de dichas afectaciones se introdujeron los llamados “valores deducidos” con el fin de determinar el grado de afectación, nivel de severidad y su densidad con respecto a la condición del pavimento, con un factor de ponderación. Se podría decir que el PCI es un índice numérico que varía de (0) a (100) para un pavimento fallido hasta un pavimento en estado perfecto. [34]

Tabla 2. Rangos de calificación del PCI

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

Fuente: Vásquez L, 2002

El cálculo del PCI hace referencia a condición del pavimento estableciendo la clase, severidad y cantidad de los daños que presenta y así poder obtener un índice de la integridad de la estructura y las condiciones de funcionalidad de la superficie, obteniendo como resultado una clara percepción de los daños y sus causas.

El trabajo de campo es necesario para identificar los daños del pavimento y determinar la severidad, clase y extensión de los daños que presenta la vía, existen varios métodos de recolección de datos, a continuación, presentamos un formato adecuado para la obtención del PCI.

Tabla 3. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA			
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR	FECHA					
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Fuente: Vásquez L, 2002

2.2.2.3.1 Unidades de muestreo

Las unidades de muestreo son secciones de la vía, estas varían según los tipos de vía y su capa de rodadura. El área de la unidad de muestreo se mantendrá en un rango de 230.0 +- 93.0 m², en las carreteras de rodadura asfáltica de un ancho menor a 7.30 m.

$$A = L * An$$

Donde:

A = Área de muestreo en metros cuadrados.

L = Longitud de unidad de muestreo en metros

An = Ancho de la vía o calzada en metros

A continuación, tenemos la relación entre ancho y longitud de la calzada pavimentada.

Tabla 4. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Vásquez L, 2002

2.2.2.3.2 Número de unidades de muestreo

Este cálculo se lo realiza mediante la siguiente ecuación

$$N = Lt/L$$

Donde:

N = Número de unidades de muestreo en la vía

Lt = Longitud de vía en metros

L = Longitud de unidad de muestreo en metros

2.2.2.3.3 Número mínimo de unidades de muestreo

En la evaluación de una red vial la unidad de muestreo puede ser representada por un número muy grande lo que conllevará un largo tiempo y el uso considerable de recursos por lo que es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la evaluación de un proyecto es necesario inspeccionar las unidades y en caso de no ser posible las unidades de muestreo mínimas deberán producir un estimado del PCI ± 5 de promedio con una confiabilidad del 95%, y para obtener estas se deberá utilizar la siguiente ecuación.

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

Donde:

n = Número mínimo de muestreo a evaluar

N = Número total de unidades de muestreo en la sección vial

e = Error admisible en el estimado del PCI (5%)

σ = Desviación estándar del PCI entre unidades

Durante la inspección inicial se ocupa una desviación estándar de 10 para pavimento asfáltico y de 15 para pavimento de concreto. Todas las unidades deberán evaluarse cuando el número mínimo de unidades es menor a 5.

2.2.2.3.4 Selección de unidades de muestreo para inspección

Se recomienda un espacio igualitario a lo largo de la vía, se elegirá una unidad al azar utilizando la siguiente ecuación.

$$I = N/n$$

Donde:

N = Número total de unidades de muestreo disponible.

n = Número mínimo de unidades para evaluar.

i = Intervalo de muestreo

En caso de que el intervalo de muestreo no sea entero se redondea al número entero inferior, ejemplo: 5.6 se redondea a 5

2.2.2.3.5 Manual de daños

Calidad de tránsito

Este análisis se realiza a través de la inspección de daños y su severidad y de esta manera poder determinar la evaluación de calidad de tránsito.

- **L: Low-Bajo:** Las vibraciones vehiculares son notorias, pero no es necesario disminuir la velocidad puesto que los hundimientos y abultamientos son ligeros y causan un mínimo rebote.
- **M: Medium-Medio:** Las vibraciones y el rebote vehicular son significativas, es por esto que se debe reducir la velocidad durante el tramo que encuentren abultamientos y hundimientos individuales.
- **H: High-Alto:** La vibración es excesiva causado por hundimientos y abultamientos pronunciados que causan incomodidad, alto peligro y daño severo al vehículo.

2.2.2.3.6 Tipos de fallas presentadas en pavimentos.

Para definir las distintas fallas que puede presentar el pavimento, se clasificaran dependiendo el daño o deformación que sufre en comparación a las características de servicio para el cual fue creado. [35]

- **Falla estructural.**

La falla estructural del pavimento es cuando este comienza a perder capacidad de carga, no necesariamente es una falla inmediata, pero se manifiesta con su obstrucción generalizada, la cual comienza a afectar en el índice de servicio, es decir comienza a perder su capacidad de carga.

- **Falla funcional.**

La falla funcional es la afectación en el valor del índice de servicio, específicamente es cuando presenta ciertas características como lo son; la presentación de ondulaciones longitudinales, deformaciones transversales, cambio o daños en la superficie y la aparición de baches.

- **Fallas en pavimentos flexibles**

La interacción entre el diseño, material, construcción, tránsito y medio ambiente dan como resultado las fallas, pues todos estos factores combinados causan un deterioro del pavimento por la falta de mantenimiento y a continuación se menciona las fallas más comunes que afectan los pavimentos flexibles (PCI) [35]

- **Piel de cocodrilo**

Es un conjunto de fisuras que forman irregularidades de hasta 0.5 metros de longitud, tiene mucha similitud a la piel de cocodrilo y de ahí su nombre, es producida en áreas de repeticiones de carga de tráfico como las llantas de los vehículos, dando a relucir fisuras paralelas que se transforman en varias piezas. [35]

Otra de las causas de esta afectación es el simple envejecimiento del asfalto causando una pérdida de flexibilidad, capacidad estructural y resistencia, lo cual podría empeorar sin un adecuado mantenimiento causando un desprendimiento con afectaciones significativas a la superficie. [35]

- **Exudación**

Provocado cuando el material bituminoso se extiende por un área del pavimento creando una superficie resbaladiza y reflectante que de acuerdo con la temperatura llega a cambiar su consistencia.

Su causa principal es el exceso de ligante asfáltico o sello bituminoso en la mezcla causando un deficiente porcentaje de vacíos que se expande en la superficie durante temporadas cálidas.

- **Fisuras en bloque**

Son grietas interconectadas de forma rectangular su tamaño varía entre 0.30 x 0.30 metros hasta 3.00 x 3.00 metros, esto ocurre en áreas largas de pavimento o en tramos donde no existe tráfico. [35]

Su causa principal es la contracción del concreto asfáltico y la variación de temperatura dando como resultado deformaciones unitarias, donde el asfalto se ha endurecido rígidamente.

- **Abultamientos y hundimientos**

Son pequeños desplazamientos hacia arriba y debajo de la superficie que deforman la carretera. Son el resultado del levantamiento de losas cuando un pavimento rígido fue cubierto con una carpeta asfáltica, otra de sus causas es el suelo congelado que provoca la expansión en varias áreas, la infiltración del material en una fisura añadiendo la carga de tráfico y fallas de drenaje del paquete estructural son también causas para este tipo de afectaciones. [35]

- **Corrugación**

Es una serie de ondulaciones muy cercanas entre sí, son menores a 3.00 metros a lo largo de la superficie y son perpendiculares al sentido del tráfico. Su causa principal es la inestabilidad de las capas superficiales o la base del pavimento combinada con el tránsito vehicular.

- **Depresión**

Estas áreas poseen desniveles menores a las de su entorno, son visibles en tiempos de lluvia porque es ahí donde se estanca el agua, dependiendo de su profundidad pueden originar accidentes de tránsito puesto que el vehículo pierde el contacto con la superficie quedando separadas las ruedas con el pavimento. [35]

Se producen como asentamientos como consecuencia de construcciones defectuosas.

- **Fisuras de borde**

Esta falla se produce por el debilitamiento de la base o subrasante a causa de la carga de tránsito interpuesta en los bordes añadiendo a esto las condiciones climáticas o efectos abrasivos. Son grietas paralelas en los bordes de la vía de encuentran a 0.30 hasta 0.50 metros de esta, llegando a producir desprendimientos de fragmentos.

- **Fisuras de reflexión de junta**

Este tipo de fallas son muy comunes en pavimentos mixtos, son grietas causadas por el movimiento de la losa de concreto originadas por la temperatura ambiental o humedad bajo la superficie del pavimento flexible, a pesar de que los efectos de carga no son su principal motivo estas pueden causar rotura del concreto asfáltico. [35]

- **Desnivel carril – Berna**

Es la diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la Berna, la erosión es su causa principal pero también puede ser provocada por la colocación de sobre carpetas sin el debido ajuste.

- **Fisuras longitudinales**

Estas fallas se presentan como grietas paralelas al eje de la vía y grietas transversales a la dirección de construcción.

Estos daños pueden ser causados por juntas de construcción mal cimentadas o ausencia de ellas, contracción del concreto o endurecimiento del asfalto debido a la temperatura, agrietamientos en la capa superficial incluyendo losas de concreto, uso de asfaltos duros o envejecidos y ciclos de expansión o contracción de la mezcla por gradientes térmicos superiores a los 30° C. [35]

- **Parches y parches de corte utilitario**

Estas fallas concen a las áreas en mal estado que han sido remplazadas con material nuevo para así reparar el pavimento, los parches de cortes utilitarios son colocados en las reparaciones de tuberías o instalación de cableado eléctrico entre otros, lo que da como consecuencia la depreciación del servicio vial.

- **Agregado pulido**

Es la pérdida de deslizamiento del pavimento puesto que los agregados se tornan blandos al tacto en la superficie. Esta falla es causada por repetidas cargas de tránsito, falta de partículas o insuficiente porción al agregado e inexistencia de aspereza o textura.

- **Baches**

Son hoyos en la superficie del pavimento, tienen un diámetro menor a 750 mm, se forman de agudos bordes y lados verticales cerca de la falla. Se ocasionan por mal diseño estructural, defectos constructivos, subdrenaje inadecuado y piel de cocodrilo de alta densidad originando desintegración de la capa de rodadura. [35]

Ahuellamiento

Es una depresión longitudinal continua es decir una deformación permanente a lo largo de la trayectoria vehicular.

Su causa principal es la deficiente compactación estructural provocando inestabilidad en las capas y materiales permitiendo el movimiento lateral de la superficie.

- **Desplazamientos**

Son desplazamientos de la mezcla en la superficie, corrimientos permanentes en áreas laterales que forman una especie de cordones. [35]

Se producen por la carga de tráfico que influye contra el pavimento produciendo ondas en la superficie, esto ocurre con frecuencia en pavimentos con emulsiones y también cuando el pavimento se encuentra alado de losas de concreto.

- **Fisura Parabólica**

Se presenta en forma de medialuna de forma transversal al tránsito. [35]

Esto ocurre cuando las mezclas asfálticas superpuestas o de baja estabilidad tienen poca adherencia entre la superficie y la capa subyacente, algunos de los factores son: alto contenido de arena fina o litigante en la mezcla o falta de riego de liga.

- **Hinchamiento**

Es el abultamiento de la superficie del pavimento en una longitud mayor a 3.00 m, que distorsiona la carretera. [35]

La expansión del suelo y el congelamiento del material subrasante es la causa principal de esta falla, lo cual puede estar acompañado de grietas superficiales.

- **Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados**

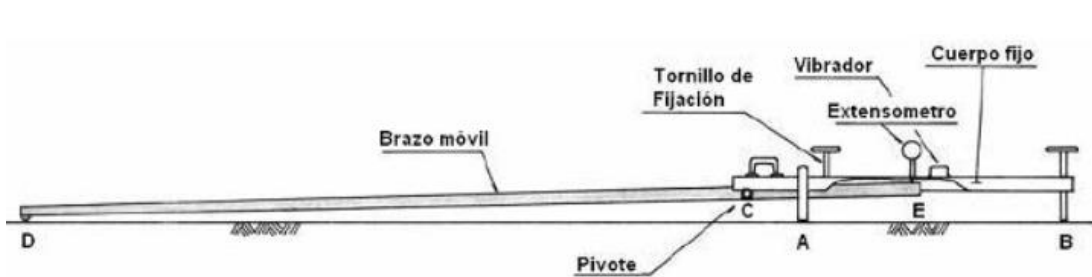
La peladura por intemperismo es la disgregación del pavimento por la disminución de ligante asfáltico, mientras que el desprendimiento de agregado pétreo se refiere a partículas sueltas, anunciando una mezcla carente o el endurecimiento del ligante asfáltico. [35]

Varias de las causas para este tipo de fallas son: el derramamiento de aceite vehicular que ocasiona pérdida de agregados, insuficiente ligante en la mezcla, agregados con demasiada absorción y fallas por agentes externos.

2.2.2.4 Viga Benkelman

La Viga Benkelman, es un artefacto formado de un cuerpo fijo y un brazo móvil con lo cual se mide la deflexión de la superficie de la carretera, la cual es provocada por el paso de las ruedas de toda especie de vehículos, esta viga es elaborada de aluminio con comparadores con diversos accesorios.

Figura 7. Representación Viga Benkelman



Fuente: Vásquez L, 2002

Este ensayo nos permite determinar la deflexión vertical y puntual de una superficie para evaluar la línea de influencia de la deformación por la carga con relación al punto fijo.

2.2.2.4.1 Procedimiento del ensayo para la viga Benkelman

Para empezar este ensayo es necesario marcar el punto del pavimento que será utilizado para el ensayo, trazando una línea perpendicular a la vía, marcando una distancia prefijada.

En la parte superior del punto de inicio se coloca la rueda dual externa del camión, la guía vertical se colocará en el extremo externo del camión de forma que coincida la línea transversal y la guía vertical mientras se desplaza suavemente el camión y el punto se encuentre ubicado en el centro de la rueda dual.

Una vez localizado el lugar de ensayo la rueda se colocará lo más cercano posible al eje central de gravedad de la llanta, punto D. Dentro del ensayo tenemos un rango de tolerancia de 7.62 centímetros fuera del punto, el punto seleccionado para su análisis se coloca al extremo del brazo móvil después de estacionar el camión.

Las deflexiones serán medidas mediante marcas sucesivas a distancias de 30, 40 y 70 centímetros, verificando las lecturas por tres veces mínimo y así verificar las deflexiones originadas. [36]

En el primer punto debe constar la primera marca donde la deflexión del punto de estudio sea la mitad de la deflexión máxima, la cual mantendrá un rango de 35 a 65%, la segunda marca tendrá dos veces más la distancia que la primera y estas distancias servirán para el cálculo para cada proyecto a valorar. [36]

Una vez instalada la viga hay que asegurar la alineación con el movimiento del camión y se deberá encerar el dial para obtener los datos después de activar el vibrador y observar las medidas en función del desplazamiento del vehículo

La temperatura será medida a través de un agujero con una profundidad aproximada de 4 cm y un diámetro de 10 mm en el pavimento tomando en cuan, ubicado sobre una línea paralela a la vía, a continuación, se debe llenar el orificio con aceite unos 10 minutos antes de dar inicio con el ensayo, con un termómetro se tomará la temperatura respetando un límite inferior de 5°C y límite superior de 35°C. [36]

Tabla 5. Rangos de PCI y actividad Recomendada

PCI	0-25	26-55	56-85	86-100
Preclasificación	Rojo	Naranja	Amarillo	Verde
Actividad	Reconstrucción	Rehabilitación	Mantenimiento Periódico	Mantenimiento Rutinario

Fuente: Desarrollo Urbano, 2008

2.2.3 Ensayos y trabajos de Laboratorio

2.2.3.1 Estudio de suelos

El estudio de suelo es también conocido como estudio geotécnico, muy importante en la ingeniería civil y con mayor énfasis en obras viales. Este proceso nos ayuda a analizar la información acerca del deterioro de una vía y sus características físico-mecánicas, determinando así el tipo de superficie en donde se encuentra construida la vía. [37]

Granulometría

La granulometría es conocida como la distribución de partículas de suelo según su tamaño, las muestras son separadas mediante tamices para que de esta manera se pueda medir la gradación de las partículas y granos de una muestra de suelo y así determinar sus propiedades y la separación de componentes del sustrato. Para realizar este ensayo se utiliza mallas de tamizado que se diferencian por la abertura de los hilos cruzados para determinar el porcentaje del material retenido. [38]

Tabla 6. Tamiz para ensayos granulométricos

Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (kg)	% retenido	% que pasa
1"	25.4	0.154	3.08	96.92
3/4"	19.05	1.790	35.8	61.12
1/2"	12.7	2.256	45.11	16.01
3/8"	9.5	0.356	7.12	8.89
N. 4	4.76	0.295	5.89	3
N. 8	2.38	0.000	0	3
N. 16	1.19	0.000	0	3
N. 30	0.595	0.000	0	3
N. 50	0.297	0.000	0	3
N. 100	0.149	0.000	0	3
N. 200	0.075	0.000	0	3
Fondo		0.150	3	0
	Total	5.000	100	

Fuente: Escobar 2003

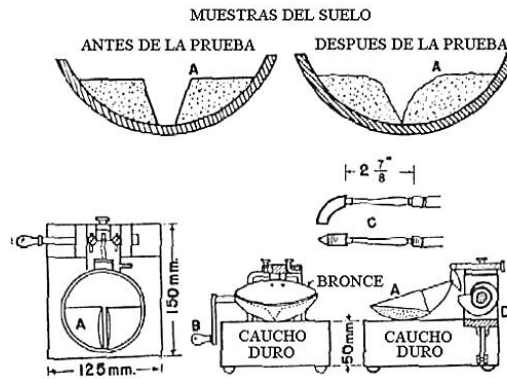
Límites de Atterberg

Albert Atterberg es quien define los límites de la consistencia del suelo para expresar adecuadamente el comportamiento de los suelos finos, la plasticidad y la capacidad de un suelo de ser deformado

Limite líquido

El límite líquido da a conocer el porcentaje de humedad del suelo, a través de un ensayo en el cual se muestra el cambio de comportamiento de una mezcla de suelo y agua que pasa a estado líquido formando un fluido viscoso, es decir que el contenido de agua con respecto del suelo seco delimita la transición de estado líquido y plástico produciendo un cambio de volumen del suelo.

Figura 8. Copa de Casagrande para Límites

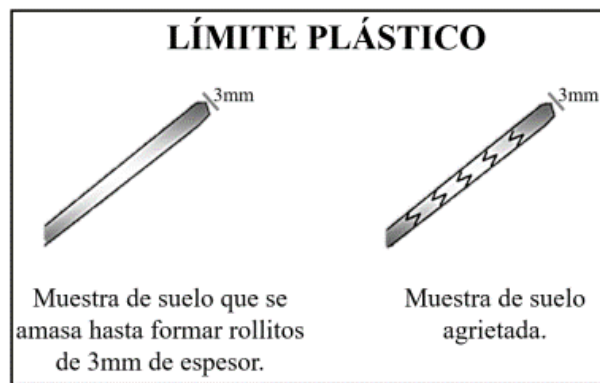


Fuente: Escobar 2003

Limite plástico

El límite plástico da a conocer la humedad del suelo en la transición de un contenido frágil a un estado sólido y plástico, esto puede ocasionar cambios irreversibles sin llegar a fracturar puesto que el aumento de humedad sobre el límite plástico destruye la cohesión del suelo. [39]

Figura 9. Esquema de ensayo de Límite Plástico del suelo



Fuente: Cárdenas J, 2003

Índice plástico

El índice de plasticidad determina la diferencia entre el límite líquido y limite plástico, representa el intervalo de humedad desde el estado semisólido a semilíquido y es utilizado con frecuencia para la caracterización de suelos cohesivos. [39]

2.2.3.2 Clasificación del suelo

Método AASHTO

American Association of State Highway and Transportation Officials es un método de clasificación del suelo utilizado para propósitos ingenieriles relacionados con la construcción de carreteras, este sistema tiene como base la distribución de partículas y evaluar los suelos que se clasifican en grupos, los grupos A-1, A-2 y A-3 están conformados por partículas de las cuales el 35% o menos atraviesan por el tamiz N° 200, mientras que los grupo A-4, A-5, A-6 y A-7 contienen principalmente limo y arcilla considerando este material como fino puesto que más del 35 % de sus partículas atraviesan el tamiz N°200 mientras que el grupo A-8 está constituido por materia orgánica como rodados, grava y arena.

Tabla 7. Clasificación de suelos según la AASHTO

CLASIFICACIÓN AASHTO

Clasificación general	Suelos granulosos (35% o menos que pasa el tamiz # 200)							Materiales limosos y arcillosos (más de 35% pasa el tamiz # 200)			
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7 A7-6 A7-5
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamices: % que pasa el N° 10 (2 mm) N° 40 (0.425 mm) N° 200 (0.075 mm)	máx. 50 máx. 30 máx. 15	--- máx. 50 máx. 25	--- mín. 51 máx.10	--- --- máx. 35	--- --- Máx.35	--- --- máx. 35	--- --- máx. 35	--- --- mín. 36	--- --- mín. 36	--- --- mín. 36	--- --- mín. 36
Consistencia Límite Líquido	---		---	máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín.41	máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41
Índice de Plasticidad	máx. 6		No Plástico	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11 ⁽¹⁾
Tipos de materiales característicos	Fragmentos de Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	excelente a bueno							regular a malo			

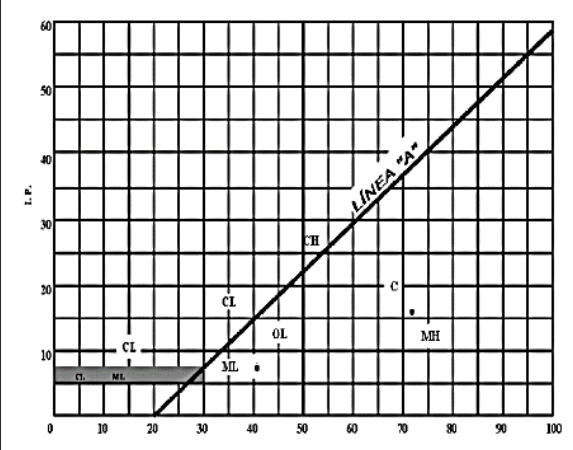
Fuente: Hilker R, 2019

Método SUCS

El método Unificado de Clasificación de Suelos clasifica la materia utilizando geología e ingeniería para detallar las partículas de suelo, previo a su clasificación es necesario realizar una granulometría puesto que si el suelo varía entre 5 y 12% de materia fina y atraviesa el tamiz N° 200 es considerado significativo para el uso de obras de ingeniería, si el suelo tiene el 15 % o más del peso retenido en el tamiz N° 4

existe mayor parte de grava, lo que quiere decir que este sistema abarca suelos gruesos y finos diferenciándolos por su peso. [40]

Figura 10. Clasificación del Suelo Según la SUCS

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa retenida por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE ½ cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GRAVAS LIMPIA Poco o nada de partículas finas	GW Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA Cc: entre 1 y 3. $Cu = D_{60} / D_{10}$ $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$		
		GRAVAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	GP Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.	
		ARENAS LIMPIA Poco o nada de partículas finas	GM Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O IP. MENOR QUE 4.	Arriba de la "línea A" y con IP. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	
		ARENAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	GC Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON IP. MAYOR QUE 7.		
		ARENAS LIMPIA Poco o nada de partículas finas	SW Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	Cu = D ₆₀ / D ₁₀ mayor de 6 ; Cc = (D ₃₀) ² / (D ₁₀)(D ₆₀) entre 1 y 3.		
		ARENAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	SP Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW		
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE ½ cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	ARENAS LIMPIA Poco o nada de partículas finas	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O IP. MENOR QUE 4.	Arriba de la "línea A" y con IP. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	
		ARENAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	SC Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.	LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON IP. MAYOR QUE 7.		
		LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad	CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.) 	
			CL Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.			
			OL Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.			
		LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50	MH Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.			
CH Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.						
OH Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.						
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	P Turbas y otros suelos altamente orgánicos.					

Fuente: Hilker R, 2019

CAPITULO III

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

3.1 Análisis y discusión de resultados

3.1.1 Ubicación del Proyecto

La vía de estudio para el presente proyecto se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua y se encarga de unir el cantón Ambato con la parroquia San Miguel de Quisapincha, con un tramo de estudio de longitud de 3200 metros y está comprendida entre la abscisa Km 6+400 a más o menos 1 km del parque la Familia y la abscisa Km 9+600 entrada a Quisapincha, con las siguientes coordenadas:

Tabla 8. Coordenadas de la Ubicación del Proyecto

ABSCISA	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
Km 6 + 400	9862175	761087
Km 9 + 600	9862565	758821

Fuente: Cárdenas, P. 2022.

En la siguiente ilustración se muestra la ubicación y el recorrido de la vía Ambato Quisapincha tramo absisa km 6+400 al km 9+600.

Figura 11. Ubicación del Tramo de vía en estudio



Fuente: Cárdenas, P. 2022

3.1.2 Análisis del Levantamiento Georreferenciado

La georreferenciación se realizó con el fin de elaborar una superficie descriptiva de la vía mediante coordenadas UTM WGS84 ubicado en la Zona 17 Sur. El levantamiento topográfico se realizó de dos maneras.

Primero mediante un Receptor Satelital GPS se fue tomando diversos puntos cada 20m a lo largo de todo el tramo de vía en los dos sentidos de la misma, dejándolo al receptor durante aproximadamente 1 minuto en cada punto para disminuir el error. Además, se hizo el levantamiento mediante un Dron, en el cual se realizaron diversos planes del vuelo manuales, cada 500m de vía hasta cubrir toda esta.

Para determinar el ancho de la calzada se tomó mediciones cada 20m, y se realizó un promedio dando como resultado 9.15m.

Donde se pudo obtener los siguientes resultados.

Tabla 9. Levantamiento Topográfico

Levantamiento Topográfico	
Longitud de la vía	3200 m
Ancho promedio vial	9.15 m
Número de carriles	2
N de puntos georreferenciados	332 u

Fuente: Cárdenas, P. 2022

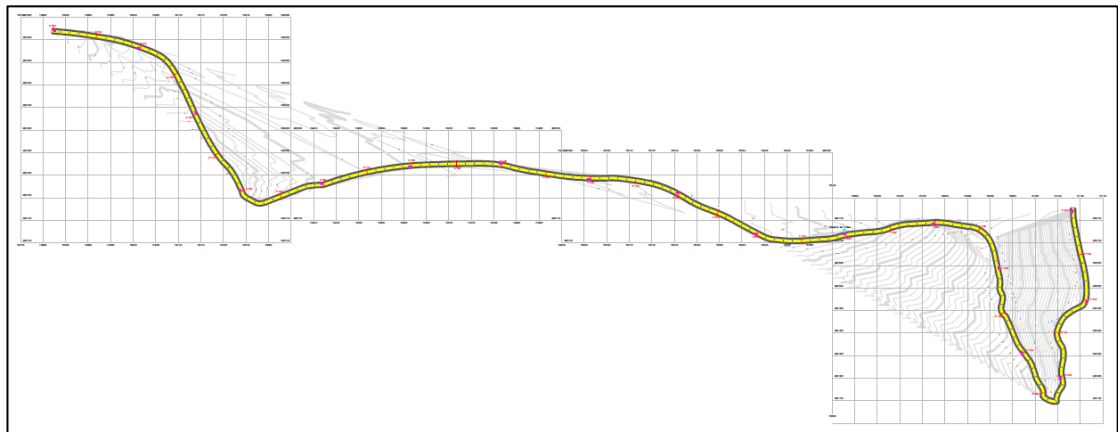
Para el procesamiento de los datos obtenido con el GPS, se envió todos los puntos a un archivo Excel, donde se ordenó los datos dejando únicamente Número de punto, Coordenada Este, Coordenada Norte, elevación, descripción; mismo archivo que se exportó al AutoCAD Civil 3D, para la elaboración de un modelo digital 3D.

De la misma manera se realizó el proceso con el dron. Una vez tomada las fotos de todo el tramo vial se pasó a un Software llamado Agisoft el cual permite la creación de ortofotos mediante las cuales se las puede exportar ya con formato tief. compatible en programas conocidos como el Civil 3D.

Una vez digitalizado los dos levantamientos se pudo divisar que los dos trabajos fueron realizados de manera correcta, tomando los puntos Georreferenciados del GPS para

dibujar el tramo vial, y los puntos captados por el DRON para la realización de las curvas de Nivel, dándonos un resultado con el siguiente.

Figura 12. Modelo Digital Levantamiento tramo Vial



Fuente: Cárdenas, P. 2022

3.1.3 Análisis del tráfico TPDA

3.1.3.1 Conteo Vehicular

En el diseño vial es importante determinar ciertos parámetros de diseño, entre ellos está el conteo vehicular el cual trata de identificar la cantidad y el tipo de vehículos que transitan por medio de determinada vía lo que nos permitirá calcular el Tráfico Promedio Diario Anual TPDA.

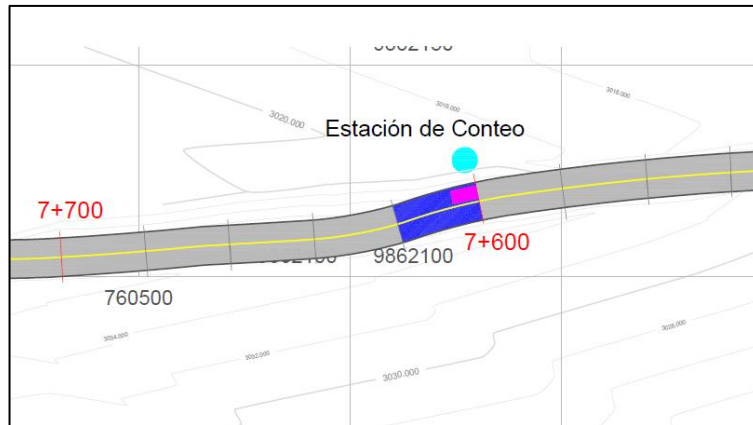
En el presente proyecto el conteo vehicular se lo realizó de manera manual durante un periodo de tiempo de 7 días consecutivos en un horario de 12 horas, empezando desde las 7:00 hasta las 18:00, trabajo que se lo ejecutó en la abscisa km 7+600; tramo de vía recto sin bifurcaciones viales ni obstáculos que dificulten el estudio.

Tabla 10. Ubicación de estación de conteo Vehicular.

Ubicación de Estación de Conteo			
Absisa	Km 7+600	Norte	9862112
Sentido	Dos sentidos	Este	760779

Fuente: Cárdenas, P. 2022

Tabla 11. Estación de Conteo Vehicular




Fuente: Cárdenas, P. 2022

Formato de Conteo Vehicular.

Para la facilitar el conteo manual vehicular se emplea un formato previamente establecido que permita la toma de datos y tabulación de estos de manera rápida, el cual se detalla a continuación.

- **En la sección 1** se encuentra el encabezado, comprendido por los datos generales como, el nombre del proyecto, la ubicación de la abscisa y coordenadas georreferenciadas, fecha y el autor de esta.
- **En la sección 2** está ubicado los periodos de tiempo del conteo el cual se divide en horas y subdivide en intervalos de 15 minutos.
- **En la sección 3** se describe los tipos de vehículos que circulan por la vía, sean estos livianos (automóviles y camionetas), buses (livianos y pesados) o camiones divididos su ves por el número de sus ejes.
- **En la sección 4** se detalla la totalidad de cada tipo de vehículo que ha sido visualizado durante cada hora.
- **En la sección 5** se encuentra el sumatorio total del conteo vehicular dentro de una hora.

Tabla 12. Formato para el conteo vehicular

S1		 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Proyecto	Vía Ambato - Quisapincha	Ubicación	Abscisa 7+600	Sentido	Dos sentidos	Elaborado por	Paúl Cárdenas				
Fecha		Estado de Tiempo		N de ficha		Revisado por	Ing. Diego Cherrez				
CONTEO VEHICULAR											
HORA S2	LIVIANOS			BUSES		PESADOS			OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA S5	
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1) Livianos Pesados		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)		Sin Ejes
7:00 AM	7:00	7:15									0
	7:15	7:30									
	7:30	7:45									
	7:45	8:00									
SUMATORIA PARCIAL											
8:00 AM	8:00	8:15									0
	8:15	8:30									
	8:30	8:45									
	8:45	9:00									
SUMATORIA PARCIAL											
9:00 AM	9:00	9:15									0
	9:15	9:30									
	9:30	9:45									
	9:45	10:00									
SUMATORIA PARCIAL											

Fuente: Cárdenas, P. 2022

3.1.3.2 Determinación del TPDA por medio de la trigésima hora

Mediante el conteo vehicular realizado en la vía Ambato – Quisapincha del tramo km 6+400 al 9+600 se determinó que el día con más afluencia vehicular fue el domingo 16 de enero de 2022 entre las 12h00 del medio día y la 13h00 horas, con un total de 3422 vehículos al día y 398 vehículos en su hora pico. Tal como se detalla en la siguiente tabla 13.

Tabla 13. Resumen semanal del conteo vehicular

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
Proyecto		Vía Ambato - Quisapincha		Sentido	Dos sentidos		Coordenadas	9862112	760779
Elaborado por		Paúl Cárdenas		Revisado por	Ing. Diego Cherre		Ubicación	Abscisa 7+600	
RESUMEN SEMANAL DEL CONTEO VEHICULAR									
Hora		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL HORA
7:00	8:00	243	239	229	253	230	265	230	1689
8:00	9:00	276	212	258	223	244	243	285	1741
9:00	10:00	267	222	256	224	286	293	285	1833
10:00	11:00	254	245	240	242	243	264	270	1758
11:00	12:00	238	224	239	244	249	256	343	1793
12:00	13:00	248	258	210	197	227	235	398	1773
13:00	14:00	226	252	192	222	212	304	319	1727
14:00	15:00	232	225	205	178	235	262	261	1598
15:00	16:00	187	248	213	225	211	273	243	1600
16:00	17:00	246	208	192	193	221	279	300	1639
17:00	18:00	253	246	203	170	251	271	286	1680
18:00	19:00	277	214	232	248	230	257	202	1660
TOTAL DÍA		2947	2793	2669	2619	2839	3202	3422	20491

Fuente: Cárdenas, P. 2022

Cálculo Factor de Trigésima hora

Para el cálculo del factor de hora pico se utiliza la siguiente ecuación.

$$FP = \frac{Q_v}{4 * Q_{15\ max}}$$

Donde:

Q_v: Total de vehículo en la hora pico

Q_{15max}: flujo máximo de vehículos en un intervalo de 15 minutos de la hora pico














Solución:

$$FP = \frac{398}{4 * 101}$$

$$FP = 0.9851$$

$$FP = 1$$

Tabla 14. Registro hora pico

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
Proyecto	Vía Ambato - Quisapincha	Ubicación	Abscisa 7+600	Sentido	Dos sentidos	Elaborado por	Paúl Cárdenas					
Fecha	domingo, 16 de enero de 2022	Estado de Tiempo	Soleado	N de ficha	1	Revisado por	Ing. Diego Cherez					
CONTEO VEHICULAR												
HORA	LIVIANOS			BUSES		DOS EJES (C-1)		PESADOS		OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA	
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Livianos	Pesados	Tres Ejes (C-2)	Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes		
												
12:00 PM	12:00	12:15	72	23	2	4	4	3	0	0	0	398
	12:15	12:30	50	28	5	4	3	6	0	0	0	
	12:30	12:45	61	30	3	0	4	3	0	0	0	
	12:45	13:00	54	23	3	4	4	5	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			237	104	13	12	15	17	0	0	0	
			354			27			17			

Fuente: Cárdenas, P. 2022

Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual TPDA

$$TPDA \text{ actual} = \frac{VHP * FP}{K}$$

Donde:

TPDA actual: Tráfico promedio diario anual

VHP: Número de vehículo en hora pico

K: Valor constante de TPDA según la zona

FP: Factor Trigésima hora

Tabla 15. Valores de la constante K

Zona	k
Zona Urbana	8% - 12 %
Zona Rural	12% - 18%

Fuente: MTOP, 2013

Cálculo de Tráfico actual de vehículos livianos

$$TPDA \text{ actual} = \frac{VHP * FP}{K}$$

$$TPDA \text{ actual} = \frac{354 * 1}{0.15}$$

$$TPDA \text{ actual} = 2360 \text{ veh/día}$$

Cálculo de Tráfico actual para buses

$$TPDA \text{ actual} = \frac{VHP * FP}{K}$$

$$TPDA \text{ actual} = \frac{27 * 1}{0.15}$$

$$TPDA \text{ actual} = 180 \text{ veh/día}$$

Cálculo de Tráfico actual para camiones

$$TPDA \text{ actual} = \frac{VHP * FP}{K}$$

$$TPDA \text{ actual} = \frac{17 * 1}{0.15}$$

$$TPDA \text{ actual} = 113.33 \text{ veh/día}$$

El TPDA de la vía en estudio actual se resume en la siguiente tabla 16.

Tabla 16. Valores de la constante K

Tipo de Vehículo	Hora Pico	TPDA actual
Liviano	354	2360
Buses	27	180
Pesados	17	113,33
TOTAL		2653

Fuente: MTOP, 2013

Cálculo del Tráfico Atraído

Aplicar la siguiente ecuación:

$$T_{at} = 10\% * TPDA \text{ actual}$$

Tráfico Atraído para vehículos livianos

$$T_{at} = 10\% * 2360$$

$$T_{at} = 236$$

Tráfico Atraído para buses

$$T_{at} = 10\% * 180$$

$$T_{at} = 18$$

Tráfico Atraído para pesados o camiones

$$T_{at} = 10\% * 113$$

$$T_{at} = 11$$

Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Total

Aplicar la siguiente ecuación:

$$TPDA_{total} = TPDA_{actual} + T_{at}$$

Donde:

TPDA Total: Tráfico Promedio Diario Anual Total.

TPDA Actual: Tráfico Promedio Diario Anual Actual.

T at: Tráfico Atraído.

TPDA Total para vehículos livianos

$$TPDA_{total} = 2360 + 236$$

$$TPDA_{total} = 2596 \text{ veh/día}$$

TPDA Total para vehículos buses

$$TPDA_{total} = 180 + 18$$

$$TPDA_{total} = 198 \text{ veh/día}$$

TPDA Total para vehículos pesados

$$TPDA_{total} = 113 + 11$$

$$TPDA_{total} = 124 \text{ veh/día}$$

Se obtuvo un TPDA actual total de 2918 vehículos por cada día, como se representa en la siguiente tabla 17.

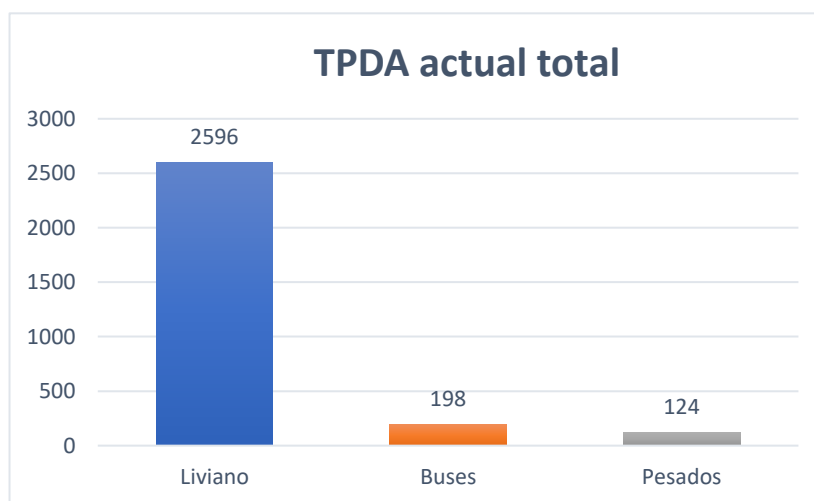
Tabla 17. TPDA Total actual vía Ambato Quisapincha

Tipo de Vehículo	TPDA actual	T at	TPDA total	Porcentaje
Liviano	2360	236	2596	88,97%
Buses	180	18	198	6,79%
Pesados	113	11	124	4,25%
TOTAL			2918	100,00%

Fuente: MTOP, 2013

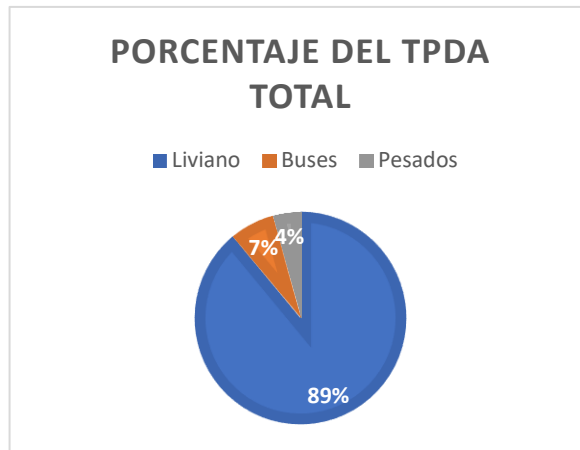
Además, se determina que los vehículos livianos (automóviles y camionetas), contribuyen con un valor del 88.97% al mayor porcentaje del TPDA, mientras que los buses y camiones únicamente con un 6.79% y 4.25% respectivamente, tal y como se representa en la siguiente figura.

Figura 13. TPDA Total actual



Fuente: MTOP, 2013

Figura 14. Porcentaje de incidencia en el TPDA de cada vehículo



Fuente: MTOP, 2013

Cálculo del Tráfico Futuro

El tráfico futuro para el plan de mantenimiento vial de la vía Ambato Quisapincha será realizado para una proyección de 20 años, el cual iniciará en 2022 y terminará en 2042.

$$T_f = TPDA \text{ total } (1 + i)^n$$

Donde:

T_f: tráfico futuro

TPDA total: Tráfico Promedio Diario Anual Total

i: Índice de Crecimiento Vehicular.

n: Número de Años a Futuro.



Tabla 18. Índice de crecimiento vehicular

Periodo		Tipo de Vehículo		
		Livianos	Buses	Camiones
2015	2020	3,97	1,97	1,94
2020	2025	3,57	1,78	1,74
2025	2030	3,25	1,62	1,58
2030	2035	3,25	1,62	1,58
2035	2040	3,25	1,62	1,58

Fuente: MTOP 001 - F - 2013

De tal manera que, dentro de 20 años tendremos un TPDA de aproximadamente 5412 vehículos por día en los dos sentidos de circulación como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 19. Tráfico Futuro

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
Proyecto	Vía Ambato - Quisapincha	Sentido	Dos sentidos		Ubicación	Abscisa km 6+400		
Elaborado por	Paúl Cárdenas	Revisado por	Ing. Diego Cherrez		Ubicación	Abscisa km 9+600		
n	Año	Tasa de Crecimiento %			Tráfico Futuro (Tf) veh/día			Tráfico Futuro Total
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	
0	2022				2596	198	124	2918
1	2023	3,57%	1,78%	1,74%	2689	202	126	3016
2	2024	3,57%	1,78%	1,74%	2785	205	128	3118
3	2025	3,57%	1,78%	1,74%	2884	209	131	3223
4	2026	3,25%	1,62%	1,58%	2978	212	133	3323
5	2027	3,25%	1,62%	1,58%	3075	216	135	3425
6	2028	3,25%	1,62%	1,58%	3175	219	137	3530
7	2029	3,25%	1,62%	1,58%	3278	223	139	3639
8	2030	3,25%	1,62%	1,58%	3384	226	141	3752
9	2031	3,25%	1,62%	1,58%	3494	230	143	3868
10	2032	3,25%	1,62%	1,58%	3608	234	146	3987
11	2033	3,25%	1,62%	1,58%	3725	237	148	4110
12	2034	3,25%	1,62%	1,58%	3846	241	150	4238
13	2035	3,25%	1,62%	1,58%	3971	245	153	4369
14	2036	3,25%	1,62%	1,58%	4100	249	155	4504
15	2037	3,25%	1,62%	1,58%	4233	253	158	4644
16	2038	3,25%	1,62%	1,58%	4371	257	160	4788
17	2039	3,25%	1,62%	1,58%	4513	261	163	4937
18	2040	3,25%	1,62%	1,58%	4660	266	165	5091
19	2041	3,25%	1,62%	1,58%	4811	270	168	5249
20	2042	3,25%	1,62%	1,58%	4967	274	170	5412

Fuente: Cardenas P. 2022

Clasificación de la Vía en Función del Tráfico Futuro

Tabla 20. Clasificación de Carreteras en Función al Tráfico Proyectado

Clasificación de Carreteras en Función al Tráfico Proyectado			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (al)	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Carretera multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: MTOP, 2013

La vía Ambato Quisapincha en el tramo dado por la abscisa km 6+400 hasta el tramo km 9+600 actualmente cuenta con un TPDA de 2918 vehículos por día, sin embargo, dentro del proyecto se realiza una proyección para 20 años, dando como resultado un valor de 5412 vehículos al día. Dato con el cual se determina que la vía debe ser diseñada acorde a las características y necesidades de una Carretera de 2 carriles C1.

Cálculo de Ejes Equivalentes

Conocido también como Equivalent Simple Axial Load ESAL, aclara que se debe transformar los diferentes tipos de vehículos circulantes a ejes equivalentes, mismo que serán de utilidad en cálculos futuros del proyecto.

$$W18 = \left(\sum_{i=1}^{I=m} FD * TPDA \right) * 365 * Fd * DI$$

Donde

- **W18:** Número de ejes equivalentes (para una proyección de diseño de 20 años).
- **TPDA:** Tráfico promedio diario anual (para una proyección de diseño de 20 años).
- **FD:** Factor de daño
- **Fd:** Factor de distribución direccional

- **DI:** Porcentaje W18 en el carril DI

Para determinar los factores de daño para cada tipo de vehículo se lo hace mediante la tabla 21.

Tabla 21. Factor de Daño de Acuerdo con la Clasificación de Vehículos Pesados

Tipo	Simple		Simple Doble		Tandem		Tridem		Factor de daño FD
	Tons	(P/6,6)^4	Tons	(P/6,6)^4	Tons	(P/6,6)^4	Tons	(P/6,6)^4	
Bus	4	0,13	8						1,04
C - 2P	2,5	0,02							1,29
	7	1,27							1,29
C - 2G	6	0,68	11	3,24					3,92
C - 3	6	0,68			18	2,07			2,76
C - 4	6	0,68					25	14	2,08
C - 5	6	0,68			18	2,07			2,76
C - 6	6	0,68			18	2,07	25	14	4,15

Fuente: Norma AASHTO 93 Diseño de Estructuras de Pavimentos, 2014

Para determinar lo Factores de distribución direccional en función al número de carriles se basó en la tabla 22.

Tabla 22. Factores de Distribución Direccional

Numero de Carriles	Porcentaje de Vehículos en Carril (%)
2	50
4	45
6 o mas	40

Fuente: Norma AASHTO 93 Diseño de Estructuras de Pavimentos, 2014

Además, los porcentajes del W18 por carril son:

Tabla 23. Porcentajes de W18 en Carril D1

N Carriles en una Dirección	Porcentaje de W18 en un Carril (%)
1	100
2	80-100
3	60-80

Fuente: Norma AASHTO 93 Diseño de Estructuras de Pavimentos, 2014

El cálculo de ejes equivalentes e los realizó mediante la siguiente tabla, realizando sus cálculos típicos de la siguiente manera.

Cálculo Típico:

W18 por año

$$W18 = \left(\left(\sum_{i=1}^{l=m} FD * TPDA \right) * 365 \right) * Fd * DI$$

$$W18 = [((198 * 1.04) + (124 * 1.29) + (0 * 3.92) + (0 * 2.76)) * 365] * 1$$

$$W18 = 133546 \text{ ejes equivalentes}$$



W18 por carril

$$W18 = [((198 * 1.04) + (124 * 1.29) + (0 * 3.92) + (0 * 2.76)) * 365] ** 0.5$$

$$* 1$$

$$W18 = 66773.1 \text{ ejes equivalentes}$$

Tabla 24. Ejes Equivalentes de la Vía Ambato – Quisapincha km 6+400 al 9+600

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Proyecto	Vía Ambato - Quisapincha	Sentido	Dos sentidos			Ubicación	Abscisa km 6+400		
Elaborado por	Paúl Cárdenas	Revisado por	Ing. Diego Cherrez				Abscisa km 9+600		
FACTORES DE DAÑO									
Bus	1,04	C1	1,29	C2	3,92	C3	2,76		
EJES EQUIVALENTES									
Año	Tráfico Futuro por 20 año de Periodo de Diseño						W18 por año	W18 Acumulado	W18 por carril
	Livianos	Buses	Pesados						
			C1	C2	C3	Total			
2022	2596	198	124	0	0	2918	133546	133546	66773,1
2023	2689	202	126	0	0	3016	135900	269446	134723,08
2024	2785	205	128	0	0	3118	138295	407741	203870,7
2025	2884	209	131	0	0	3223	140733	548474	274237,05
2026	2978	212	133	0	0	3323	142988	691462	345731,04
2027	3075	216	135	0	0	3425	145279	836741	418370,75
2028	3175	219	137	0	0	3530	147608	984349	492174,52
2029	3278	223	139	0	0	3639	149973	1134322	567161,03
2030	3384	226	141	0	0	3752	152376	1286698	643349,23
2031	3494	230	143	0	0	3868	154818	1441517	720758,38
2032	3608	234	146	0	0	3987	157299	1598816	799408,04
2033	3725	237	148	0	0	4110	159820	1758636	879318,1
2034	3846	241	150	0	0	4238	162381	1921018	960508,77
2035	3971	245	153	0	0	4369	164984	2086001	1043000,6
2036	4100	249	155	0	0	4504	167628	2253629	1126814,3
2037	4233	253	158	0	0	4644	170314	2423943	1211971,3
2038	4371	257	160	0	0	4788	173043	2596986	1298492,9
2039	4513	261	163	0	0	4937	175816	2772802	1386401,2
2040	4660	266	165	0	0	5091	178634	2951436	1475718,2
2041	4811	270	168	0	0	5249	181497	3132933	1566466,6
2042	4967	274	170	0	0	5412	184405	3317339	1658669,3

Fuente: Cardenas, 2022

3.1.4 Evaluación de la condición Superficial del Pavimento Asfáltico usando el método del PCI (Índice de Condición de Pavimentos)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es un método de evaluación con recolección de datos visuales en campo, el análisis de datos viales se realizará en trabajo de oficina para evaluar y definir objetivamente el pavimento en el área de estudio, y luego se realizará el cálculo del método. llevado a cabo por separado.

3.1.4.1. Unidades de muestreo

Con el fin de reducir el costo y el tiempo se adopta el método PCI, considerando una forma para determinar la unidad de muestreo, según el largo, ancho de la carretera, el área de muestreo, la desviación estándar del PCI y un valor estimado de error permisible. Al iniciar el cálculo se debe tener en cuenta que el tramo Ambato – Quisapincha con abscisas inicial en el Km 6+400 al Km 9+600 que consiste en una vía de dos carriles, la cual consta de un pavimento flexible que tiene un ancho de 8,00 m en promedio y una superficie de $230,0 \pm 93,0$ m² valor adoptado del manual del cálculo de PCI, para el cálculo se tienen en cuenta los datos proporcionados en la siguiente tabla:

Tabla 25. Parámetros para el cálculo de unidades de muestreo

DATOS			
DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	VALOR	UNIDAD
Ancho calzada	A_v	9.15	m
Longitud de tramo de estudio	L_t	3200	m
Área	A	230.0 ± 93.0	m ²
Error Admisible Estimado para el PCI de la Sección	E	5	%
Desviación Estándar del PCI para Pavimentos Asfálticos	σ	10	-

Fuente: Cárdenas P, 2022

Longitud de Unidades de Muestreo (L)

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

Donde:

L = longitud de la unidad de muestreo.

A = área de muestreo.

Av = ancho de la vía.

Resolución:

$$L = \frac{230 \pm 93 \text{ m}^2}{9.15 \text{ m}}$$

$$L = 25.14 \text{ m}$$

Área Real del Tramo (A):

$$A = L * Av$$

Donde:

A = área real del tramo. L = longitud de la unidad de muestreo.

Av = ancho de la vía.

Resolución:

$$L = 25.00 \text{ m} * 9.15 \text{ m}$$

$$A = 228.75 \text{ m}^2$$

El cálculo del área real para cada tramo de estudio tenemos un valor de 228.75 m², pero el Manual de PCI para pavimentos asfálticos y concretos en carreteras nos establece un área de 230.00 ± 93.00 m².

Número Total de Unidades de Muestreo (N)

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

Donde:

N = número total de unidades de muestreo.

Lt = longitud del tramo a estudiar.

L = longitud de la unidad de muestreo.

Resolución:

$$N = \frac{3200m}{28.75 m}$$

$$N = 111.30 \cong 111$$

Número Mínimo de Unidades de Muestreo (n)

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

Donde:

n = número mínimo de unidades de muestreo.

N = número total de unidades de muestreo.

σ = desviación estándar del PCI.

e = error admisible estimado para el PCI.

Resolución:

$$n = \frac{111 * (10)^2}{\frac{(5)^2}{4} * (111 - 1) + (10)^2}$$

$$n = 14.10 \cong 14$$

Con el fin de reducir el margen de error, se considera establecer un mínimo de 17 unidades de muestreo.

Intervalo de Muestreo (i)

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

Donde:

i = intervalo de muestreo.

N = unidades de muestreo.

n = número mínimo de unidades de muestreo.

Resolución:

$$i = \frac{111 \text{ unidades}}{15 \text{ unidades}}$$

$$i = 7.5 \text{ unidades} \cong 8 \text{ unidades}$$

Corrección de Número de Unidades de Muestreo (nc)

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

Donde:

nc = número corregido de las unidades de muestreo.

N = número total de unidades de muestreo.

i = número mínimo de las unidades de muestreo.

Resolución:

$$i = \frac{111 \text{ unidades}}{8 \text{ unidades}}$$

$$i = 13.875 \text{ unidades} \cong 14 \text{ unidades}$$

3.1.4.2 Secciones por Analizar y Determinar el PCI

El tramo de vía utilizado para el estudio tiene una longitud de 3200m, la cual está comprendida entre la abscisa Km 6+400 y la abscisa Km 9+600 una vez realizados todos los cálculos de muestreo correspondientes para determinar el PCI, se obtiene 14 unidades de muestreo, pero se por otro lado, para reducir el margen de error se realizará como mínimo 17 unidades de muestreo, con una longitud igual a 25 m y un intervalo de 8 unidades. El estudio tendrá como punto inicial la abscisa Km 6+400 y se procederá con el ensayo y toma de datos como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 26. Abscisas y Área calculada por unidad de muestreo del PCI

Unidad	Ancho de vía.	Abscisa		Área (m ²)
		Inicial	Final	
U1	7,45	6+400	6+425	186,25
U2	11,35	6+600	6+625	283,75
U3	11,35	6+800	6+825	283,75
U4	9,90	7+000	7+025	247,5
U5	9,45	7+200	7+225	236,25
U6	11,25	7+400	7+425	281,25
U7	10,85	7+600	7+625	271,25
U8	8,90	7+800	7+825	222,5
U9	8,10	8+000	8+025	202,5
U10	8,10	8+200	8+225	202,5
U11	8,00	8+400	8+425	200
U12	8,00	8+600	8+625	200
U13	8,55	8+800	8+825	213,75
U14	8,00	9+000	9+025	200
U15	12,20	9+200	9+225	305
U16	11,95	9+400	9+425	298,75
U17	8,35	9+575	9+600	208,75

Fuente: Cárdenas P, 2022

3.1.4.3. Formato de Evaluación por el Método del PCI (Índice de la Condición del Pavimento)

Después de haber calculado las unidades de muestreo se puede hacer el ensayo de campo en el tramo de la vía estudiada, esto con el fin de determinar que tipos de fallas existentes en la superficie de la capa de rodadura y clasificarlas de acuerdo con su nivel de severidad. Para la recolección de información se utilizó el formato del PCI que lo encontramos en el manual, el mismo que consta de 4 secciones las cuales se describe en la figura número doce.

Figura 15. Formato para el levantamiento de campo del Ensayo PCI

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO										
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua" 1									
Abscisa Inicial:		Área de Muestreo:				Fecha:				
Abscisa Final:		Unidad de Muestreo:				Responsable:				
Ancho de Carril:						Revisado por:				
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO										
No.	Fallas			Unidad	Esquema					
1	Piel de Cocodrilo			CS	3					
2	Exudación			EX						
3	Agrietamiento en Bloque			FB						
4	Abultamientos y Hundimientos			BS						
5	Corrugación			C						
6	Depresión			D						
7	Grieta de Borde 2			GB						
8	Grieta de Reflexión de Junta			GR						
9	Desnivel Carril/Berma			DCB						
10	Grietas Longitudinales y Transversales			FLT						
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			P						
12	Pulimiento de Agregados			AP						
13	Huecos			BH						
14	Ahuellamiento			AH						
15	Desplazamiento			DI						
16	Grietas parabólica			FP						
17	Hinchamiento			H						
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales	U	Total	Densidad %	Valor Deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
				4						
Rango de calificación PCI							Valor Deducido Total (VDT)			
							Cálculo de PCI			
							PCI=	100-VDT	PCI=	100

Fuente: Cárdenas P, 2022

Sección 1: En la primera sección se detallan los datos generales e informativos del proyecto, tales como nombres de vías, unidades y áreas de muestreo, abscisas inicial y final de las unidades de muestreo, responsable del análisis, ancho de carriles y mentor en a cargo del proyecto, y finalmente el PCI La fecha en que se realizó la evaluación.

Sección 2: Después se detalla los tipos de fallas que pueden ocurrir en los pavimentos flexibles, tomando en cuenta su número, códigos, descripciones y unidades para cada uno.

Sección 3: En esta sección se detalla con diagramas la ubicación de los tipos de falla observados en cada unidad de muestreo del análisis.

Sección 4: Y por último tenemos la severidad de las fallas analizadas, sus fracciones y totales, porcentajes de densidad, valores derivados, valores derivados revisados y el PCI finalizado indicando su condición (Índice de Condición Pavimento).

3.1.4.4 Resultado del PCI (Índice de la Condición del Pavimento)

En la tabla No 25 se puede observar las 17 unidades de muestreo donde se realizó el análisis del PCI obteniendo los siguientes resultados

Tabla 27. Resultados PCI Vía Ambato Quisapincha k6+400 al 9+600

Unidad	Ancho de vía.	Abscisa		Área (m ²)	PCI %	Calidad de la vía.
		Inicial	Final			
U1	7,45	6+400	6+425	186,25	40	REGULAR
U2	11,35	6+600	6+625	283,75	61	BUENO
U3	11,35	6+800	6+825	283,75	90	EXCELENTE
U4	9,90	7+000	7+025	247,5	55	REGULAR
U5	9,45	7+200	7+225	236,25	14	MUY MALO
U6	11,25	7+400	7+425	281,25	46	REGULAR
U7	10,85	7+600	7+625	271,25	22	MUY MALO
U8	8,90	7+800	7+825	222,5	11	MUY MALO
U9	8,10	8+000	8+025	202,5	35	MALO
U10	8,10	8+200	8+225	202,5	41	REGULAR
U11	8,00	8+400	8+425	200	34	MALO
U12	8,00	8+600	8+625	200	100	EXCELENTE
U13	8,55	8+800	8+825	213,75	67	BUENO
U14	8,00	9+000	9+025	200	62	BUENO
U15	12,20	9+200	9+225	305	41	REGULAR
U16	11,95	9+400	9+425	298,75	37	MALO
U17	8,35	9+575	9+600	208,75	52	REGULAR
TOTAL					47,53	REGULAR

Fuente: Cárdenas P, 2022

Al realizar la inspección visual PCI en el tramo Km 6+400 – Km 9+600 se realizó 17 unidades de análisis obteniendo un promedio de 47,53 de esta manera según la tabla (PONER NUMERO) de rangos de clasificación del PCI, clasificándolo como un pavimento REGULAR, considerando como intervención la ejecución de mantenimiento y rehabilitación a lo largo de la vía Ambato – Quisapincha en el tramo de estudio.

3.1.5. Evaluación del pavimento mediante el uso de la “Viga Benkelman”

Se midió las deflexiones en la capa superficial del pavimento generadas por una carga aplicada a distancias de 0 cm, 25 cm, 50 cm, 100 cm, 500 cm y a 800cm. La medición de deflexiones se realizó a cada 200m a lo largo de todo el tramo, a una distancia de 0,90 cm desde el borde la vía, se tomó la temperatura cerca del lugar donde se realizó el ensayo y además se consideró el espesor del pavimento.

Tabla 28. Deflexiones obtenidas por la viga Benkelman

Estación	Abscisa (Km)	Espesor (cm)	Temperatura (°C)	Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)						Carril	
				D0	D25	D50	D100	D500	D800	Izquierdo	Derecho
1	6+400	7	31	0	7	8	18	23	31		X
2	6+600	7	27	0	3	5	6	22	25	X	
3	6+800	7	29	0	4	7	14	22	27		X
4	7+000	7	26	0	1	3	11	19	22	X	
5	7+200	7	31	0	7	9	12	46	54		X
6	7+400	7	29	0	1	2	12	19	24	X	
7	7+600	7	28	0	5	10	14	40	48		X
8	7+800	7	27	0	1	3	6	14	28	X	
9	8+000	7	30	0	1	4	7	17	23		X
10	8+200	7	29	0	1	4	9	12	15	X	
11	8+400	7	30	0	5	10	13	32	37		X
12	8+600	7	28	0	4	7	15	26	36	X	
13	8+800	7	29	0	2	12	13	17	20		X
14	9+000	7	31	0	1	4	7	15	20	X	
15	9+200	7	32	0	3	7	8	15	17		X
16	9+400	7	30	0	1	4	7	21	31	X	
17	9+600	7	31	0	3	4	7	9	13		X

Fuente: Cardenas P, 2022.

3.1.5.1 Corrección por relación de brazos de la Viga Benkelman

Para realizar la corrección por relación de brazos del equipo se utilizó la siguiente ecuación:

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

Cálculos

$$D_0 = 2 * (31 - 0) = 62 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{25} = 2 * (31 - 7) = 48 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{50} = 2 * (31 - 8) = 46 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{100} = 2 * (31 - 18) = 26 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{500} = 2 * (31 - 23) = 16 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{800} = 2 * (31 - 31) = 0 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 29. Deflexiones corregidas por brazo de la Viga B

Estación	Abscisa (Km)	Espesor (cm)	Temperatura (°C)	Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)						Carril	
				D0	D25	D50	D100	D500	D800	Izquierdo	Derecho
1	6+400	7	31	62	48	46	26	16	0		X
2	6+600	7	27	50	44	40	38	6	0	X	
3	6+800	7	29	54	46	40	26	10	0		X
4	7+000	7	26	44	42	38	22	6	0	X	
5	7+200	7	31	108	94	90	84	16	0		X
6	7+400	7	29	48	46	44	24	10	0	X	
7	7+600	7	28	96	86	76	68	16	0		X
8	7+800	7	27	56	54	50	44	28	0	X	
9	8+000	7	30	46	44	38	32	12	0		X
10	8+200	7	29	30	28	22	12	6	0	X	
11	8+400	7	30	74	64	54	48	10	0		X
12	8+600	7	28	72	64	58	42	20	0	X	
13	8+800	7	29	40	36	16	14	6	0		X
14	9+000	7	31	40	38	32	26	10	0	X	
15	9+200	7	32	34	28	20	18	4	0		X
16	9+400	7	30	62	60	54	48	20	0	X	
17	9+600	7	31	26	20	18	12	8	0		X

3.1.5.2 Correcciones de deflexiones por efectos de temperatura

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

Cálculo

$$D_{0-20^{\circ}\text{C}} = \frac{74}{0.001 * (31 - 20) * (7) + 1}$$

$$D_{0-20^{\circ}\text{C}} = 57.57 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 30. Deflexiones corregidas por temperatura.

Estación	Abscisa (Km)	Espesor (cm)	Temperatura (°C)	Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)						Carril	
				D0	D25	D50	D100	D500	D800	Izquierdo	Derecho
1	6+400	7	31	57.57	44.57	42.71	24.14	14.86	0.00		X
2	6+600	7	27	47.66	41.94	38.13	36.22	5.72	0.00	X	
3	6+800	7	29	50.80	43.27	37.63	24.46	9.41	0.00		X
4	7+000	7	26	42.23	40.31	36.47	21.11	5.76	0.00	X	
5	7+200	7	31	100.28	87.28	83.57	77.99	14.86	0.00		X
6	7+400	7	29	45.16	43.27	41.39	22.58	9.41	0.00	X	
7	7+600	7	28	90.91	81.44	71.97	64.39	15.15	0.00		X
8	7+800	7	27	53.38	51.48	47.66	41.94	26.69	0.00	X	
9	8+000	7	30	42.99	41.12	35.51	29.91	11.21	0.00		X
10	8+200	7	29	28.22	26.34	20.70	11.29	5.64	0.00	X	
11	8+400	7	30	69.16	59.81	50.47	44.86	9.35	0.00		X
12	8+600	7	28	68.18	60.61	54.92	39.77	18.94	0.00	X	
13	8+800	7	29	37.63	33.87	15.05	13.17	5.64	0.00		X
14	9+000	7	31	37.14	35.28	29.71	24.14	9.29	0.00	X	
15	9+200	7	32	31.37	25.83	18.45	16.61	3.69	0.00		X
16	9+400	7	30	57.94	56.07	50.47	44.86	18.69	0.00	X	
17	9+600	7	31	24.14	18.57	16.71	11.14	7.43	0.00		X

Fuente: Cárdenas P, 2022.

3.1.5.3 Corrección por efectos de estacionalidad

Corregido por estación seca, promedio entre factores 1.1 a 1.3, utilizándose un valor de 1.2, como estación desfavorable del año

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

Cálculos

$$D = 1.2 * 57.57 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D = 69.08 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 31. Deflexiones Corregidas por efecto de estacionalidad

Estación	Abscisa (Km)	Espesor (cm)	Temperatura (°C)	Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)						Carril	
				D0	D25	D50	D100	D500	D800	Izquierdo	Derecho
1	6+400	7	31	69.08	53.48	51.25	28.97	17.83	0.00		X
2	6+600	7	27	57.20	50.33	45.76	43.47	6.86	0.00	X	
3	6+800	7	29	60.96	51.93	45.16	29.35	11.29	0.00		X
4	7+000	7	26	50.67	48.37	43.76	25.34	6.91	0.00	X	
5	7+200	7	31	120.33	104.74	100.28	93.59	17.83	0.00		X
6	7+400	7	29	54.19	51.93	49.67	27.09	11.29	0.00	X	
7	7+600	7	28	109.09	97.73	86.36	77.27	18.18	0.00		X
8	7+800	7	27	64.06	61.77	57.20	50.33	32.03	0.00	X	
9	8+000	7	30	51.59	49.35	42.62	35.89	13.46	0.00		X
10	8+200	7	29	33.87	31.61	24.84	13.55	6.77	0.00	X	
11	8+400	7	30	82.99	71.78	60.56	53.83	11.21	0.00		X
12	8+600	7	28	81.82	72.73	65.91	47.73	22.73	0.00	X	
13	8+800	7	29	45.16	40.64	18.06	15.80	6.77	0.00		X
14	9+000	7	31	44.57	42.34	35.65	28.97	11.14	0.00	X	
15	9+200	7	32	37.64	31.00	22.14	19.93	4.43	0.00		X
16	9+400	7	30	69.53	67.29	60.56	53.83	22.43	0.00	X	
17	9+600	7	31	28.97	22.28	20.06	13.37	8.91	0.00		X

Fuente: Cárdenas P, 2022.

3.1.5.4 Cálculo del radio de curvatura

$$Rc = \frac{3125}{D_0 - D_{25}}$$

Cálculos

$$Rc = \frac{3125}{69.08 - 53.48}$$

$$Rc = 200.33 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 32. Radios de curvatura de la vía.

Estación	Abscisa (Km)	Carril		Dc (x 10e-2 mm)		Radio de Curvatura (m)
		Izquierdo	Derecho	D0	D25	
1	6+400		X	69.08	53.48	200.33
2	6+600	X		57.20	50.33	455.30
3	6+800		X	60.96	51.93	346.03
4	7+000	X		50.67	48.37	1356.77
5	7+200		X	120.33	104.74	200.33
6	7+400	X		54.19	51.93	1384.11
7	7+600		X	109.09	97.73	275.00
8	7+800	X		64.06	61.77	1365.89
9	8+000		X	51.59	49.35	1393.23
10	8+200	X		33.87	31.61	1384.11
11	8+400		X	82.99	71.78	278.65
12	8+600	X		81.82	72.73	343.75
13	8+800		X	45.16	40.64	692.06
14	9+000	X		44.57	42.34	1402.34
15	9+200		X	37.64	31.00	470.49
16	9+400	X		69.53	67.29	1393.23
17	9+600		X	28.97	22.28	467.45
Promedio:						788.77

Fuente: Cárdenas P, 2022.

3.1.5.5 Cálculo de la deflexión característica

La metodología empleada es en función de CONREVIAl (Consortio de Rehabilitación Vial de Perú), empleando una probabilidad del 95% y un 5% de la superación del área en estudio siendo la deflexión superior a la deflexión característica.

Tabla 33. Cálculo de la desviación estándar de las máximas deflexiones

Estación	Abscisa (Km)	D0	(Dm - D0)	(Dm - D0) ²
1	6+400	69.08	-6.63	43.92
2	6+600	57.20	5.26	27.63
3	6+800	60.96	1.49	2.23
4	7+000	50.67	11.78	138.81
5	7+200	120.33	-57.88	3350.18
6	7+400	54.19	8.27	68.35
7	7+600	109.09	-46.64	2175.05

8	7+800	64.06	-1.61	2.58
9	8+000	51.59	10.86	118.04
10	8+200	33.87	28.59	817.22
11	8+400	82.99	-20.54	421.77
12	8+600	81.82	-19.36	374.99
13	8+800	45.16	17.30	299.23
14	9+000	44.57	17.89	319.88
15	9+200	37.64	24.82	615.79
16	9+400	69.53	-7.08	50.11
17	9+600	28.97	33.48	1121.19
Promedio:		62.45	Σ:	9946.99

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

Cálculo

$$\sigma = \sqrt{\frac{9946.99}{(17 - 1)}}$$

$$\sigma = 24.93$$

Método CONREVIAL

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

$$D_c = 62.25 + (1.645 * 24.93)$$

$$D_c = 103.26 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.5.6 Cálculo de la deflexión admisible

Se basa en el tráfico de diseño, transformándolo en función de los ejes equivalentes, lo que permite conocer el comportamiento de la calzada.

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

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{0.1658669} \right)^{1/4} * 100$$

$$D_{adm} = 162.27 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.5.7 Cálculo de la deflexión crítica

Esta deflexión se alcanza después que la capa de rodadura alcanza el periodo de servicio en función de los ejes equivalente acumulados.

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

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{0.1658669} \right)^{1/5.3} * 100$$

$$D_{cr} = 158.42 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Dcr: representa la Deflexión Crítica en milímetros.

W18: representa el Número de Ejes Equivalentes para un periodo de 20 años.

3.1.5.8 Tipos de deflexiones

Para determinar los tipos de deflexiones se ha clasificado de acuerdo con el método CONREVAL

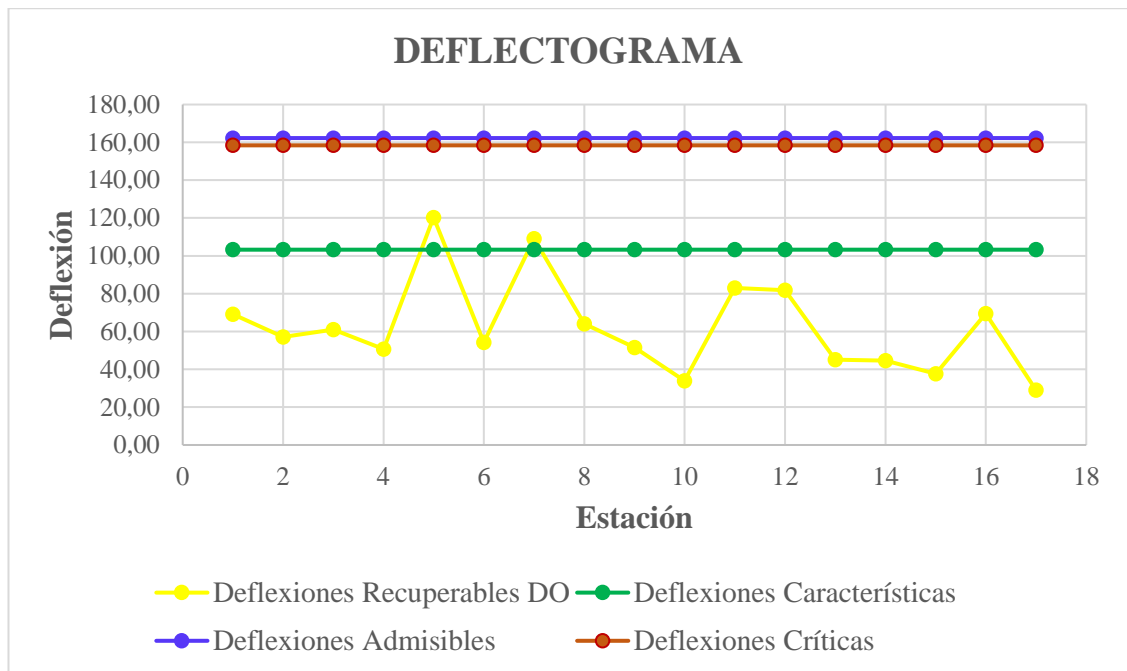
Tabla 34. Tipos de deflexiones según CONREVAL

Tipo de deflexión	Datos deflectométricos	Calidad estructura I	Estudios complementarios	Criterios para refuerzo	Medidas correctivas
I	$D_p \leq D_{adm}$ $R \geq 100$	Buena	No		Correcciones de superficie
II	$D_p > D_a$ $R \geq 100$	Si $D_p < 3$ D_{adm} Regular	No	Deflectométrico	Refuerzo
		Si $D_p > 3$ D_{adm} Regular	Si	Deflectométrico , Resistencia	Refuerzo o reconstrucción
III	$D_p \leq D_{adm}$ $R < 100$	Regular a mala	Si	Resistencia	Refuerzo o reconstrucción
IV	$D_p < D_{adm}$ $R < 100$	Mala	Si	Resistencia	Refuerzo o reconstrucción
V		Mala, el pavimento presenta $IGG > 1800$	Si	Resistencia	Reconstrucción

Fuente: CONREVIAl, 2017

En el tramo de la vía Ambato Quisapincha se estableció que las deflexiones son de TIPO I debido a que las características son menores a las deflexiones admisibles, siendo bueno el comportamiento de la subrasante por su calidad estructural, y el comportamiento del pavimento también indica q es bueno ya que el radio de curvatura es mayor a 100.

Tabla 35. Deflectograma obtenido por la Viga Benkelman



Fuente: Cárdenas P, 2022.

3.1.5.9 Resultados obtenidos mediante la “Viga Benkelman”

Una vez terminado el ensayo y considerar parámetros como los radios de curvatura, correcciones por temperatura, estacionalidad, etc. Se han obtenido los siguientes valores.

Tabla 36. Deflexiones determinadas por la Viga Benkelman de la vía Ambato – Quisapincha Tramo 3

Estación	Abscisa (Km)	Carril		D0	Radio de Curvatura	Deflexiones (x10 ⁻²) mm			Tipo de Deflexión	Comportamiento de la Subrasante	Comportamiento del Pavimento
		Izquierdo	Derecho			Característica	Admisible	Crítica			
1	6+400		X	69.08	200.33	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
2	6+600	X		57.20	455.30	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
3	6+800		X	60.96	346.03	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
4	7+000	X		50.67	1356.77	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
5	7+200		X	120.33	200.33	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
6	7+400	X		54.19	1384.11	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
7	7+600		X	109.09	275.00	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
8	7+800	X		64.06	1365.89	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
9	8+000		X	51.59	1393.23	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
10	8+200	X		33.87	1384.11	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
11	8+400		X	82.99	278.65	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
12	8+600	X		81.82	343.75	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
13	8+800		X	45.16	692.06	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
14	9+000	X		44.57	1402.34	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
15	9+200		X	37.64	470.49	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
16	9+400	X		69.53	1393.23	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno
17	9+600		X	28.97	467.45	103.26	162.27	158.42	Tipo I	Bueno	Bueno

Fuente: Cárdenas P, 2022.

3.1.6 Análisis de los Estudios de Suelos

3.1.6.1 Calicatas

El estudio de suelos inicia con la extracción de calicatas a lo largo del tramo de vía, por lo que en primero se realizó un reconocimiento de campo de la zona de estudio; y basados en el manual de diseño de carreteras se determinó realizar 4 calicatas de 1.0 m x 1.0 m de dimensión por 1.0 m de profundidad, cada 1000 metros en las abscisas Km 6+ 400, Km 7+400, Km 8 +400, Km 9 + 400.

De cada calicata se tomó dos sacos de muestra con un aproximado de 45kg por saco, muestras suficientes para realizar los ensayos de límites de Atterberg, Granulometría, Proctor modificado (Tipo B), Ensayo de Soporte California (CBR).

Además, se tomó muestras de suelo inalteradas del lugar para determinar los contenidos de humedad naturales del suelo, todos estos ensayos se realizaron bajo normativa en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Civil de la UTA.

Tabla 37. Ubicación de las Calicatas

Ubicación de Calicatas Ambato - Quisapincha				
Calicata	Abscisa	Coordenadas		Profundidad (m)
		Norte	Este	
1	Km 6+ 400	9862175	761087	1.0
2	Km 7+ 400	9862138	760779	1.0
3	Km 8+ 400	9862269	759818	1.0
4	Km 9+ 400	9862529	759017	1.0

Fuente: Cárdenas, P.

3.1.6.2 Contenido de Humedad

Para obtener la humedad del suelo en su estado natural se tomó una muestra de unos 200g en una funda plástica por cada calicata, después en el laboratorio se los pesa en dos recipientes metálicos, y se deja en el horno por 24 horas, con lo que establece una diferencia entre lo pesos secos y el húmedo al día siguiente y se calcular el contenido de humedad de cada muestra.

Tabla 38. Contenido de humedad de los suelos en cada calicata

Contenido de Humedad		
Calicata	Abscisa	W (%)
1	Km 6+ 400	9.69
2	Km 7+ 400	9.88
3	Km 8+ 400	27.52
4	Km 9+ 400	17.97

Fuente: Cárdenas, P 2022.

3.1.6.3 Análisis Granulométrico

La granulometría se determina mediante el tamizado, y nos sirve para clasificar el tamaño de las partículas, mediante el método de separar el suelo grueso del fino.

Para la granulometría del suelo grueso se utilizó el juego de tamices cuadrados con abertura de 2” hasta el #4, una vez realizada la granulometría para las cuatro muestras obtenidas de cada calicata y al no tener retención se procede a realizar la granulometría del suelo fino con el juego de tamices redondos con abertura de 3/8” hasta el #200, con los resultados obtenidos se realiza la gráfica de análisis granulométrico en una escala logarítmica.

Tabla 39. Tabla resumen del análisis Granulométrico.

CLASIFICACIÓN						
# de Calicata	SUCS			AASHTO		
	Grava	Arena	Limos Arcillas	Grava	Arena	Limos Arcillas
	(%G)	(%S)	(Finos%)	(%G)	(%S)	(Finos%)
1	0	83	17	5	78	13
2	0	81	19	13	69	18
3	0	77	23	16	61	23
4	0	68	32	2	66	32

Fuente: Cárdenas, P, 2022.

3.1.6.4 Límites de Atterberg

Estos ensayos se realizan con el fin de categorizar y establecer el comportamiento de los suelos finos.

Límite Líquido (LL)

Para determinar el límite líquido se emplea una muestra de aproximadamente 400g que atraviesa el tamiz #40, en este ensayo se utiliza el equipo de la copa de Casagrande, en donde una muestra se va amasando en un mortero conforme se va agregando agua hasta obtener una mezcla óptima, capas de que la Copa de Casagrande nos marce entre los 5 y 50 golpes, una leído el resultado se une nuevamente la muestra al mortero y se extrae dos porcines de muestra para determinar el contenido de humedad.

Límite Plástico (LP)

Para determinar el límite plástico se emplea una muestra de aproximadamente 400g que atraviesa el tamiz #40, en este ensayo se utiliza una placa de vidrio (Superficie lisa) para sobre esta realizar 5 bastoncillos hasta alcanzar un diámetro aproximado de 3 mm, con una longitud de 3 a 4 cm, con estos bastoncillos se procede a calcular el contenido de humedad.

Índice de Plasticidad (IP)

Consiste a la humedad que puede tener un suelo en condición plástica y resulta de la diferencia del límite líquido y el límite plástico.

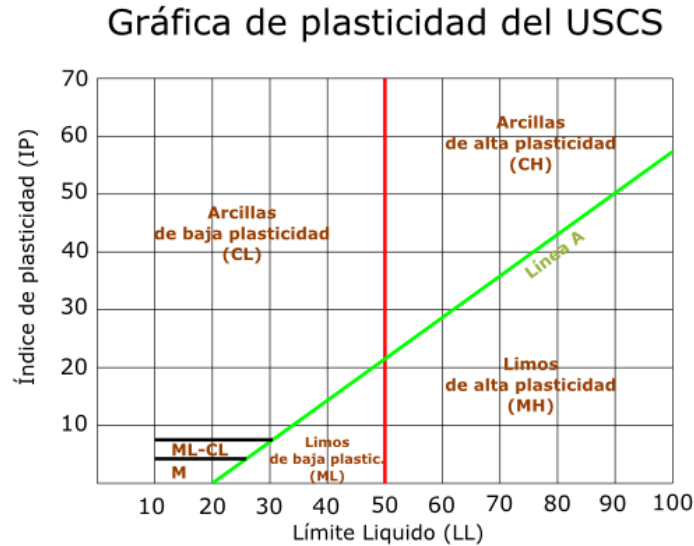
Se realizó los ensayos de los Límites de Atterberg para las 4 muestras y se ve reflejada en la tabla número (PONER NUMERO)

Tabla 40. Límites de Atterberg

LÍMITES DE ATTERBERG			
# de Muestra	Límite Líquido LL (%)	Límite Plástico LP (%)	Índice de Plasticidad IP (%)
1	22.91	22.54	0.37
2	29.19	25.31	3.88
3	41.43	4.08	4.08
4	21.5	26.52	-5.02

Por lo tanto, se puede determinar que los suelos según los ensayos realizados y comparados con la tabla de clasificación de SUCS, los suelos en general son limos de baja plasticidad.

Figura 16. Clasificación de los suelos según la SUCS.



3.1.6.5 Proctor Modificado (Tipo B)

Este ensayo corresponde al suelo compactado en laboratorio para determinar la relación entre el peso unitario seco y el contenido de humedad de la muestra de suelo, para este ensayo se utiliza 6000 gr de muestra que atraviesa el tamiz #4, el proceso de este ensayo consiste en mezclar progresivamente cantidades de agua con la muestra de suelo, la mezcla es colocada en un molde cilíndrico de 4 pulg. (101.6 mm) de diámetro en 5 capas compactado a 56 golpes con un pistón de 10 lb, terminado el ensayo se determina el porcentaje óptimo de humedad y la densidad máxima seca, que será utilizado para el desarrollo del ensayo de CBR.

Tabla 41. Resultados del Ensayo Proctor Modificado tipo B

PROCTOR MODIFICADO TIPO B		
Calicata	Densidad Seca Yd (gr/cm³)	Humedad Óptima W (%)_{opt}
1	1.631	12.27
2	1.534	16.95
3	1.444	23.24
4	1.632	15.25

Fuente: Cárdenas P, 2022.

3.1.6.6 Ensayo de Relación Soporte California (CBR)

Una vez realizado el ensayo de Proctor modificado con base en los resultados obtenidos de este ensayo de compactación, se realizó el ensayo CBR utilizando la densidad seca máxima y su respectivo contenido óptimo de agua con el fin de determinar la resistencia al corte de cada muestra de ensayo con base en los resultados obtenidos del CBR, clasificar el suelo, e identificar su uso en un proyecto de investigación. Para lo cual nos basamos en la tabla 42, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 42. Clasificación de suelos en base al CBR

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN CBR		
CBR %	Clasificación General	Usos
2 – 5	Muy Mala	Subrasante
5 – 8	Mala	Subrasante
8 – 20	Regular – Buena	Subrasante
20 – 30	Excelente	Subrasante
30 – 60	Buena	Subbase
60 – 80	Buena	Base
80 – 100	Excelente	Base

Fuente: AASHTO – 93, Diseño de pavimentos

Tabla 43. CBR por cada muestra de calicata

ENSAYO DE CBR			
# de Muestra	% CBR	Clasificación del suelo según él % CBR	Usos
1	22.3	Excelente	Subrasante
2	14.2	Regular - Bueno	Subrasante
3	8.9	Regular - Bueno	Subrasante
4	25.6	Excelente	Subrasante

Fuente: Cárdena P, 2022.

3.1.7 Conservación Vial

La vía Ambato Quisapincha al ser el principal medio de comunicación entre las dos urbes, y permitiendo el traslado de los productos de los comerciantes del lugar, así como también de vía para el acceso de los turistas. Se ha tratado de elaborar un plan de mantenimiento vial, para alargar la vida útil de esta calzada.

De esta manera los ensayos de laboratorio y estudios en campo se han realizado con este fin, de manera que los usuarios puedan circular por esta vía durante muchos años más y sin ningún inconveniente.

3.1.7.1 Plan de Conservación Vial de acuerdo con los valores obtenidos del PCI

Una vez realizado el ensayo del Índice de Condición del Pavimento a lo largo de los 3.2km del tramo de vía, se obtuvo un promedio de 47.53 PCI, deduciendo que la calzada se encuentra en forma “Regular” y con una intervención de “Rehabilitación”, en función a estos datos se establecerán actividades con el fin de reparar los daños encontrados.

Tabla 44. Resumen del tipo de fallas identificadas con la solución

TIPO DE FALLAS ENCONTRADAS							
FALLA NÚMERO		<i>1</i>		<i>3</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>18</i>
TIPO DE FALLAS		PIEL DE COCODRILO		AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS	METEORIZACIÓN/ DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS
Num	ABSCISAS		CS	FB	FLT	P	AD
U1	6+400	6+425	10,22 m ²		5,27 m ²		
U2	6+600	6+625	11,26 m ²		4,16 m ²		
U3	6+800	6+825		7,44 m ²			
U4	7+000	7+025	9,46 m ²	6,10 m ²	1,05 m ²		
U5	7+200	7+225	19,14 m ²				
U6	7+400	7+425	4,65 m ²				9,84 m ²
U7	7+600	7+625	18,26 m ²				
U8	7+800	7+825	12,62 m ²				5,95 m ²
U9	8+000	8+025	8,28 m ²		6,92 m ²		,80 m ²
U10	8+200	8+225	14,21 m ²		4,56 m ²		
U11	8+400	8+425	6,52 m ²		3,22 m ²		2,23 m ²
U12	8+600	8+625					
U13	8+800	8+825	2,90 m ²	,50 m ²		1,50 m ²	
U14	9+000	9+025			4,05 m ²	2,00 m ²	
U15	9+200	9+225	1,53 m ²		3,18 m ²		9,78 m ²
U16	9+400	9+425			24,99 m ²		
U17	9+575	9+600	3,00 m ²		6,00 m ²		,75 m ²
INTERVENCIÓN Y SOLUCIÓN		Sobre carpeta o reconstrucción. Sellado superficial. Parcheo parcial o en toda la profundidad		Sellado de la superficie afectada con material bituminoso y recubrimiento con agregado pétreo	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobre carpeta	Sustitución de Parches	Sellado superficial o profundo

Fuente: Cárdenas P, 2022.

3.1.7.2 Conservación Vial de acuerdo con las deflexiones obtenidas de la Viga Benkelman

Para realizar la evaluación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato Quisapincha se empleó el método CONREVIAL, mismo que consiste en la comparación entre la deflexión máxima obtenida y el radio de curvatura; misma que se puede identificar en la tabla número 36, donde se identifica que desde el tramo de la abscisa km 6+400 al km 9+600 presenta una curva extensa de poca profundidad conocida como deflexión Tipo I, lo que representa un buen comportamiento tanto en la estructura de la subrasante como del mismo pavimento.

3.1.7.3 Mantenimiento Vial

Se ha elaborado un plan de mantenimiento vial en base a los ensayos de laboratorio y de campo realizados, incluido lo datos obtenidos mediante el Índice de Condición del Pavimento y del ensayo no destructivo de la Viga Benkelman. Mismo que estipula a continuación.

Mantenimiento Rutinario

- **Arborización:** Para evitar la erosión del suelo y posibles derrumbes de este, se realiza la siembra de árboles propio del sitio, los cuales además ayudarán a una buena vista paisajista. [41]
- **Conservación y Reposición de Guardavías:** consiste en que los guardavías deberán permanecer en un buen estado de limpieza y visibilidad, en el caso de presentar algún daño se debe arreglar o reparar. [41]
- **Conservación de señales verticales:** las señales verticales al igual que las longitudinales deberán siempre permanecer limpias y en buen estado de visibilidad con el fin de evitar posibles accidentes. [41]
- **Desmote, poda, corte y retiro de árboles y arbustos:** Con el fin la buena visibilidad de los conductores y el paso fluido del vehículo en la vía no debe existir árboles o material vegetal [41]
- **Limpieza de alcantarillas:** Se debe mantener todos los elementos de las alcantarillas limpias para el buen funcionamiento con la finalidad de que el

agua pueda fluir libremente y no pueda afectar a la estructura del pavimento. [41]

- **Limpieza de la carpeta asfáltica:** La calzada deberá estar libre de rocas, desperdicios, u objetos extraños para mantener la seguridad en la vía.
- **Limpieza de cunetas y cunetas de coronación:** las cunetas convendrán permanecer limpias y libres de cualquier tipo de obstáculo que impida el drenaje de la vía y pueda comprometer a la estructura del pavimento. [41]
- **Limpieza de la demarcación o señalización horizontal:** La demarcación horizontal deberá estar siempre limpia y libre de objetos que impidan su visibilidad, así como la renovación periódica de las mismas.

Mantenimiento Periódico

- **Bacheo asfáltico** Se repara con asfalto en frío, equipo manual o liviano en las pequeñas áreas que se encuentran deterioradas, dejando en el mismo estado del pavimento. [41]
- **Lechada asfáltica.** Reparación con emulsiones asfálticas con el fin de resanar las fisuras transversales y longitudinales para impedir el ingreso de agua a la base y subbase que pueda afectar su estructura. [41]
- **Recapeo:** Es la colocación de mezcla asfáltica sobre la carpeta asfáltica existente, ya sea esta en caliente o en frío con el fin de recuperar los espesores parciales y reforzar estructuralmente el pavimento. [41]

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se realizó el levantamiento georreferenciado de la vía Ambato – Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 6+400 hasta la abscisa Km 9+600 de la provincia de Tungurahua mediante un receptor satelital GPS con el que se obtuvo 332 puntos con coordenadas Norte, Este y elevaciones, dándonos como resultado 3200m de levantamiento y un ancho promedio de 9.15 metros con dos sentidos de circulación, con lo que realizó un modelado en el software Civil 3D y se representaron en planos.
- En el estudio del TPDA realizado se obtuvo 2574 vehículos por día actualmente, y al proyectarlo para un periodo de diseño de 20 años se obtiene un valor de 5854 vehículo por día, determinando así a la vía Ambato Quisapincha como una Vía Colectora clase I, compuesta por un carril por sentido, de acuerdo con la MTOP.
- Después de haber analizado 17 unidades de muestreo en ensayo Índice de Condición de Pavimento (PCI) se identificaron 5 tipos de falla: Piel de cocodrilo, Agrietamiento en Bloque, Grietas Longitudinales y transversales, y parcheo; con lo que se obtuvo un promedio de 47.53%, valor que está dentro del rango de 40- 55 clasificándose como un pavimento Regular.
- Mediante el ensayo no destructivo de la Viga Benkelman se estableció que todas las deflexiones son de Tipo I debido a la deflexión característica es de $103.26 \times 10^{-2} \text{mm}$ la cual es menor a la deflexión admisible de $162.27 \times 10^{-2} \text{mm}$ por lo que se considera que el comportamiento de la subrasante es bueno.
- A través del ensayo de la Viga Benkelman se determinó que el radio de curvatura de las 17 estaciones presentada es extenso y de poca profundidad dándonos un valor mayor a 100 por lo tanto se concluye que el comportamiento del pavimento es ideal con una buena calidad estructural.
- Mediante los ensayos granulométricos y límites de Atterberg de las 4 calicatas extraídas se concluyó que los suelos se encuentran en el grupo A – 4 según la

AASHTO determinados como grava y arena, y según la SUCS lo clasifica como SM - Arena Limosa.

- Los valores obtenidos por el ensayo CBR para las 4 muestras de suelo son 22.3%, 14.20%, 8.90% y 25.6%, respectivamente, las cuales según la norma AASHTO – 93 de “Diseño de Pavimentos” tanto la primera como la última se encuentran en el rango de 20 – 30 definiéndose como subrasante excelente; mientras que la segunda y tercera está en un rango de 8 – 20 clasificándoles como una subrasante de Buena a Regular.
- Finalmente se puede concluir, que debido a los resultados obtenido en campo y laboratorio la vía Ambato Quisapincha actualmente se encuentra en buenas condiciones, a excepciones de ciertos tramos viales que necesitan ser reparados por presentar fallas leves que se los puede corregir mediante un mantenimiento periódicos, que se lo recomienda realizar por lo menos una vez al año.

4.2 Recomendaciones:

- Dentro del estudio de suelos, en el ensayo de CBR, se recomienda calcular el contenido de agua natural del suelo antes de agregar el porcentaje de agua óptimo calculado pues, aunque la muestra esté seca, esta tiende a retener un porcentaje mínimo de agua, que oscila entre el 1% y el 4 %, lo que podría afectar a nuestros resultados finales.
- Para el levantamiento georreferenciado mediante un receptor satelital GPS, se recomienda dejarlo reposar al equipo por al menos un minuto en cada punto, para la mayor captación de satélites y la reducción del porcentaje de error.
- Es recomendable realizar mantenimientos y calibraciones a los equipos tanto de laboratorio como de campo, para que el error sea mínimo y no influya en los resultados.
- Se recomienda dar un mantenimiento no solo a la capa de rodadura, sino también a las cunetas la vía para impedir las filtraciones de agua a la estructura del pavimento y alargar la vida útil de la calzada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Subsecretaria de Infraestructura del Transporte, Norma Ecuatoriana Vial, Quito: MTOP, 2013.
- [2] L. C. Lina Monsalve, DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RIGIDO, Armenia: Universidad del Quindío, 2012.
- [3] Z. J. Pablo, Plan de mantenimiento vial para la vía Biblián – Zhud, Cuenca: Universidad de Cuenca, marzo 2019.
- [4] E. Nacional, «Importancia de la red vial,» 2015. [En línea]. Available: <https://elnacional.com.do/la-importancia-vial/>.
- [5] Ministerio de transporte y obras públicas, Norma ecuatoriana vial, Quito: Nevi-12-Mtop, 2013.
- [6] I. A. M. M. Ocampo, «Conservación de carreteras federales libres de peaje,» 2008. [En línea]. Available: https://nanopdf.com/download/conservacion-de-carreteras-federales-libres-de-peaje_pdf.
- [7] VOLVO, «Desarrollar la seguridad vial en el tercer mundo, un objetivo global,» 2020. [En línea]. Available: <https://tecvolucion.com/desarrollar-la-seguridad-vial-en-el-tercer-mundo-un-objetivo-global/>.
- [8] W. Zecenarro, «Manual de Carreteras y Conservación Vial,» 2013. [En línea]. Available: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4877.pdf.
- [9] S. G. d. I. O. d. I. E. Americanos, «Transporte en la cuenca del planeta,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea18s/begin.htm#Contents>.
- [10] B. A., Concesiones viales en América Latina: situación actual y perspectivas, 2004.

- [11] G. P. d. Tungurahua, «Para tener vias de calidad,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.tungurahua.gob.ec/index.php/informativo-hgpt/principales/2750-para-tener-vias-de-calidad>.
- [12] G. P. Quisapincha, «Vialidad,» 2020. [En línea]. Available: <https://gadquisapincha.gob.ec/modelo-gestión/vialidad.html>.
- [13] V. X, «Info Quisapincha, Ambato- Tungurahua, Ecuador,» 2020. [En línea]. Available: <https://ec.viajandox.com/ambato/quisapincha-A607>.
- [14] G. P. d. Tungurahua, «Vias asfaltadas y empedradas al servicio de la parroquia Quisapincha,» 2015. [En línea]. Available: https://www.tungurahua.gob.ec/index.php/informativo-hgpt/principales/621-vias-asfaltadas-y-empedradas-al-servicio-de-la-parroquia-quisapincha?switch_to_desktop_ui=1.
- [15] M. L.B., «Georreferenciación: que es para que se utiliza,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.certicalia.com/blog/georreferenciacion-que-es-y-para-que-se-utiliza>.
- [16] Loganx, «Levantamiento Topográfico,» *Cranes and Machines*, vol. Vol.1, n° 13, 2019.
- [17] J. J. A. Ospina, DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS, Medellín: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-SEDE MEDELLÍN FACULTAD DE MINAS ESPECIALIZACIÓN VÍAS Y TRANSPORTE., 2002.
- [18] J. C. Grisales, «Diseño Geometrico de Carreteras,» 2013. [En línea]. Available: <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/Diseño-geometrico-de-carretera.pdf>.
- [19] Arqhys, «Que es una carretera,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.arqhys.com/blog/que-es-una-carretera.html>.
- [20] I. S. N. Hudiel, «Clasificación funcional de carreteras,» de *Esteli*, Nicaragua, 2008.
- [21] E. G. Betancourt, «Ingenieria de pavimentos para carreteras,» 2002. [En línea]. Available:

<https://samustuto.files.wordpress.com/2014/09/ingenieric3ada-de-pavimentos-para-carreteras-tomo-i-ed-3ra-alfonso-montejo-fonseca.pdf>.

- [22] I. C. G. & I. D. Leone, Pavimentos / Cátedra Ingeniería Civil I / Departamento de Ingeniería Civil., 2015.
- [23] R. y. Minerales, «Pavimento, elementos, tipos, resistencia y temperatura,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.rocasyminales.net/pavimento/>.
- [24] F. R. L. & H. R. Quintana, «Pavimentos: Materiales, Construcción y diseño- Google Libros,» 2015. [En línea]. Available: <https://books.google.com.pe/books?id=zuwcDgAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>.
- [25] J. d. G. d. B. Aires, «Pavimento articulado intertrabajo,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.buenosaires.gob.ar/desarrollourbano/manualdedisenourbano/materiales/pavimentos-de-piezas/pavimento-articulado-intertrabajo>.
- [26] H. F. Urrea, «Unitrópico,» 29 08 2021. [En línea]. Available: <https://www.docsity.com/es/factores-que-afectan-el-diseno-y-el-comportamiento-de-los-pavimentos/7746936/>.
- [27] VISE, «¿Qué incide en el deterioro de una carpeta asfáltica?,» julio 2020. [En línea]. Available: <https://blog.vise.com.mx/-1>. [Último acceso: 20 febrero 2022].
- [28] R. M. P. Beltran Calvo Ines, «Evaluación de pavimento y deciiones de conservación con base en sistemas de inferencia difusos.,» Scielo, 2013. [En línea]. Available: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432014000300006. [Último acceso: diciembre 2021].
- [29] D. M. P. Acosta, «Diagnostico de pavimentos mediante el método PCI,» Bogotá, Universidad Católica de Colombia, 2021.
- [30] Gad Parroquial De Quisapincha, «Gad Quisapincha, Asfalto en la Comunidad e Punganza Centro,» 2021. [En línea]. Available: <https://gadquisapincha.gob.ec/modelo-gesti%C3%B3n/vialidad.html>. [Último acceso: 2022].

- [31] Instituto Geográfico Agustín Codazzi, «En que consiste un levantamiento topográfico,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.igac.gov.co/es/contenido/en-que-consiste-un-levantamiento-topografico>. [Último acceso: mayo 2022].
- [32] M. A, «El Tránsito Promedio Diario Anual,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.certicalia.com/blog/georreferenciacion-que-es-y-para-que-se-utiliza>. [Último acceso: marzo 2022].
- [33] J. M. Angulo, «Pesquisa,» 11 junio 2011. [En línea]. Available: <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/deteccion-y-conteo-vehicular-un-remedio-simple-para-la-congestion/>.
- [34] V. V. L. Ricardo, Paviment Condition Index PCI, ingepav, Ed., Colombia, febrero, 2002.
- [35] E. D. R. Velázquez, «Cálculo del índice de condición del pavimento flexible,» Piura, 2009.
- [36] K. A. E. Aguirre, «Análisis comparativo de la evaluación de pavimentos por medio de la viga Benkleman y el deflectómetro de impacto,» El Salvador , 2007.
- [37] N. Cárdenas, «Importancia de realizar un estudio de suelo para construir,» noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://noticias.utpl.edu.ec/cual-es-la-importancia-de-realizar-un-estudio-de-suelo-para-construir>. [Último acceso: marzo 2022].
- [38] D. Escobar, Manual de geología para ingenieros, Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2003.
- [39] G. A. Barrero Jhonatan, Determinación Del Límite Líquido Y Plástico Para Un Suelo Caolín Amarillo Usando El Penetrómetro De Cono De Caída Con Diferentes Modelos De Cono, Bogotá, 2017.
- [40] H. Roque, «Relación entre el tipo de suelo SUCS Y AASHTO y el asentamiento de los suelos para determinar diferenciales en cimientos de concreto armado,» UNDAC, 2019. [En línea]. Available: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2072/1/T026_44658836_T.pdf. [Último acceso: marzo 2022].

- [41] W. P. N. BATALLAS, MODELO DE GESTIÓN DE CONSERVACIÓN VIAL PARA LA RED VIAL, Quito: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, 2016.
- [42] J. Torres., «Importancia Vial,» 24 febrero 2015. [En línea]. Available: <https://elnacional.com.do/la-importancia-vial/>. [Último acceso: 20 marzo 2021].
- [43] W. Zecenarro, Manual de carreteras conservación vial, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicación, 2013.
- [44] A. M. Ocampo, Conservación de Carreteras Federales Libres de Peaje, México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2008.
- [45] «Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua,» 04 enero 2018. [En línea]. Available: <https://www.tungurahua.gob.ec/index.php/informativo-hgpt/principales/2750-para-tener-vias-de-calidad>. [Último acceso: 27 mayo 2021].
- [46] «ViajandoX,» 2020. [En línea]. Available: <https://ec.viajandox.com/ambato/quisapincha-A607>. [Último acceso: 28 mayo 2021].
- [47] J. J. A. OSPINA, Diseño Geométrico de vías ajustado al Manual Colombiano, Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2002.
- [48] J. C. Grisales, Diseño Geométrico de Carreteras, Bogotá: Ecoe Ediciones 544p, 2013.
- [49] A. M. Fonseca, Ingeniería de Pavimentos para Carreteras, Bogotá, D.C: Universidad Católica de Colombia, 2002.
- [50] H. A. R. Quintana, Pavimentos, Materiales de construcción y diseño, Cúcuta, Colombia: ECOE Ediciones, 2015.
- [51] C. A. M. Alarcón, Análisis del ciclo de vida de los pavimentos asfálticos, Bogotá: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, 2015.
- [52] A. E. B. DELGADO, EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DEL SECTOR EL, Cuenca: UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2018.

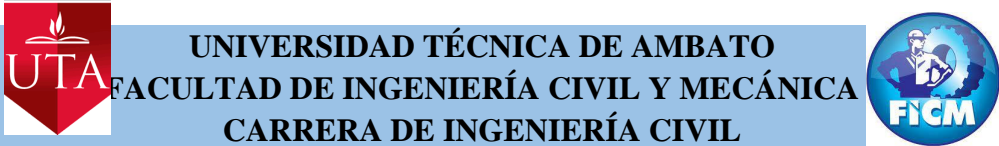
- [53] M. d. t. y. o. públicas, «Norma para estudios y diseños viales,» 2013. [En línea]. Available: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-
- [54] I. A. M. M. Ocampo, «Conservacion de carreteras federales libres de peaje,» 2008. [En línea]. Available: https://nanopdf.com/download/conservacion-de-carreteras-federales-libres-de-peaje_pdf.

ANEXOS

ANEXO A
PUNTOS
GEOREFENCIADOS DEL
LEVANTAMIENTO

ANEXO A

Coordenadas georreferenciadas del levantamiento topográfico de la Vía Ambato – Quisapincha en el tramo km 6+400 al km 9+600 de la provincia de Tungurahua

				
Revisado por:	Ing. Mg. Diego Chérrez	Elaborado por:	Paúl Cárdenas	Fecha:
Vía:	Ambato - Quisapincha	Tramo:	6+400-9+600	12/12/2021
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO GEOREFERENCIADO				
PUNTO	ABSCISA DE REFERENCIA	COORDENADAS		ELEVACIÓN
		NORTE	ESTE	
SENTIDO AMBATO - QUISAPINCHA LADO IZQUIERDO				
1		9862159	761089	2907
2	6+400	9862175	761087	2991
3	6+420	9862153	761090	2979
4	6+440	9862132	761094	2974
5	6+460	9862111	761097	2972
6	6+480	9862091	761101	2972
7	6+500	9862072	761106	2970
8	6+520	9862054	761110	2969
9	6+550	9862035	761112	2968
10	6+580	9862013	761111	2968
11	6+600	9861993	761120	2967
12	6+620	9861956	761106	2963
13	6+640	9861946	761089	2963
14	6+660	9861933	761071	2962
15	6+670	9861930	761065	2961
16	6+680	9861918	761057	2962
17	6+690	9861906	761054	2963
18	6+700	9861894	761049	2962
19	6+720	9861877	761061	2963
20	6+740	9861855	761065	2964
21	6+760	9861837	761066	2964
22	6+780	9861819	761063	2965
23	6+800	9861798	761064	2965
24		9861778	761063	2965
25		9861760	761050	2964
26		9861748	761052	2965

27		9861742	761041	2968
28		9861746	761032	2967
29		9861751	761022	2967
30	6+900	9861763	761013	2966
31	6+920	9861781	761018	2969
32	6+940	9861799	760998	2966
33	6+960	9861817	760991	2971
34	6+980	9861838	760983	2972
35	7+000	9861855	760971	2975
36	7+020	9861872	760961	2973
37	7+040	9861885	760952	2978
38	7+060	9861904	760945	2978
39	7+080	9861922	760935	2980
40	7+100	9861941	760928	2982
41	7+120	9861958	760920	2982
42	7+140	9861982	760923	2985
43	7+160	9862001	760917	2987
44	7+180	9862023	760922	2989
45	7+200	9862040	760913	2990
46	7+220	9862058	760910	2992
47	7+240	9862074	760906	2993
48	7+260	9862096	760899	2994
49	7+280	9862116	760891	2993
50	7+300	9862127	760878	2996
51		9862133	760860	2997
52		9862131	760857	3001
53		9862133	760837	2997
54		9862138	760817	3002
55		9862140	760799	3005
56	7+400	9862138	760779	3005
57		9862137	760781	3020
58		9862140	760767	3024
59		9862138	760744	3025
60		9862137	760723	3027
61		9862136	760703	3028
62		9862129	760683	3029
63		9862122	760666	3030
64		9862120	760643	3032
65		9862117	760629	3033
66		9862115	760608	3034
67	7+600	9862112	760586	3033
68		9862109	760566	3032
69		9862103	760549	3035
70		9862103	760528	3035

71		9862102	760508	3034
72		9862098	760471	3037
73		9862099	760449	3038
74		9862102	760429	3038
75		9862105	760408	3039
76		9862113	760389	3038
77		9862121	760372	3040
78		9862129	760355	3040
79		9862140	760338	3040
80		9862150	760321	3040
81		9862160	760302	3040
82		9862168	760282	3040
83		9862174	760263	3040
84		9862181	760245	3040
85		9862191	760229	3041
86		9862200	760211	3040
87		9862211	760192	3041
88		9862219	760172	3041
89		9862224	760153	3041
90		9862230	760134	3041
91		9862233	760114	3042
92		9862235	760094	3042
93		9862237	760073	3043
94		9862239	760055	3043
95		9862238	760035	3044
96		9862239	760017	3045
97		9862241	759996	3044
98		9862243	759974	3043
99		9862244	759957	3046
100		9862246	759934	3043
101		9862249	759914	3043
102		9862252	759893	3042
103		9862256	759874	3042
104		9862261	759855	3041
105		9862264	759836	3041
106	8+400	9862269	759818	3040
107	8+420	9862269	759795	3041
108	8+440	9862271	759775	3039
109	8+460	9862272	759755	3041
110	8+480	9862271	759736	3041
111	8+500	9862271	759716	3042
112	8+520	9862270	759695	3042
113	8+540	9862269	759677	3044
114	8+560	9862268	759656	3045

115	8+580	9862268	759636	3046
116	8+600	9862267	759615	3046
117		9862265	759595	3044
118		9862261	759575	3044
119		9862256	759559	3046
120		9862250	759539	3046
121		9862246	759517	3046
122		9862241	759499	3046
123		9862237	759480	3046
124		9862234	759459	3046
125		9862230	759441	3046
126		9862224	759421	3046
127		9862223	759399	3046
128		9862219	759380	3042
129		9862212	759361	3042
130		9862206	759344	3042
131		9862200	759330	3040
132		9862192	759311	3039
133		9862184	759290	3036
134		9862185	759270	3035
135		9862196	759250	3031
136		9862210	759236	3029
137	8+820	9862245	759221	3026
138		9862264	759211	3025
139		9862269	759203	3025
140		9862284	759187	3024
141		9862294	759184	3025
142		9862308	759173	3027
143		9862324	759162	3029
144		9862342	759154	3031
145		9862360	759145	3033
146	9+200	9862378	759135	3035
147	9+220	9862397	759127	3036
148	9+240	9862414	759120	3038
149	9+260	9862432	759111	3040
150	9+280	9862449	759103	3039
151	9+300	9862467	759093	3042
152	9+320	9862486	759084	3044
153	9+340	9862501	759072	3045
154	9+360	9862512	759055	3045
155	9+380	9862521	759037	3047
156	9+400	9862529	759017	3048
157	9+420	9862536	758998	3047
158	9+440	9862541	758978	3049

159	9+460	9862546	758960	3050
160	9+480	9862550	758940	3051
161	9+500	9862553	758920	3049
162	9+520	9862557	758901	3052
163	9+540	9862559	758880	3053
164	9+560	9862562	758860	3055
165	9+580	9862562	758841	3055
166	9+600	9862565	758821	3057
SENTIDO AMBATO - QUISAPINCHA LADO DERECHO				
167		9862578	758823	3056
168		9862574	758862	3054
169		9862571	758881	3052
170		9862569	758902	3052
171		9862566	758921	3052
172		9862562	758941	3051
173		9862558	758960	3050
174		9862554	758979	3050
175		9862550	758998	3049
176	8+400	9862543	759016	3048
177		9862535	759036	3047
178		9862524	759054	3046
179		9862512	759070	3046
180		9862499	759084	3047
181		9862482	759094	3044
182		9862463	759104	3043
183		9862443	759112	3040
184		9862430	759121	3039
185		9862411	759130	3037
186		9862392	759136	3037
187		9862357	759155	3029
188		9862339	759165	3029
189		9862321	759174	3027
190		9862304	759184	3025
191		9862289	759197	3025
192		9862277	759212	3024
193		9862258	759224	3023
194		9862238	759230	3023
195		9862233	759232	3023
196		9862221	759240	3025
197		9862204	759251	3028
198		9862193	759270	3031
199		9862193	759291	3034
200		9862204	759309	3036
201		9862210	759327	3038

202		9862216	759346	3039
203		9862221	759365	3040
204		9862228	759384	3040
205		9862231	759405	3041
206		9862235	759423	3041
207		9862239	759443	3041
208		9862243	759463	3041
209		9862246	759482	3041
210		9862250	759502	3042
211		9862255	759520	3042
212		9862259	759541	3040
213		9862265	759561	3040
214		9862269	759580	3040
215		9862273	759601	3040
216		9862275	759622	3039
217		9862276	759640	3038
218		9862277	759659	3038
219		9862278	759679	3035
220		9862279	759700	3035
221	8+500	9862279	759720	3034
222		9862280	759740	3036
223		9862281	759760	3033
224		9862280	759779	3035
225		9862278	759799	3035
226	8+400	9862275	759820	3035
227		9862273	759839	3032
228		9862269	759858	3034
229		9862265	759877	3035
230		9862262	759895	3035
231		9862261	759913	3035
232		9862256	759934	3035
233		9862255	759954	3035
234		9862254	759972	3036
235		9862252	759994	3036
236		9862250	760014	3036
237		9862249	760034	3035
238		9862248	760054	3032
239		9862246	760074	3031
240		9862243	760095	3031
241		9862243	760115	3030
242		9862240	760133	3030
243		9862236	760153	3029
244		9862229	760171	3028
245		9862222	760189	3028

246		9862213	760209	3029
247		9862203	760225	3029
248		9862194	760244	3029
249		9862185	760261	3026
250		9862178	760280	3026
251		9862171	760300	3026
252		9862160	760317	3025
253		9862151	760335	3025
254		9862141	760352	3025
255		9862133	760369	3025
256		9862128	760388	3025
257		9862117	760406	3024
258		9862110	760427	3024
259		9862108	760446	3023
260		9862109	760466	3022
261		9862114	760483	3021
262		9862117	760506	3020
263		9862120	760526	3020
264		9862123	760546	3019
265		9862124	760566	3019
266		9862127	760585	3019
267		9862127	760605	3016
268		9862129	760625	3016
269		9862132	760643	3015
270		9862137	760662	3014
271		9862145	760681	3013
272		9862150	760702	3012
273		9862152	760723	3008
274		9862154	760740	3006
275		9862153	760760	3005
276	7+400	9862154	760778	3004
277	7+400	9862151	760774	3005
278		9862148	760803	3005
279		9862149	760801	3004
280		9862151	760798	3004
281		9862150	760820	3002
282		9862150	760842	2999
283		9862148	760860	2998
284		9862140	760878	2995
285		9862128	760896	2994
286		9862112	760911	2993
287		9862093	760918	2990
288		9862075	760920	2989
289		9862055	760925	2987











290		9862037	760928	2985
291		9862016	760930	2983
292		9861995	760930	2981
293		9861975	760930	2979
294		9861955	760934	2978
295		9861937	760938	2976
296		9861922	760945	2973
297		9861904	760955	2973
298		9861888	760967	2970
299		9861872	760977	2968
300		9861854	760989	2967
301		9861836	760998	2965
302		9861819	761009	2964
303		9861801	761020	2961
304		9861777	761024	2959
305		9861771	761027	2958
306		9861756	761030	2957
307		9861755	761039	2956
308		9861760	761046	2954
309		9861771	761047	2953
310		9861790	761052	2952
311		9861793	761057	2950
312		9861801	761054	2950
313		9861821	761056	2948
314		9861840	761057	2946
315		9861861	761058	2945
316		9861884	761049	2943
317		9861901	761045	2942
318		9861922	761048	2938
319		9861935	761064	2938
320		9861946	761080	2936
321		9861959	761092	2935
322		9861977	761102	2933
323		9861998	761104	2932
324		9862020	761104	2930
325		9862040	761100	2928
326		9862059	761097	2927
327		9862078	761092	2924
328		9862097	761087	2921
329		9862117	761083	2921
330		9862136	761083	2920
331		9862158	761084	2918
332	6+400	9862173	761088	2916

ANEXO B
CONTEO VEHICULAR
MANUAL



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



Proyecto	Vía Ambato - Quisapincha		Ubicación	Abscisa 7+600		Sentido	Dos sentidos		Elaborado por	Paúl Cárdenas			
Fecha	lunes, 10 de enero de 2022		Estado de Tiempo	Lluvioso		N de ficha	1		Revisado por	Ing. Mg. Diego Chérrez			
CONTEO VEHICULAR													
HORA	LIVIANOS			BUSES		PESADOS			OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA			
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)		Sin Ejes		
						Livianos	Pesados						
													
7:00 AM	7:00	7:15	42	11	3	0	2	4	0	0	0	0	243
	7:15	7:30	34	17	5	2	3	5	0	0	0	0	
	7:30	7:45	32	15	1	1	4	4	0	0	0	0	
	7:45	8:00	35	15	2	1	3	1	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			143	58	11	4	12	14	1	0	0	0	
8:00 AM	8:00	8:15	36	25	5	4	3	3	1	0	0	0	276
	8:15	8:30	30	22	5	2	2	5	1	0	0	0	
	8:30	8:45	36	22	5	5	3	6	2	0	0	0	
	8:45	9:00	29	11	2	2	2	6	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			131	80	17	13	10	20	5	0	0	0	
9:00 AM	9:00	9:15	27	23	3	3	3	4	1	0	0	0	267
	9:15	9:30	45	21	2	0	2	2	1	0	0	0	

	9:30	9:45	29	15	1	4	3	0	1	0	0	0	
	9:45	10:00	45	15	4	0	4	7	2	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			146	74	10	7	12	13	5	0	0	0	
10:00 AM	10:00	10:15	38	24	0	1	2	4	2	0	0	0	254
	10:15	10:30	31	15	2	2	3	7	2	0	1	0	
	10:30	10:45	27	21	2	3	3	3	1	0	0	0	
	10:45	11:00	25	22	3	1	2	5	2	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			121	82	7	7	10	19	7	0	1	0	
11:00 AM	11:00	11:15	30	18	3	0	4	7	2	0	0	0	238
	11:15	11:30	29	25	5	1	3	0	2	0	0	0	
	11:30	11:45	26	16	1	2	3	6	2	0	0	0	
	11:45	12:00	25	20	1	0	3	2	2	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			110	79	10	3	13	15	8	0	0	0	
12:00 PM	12:00	12:15	20	21	0	0	3	5	2	0	0	0	248
	12:15	12:30	35	14	0	1	3	1	1	0	0	0	
	12:30	12:45	34	24	1	2	3	1	2	1	0	0	
	12:45	13:00	34	25	5	5	2	2	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			123	84	6	8	11	9	6	1	0	0	
1:00 PM	13:00	13:15	27	15	1	4	2	1	1	0	0	0	226
	13:15	13:30	33	14	1	3	2	4	2	0	0	0	
	13:30	13:45	21	20	5	2	2	0	1	0	0	0	
	13:45	14:00	33	21	1	4	3	1	2	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			114	70	8	13	9	6	6	0	0	0	
2:00 PM	14:00	14:15	24	16	4	2	3	7	2	0	0	0	232
	14:15	14:30	21	17	4	5	1	7	1	0	0	0	
	14:30	14:45	26	15	3	3	3	0	2	0	0	0	
	14:45	15:00	29	24	3	3	2	4	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			100	72	14	13	9	18	6	0	0	0	

3:00 PM	15:00	15:15	23	15	3	3	2	5	2	0	0	0	187
	15:15	15:30	22	14	3	1	1	4	1	0	0	0	
	15:30	15:45	20	15	1	0	2	0	1	0	0	0	
	15:45	16:00	23	12	1	4	3	4	2	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			88	56	8	8	8	13	6	0	0	0	
4:00 PM	16:00	16:15	26	21	4	4	3	0	1	0	0	0	246
	16:15	16:30	32	18	4	3	2	5	1	0	0	0	
	16:30	16:45	30	23	0	1	3	1	1	0	0	0	
	16:45	17:00	32	20	2	2	3	2	2	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			120	82	10	10	11	8	5	0	0	0	
5:00 PM	17:00	17:15	26	21	3	5	3	6	2	0	0	0	253
	17:15	17:30	32	11	3	4	4	1	1	0	0	0	
	17:30	17:45	31	12	3	2	4	2	2	0	0	0	
	17:45	18:00	40	16	1	5	5	6	2	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			129	60	10	16	16	15	7	0	0	0	
6:00 PM	18:00	18:15	37	17	3	4	2	6	2	0	0	0	277
	18:15	18:30	36	22	0	2	3	3	2	0	0	0	
	18:30	18:45	39	20	5	5	4	4	2	0	0	0	
	18:45	19:00	39	13	0	1	3	1	2	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			151	72	8	12	12	14	8	0	0	0	
SUMATORIA TOTAL												2947	

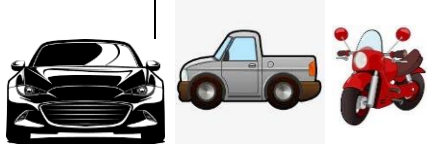




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto	Vía Ambato - Quisapincha	Ubicación	Abscisa 7+600	Sentido	Dos sentidos	Elaborado por	Paúl Cárdenas
Fecha	martes, 11 de enero de 2022	Estado de Tiempo	Nublado	N de ficha	1	Revisado por	Ing. Mg. Diego Chérrez

CONTEO VEHICULAR

HORA			LIVIANOS			BUSES		PESADOS			OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA	
			Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)		Sin Ejes
								Livianos	Pesados				
													
7:00 AM	7:00	7:15	39	13	3	1	3	6	0	0	0	239	
	7:15	7:30	33	23	0	5	2	4	0	0	1		
	7:30	7:45	28	12	0	3	4	5	1	0	0		
	7:45	8:00	29	10	4	2	2	6	0	0	0		
SUMATORIA PARCIAL			129	58	7	11	11	21	1	0	0	1	
8:00 AM	8:00	8:15	32	19	1	3	1	5	0	0	0	212	
	8:15	8:30	24	13	0	4	3	1	0	0	0		
	8:30	8:45	25	22	0	0	4	6	0	0	0		
	8:45	9:00	20	23	1	2	2	0	1	0	0		
SUMATORIA PARCIAL			101	77	2	9	10	12	1	0	0	0	
9:00 AM	9:00	9:15	20	18	4	2	3	0	0	0	0	222	
	9:15	9:30	38	20	1	1	3	7	1	0	1		
	9:30	9:45	24	12	5	5	2	7	0	0	0		
	9:45	10:00	26	11	3	2	1	4	1	0	0		

SUMATORIA PARCIAL			108	61	13	10	9	18	2	0	1	0	
10:00 AM	10:00	10:15	32	18	5	4	4	6	1	0	0	0	245
	10:15	10:30	27	16	3	3	3	2	0	1	0	0	
	10:30	10:45	39	21	4	1	3	4	0	1	0	0	
	10:45	11:00	20	12	2	3	2	7	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			118	67	14	11	12	19	2	2	0	0	
11:00 AM	11:00	11:15	24	22	4	1	3	0	1	0	0	0	224
	11:15	11:30	21	23	2	3	2	7	1	0	0	0	
	11:30	11:45	25	14	3	3	4	2	1	0	0	0	
	11:45	12:00	25	25	1	0	3	4	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			95	84	10	7	12	13	3	0	0	0	
12:00 PM	12:00	12:15	34	15	5	3	3	4	1	0	0	0	258
	12:15	12:30	29	19	2	0	2	7	0	0	0	0	
	12:30	12:45	34	25	5	2	4	1	1	0	1	0	
	12:45	13:00	37	10	1	5	2	6	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			134	69	13	10	11	18	2	0	1	0	
1:00 PM	13:00	13:15	34	14	4	3	2	0	0	0	0	0	252
	13:15	13:30	31	12	2	4	2	4	0	0	0	0	
	13:30	13:45	25	21	5	5	3	3	1	0	0	0	
	13:45	14:00	37	25	3	4	3	5	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			127	72	14	16	10	12	1	0	0	0	
2:00 PM	14:00	14:15	38	18	0	3	3	2	1	0	0	0	225
	14:15	14:30	32	15	0	4	3	0	0	0	0	0	
	14:30	14:45	20	15	5	2	4	3	1	0	0	0	
	14:45	15:00	33	10	5	2	2	2	1	0	0	1	
SUMATORIA PARCIAL			123	58	10	11	12	7	3	0	0	1	
3:00 PM	15:00	15:15	37	20	4	5	3	4	1	0	0	0	248
	15:15	15:30	24	14	5	5	2	0	1	0	0	0	
	15:30	15:45	24	17	5	3	4	1	0	0	0	0	
	15:45	16:00	39	19	3	1	4	2	1	0	0	0	

SUMATORIA PARCIAL			124	70	17	14	13	7	3	0	0	0	
4:00 PM	16:00	16:15	28	24	3	2	2	3	0	0	0	0	208
	16:15	16:30	21	11	2	1	3	1	1	0	0	0	
	16:30	16:45	23	16	5	3	5	0	0	0	0	0	
	16:45	17:00	35	16	1	0	1	0	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			107	67	11	6	11	4	2	0	0	0	
5:00 PM	17:00	17:15	23	10	3	2	2	6	0	0	0	0	246
	17:15	17:30	27	14	4	3	2	1	1	0	0	0	
	17:30	17:45	33	25	4	3	2	7	1	0	0	0	
	17:45	18:00	37	24	2	4	4	1	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			120	73	13	12	10	15	3	0	0	0	
6:00 PM	18:00	18:15	22	13	1	1	2	5	1	0	0	0	214
	18:15	18:30	27	19	3	2	2	5	0	0	0	0	
	18:30	18:45	25	22	2	1	1	0	0	0	0	0	
	18:45	19:00	35	17	1	3	2	1	0	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			109	71	7	7	7	11	1	1	0	0	
SUMATORIA TOTAL												2793	










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



Proyecto	Vía Ambato - Quisapincha	Ubicación	Abscisa 7+600	Sentido	Dos sentidos	Elaborado por	Paúl Cárdenas
Fecha	miércoles, 12 de enero de 2022	Estado de Tiempo	Lluvioso	N de ficha	1	Revisado por	Ing. Mg. Diego Chérrez

CONTEO VEHICULAR

HORA			LIVIANOS			BUSES		PESADOS			OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA	
			Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)		Sin Ejes
								Livianos	Pesados				
													
7:00 AM	7:00	7:15	31	11	2	1	3	0	0	0	0	229	
	7:15	7:30	35	17	3	1	1	3	0	0	0		
	7:30	7:45	29	16	3	0	3	7	0	0	0		
	7:45	8:00	27	19	5	2	3	7	0	0	0		
SUMATORIA PARCIAL			122	63	13	4	10	17	0	0	0		
8:00 AM	8:00	8:15	34	17	0	3	2	5	0	0	0	258	
	8:15	8:30	37	14	1	3	3	1	0	0	0		
	8:30	8:45	37	22	5	4	3	6	2	0	0		
	8:45	9:00	27	18	5	5	2	2	0	0	0		
SUMATORIA PARCIAL			135	71	11	15	10	14	2	0	0		
9:00 AM	9:00	9:15	40	15	5	5	3	4	0	0	0	256	
	9:15	9:30	34	20	5	0	3	4	0	0	0		
	9:30	9:45	31	13	5	3	2	0	0	0	0		

	9:45	10:00	35	20	3	1	4	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			140	68	18	9	12	9	0	0	0	0	
10:00 AM	10:00	10:15	29	11	0	1	4	3	0	0	0	0	240
	10:15	10:30	31	20	4	4	4	7	0	0	0	0	
	10:30	10:45	35	22	0	5	2	5	1	0	0	0	
	10:45	11:00	36	12	2	0	2	0	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			131	65	6	10	12	15	1	0	0	0	
11:00 AM	11:00	11:15	31	21	1	2	3	3	0	0	0	0	239
	11:15	11:30	36	16	0	2	2	5	0	0	0	0	
	11:30	11:45	39	18	2	5	2	1	0	0	0	0	
	11:45	12:00	26	10	3	4	3	4	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			132	65	6	13	10	13	0	0	0	0	
12:00 PM	12:00	12:15	19	22	4	4	3	0	0	0	0	0	210
	12:15	12:30	27	12	2	2	3	3	0	0	0	0	
	12:30	12:45	23	18	3	4	3	5	0	0	0	0	
	12:45	13:00	24	16	0	5	3	5	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			93	68	9	15	12	13	0	0	0	0	
1:00 PM	13:00	13:15	24	12	0	5	2	7	0	0	0	0	192
	13:15	13:30	20	12	5	2	2	3	0	0	0	0	
	13:30	13:45	18	15	2	4	3	2	1	0	0	0	
	13:45	14:00	19	22	4	3	4	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			81	61	11	14	11	13	1	0	0	0	
2:00 PM	14:00	14:15	30	13	4	4	2	4	0	0	0	0	205
	14:15	14:30	23	22	0	1	3	0	0	0	0	0	
	14:30	14:45	20	10	4	3	3	4	0	1	0	0	
	14:45	15:00	29	15	0	3	2	5	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			102	60	8	11	10	13	0	1	0	0	
3:00 PM	15:00	15:15	30	14	4	2	3	5	0	0	0	0	213

	15:15	15:30	25	10	1	2	3	6	2	0	0	0	
	15:30	15:45	31	14	0	3	2	7	0	0	0	0	
	15:45	16:00	25	10	5	2	3	4	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			111	48	10	9	11	22	2	0	0	0	
4:00 PM	16:00	16:15	25	13	2	2	3	4	0	0	0	0	192
	16:15	16:30	23	14	5	1	2	2	0	0	0	0	
	16:30	16:45	19	15	3	3	1	7	0	0	0	0	
	16:45	17:00	18	13	2	5	3	6	0	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			85	55	12	11	9	19	0	1	0	0	
5:00 PM	17:00	17:15	29	17	1	3	3	6	0	0	0	0	203
	17:15	17:30	19	12	5	0	3	4	1	0	0	0	
	17:30	17:45	22	16	0	4	2	7	0	0	0	0	
	17:45	18:00	28	12	3	2	3	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			98	57	9	9	11	18	1	0	0	0	
6:00 PM	18:00	18:15	35	19	1	3	2	2	0	0	0	0	232
	18:15	18:30	25	14	0	4	1	0	0	0	0	0	
	18:30	18:45	45	17	2	5	3	2	0	0	0	0	
	18:45	19:00	26	20	0	0	4	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			131	70	3	12	10	6	0	0	0	0	
SUMATORIA TOTAL												2669	













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



Proyecto	Vía Ambato - Quisapincha	Ubicación	Abscisa 7+600	Sentido	Dos sentidos	Elaborado por	Paúl Cárdenas
Fecha	jueves, 13 de enero de 2022	Estado de Tiempo	Soleado	N de ficha	1	Revisado por	Ing. Mg. Diego Chérrez

CONTEO VEHICULAR

HORA			LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA
			Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes	
								Livianos	Pesados				
													
7:00 AM	7:00	7:15	31	19	4	5	3	4	0	0	0	0	253
	7:15	7:30	31	15	0	5	2	6	0	0	0	0	
	7:30	7:45	40	20	5	1	3	1	0	0	0	0	
	7:45	8:00	32	13	2	4	3	4	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			134	67	11	15	11	15	0	0	0	0	
8:00 AM	8:00	8:15	31	18	2	4	3	3	0	0	0	0	223
	8:15	8:30	26	18	1	1	3	4	0	0	0	0	
	8:30	8:45	32	10	1	0	3	7	2	0	0	0	
	8:45	9:00	28	13	5	1	2	5	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			117	59	9	6	11	19	2	0	0	0	
9:00 AM	9:00	9:15	32	18	2	5	3	2	0	0	0	0	224
	9:15	9:30	40	18	1	0	3	4	0	0	0	0	
	9:30	9:45	26	13	1	1	2	3	0	0	0	0	

	9:45	10:00	29	17	0	0	3	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			127	66	4	6	11	10	0	0	0	0	
10:00 AM	10:00	10:15	29	11	4	4	3	2	0	0	0	0	242
	10:15	10:30	27	20	4	5	3	7	0	0	0	0	
	10:30	10:45	32	21	2	3	3	3	1	0	0	0	
	10:45	11:00	33	20	2	0	3	0	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			121	72	12	12	12	12	1	0	0	0	
11:00 AM	11:00	11:15	36	14	2	1	3	2	0	0	0	0	244
	11:15	11:30	35	15	1	4	2	6	0	0	0	0	
	11:30	11:45	30	16	1	5	2	3	0	0	0	0	
	11:45	12:00	38	12	2	4	3	7	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			139	57	6	14	10	18	0	0	0	0	
12:00 PM	12:00	12:15	20	22	3	2	3	2	0	0	0	0	197
	12:15	12:30	19	21	5	2	2	3	0	0	0	0	
	12:30	12:45	29	21	2	2	3	1	0	0	0	0	
	12:45	13:00	16	10	0	5	2	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			84	74	10	11	10	8	0	0	0	0	
1:00 PM	13:00	13:15	27	21	2	5	2	1	0	0	0	0	222
	13:15	13:30	19	19	2	1	3	7	0	0	0	0	
	13:30	13:45	28	16	3	5	3	7	1	0	0	0	
	13:45	14:00	16	20	3	2	4	5	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			90	76	10	13	12	20	1	0	0	0	
2:00 PM	14:00	14:15	15	14	3	3	1	4	0	0	0	0	178
	14:15	14:30	22	21	0	2	2	3	0	0	0	0	
	14:30	14:45	16	14	2	2	2	5	0	1	0	0	
	14:45	15:00	16	21	1	5	1	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			69	70	6	12	6	14	0	1	0	0	
3:00 PM	15:00	15:15	24	13	4	3	2	4	0	0	0	0	225

	15:15	15:30	31	19	1	4	4	0	2	0	0	0	
	15:30	15:45	35	19	2	0	3	2	0	0	0	0	
	15:45	16:00	30	15	0	4	3	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			120	66	7	11	12	7	2	0	0	0	
4:00 PM	16:00	16:15	25	12	0	5	3	4	0	0	0	0	193
	16:15	16:30	16	17	2	2	3	2	0	0	0	0	
	16:30	16:45	23	11	1	5	3	6	0	0	0	0	
	16:45	17:00	22	17	4	4	2	3	0	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			86	57	7	16	11	15	0	1	0	0	
5:00 PM	17:00	17:15	16	12	4	2	2	3	0	0	0	0	170
	17:15	17:30	20	11	0	0	1	3	1	0	0	0	
	17:30	17:45	22	13	5	0	2	5	0	0	0	0	
	17:45	18:00	22	11	5	2	2	6	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			80	47	14	4	7	17	1	0	0	0	
6:00 PM	18:00	18:15	35	19	1	4	2	1	0	0	0	0	248
	18:15	18:30	33	19	1	0	3	6	0	0	0	0	
	18:30	18:45	42	15	4	5	3	6	0	0	0	0	
	18:45	19:00	29	15	3	0	1	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			139	68	9	9	9	14	0	0	0	0	
SUMATORIA TOTAL												2619	











	9:45	10:00	40	21	2	0	2	0	1	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			151	82	6	11	4	18	8	6	0	0	
10:00 AM	10:00	10:15	27	14	3	0	0	2	3	2	0	0	243
	10:15	10:30	26	25	1	5	1	2	2	2	0	0	
	10:30	10:45	30	23	0	4	2	7	3	1	0	0	
	10:45	11:00	25	16	1	4	2	6	2	2	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			108	78	5	13	5	17	10	7	0	0	
11:00 AM	11:00	11:15	24	18	3	3	2	2	3	2	0	0	249
	11:15	11:30	35	12	4	5	0	2	1	2	0	0	
	11:30	11:45	34	19	3	0	1	5	2	2	0	0	
	11:45	12:00	34	23	0	3	0	2	1	2	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			127	72	10	11	3	11	7	8	0	0	
12:00 PM	12:00	12:15	25	23	4	2	2	2	1	1	0	0	227
	12:15	12:30	20	25	3	3	2	1	2	2	0	0	
	12:30	12:45	21	14	5	5	2	2	1	2	0	1	
	12:45	13:00	29	16	5	0	1	1	2	2	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			95	78	17	10	7	6	6	7	0	1	
1:00 PM	13:00	13:15	22	13	1	1	0	7	3	1	0	0	212
	13:15	13:30	21	24	5	4	0	5	1	1	0	0	
	13:30	13:45	33	14	2	1	2	2	1	1	0	0	
	13:45	14:00	25	15	2	1	0	0	2	2	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			101	66	10	7	2	14	7	5	0	0	
2:00 PM	14:00	14:15	26	20	1	1	1	5	3	2	0	0	235
	14:15	14:30	21	16	5	0	1	6	3	2	0	0	
	14:30	14:45	23	17	3	5	2	4	1	2	0	1	
	14:45	15:00	34	18	1	3	0	4	2	2	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			104	71	10	9	4	19	9	8	0	1	
3:00 PM	15:00	15:15	24	14	1	2	2	5	2	2	0	0	211

	15:15	15:30	24	11	5	0	0	2	3	1	0	0	
	15:30	15:45	28	11	0	2	0	1	1	2	0	0	
	15:45	16:00	35	16	5	5	1	1	3	2	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			111	52	11	9	3	9	9	7	0	0	
4:00 PM	16:00	16:15	32	15	3	3	1	3	2	1	0	0	221
	16:15	16:30	25	15	5	3	0	4	3	2	0	0	
	16:30	16:45	23	13	5	1	1	4	3	2	0	0	
	16:45	17:00	28	13	0	4	0	3	3	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			108	56	13	11	2	14	11	6	0	0	
5:00 PM	17:00	17:15	43	17	1	2	1	7	3	1	0	0	251
	17:15	17:30	23	18	0	2	0	3	2	1	0	0	
	17:30	17:45	33	24	3	1	2	3	1	2	0	0	
	17:45	18:00	36	11	0	4	2	3	0	2	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			135	70	4	9	5	16	6	6	0	0	
6:00 PM	18:00	18:15	12	20	1	5	0	4	0	2	0	0	230
	18:15	18:30	38	23	2	1	0	0	0	2	0	0	
	18:30	18:45	33	22	5	1	2	4	0	2	0	0	
	18:45	19:00	25	15	4	3	2	0	0	2	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			108	80	12	10	4	8	0	8	0	0	
SUMATORIA TOTAL												2839	



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



Proyecto	Vía Ambato - Quisapincha		Ubicación	Abscisa 7+600		Sentido	Dos sentidos		Elaborado por	Paúl Cárdenas		
Fecha	sábado, 15 de enero de 2022		Estado de Tiempo	Nublado		N de ficha	1		Revisado por	Ing. Mg. Diego Chérrez		
CONTEO VEHICULAR												
HORA	LIVIANOS			BUSES		PESADOS			OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA		
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)		Sin Ejes	
												
7:00 AM	7:00	7:15	32	30	3	0	2	1	1	0	0	265
	7:15	7:30	31	23	5	5	2	5	0	0	0	
	7:30	7:45	30	23	10	0	1	3	1	0	0	
	7:45	8:00	20	26	2	2	2	5	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			113	102	20	7	7	14	2	0	0	
8:00 AM	8:00	8:15	28	30	6	4	2	3	0	0	0	243
	8:15	8:30	27	21	4	3	2	0	0	0	0	
	8:30	8:45	24	22	3	4	1	2	0	0	0	
	8:45	9:00	21	25	9	0	1	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			100	98	22	11	6	6	0	0	0	
9:00 AM	9:00	9:15	37	28	4	5	2	4	1	0	0	293
	9:15	9:30	22	27	5	1	2	2	1	0	0	
	9:30	9:45	28	30	9	4	2	1	1	0	0	

	9:45	10:00	33	30	6	5	1	1	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			120	115	24	15	7	8	4	0	0	0	
10:00 AM	10:00	10:15	29	20	2	3	2	0	1	0	0	0	264
	10:15	10:30	33	26	1	0	1	5	1	0	0	0	
	10:30	10:45	38	26	3	5	1	3	1	0	0	0	
	10:45	11:00	20	26	4	5	2	4	1	0	0	1	
SUMATORIA PARCIAL			120	98	10	13	6	12	4	0	0	1	
11:00 AM	11:00	11:15	34	23	0	2	3	0	1	0	0	0	256
	11:15	11:30	28	23	3	5	1	5	0	0	0	0	
	11:30	11:45	22	28	8	0	3	2	0	0	0	0	
	11:45	12:00	31	26	4	1	1	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			115	100	15	8	8	9	1	0	0	0	
12:00 PM	12:00	12:15	20	24	0	3	3	1	1	0	0	0	235
	12:15	12:30	20	23	3	5	1	3	0	0	0	0	
	12:30	12:45	32	21	8	4	3	1	0	1	0	0	
	12:45	13:00	23	20	6	2	3	3	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			95	88	17	14	10	8	2	1	0	0	
1:00 PM	13:00	13:15	32	29	1	1	3	5	0	0	0	0	304
	13:15	13:30	40	25	9	2	3	1	0	0	0	0	
	13:30	13:45	32	30	8	5	3	0	0	0	0	0	
	13:45	14:00	36	26	2	4	3	2	1	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			140	110	20	12	12	8	1	1	0	0	
2:00 PM	14:00	14:15	39	20	7	2	3	2	1	0	0	0	262
	14:15	14:30	39	22	4	0	3	3	0	0	0	0	
	14:30	14:45	22	21	3	5	2	3	0	0	0	0	
	14:45	15:00	27	29	2	1	2	0	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			127	92	16	8	10	8	1	0	0	0	
3:00 PM	15:00	15:15	29	25	1	3	2	3	0	0	0	0	273

	15:15	15:30	40	21	0	3	2	4	1	0	0	0	
	15:30	15:45	27	25	1	4	3	0	0	0	0	0	
	15:45	16:00	36	25	8	1	3	5	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			132	96	10	11	10	12	2	0	0	0	
4:00 PM	16:00	16:15	30	21	1	4	2	4	1	0	0	0	279
	16:15	16:30	21	21	0	4	3	0	0	0	0	0	
	16:30	16:45	40	21	10	4	3	5	0	0	0	0	
	16:45	17:00	37	30	7	4	2	3	0	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			128	93	18	16	10	12	1	1	0	0	
5:00 PM	17:00	17:15	34	23	9	5	3	1	0	0	0	0	271
	17:15	17:30	36	27	4	4	2	3	1	0	0	0	
	17:30	17:45	27	22	1	0	1	4	1	0	0	0	
	17:45	18:00	20	27	8	4	3	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			117	99	22	13	9	9	2	0	0	0	
6:00 PM	18:00	18:15	31	27	7	3	1	1	1	0	0	0	257
	18:15	18:30	37	22	2	2	1	1	0	0	0	0	
	18:30	18:45	29	21	6	1	2	1	0	0	0	0	
	18:45	19:00	24	27	2	4	3	0	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			121	97	17	10	7	3	2	0	0	0	
SUMATORIA TOTAL												3202	



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



Proyecto	Vía Ambato - Quisapincha	Ubicación	Abscisa 7+600	Sentido	Dos sentidos	Elaborado por	Paúl Cárdenas
Fecha	domingo, 16 de enero de 2022	Estado de Tiempo	Soleado	N de ficha	1	Revisado por	Ing. Mg. Diego Chérrez

CONTEO VEHICULAR

HORA			LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA
			Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes	
								Livianos	Pesados				
7:00 AM	7:00	7:15	35	20	4	5	1	2	1	0	0	0	230
	7:15	7:30	32	20	1	1	1	2	0	0	0	0	
	7:30	7:45	27	19	2	2	2	5	0	0	0	0	
	7:45	8:00	30	10	4	0	3	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			124	69	11	8	7	10	1	0	0	0	
8:00 AM	8:00	8:15	38	15	5	2	3	6	0	0	0	0	285
	8:15	8:30	36	19	1	3	2	1	0	0	0	0	
	8:30	8:45	40	15	2	0	3	7	0	0	0	0	
	8:45	9:00	40	27	5	4	4	7	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			154	76	13	9	12	21	0	0	0	0	
9:00 AM	9:00	9:15	21	19	4	4	3	2	0	0	0	0	285
	9:15	9:30	44	22	1	4	3	5	0	0	0	0	

	9:30	9:45	39	23	3	2	2	5	1	0	0	0	
	9:45	10:00	40	20	3	5	4	6	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			144	84	11	15	12	18	1	0	0	0	
10:00 AM	10:00	10:15	43	24	2	1	3	5	0	0	0	0	270
	10:15	10:30	41	19	1	3	3	1	0	0	0	0	
	10:30	10:45	38	21	2	2	4	4	0	0	0	0	
	10:45	11:00	25	17	4	0	2	5	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			147	81	9	6	12	15	0	0	0	0	
11:00 AM	11:00	11:15	42	15	2	3	3	5	0	0	0	0	343
	11:15	11:30	46	26	2	2	2	4	1	0	0	0	
	11:30	11:45	59	19	3	1	4	5	0	0	0	0	
	11:45	12:00	61	21	5	5	3	4	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			208	81	12	11	12	18	1	0	0	0	
12:00 PM	12:00	12:15	72	23	2	4	4	3	0	0	0	0	398
	12:15	12:30	50	28	5	4	3	6	0	0	0	0	
	12:30	12:45	61	30	3	0	4	3	0	0	0	0	
	12:45	13:00	54	23	3	4	4	5	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			237	104	13	12	15	17	0	0	0	0	
			354			27		17					
1:00 PM	13:00	13:15	45	16	1	2	3	3	0	0	0	0	319
	13:15	13:30	47	23	3	0	2	5	0	0	0	0	
	13:30	13:45	37	30	1	0	2	5	1	0	0	0	
	13:45	14:00	45	32	2	3	4	7	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			174	101	7	5	11	20	1	0	0	0	
2:00 PM	14:00	14:15	19	27	2	4	3	1	0	0	0	0	261
	14:15	14:30	30	22	3	0	3	7	0	0	0	0	
	14:30	14:45	32	18	5	5	1	4	0	0	0	0	
	14:45	15:00	27	34	5	1	2	6	0	0	0	0	

SUMATORIA PARCIAL			108	101	15	10	9	18	0	0	0	0	
3:00 PM	15:00	15:15	33	12	5	4	3	6	0	0	0	0	243
	15:15	15:30	33	12	1	4	3	6	0	0	0	0	
	15:30	15:45	20	19	5	2	3	5	0	0	0	0	
	15:45	16:00	35	17	2	4	2	6	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			121	60	13	14	11	23	1	0	0	0	
4:00 PM	16:00	16:15	45	25	1	2	3	3	0	0	0	0	300
	16:15	16:30	44	24	3	1	1	6	0	0	0	0	
	16:30	16:45	35	27	2	1	1	7	0	0	0	0	
	16:45	17:00	32	25	2	1	3	6	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			156	101	8	5	8	22	0	0	0	0	
5:00 PM	17:00	17:15	30	17	5	0	3	2	0	0	0	0	286
	17:15	17:30	35	18	5	4	12	3	0	0	0	0	
	17:30	17:45	45	25	3	5	1	2	0	0	0	0	
	17:45	18:00	32	25	4	0	3	7	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			142	85	17	9	19	14	0	0	0	0	
6:00 PM	18:00	18:15	37	10	0	2	2	4	0	0	0	0	202
	18:15	18:30	31	16	5	1	2	0	0	0	0	0	
	18:30	18:45	26	12	3	3	1	1	0	0	0	0	
	18:45	19:00	27	10	4	1	2	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL			121	48	12	7	7	7	0	0	0	0	
SUMATORIA TOTAL												3422	

ANEXO C
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

ANEXO C-1 Inspección Visual PCI, Unidad 1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



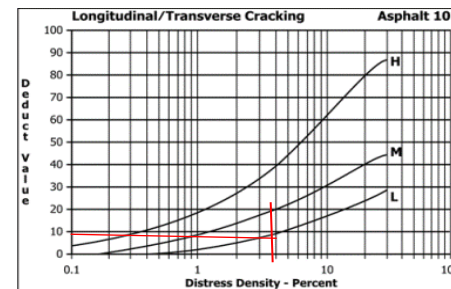
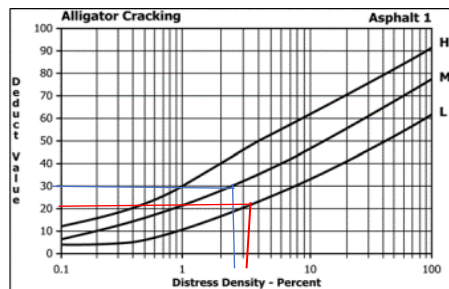
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"				
Abscisa Inicial:	6+400	Área de Muestreo:	186,25	Fecha:	31/05/2022
Abscisa Final:	6+425	Unidad de Muestreo:	1	Responsable:	Paul Cardenas
Ancho de Carril:	7,45			Revisado por:	Ing. Mg. Diego Chérrez

EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	

14	Ahuellamiento	AH	m ²								
15	Desplazamiento	DI	m ²								
16	Grietas parabólicas	FP	m ²								
17	Hinchamiento	H	m ²								
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados	AD	m ²								
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1	X			CS	2,73	3,22		m ²	5,95	3,19%	22
1		X		CS	2,56	2,15		m	4,71	2,53%	30
10	X			FLT	5,27			m ²	5,27	2,83%	8
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)			60
MALO								Cálculo de PCI			
								PCI=	100-VDT	PCI=	40



Valores deducidos para piel de cocodrilo.

Valores deducidos para fisuras longitudinales.

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-2 inspección Visual PCI, Unidad 2



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

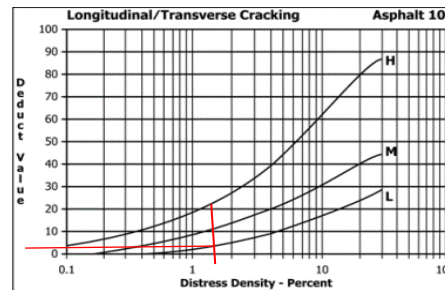
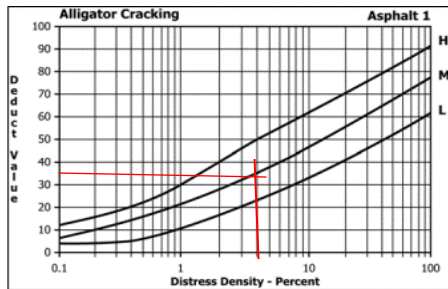


Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"				
Abscisa Inicial:	6+600	Área de Muestreo:	283,75	Fecha:	31/05/2022
Abscisa Final:	6+625	Unidad de Muestreo:	2	Responsable:	Paul Cardenas
Ancho de Carril:	11,35			Revisado por:	Ing. Mg. Diego Cherréz

EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	
16	Grietas parabólicas	FP	m ²	
17	Hinchamiento	H	m ²	

18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1		X		CS	1,66	7,42	2,18	m ²	11,26	3,97%	35
10	X			FLT	2,48	1,68		m ²	4,16	1,47%	4
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)		39	
BUENO								Cálculo de PCI			
								PCI=	100-VDT	PCI=	61



Valores deducidos para piel de cocodrilo.

Valores deducidos para fisuras longitudinales.

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-3 Inspección Visual PCI, Unidad 3



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

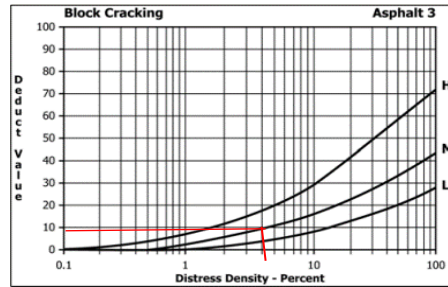


Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"				
Abscisa Inicial:	6+800	Área de Muestreo:	283,75	Fecha:	31/05/2022
Abscisa Final:	6+825	Unidad de Muestreo:	3	Responsable:	Egdo. Paul Cardenas
Ancho de Carril:	11,35			Revisado por:	Ing. Mg. Diego Chérrez

EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	
16	Grietas parabólicas	FP	m ²	

17	Hinchamiento			H	m ²						
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
3		X		FB	2,5	2,76	2,18	m ²	7,44	3,00%	10
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)		10	
EXCELENTE								Cálculo de PCI			
								PCI=	100-VDT	PCI=	90



Valores deducidos para agrietamiento en bloque.

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-4 Inspección Visual PCI, Unidad 4



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

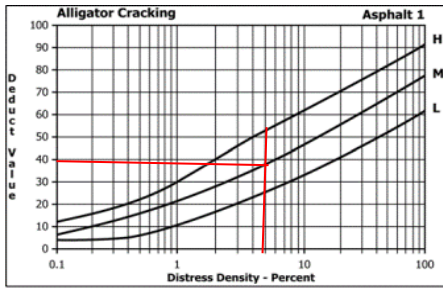


Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"				
Abscisa Inicial:	7+000	Área de Muestreo:	247,5	Fecha:	31/05/2022
Abscisa Final:	7+025	Unidad de Muestreo:	5	Responsable:	Paul Cardenas
Ancho de Carril:	9,9			Revisado por:	Ing. Mg. Diego Cérrez

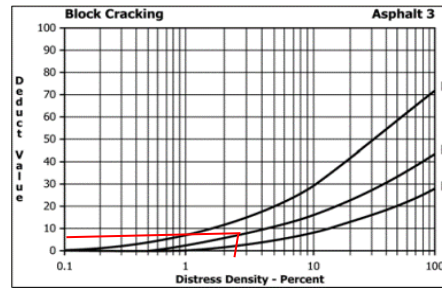
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	
16	Grietas parabólicas	FP	m ²	
17	Hinchamiento	H	m ²	

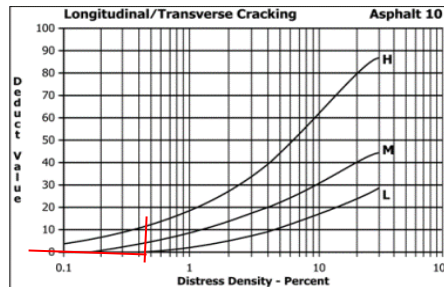
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1		X		CS	9,46			m ²	9,46	3,82%	38
3		X		FB	4,3	1,8		m ²	6,10	2,46%	7
10	X			FLT	1,05			m	1,05	0,42%	0
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)		45	
REGULAR								Cálculo de PCI			
								PCI=	100-VDT	PCI=	55



Valores deducidos para piel de cocodrilo.



Valores deducidos para agrietamiento en bloque.



Valores deducidos para fisuras longitudinales.

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-5 Inspección Visual PCI, Unidad 5



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

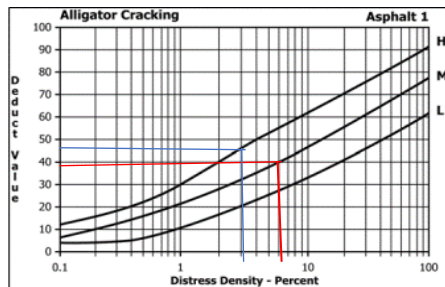


Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"		
Abscisa Inicial:	7+200	Área de Muestreo:	236,25
Abscisa Final:	7+225	Unidad de Muestreo:	5
Ancho de Carril:	9,45		
		Fecha:	31/05/2022
		Responsable:	Paul Cardenas
		Revisado por:	Ing. Mg. Diego Chérrez

EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	
16	Grietas parabólicas	FP	m ²	

17	Hinchamiento			H	m ²						
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1		X		CS	3,84	4,5	3,58	m ²	11,92	5,05%	40
1			X	CS	4,05	3,17		m	7,22	3,06%	46
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)		86	
MUY MALO								Cálculo de PCI			
								PCI=	100-VDT	PCI=	14



Valores deducidos para piel de cocodrilo.

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-6 Inspección Visual PCI, Unidad 6



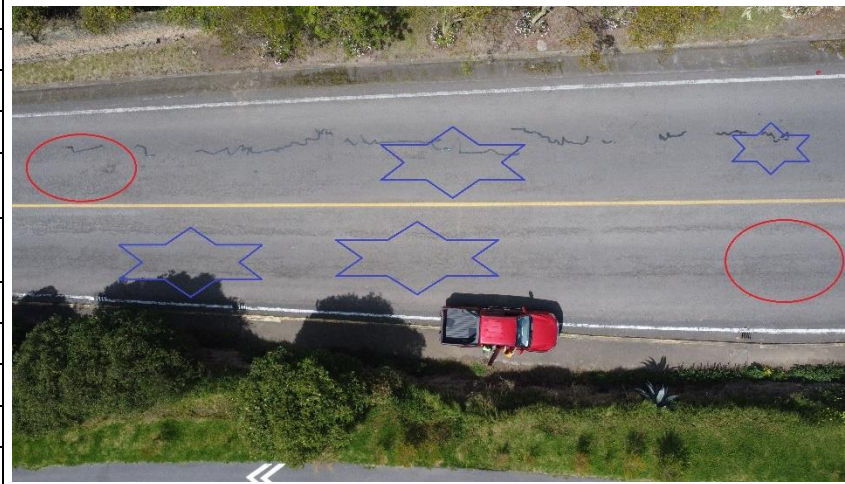
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



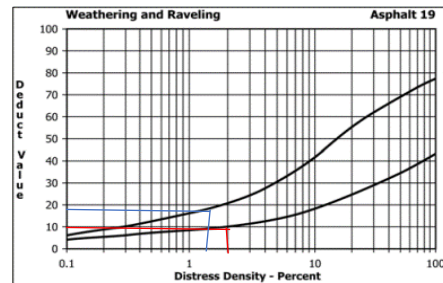
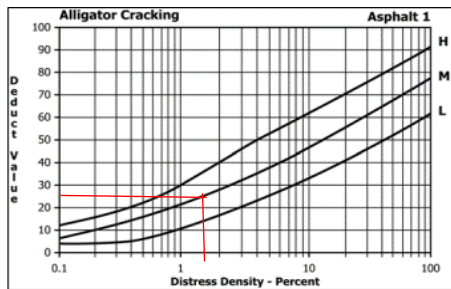
Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"				
Abscisa Inicial:	7+400	Área de Muestreo:	281,25	Fecha:	31/05/2022
Abscisa Final:	7+425	Unidad de Muestreo:	6	Responsable:	Paul Cardenas
Ancho de Carril:	11,25			Revisado por:	Ing. Mg. Diego Chérrez

EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	
16	Grietas parabólicas	FP	m ²	



17	Hinchamiento			H	m ²						
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1		X		CS	3	1,65		m ²	4,65	1,65%	25
18		X		AD	1,1	3,92	0,57	m ²	5,59	1,99%	10
18			X	AD	4,25			m ²	4,25	1,51%	19
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)		54	
REGULAR								Cálculo de PCI			
								PCI=	100-VDT	PCI=	46



Valores deducidos para piel de cocodrilo.

Valores deducidos para meteorización/ desprendimiento de agregados.

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-7 Inspección Visual PCI, Unidad 7



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

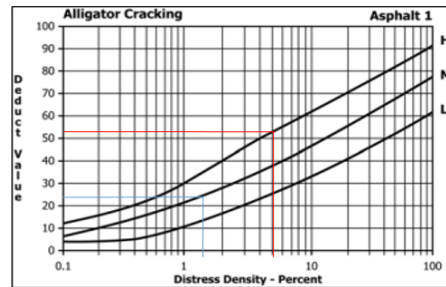


Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"				
Abscisa Inicial:	7+600	Área de Muestreo:	271,25	Fecha:	31/05/2022
Abscisa Final:	7+625	Unidad de Muestreo:	7	Responsable:	Paul Cardenas
Ancho de Carril:	10,85			Revisado por:	Ing. Mg. Diego Chérrez

EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	
16	Grietas parabólicas	FP	m ²	

17	Hinchamiento			H	m ²					
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²					
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales		U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1		X		CS	4,26		m ²	4,26	1,57%	53
1			X	CS	14		m ²	14,00	5,16%	25
Rango de calificación PCI							Valor Deducido Total (VDT)			78
MUY MALO							Cálculo de PCI			
							PCI=	100-VDT	PCI=	22



Valores deducidos para piel de cocodrilo.

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-8 Inspección Visual PCI, Unidad 8



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

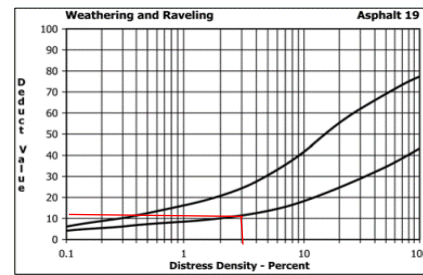
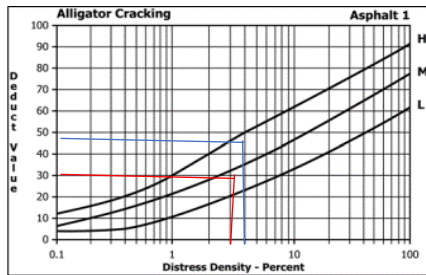


Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"			
Abscisa Inicial:	7+800	Área de Muestreo:	222,5	Fecha: 31/05/2022
Abscisa Final:	7+825	Unidad de Muestreo:	8	Responsable: Paul Cardenas
Ancho de Carril:	8,9			Revisado por: Ing. Mg. Diego Chérrez

EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	
16	Grietas parabólicas	FP	m ²	

17	Hinchamiento			H	m ²						
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1		X		CS	4,47	1,25		m ²	5,72	2,57%	30
1			X	CS	6,9			m ²	6,90	3,10%	47
18		X		AD	2,56	1,65	1,74	m ²	5,95	2,67%	12
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)		89	
MUY MALO								Cálculo de PCI			
								PCI=	100-VDT	PCI=	11



Valores deducidos para piel de cocodrilo.

Valores deducidos para meteorización/ desprendimiento de agregados.

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-9 Inspección Visual PCI, Unidad 9



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

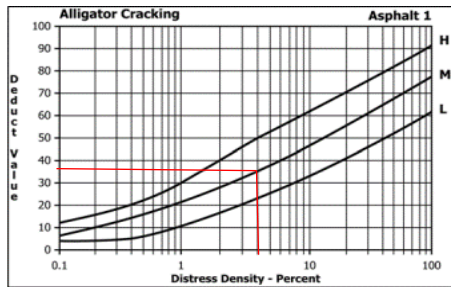


Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"				
Abscisa Inicial:	8+000	Área de Muestreo:	202,5	Fecha:	31/05/2022
Abscisa Final:	8+025	Unidad de Muestreo:	9	Responsable:	Paul Cardenas
Ancho de Carril:	8,1			Revisado por:	Ing. Mg. Diego Chérrez

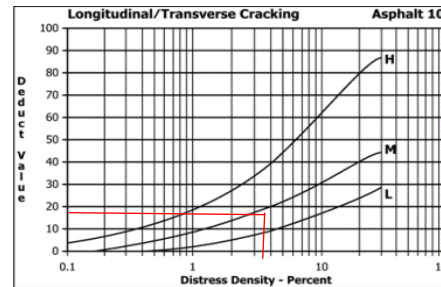
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	
16	Grietas parabólicas	FP	m ²	
17	Hinchamiento	H	m ²	

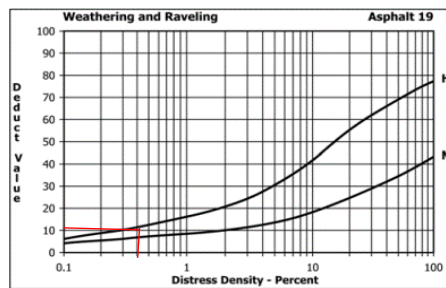
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1		X		CS	3,5	4,08	0,7	m ²	8,28	4,09%	35
10		X		FLT	1,8	5,12		m	6,92	3,42%	18
18			X	AD	0,8			m ²	0,80	0,40%	12
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)		65	
MALO								Cálculo de PCI			
								PCI=	100-VDT	PCI=	35



Valores deducidos para piel de cocodrilo.



Valores deducidos para fisuras longitudinales.



Valores deducidos para meteorización/ desprendimiento de agregados.


Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-10 Inspección Visual PCI, Unidad 10

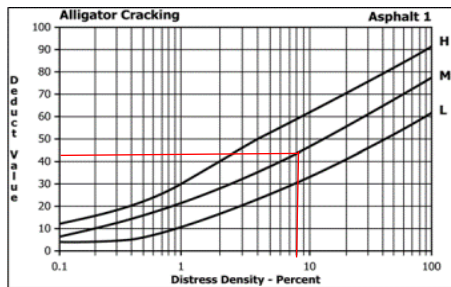


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

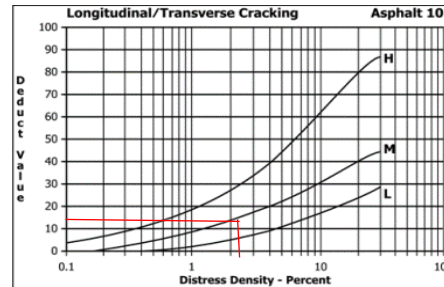


Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"				
Abscisa Inicial:	8+200	Área de Muestreo:	202,5	Fecha:	31/05/2022
Abscisa Final:	8+225	Unidad de Muestreo:	10	Responsable:	Paul Cardenas
Ancho de Carril:	8,1			Revisado por:	Ing. Mg. Diego Chérrez
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO					
No.	Fallas		Unidad	Esquema	
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²		
2	Exudación	EX	m ²		
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²		
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m		
5	Corrugación	C	m ²		
6	Depresión	D	m ²		
7	Grieta de Borde	GB	m		
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m		
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m		
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²		
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²		
13	Huecos	BH	Unidad		
14	Ahuellamiento	AH	m ²		
15	Desplazamiento	DI	m ²		

16	Grietas parabólicas			FP	m ²						
17	Hinchamiento			H	m ²						
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1		X		CS	4,08	5,2	4,93	m ²	14,21	7,02%	44
10		X		FLT	4,56			m	4,56	2,25%	15
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)		59	
								PCI=	100-VDT	PCI=	41



Valores deducidos para piel de cocodrilo.



Valores deducidos para fisuras longitudinales.

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-11 Inspección Visual PCI, Unidad 11



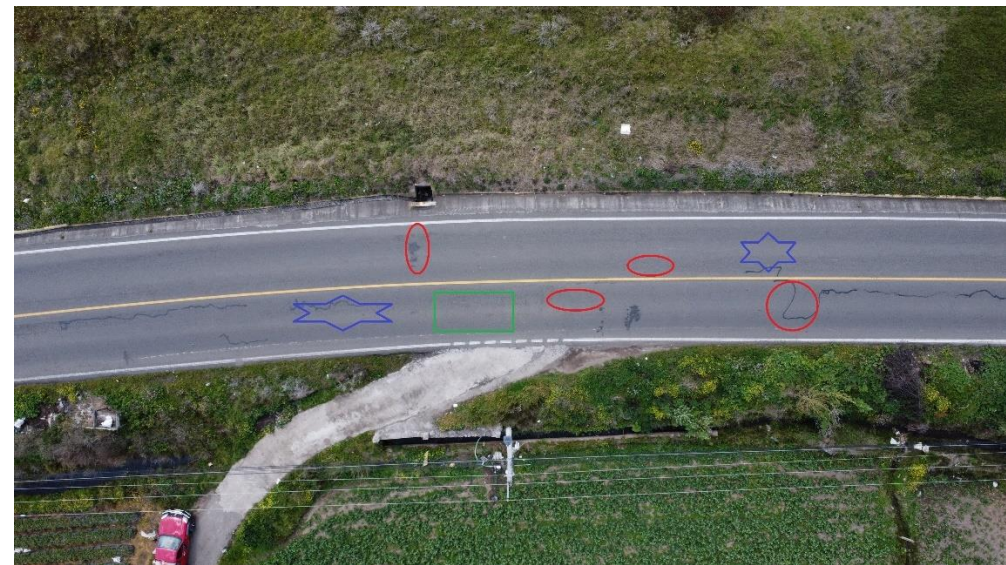
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



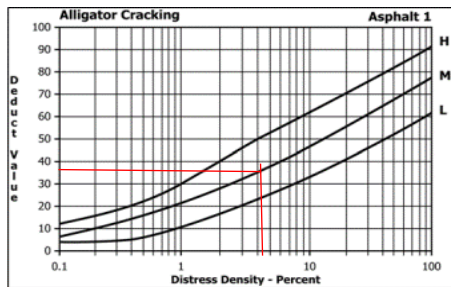
Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"				
Abscisa Inicial:	8+400	Área de Muestreo:	200	Fecha:	31/05/2022
Abscisa Final:	8+425	Unidad de Muestreo:	11	Responsable:	Paul Cardenas
Ancho de Carril:	8			Revisado por:	Ing. Mg. Diego Chérrez

EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

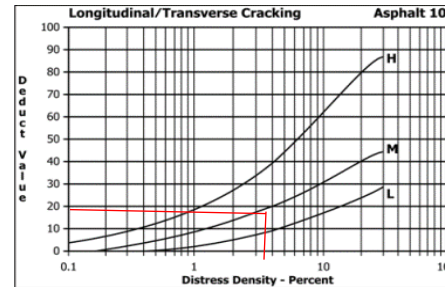
No.	Fallas		Unidad
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m
5	Corrugación	C	m ²
6	Depresión	D	m ²
7	Grieta de Borde	GB	m
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²
13	Huecos	BH	Unidad
14	Ahuellamiento	AH	m ²
15	Desplazamiento	DI	m ²
16	Grietas parabólicas	FP	m ²



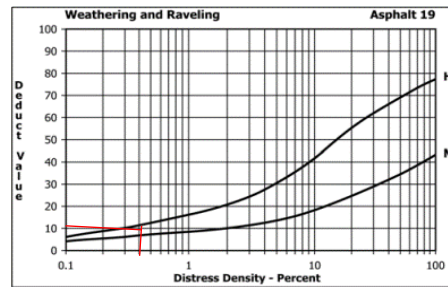
17	Hinchamiento			H	m ²						
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1		X		CS	2,54	2,58	1,4	m ²	6,52	3,26%	36
10		X		FLT	3,22			m	3,22	1,61%	18
18		X		AD	0,6	1,63		m ²	2,23	1,12%	12
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)			66
MALO								Cálculo de PCI			
								PCI=	100-VDT	PCI=	34



Valores deducidos para piel de cocodrilo.



Valores deducidos para fisuras longitudinales.



Valores deducidos para meteorización/ desprendimiento de agregados.

ANEXO C-12 Inspección Visual PCI, Unidad 12



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



Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"				
Abscisa Inicial:	8+600	Área de Muestreo:	200	Fecha:	31/05/2022
Abscisa Final:	8+625	Unidad de Muestreo:	11	Responsable:	Paul Cardenas
Ancho de Carril:	8			Revisado por:	Ing. Mg. Diego Chérrez

EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	

16	Grietas parabólicas			FP	m ²						
17	Hincharamiento			H	m ²						
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)		0	
ECXELENTE								Cálculo de PCI			
								PCI=	100-VDT	PCI=	100
Nota: El tramo de estudio correspondiente a la abscisa 8+600 no presenta fallas, por lo que se determina que se encuentra en excelente estado											
Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.											

ANEXO C-13 Inspección Visual PCI, Unidad 13



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

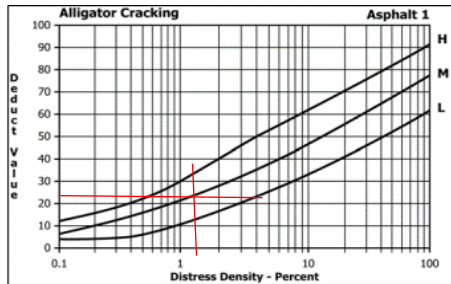


Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"			
Abscisa Inicial:	8+800	Área de Muestreo:	213,75	Fecha: 31/05/2022
Abscisa Final:	8+825	Unidad de Muestreo:	13	Responsable: Paul Cardenas
Ancho de Carril:	8,55			Revisado por: Ing. Mg. Diego Chérrez

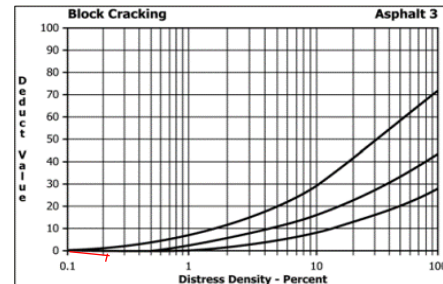
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	
16	Grietas parabólicas	FP	m ²	
17	Hinchamiento	H	m ²	

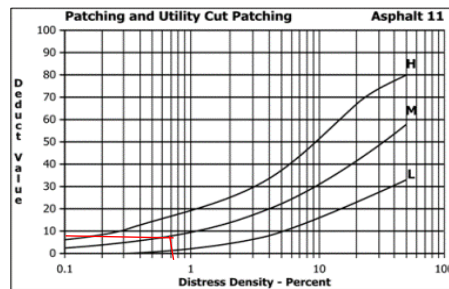
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
1		X		CS	0,95	0,63	1,3	m ²	2,88	1,35%	25
3	X			FB	0,5			m	0,50	0,23%	0
11		X		P	1,5			m ²	1,50	0,70%	8
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)		33	
BUENO								Cálculo de PCI			
								PCI=	100-VDT	PCI=	67



Valores deducidos para piel de cocodrilo.



Valores deducidos para agrietamiento en bloque.



Valores deducidos para

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-14 Inspección Visual PCI, Unidad 14



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

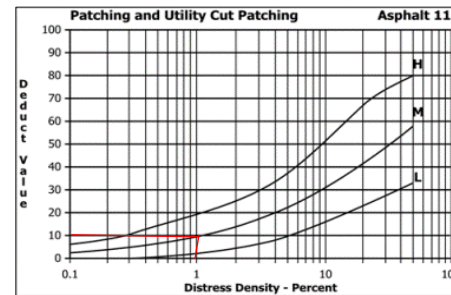
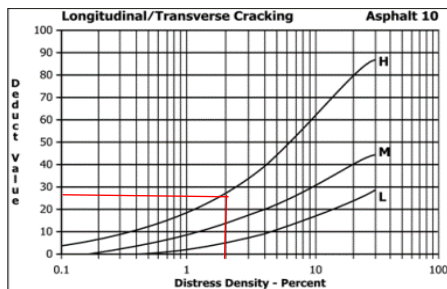


Proyecto:	“Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua”				
Abscisa Inicial:	9+000	Área de Muestreo:	200	Fecha:	31/05/2022
Abscisa Final:	9+025	Unidad de Muestreo:	14	Responsable:	Paul Cardenas
Ancho de Carril:	8			Revisado por:	Ing. Mg. Diego Chérrez

EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	

16	Grietas parabólicas			FP	m ²						
17	Hinchamiento			H	m ²						
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
10			X	FLT	1,89	2,16		m	4,05	2,03%	28
11		X		P	2			m ²	2,00	1,00%	10
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)		38	
MALO								Cálculo de PCI			
								PCI=	100-VDT	PCI=	62



Valores deducidos para fisuras longitudinales.

Valores deducidos para parcheo y acometidas de servicios públicos

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-15 Inspección Visual PCI, Unidad 15



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

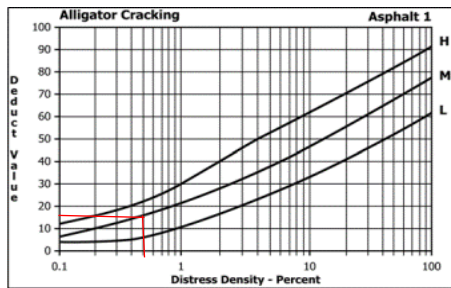


Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"				
Abscisa Inicial:	9+200	Área de Muestreo:	305	Fecha:	31/05/2022
Abscisa Final:	9+225	Unidad de Muestreo:	15	Responsable:	Paul Cardenas
Ancho de Carril:	12,2			Revisado por:	Ing. Mg. Diego Chérrez

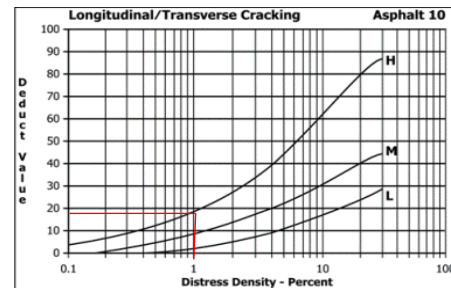
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	
16	Grietas parabólicas	FP	m ²	
17	Hinchamiento	H	m ²	

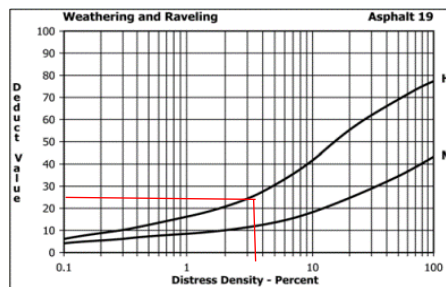
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²					
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales		U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1		X		CS	1,53		m ²	1,53	0,50%	16
10			X	FLT	3,18		m	3,18	1,04%	18
18			X	AD	8,28	1,5	m ²	9,78	3,21%	25
Rango de calificación PCI							Valor Deducido Total (VDT)		59	
REGULAR							Cálculo de PCI			
							PCI=	100-VDT	PCI=	41



Valores deducidos para piel de cocodrilo.



Valores deducidos para fisuras longitudinales.



Valores deducidos para meteorización/ desprendimiento de agregados.

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-16 Inspección Visual PCI, Unidad 16



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

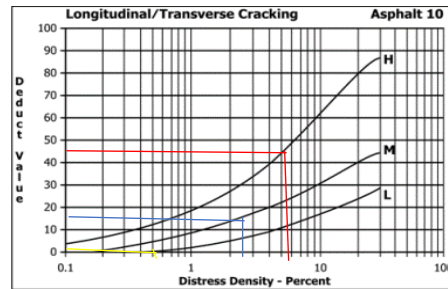


Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"			
Abscisa Inicial:	9+400	Área de Muestreo:	298,75	Fecha: 31/05/2022
Abscisa Final:	9+425	Unidad de Muestreo:	16	Responsable: Paul Cardenas
Ancho de Carril:	11,95			Revisado por: Ing. Mg. Diego Chérrez

EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	
16	Grietas parabólicas	FP	m ²	

17	Hinchamiento			H	m ²						
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²						
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales			U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
10	X			FLT	1,5			m ²	1,50	0,50%	1
10		X		FLT	6,64	0,85		m	7,49	2,51%	16
10			X	FLT	16			m ²	16,00	5,36%	46
Rango de calificación PCI								Valor Deducido Total (VDT)		63	
MALO								Cálculo de PCI			
								PCI=	100-VDT	PCI=	37



Valores deducidos para fisuras longitudinales.

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO C-17 Inspección Visual PCI, Unidad 15



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

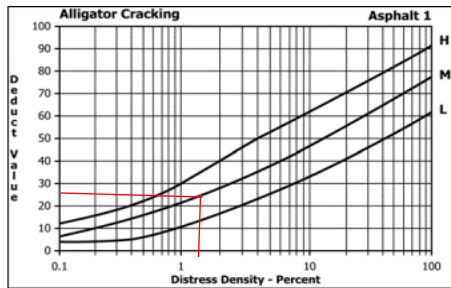


Proyecto:	"Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo Km 6+400 al Km 9+600 de la provincia de Tungurahua"			
Abscisa Inicial:	9+575	Área de Muestreo:	208,75	Fecha: 31/05/2022
Abscisa Final:	9+600	Unidad de Muestreo:	15	Responsable: Paul Cardenas
Ancho de Carril:	8,35			Revisado por: Ing. Mg. Diego Cérrez

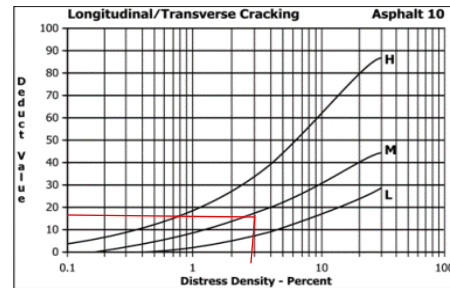
EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

No.	Fallas		Unidad	Esquema
1	Piel de Cocodrilo	CS	m ²	
2	Exudación	EX	m ²	
3	Agrietamiento en Bloque	FB	m ²	
4	Abultamientos y Hundimientos	BS	m	
5	Corrugación	C	m ²	
6	Depresión	D	m ²	
7	Grieta de Borde	GB	m	
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	
9	Desnivel Carril/Berma	DCB	m	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	FLT	m	
11	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos	P	m ²	
12	Pulimiento de Agregados	AP	m ²	
13	Huecos	BH	Unidad	
14	Ahuellamiento	AH	m ²	
15	Desplazamiento	DI	m ²	
16	Grietas parabólicas	FP	m ²	
17	Hinchamiento	H	m ²	

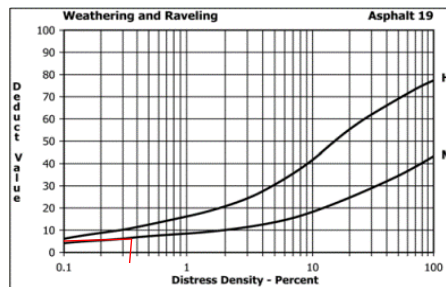
18	Meteorización/ Desprendimiento de agregados			AD	m ²					
Falla No.	Severidad			Código	Cantidades Parciales		U	Total	Densidad %	Valor Deducido
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
1		X		CS	3		m ²	3,00	1,44%	25
10		X		FLT	6		m	6,00	2,87%	17
18		X		AD	0,75		m ²	0,75	0,36%	6
Rango de calificación PCI							Valor Deducido Total (VDT)			48
REGULAR							Cálculo de PCI			
							PCI=	100-VDT	PCI=	52



Valores deducidos para piel de cocodrilo.



Valores deducidos para fisuras longitudinales.



Valores deducidos para meteorización/ desprendimiento de agregados.

Fuente: Pavement Condition Index PCI, 2002.

ANEXO D

ESTUDIO DE SUELOS

CALICATA 1

UBICACIÓN

Abscisa: Km 6+400

Coordenadas

- Norte: 9862175
- Este: 761088

Profundidad: 1.0 M

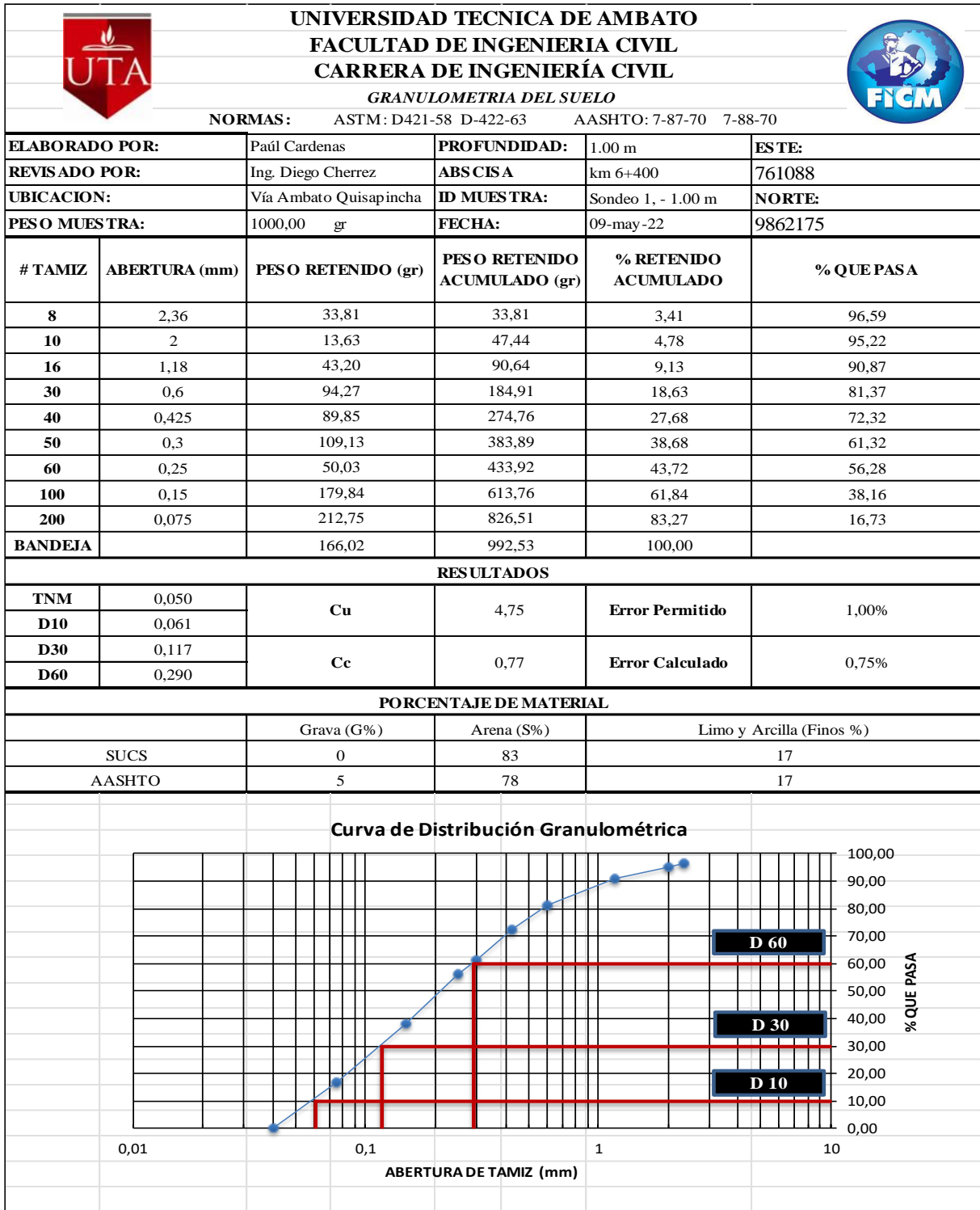
ENSAYOS:

- Contenido De Humedad
- Análisis Granulométrico
- Límites De Atterberg
- Proctor Modificado Tipo B
- Ensayo De Compactación Cbr



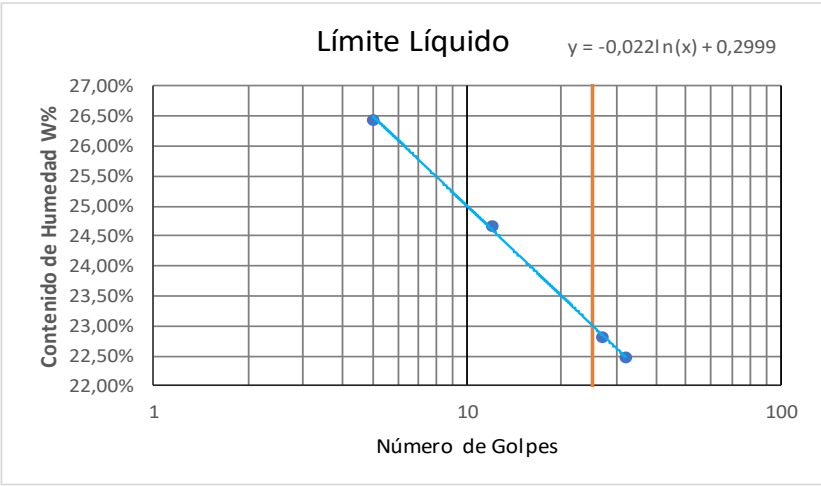
D – 1 Calicata 1: Contenido de Humedad

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA: AASHTO T 191 2014			
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	ID Muestra	C1 Subrasante
Elaborado por	Paúl Cárdenas	Revisado por	Ing. Diego Chérrez
Abscisa	km 6+400	Este	761088
Fecha	09/05/2022	Norte	9862175
CALICATA 1			
N° Recipiente		R5	R9
Masa suelo humedo + recipiente (gr)		113,8	125,7
Masa suelo seco + recipiente (gr)		106,8	116,9
Masa Recipiente (gr)		30,6	30,6
Masa Agua Ww(gr)		7,00	8,80
Masa suelo seco W _r (gr)		76,2	86,3
Contenido de humedad W(%)		9,19	10,20
W Promedio (%)		9,69	



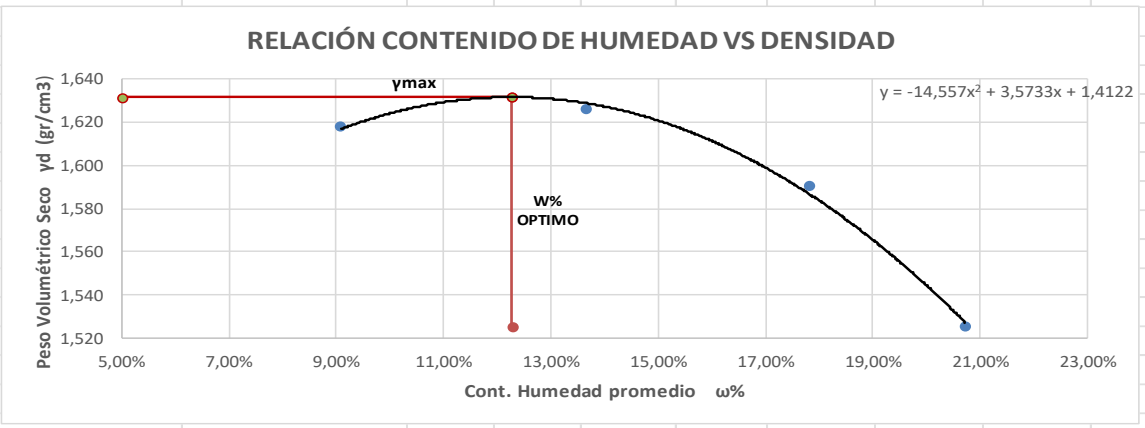
D – 2 Calicata 1: Análisis Granulométrico





D – 3 Calicata 1: Límites de Atterberg

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG NORMA AASHTO T-90-70						
Elaborado por	Paúl Cárdenas	ID Muestra	C1 Subrasante					
Revisado por	Ing. Diego Cherez	Abscisa	km 6+400					
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	Este	761088					
Fecha	16/05/2022	Norte	9862175					
LÍMITE LÍQUIDO								
N Muestras	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
N Recipiente	10	10I	03AI	28	39	66AI	70	23
Peso del recipiente Wr (gr)	11,67	10,99	11,49	11,22	11,66	10,91	10,85	11,18
Muestra húmeda + recipiente (Wm+Wr)(gr)	32,00	32,81	25,70	28,16	26,95	29,89	19,95	20,61
Muestra seca + recipiente (Ws+Wr)(gr)	27,72	28,27	22,88	24,82	24,10	26,37	18,28	18,88
Peso Agua (Ww)(gr)	4,28	4,54	2,82	3,34	2,85	3,52	1,67	1,73
Peso muestra seca (Ws)	16,05	17,28	11,39	13,60	12,44	15,46	7,43	7,70
Contenido de Humedad W%	26,66%	26,27%	24,80%	24,57%	22,88%	22,74%	22,49%	22,47%
Promedio W%	26,46%		24,68%		22,81%		22,48%	
Número de Golpes	5		12		27		32	
Límite Líquido LL(%)	22,91%							
								
LÍMITE PLÁSTICO								
N Muestras	I	II	III	IV	V			
N Recipiente	3	5	10	17	74			
Peso del recipiente Wr (gr)	10,80	10,54	10,74	10,89	10,74			
Muestra húmeda + recipiente (Wm+Wr)(gr)	11,63	11,39	12,28	11,72	12,33			
Muestra seca + recipiente (Ws+Wr)(gr)	11,49	11,22	11,98	11,57	12,02			
Peso Agua (Ww)(gr)	0,14	0,16	0,29	0,15	0,31			
Peso muestra seca (Ws)	0,70	0,69	1,24	0,68	1,28			
Contenido de Humedad W%	19,57%	23,76%	23,45%	21,78%	24,14%			
Promedio W%	22,54%							
RESUMEN RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO LL(%)	22,91%							
LÍMITE PLÁSTICO LP(%)	22,54%							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP(%)	0,37%							

D – 4 Calicata 1: Proctor Modificado Tipo B

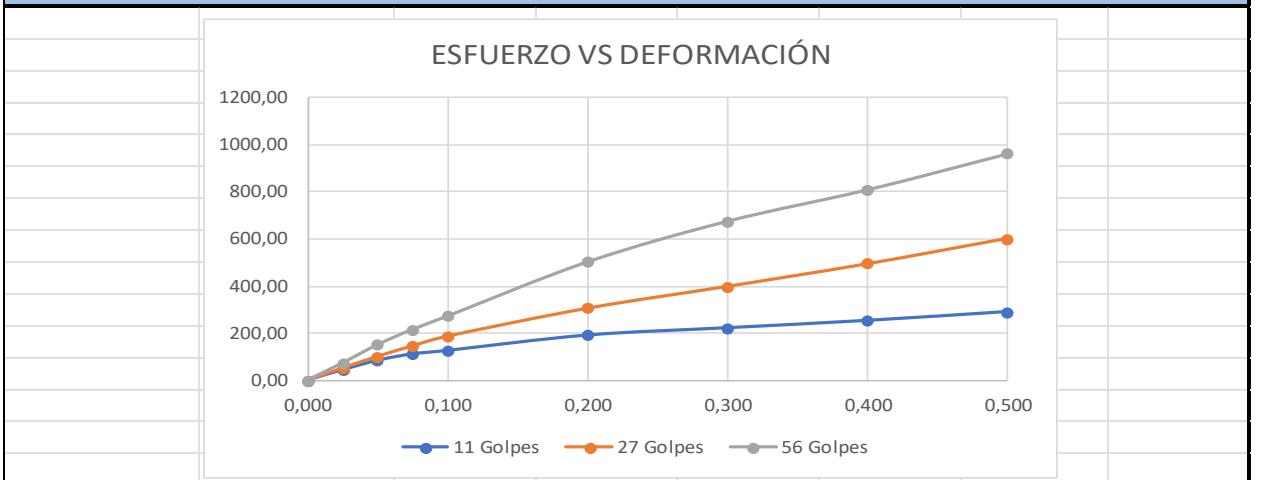
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B" NORMA ASTM-D 1557 / AASHTO T 180								
Elaborado por	Paúl Cárdenas	ID Muestra	C1 Subrasante					
Revisado por	Ing. Diego Cherez	Abscisa	km 6+400					
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	Este	761087					
Fecha	23/05/2022	Norte	9862175					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12911	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2311,13	cm ³		
Energía de Compactación	55986 lb/ft/ft ³							
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	8	12	16	20				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	16989	17181	17242	17168				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4078	4270	4331	4257				
Peso unitario húmedo γ _m (gr/cm ³)	1,765	1,848	1,874	1,842				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	42	25	19	5	57	59	59I	42
Peso del recipiente W _r	24,80	24,30	26,50	24,20	31,04	30,75	30,80	24,81
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	114,50	112,03	117,59	117,08	175,61	175,18	148,65	140,68
Rec+suelo seco W _s + W _m	106,95	104,80	106,69	105,88	153,67	153,42	128,00	121,20
Peso solidos W _s	82,15	80,50	80,19	81,68	122,63	122,67	97,21	96,39
Peso del agua W _w	7,55	7,23	10,90	11,20	21,94	21,76	20,65	19,48
Cont. Humedad ω%	9,19%	8,98%	13,59%	13,71%	17,89%	17,74%	21,25%	20,21%
Cont. Humedad promedio ω%	9,09%		13,65%		17,81%		20,73%	
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1,618		1,626		1,591		1,526	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 1,631gr/cm³ , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 12,27% , sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.								

D – 5 Calicata 1: Ensayo de Compactación CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NORMA: ASTM D-188							
Elaborado por	Paúl Cárdenas	ID Muestra		C1 Subrasante			
Revisado por	Ing. Diego Cherrez	Abscisa		6+400			
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	Este		761087			
Fecha	lunes, 6 de junio de 2022	Norte		9862175			
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)							
MOLDE	A2		27		56B		
DIMENSIONES	Diámetro	15,18	Diámetro	15,15	Diámetro	15,2	
	Altura	12,65	Altura	12,55	Altura	12,65	
N de golpes	11		27		56		
Muestra húmeda + molde (gr)	12507		12740		13470		
Masa Molde (gr)	8634		8723		9166		
Masa muestra Húmeda (gr)	3873		4017		4304		
Volumen Muestra (cm3)	2289,41		2262,35		2295,45		
Peso unitario húmedo ym (gr/cm3)	1,692		1,776		1,875		
CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES DE SATURACIÓN							
W% Optimo	12,27%	BANDEJA	MOLDE	BANDEJA	MOLDE	BANDEJA	MOLDE
Recipiente numero		A	B	C	D	E	F
Peso del recipiente Wr		23,59	27,63	24,95	31,4	24,5	31,3
Rec+suelo humedo Wr+Wm		131,2	132,9	116,5	122,5	134,1	122,78
Rec+suelo seco Ws + Wm		116,8	118,6	104,4	110,3	119,34	110,3
Peso suelo seco Ws		93,21	90,97	79,45	78,9	94,84	79
Peso del agua Ww		14,4	14,3	12,1	12,2	14,76	12,48
Cont. Humedad ω%		15,45%	15,72%	15,23%	15,46%	15,56%	15,80%
Cont. Humedad promedio ω%		15,58%		15,35%		15,68%	
Peso Unitario Seco yd(gr/cm3)		1,464		1,539		1,621	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Muestra húmeda + molde (gr)		12721		12956		13831	
Masa Molde (gr)		8634		8723		9166	
Masa Húmeda		4087		4233		4665	
Volumen Muestra (cm3)		2289,41		2262,35		2295,45	
Peso unitario húmedo ym (gr/cm3)		1,785		1,871		2,032	
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Recipiente numero		A	B	C	D	E	F
Peso del recipiente Wr		23,59	27,63	24,95	31,4	24,5	31,3
Rec+suelo humedo Wr+Wm		140,2	139,5	131,4	129,7	143,2	126,8
Rec+suelo seco Ws + Wm		120,3	121,1	114,2	113,8	124,5	112
Peso suelo seco Ws		96,71	93,47	89,25	82,4	100	80,7
Peso del agua Ww		19,9	18,4	17,2	15,9	18,7	14,8
Cont. Humedad ω%		20,58%	19,69%	19,27%	19,30%	18,70%	18,34%
Cont. Humedad promedio ω%		20,13%		19,28%		18,52%	

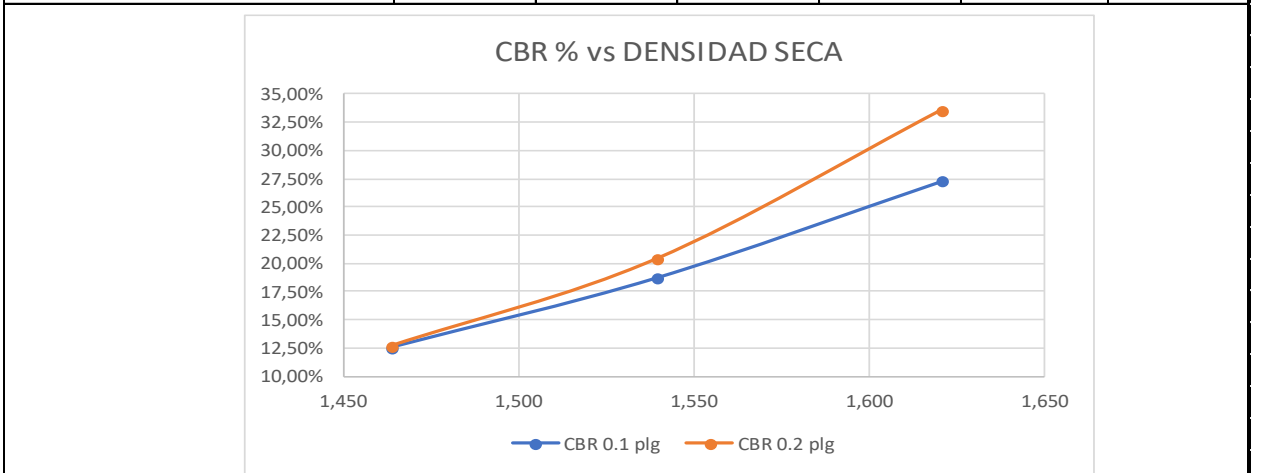
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN							
DATOS		ÁREA DE PISTÓN		VELOCIDAD DE CARGA		DENSIDAD SECA MÁXIMA	
		3	plg2	1,27	mm/min	1,631	gr/cm3
Penetración	Carga Estandar klbs/pl	DIAL	PRESIÓN (lb/plg2)	DIAL	PRESIÓN (lb/plg2)	DIAL	PRESIÓN (lb/plg2)
0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025		130,20	43,40	153,60	51,20	219,19	73,06
0,050		250,30	83,43	301,60	100,53	452,87	150,96
0,075		332,10	110,70	436,60	145,53	647,68	215,89
0,100	1,000	375,60	125,20	560,30	186,77	817,78	272,59
0,200	1,500	570,60	190,20	916,75	305,58	1510,65	503,55
0,300	1,900	663,40	221,13	1196,28	398,76	2030,10	676,70
0,400	2,300	756,90	252,30	1485,23	495,08	2432,11	810,70
0,500	2,600	868,90	289,63	1809,56	603,19	2891,30	963,77

GRÁFICA DE ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



PORCENTAJES DE CBR CORREGIDOS

N de Molde	PRESIÓN (lb/plg2)	CBR 0,1 plg	DENSIDAD SECA	PRESIÓN (lb/plg2)	CBR 0,2 plg	DENSIDAD SECA
1	125,20	12,52%	1,464	190,20	12,68%	1,464
2	186,77	18,68%	1,539	305,58	20,37%	1,539
3	272,59	27,26%	1,621	503,55	33,57%	1,621



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima	1,631	gr/cm3	DSM (95%)	1,549	gr/cm3
%CBR 0,1 plg	19,9%	CBR Máximo		22,3%	
%CBR 0,2 plg	22,3%				

CALICATA 2

UBICACIÓN

Abscisa: Km 7+400

Coordenadas

- Norte: 9862175
- Este: 761088

Profundidad: 1.0 M

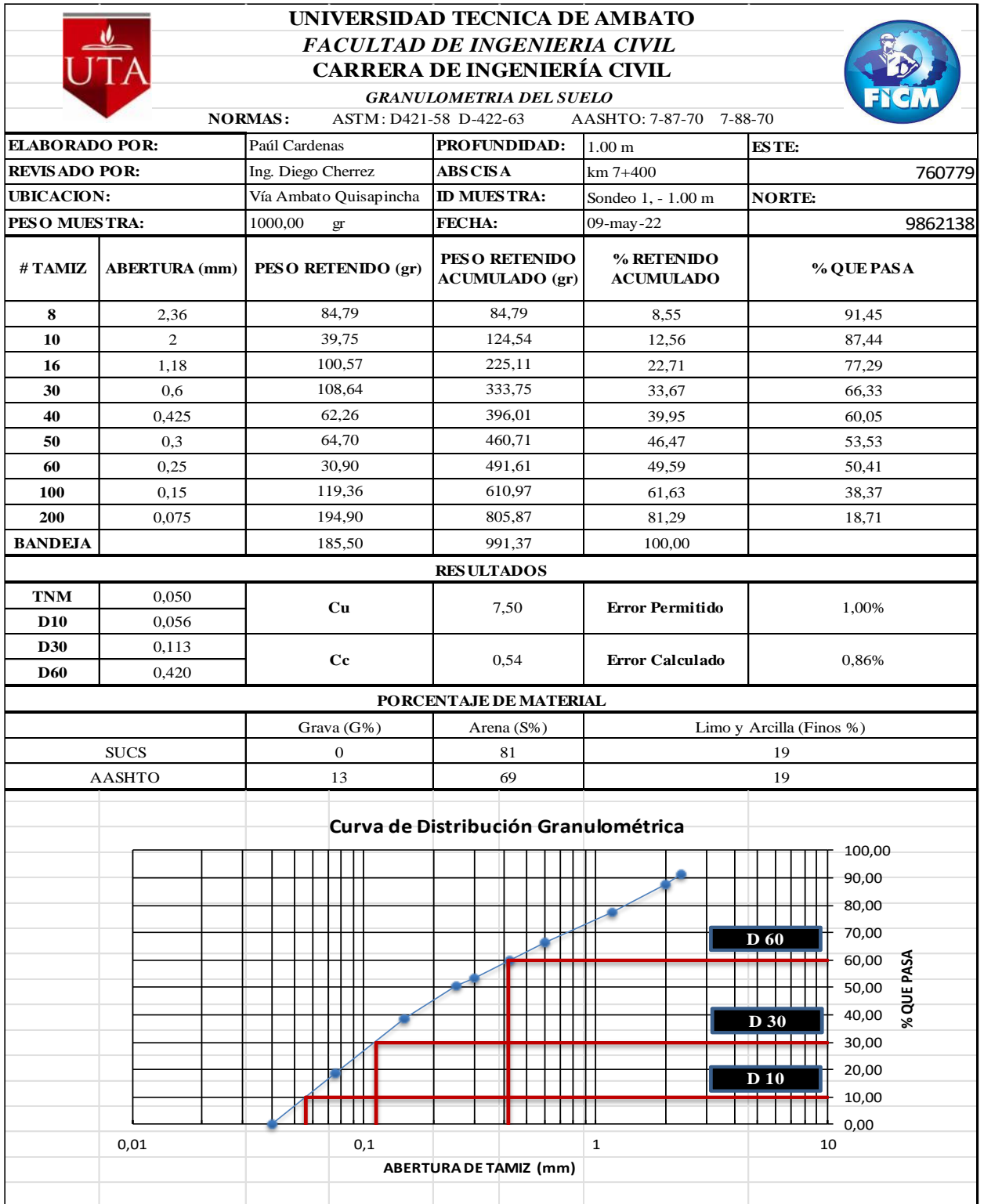
ENSAYOS:

- Contenido De Humedad
- Análisis Granulométrico
- Límites De Atterberg
- Proctor Modificado Tipo B
- Ensayo De Compactación Cbr



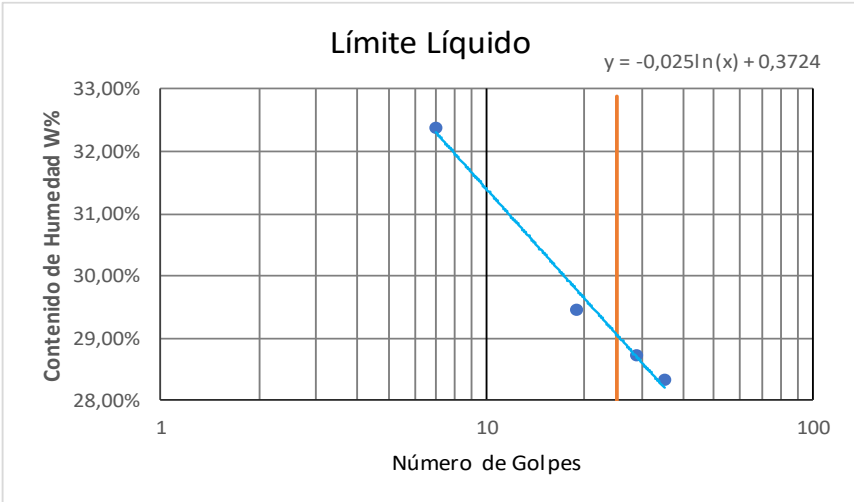
D – 6 Calicata 2: Contenido de Humedad

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA: AASHTO T 191 2014			
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	ID Muestra	C2 Subrasante
Elaborado por	Paúl Cárdenas	Revisado por	Ing. Diego Cherrez
Abscisa	km 7+400	Este	760779
Fecha	10/05/2022	Norte	9862138
CALICATA 2			
N° Recipiente		R3	R4
Masa suelo humedo + recipiente (gr)		107,1	96,4
Masa suelo seco + recipiente (gr)		100,7	90,05
Masa Recipiente (gr)		29,8	30,9
Masa Agua Ww(gr)		6,40	6,35
Masa suelo seco W _r (gr)		70,9	59,15
Contenido de humedad W(%)		9,03	10,74
W Promedio (%)		9,88	



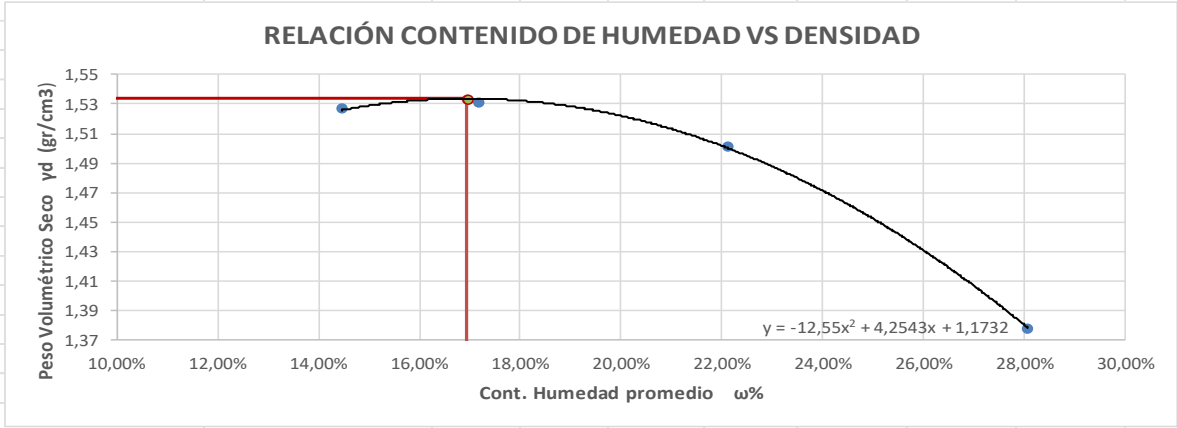
D – 7 Calicata 2: Análisis Granulométrico





D – 8 Calicata 2: Límites de Atterberg

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG NORMA AASHTO T-90-70						
Elaborado por	Paúl Cárdenas	ID Muestra	C2 Subrasante					
Revisado por	Ing. Diego Cherrez	Abscisa	km 6+400					
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	Este	760779					
Fecha	17/05/2022	Norte	9862138					
LÍMITE LÍQUIDO								
N Muestras	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
N Recipiente	28	70	10	10I	32I	66AI	73	31
Peso del recipiente W_r (gr)	11,22	10,85	11,67	10,99	11,19	10,92	11,18	12,77
Muestra húmeda + recipiente (W_m+W_r)(gr)	26,92	28,09	27,10	23,20	24,10	26,59	26,82	28,55
Muestra seca + recipiente (W_s+W_r)(gr)	23,09	23,86	23,59	20,41	21,22	23,08	23,38	25,06
Peso Agua (W_w)(gr)	3,82	4,24	3,51	2,78	2,88	3,50	3,44	3,50
Peso muestra seca (W_s)	11,87	13,01	11,92	9,43	10,04	12,17	12,20	12,28
Contenido de Humedad W%	32,22%	32,58%	29,45%	29,51%	28,69%	28,79%	28,22%	28,45%
Promedio W%	32,40%		29,48%		28,74%		28,34%	
Número de Golpes	7		19		29		35	
Límite Líquido LL(%)	29,19%							
								
LÍMITE PLÁSTICO								
N Muestras	I	II	III	IV	V			
N Recipiente	3	5	10	17	74			
Peso del recipiente W_r (gr)	10,80	10,54	10,74	10,89	10,74			
Muestra húmeda + recipiente (W_m+W_r)(gr)	12,31	11,75	12,00	11,80	12,32			
Muestra seca + recipiente (W_s+W_r)(gr)	12,00	11,51	11,74	11,63	11,99			
Peso Agua (W_w)(gr)	0,31	0,24	0,27	0,17	0,33			
Peso muestra seca (W_s)	1,21	0,98	0,99	0,74	1,25			
Contenido de Humedad W%	25,48%	24,39%	26,79%	23,35%	26,57%			
Promedio W%	25,31%							
RESUMEN RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO LL(%)	29,19%							
LÍMITE PLÁSTICO LP(%)	25,31%							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP(%)	3,88%							

D – 9 Calicata 2: Proctor Modificado Tipo B

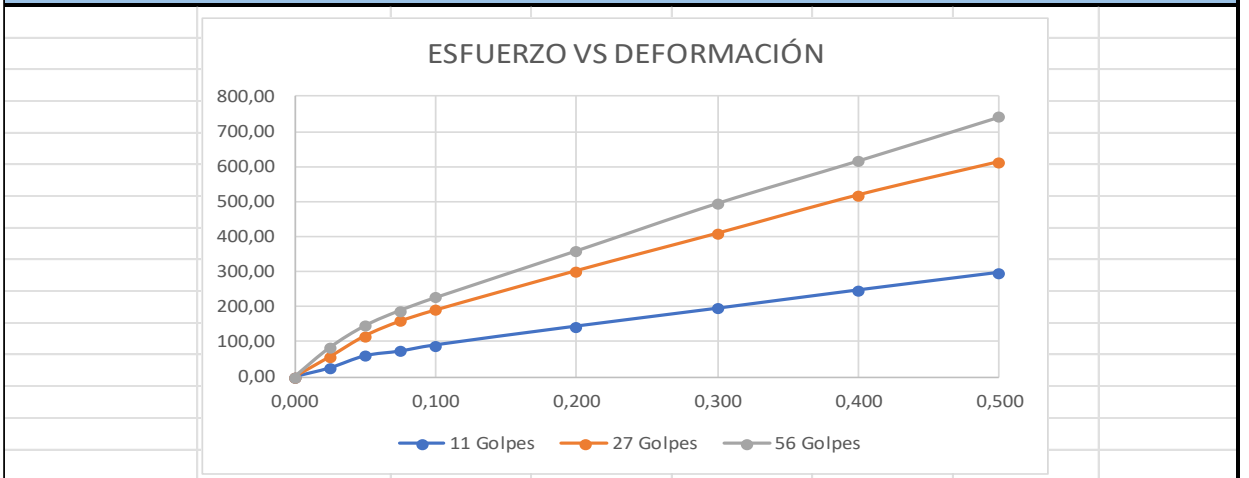
		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B" NORMA ASTM-D 1557 / AASHTO T 180								
Elaborado por	Paúl Cárdenas	ID Muestra	C1 Subrasante					
Revisado por	Ing. Diego Cherrez	Abscisa	km 7+400					
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	Este	760779					
Fecha	24/05/2022	Norte	9862138					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12911	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2311,13	cm3		
Energía de Compactación	55986 lb/ft/ft3							
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	10	14	18	22				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	16950	17059	17149	16990				
Peso suelo humedo Wm (gr)	4039	4148	4238	4079				
Peso unitario humedo γm (gr/cm3)	1,748	1,795	1,834	1,765				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	7	28	5	19	70	25	58	105
Peso del recipiente Wr	28,20	23,30	24,20	26,49	57,62	24,30	30,88	30,93
Rec+suelo humedo Wr+Wm	143,75	168,09	140,02	132,10	195,73	157,40	158,01	171,39
Rec+suelo seco Ws + Wm	129,34	149,59	123,00	116,65	170,51	133,50	130,24	140,49
Peso solidos Ws	101,14	126,29	98,80	90,16	112,89	109,20	99,36	109,56
Peso del agua Ww	14,41	18,50	17,02	15,46	25,22	23,90	27,77	30,90
Cont. Humedad ω%	14,25%	14,65%	17,23%	17,14%	22,34%	21,89%	27,95%	28,20%
Cont. Humedad promedio ω%	14,45%		17,19%		22,12%		28,08%	
Peso Volumétrico Seco γd (gr/cm3)	1,527		1,532		1,502		1,378	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 1,5337gr/cm3 , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 16,95% , sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.								

D – 10 Calicata 2: Ensayo de Compactación CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NORMA: ASTM D-1883							
Elaborado por	Paúl Cárdenas	ID Muestra		C2 Subrasante			
Revisado por	Ing. Diego Cherrez	Abscisa		7+400			
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	Este		760779			
Fecha	martes, 7 de junio de 2022	Norte		9862138			
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)							
MOLDE	R2		27B		56A		
DIMENSIONES	Diámetro	15,35	Diámetro	15,01	Diámetro	15,01	
	Altura	12,6	Altura	12,55	Altura	12,65	
N de golpes	11		27		56		
Muestra húmeda + molde (gr)	12670,7328		12407,0859		11649,4686		
Masa Molde (gr)	8676		8390		7528		
Masa muestra Húmeda (gr)	3994,7328		4017,0859		4121,4686		
Volumen Muestra (cm3)	2331,72		2220,73		2238,42		
Peso unitario húmedo ym (gr/cm3)	1,713		1,809		1,841		
CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES DE SATURACIÓN							
W% Optimo	16,95%	BANDEJA	MOLDE	BANDEJA	MOLDE	BANDEJA	MOLDE
Recipiente numero		10	40	96	30E	24	82
Peso del recipiente Wr		23,58	24,06	31,45	33,47	24,15	30,64
Rec+suelo humedo Wr+Wm		155,87	170,9	171,2	207	149	236
Rec+suelo seco Ws + Wm		133,43	145,84	147,6	177,44	127,85	201,25
Peso suelo seco Ws		109,85	121,78	116,15	143,97	103,7	170,61
Peso del agua Ww		22,44	25,06	23,6	29,56	21,15	34,75
Cont. Humedad ω%		20,43%	20,58%	20,32%	20,53%	20,40%	20,37%
Cont. Humedad promedio ω%		20,50%		20,43%		20,38%	
Peso Unitario Seco yd(gr/cm3)		1,422		1,502		1,530	
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Muestra húmeda + molde (gr)	12804,0264		12484,4		11672,0109		
Masa Molde (gr)	8676		8390		7528		
Masa Húmeda	4128,0264		4094,4		4144,0109		
Volumen Muestra (cm3)	2331,72		2220,73		2238,42		
Peso unitario húmedo ym (gr/cm3)	1,770		1,844		1,851		
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Recipiente numero		10	30e	76	81	24	96
Peso del recipiente Wr		23,57	33,45	30,72	30,68	24,13	31,49
Rec+suelo humedo Wr+Wm		168,9	266,3	145,1	148,9	160,5	222,5
Rec+suelo seco Ws + Wm		139,98	220,91	123,359	126,68	134,62	186,97
Peso suelo seco Ws		116,41	187,46	92,639	96	110,49	155,48
Peso del agua Ww		28,92	45,39	21,741	22,22	25,88	35,53
Cont. Humedad ω%		24,84%	24,21%	23,47%	23,15%	23,42%	22,85%
Cont. Humedad promedio ω%		24,53%		23,31%		23,14%	

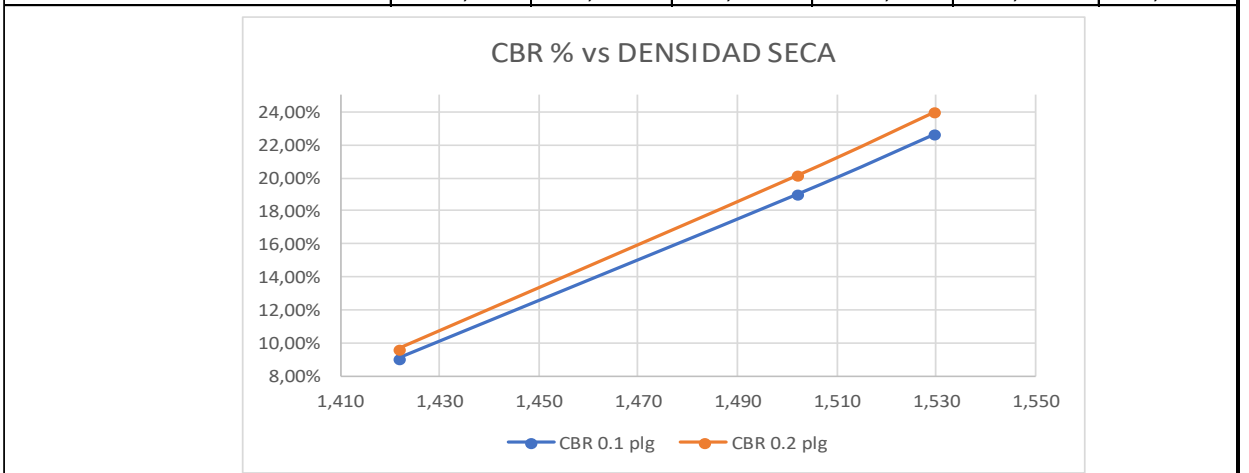
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN							
DATOS		ÁREA DE PISTÓN		VELOCIDAD DE CARGA		DENSIDAD SECA MÁXIMA	
		3	plg2	1,27	mm/min	1,5337	gr/cm3
Penetración	Carga Estandar klbs/pl	DIAL	PRESIÓN (lb/plg2)	DIAL	PRESIÓN (lb/plg2)	DIAL	PRESIÓN (lb/plg2)
0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025		75,00	25,00	170,60	56,87	280,00	83,20
0,050		178,50	59,50	349,50	116,50	446,07	145,80
0,075		218,60	72,87	475,60	158,53	571,52	189,60
0,100	1,000	271,60	90,53	570,36	190,12	678,73	226,24
0,200	1,500	431,95	143,98	907,10	302,37	1079,44	359,81
0,300	1,900	584,45	194,82	1227,35	409,12	1460,54	495,60
0,400	2,300	740,80	246,93	1555,68	518,56	1851,26	617,09
0,500	2,600	891,20	297,07	1871,52	613,50	2227,11	742,37

GRÁFICA DE ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



PORCENTAJES DE CBR CORREGIDOS

N de Molde	PRESIÓN (lb/plg2)	CBR 0,1 plg	DENSIDAD SECA	PRESIÓN (lb/plg2)	CBR 0,2 plg	DENSIDAD SECA
1	90,53	9,05%	1,422	143,98	9,60%	1,422
2	190,12	19,01%	1,502	302,37	20,16%	1,502
3	226,24	22,62%	1,530	359,81	23,99%	1,530



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima	1,5337	gr/cm3	DSM (95%)	1,457	gr/cm3
%CBR 0,1 plg	13,4%	CBR Máximo		14,2%	
%CBR 0,2 plg	14,2%				

CALICATA 3

UBICACIÓN

Abscisa: Km 8+400

Coordenadas

- Norte: 9862269
- Este: 759818

Profundidad: 1.0 M



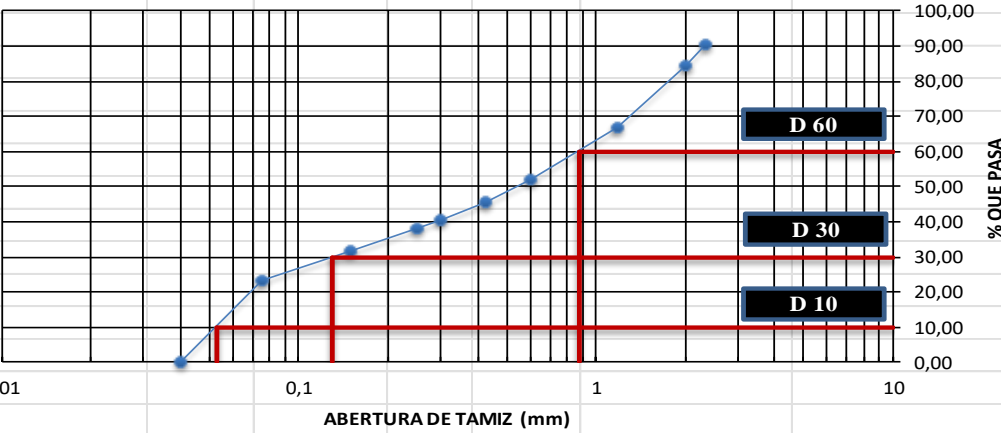
ENSAYOS:

- Contenido De Humedad
- Análisis Granulométrico
- Límites De Atterberg
- Proctor Modificado Tipo B
- Ensayo De Compactación Cbr



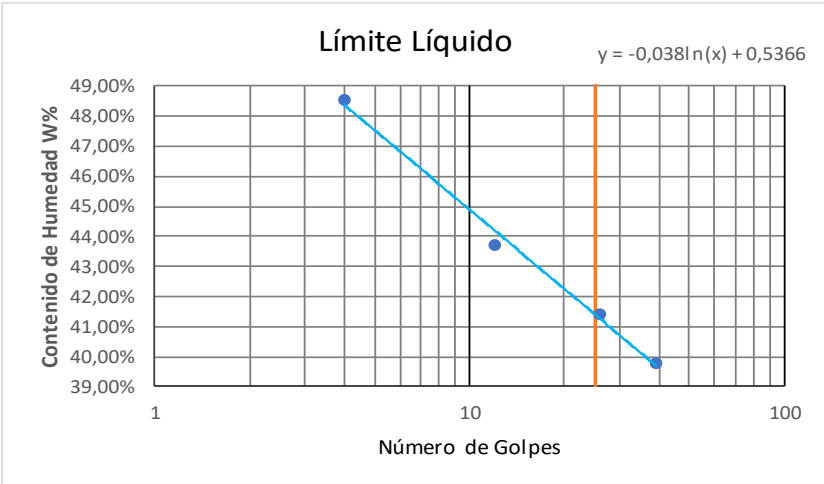
D – 11 Calicata 3: Contenido de Humedad

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA: AASHTO T 191 2014 			
Ubicación	Vía Ambato - Quisapincha	ID Muestra	C3 Subrasante
Elaborado por	Paúl Cárdenas	Revisado por	Ing. Diego Chérrez
Abscisa	km 8+400	Este	759818
Fecha	11/05/2022	Norte	9862269
CALICATA 3			
N° Recipiente		R39	R36
Masa suelo humedo + recipiente (gr)		103,9	93,3
Masa suelo seco + recipiente (gr)		87,1	78,2
Masa Recipiente (gr)		23,8	25,2
Masa Agua Ww(gr)		16,80	15,10
Masa suelo seco W _r (gr)		63,3	53
Contenido de humedad W(%)		26,54	28,49
W Promedio (%)		27,52	



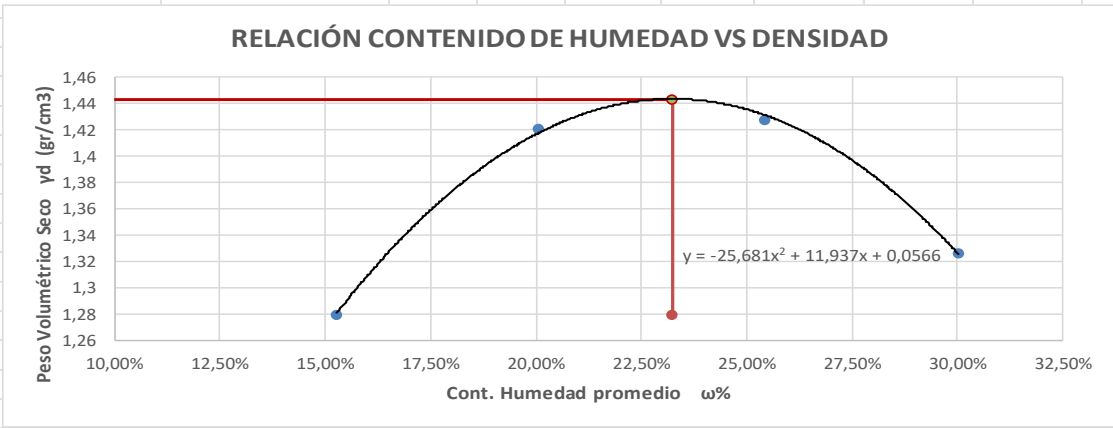
D – 12 Calicata 3: Análisis Granulométrico

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRIA DEL SUELO				
NORMAS: ASTM: D421-58 D-422-63 AASHTO: 7-87-70 7-88-70						
ELABORADO POR:		Paúl Cardenas	PROFUNDIDAD:	1.00 m	ESTE:	
REVISADO POR:		Ing. Diego Cherez	ABSCISA	km 8+400	759818	
UBICACION:		Vía Ambato Quisapincha	ID MUESTRA:	Sondeo 1, - 1.00 m	NORTE:	
PESO MUESTRA:		1000,00 gr	FECHA:	09-may-22	9862269	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
8	2,36	97,66	97,66	9,81	90,19	
10	2	58,49	156,15	15,68	84,32	
16	1,18	172,70	328,85	33,03	66,97	
30	0,6	150,86	479,71	48,19	51,81	
40	0,425	64,78	544,49	54,69	45,31	
50	0,3	49,15	593,64	59,63	40,37	
60	0,25	23,96	617,60	62,04	37,96	
100	0,15	64,17	681,77	68,48	31,52	
200	0,075	82,08	763,85	76,73	23,27	
BANDEJA		231,70	995,55	100,00		
RESULTADOS						
TNM	0,047	Cu	16,60	Error Permitido	1,00%	
D10	0,053					
D30	0,130					
D60	0,880	Cc	0,36	Error Calculado	0,45%	
PORCENTAJE DE MATERIAL						
		Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)		
SUCS		0	77	23		
AASHTO		16	61	23		
Curva de Distribución Granulométrica						
						



D – 13 Calicata 3: Límites de Atterberg

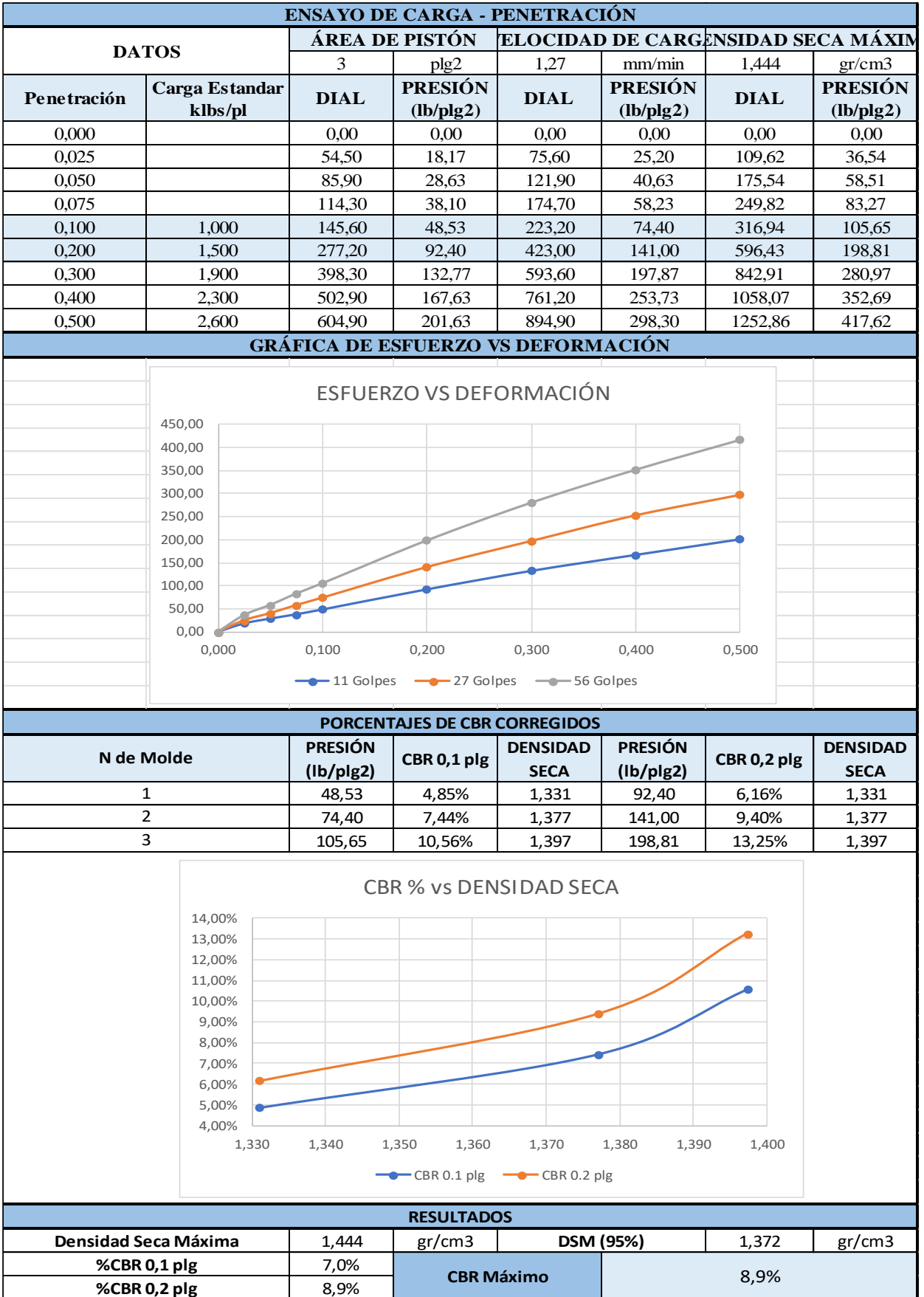
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG NORMA AASHTO T-90-70								
Elaborado por	Paúl Cárdenas	ID Muestra	C1 Subrasante					
Revisado por	Ing. Diego Cherrez	Abscisa	km 6+400					
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	Este	759818					
Fecha	18/05/2022	Norte	9862269					
LÍMITE LÍQUIDO								
N Muestras	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
N Recipiente	31	73	10	10I	70	66AI	32I	28
Peso del recipiente W_r (gr)	12,77	11,18	11,67	10,99	10,85	10,91	11,19	11,22
Muestra húmeda + recipiente (W_m+W_r)(gr)	35,08	41,31	36,72	32,61	28,46	35,89	29,34	29,24
Muestra seca + recipiente (W_s+W_r)(gr)	27,74	31,51	29,06	26,07	23,32	28,55	24,18	24,10
Peso Agua (W_w)(gr)	7,34	9,80	7,66	6,54	5,14	7,34	5,16	5,14
Peso muestra seca (W_s)	14,97	20,33	17,39	15,09	12,47	17,64	12,99	12,88
Contenido de Humedad W%	49,01%	48,18%	44,06%	43,38%	41,19%	41,63%	39,73%	39,89%
Promedio W%	48,60%		43,72%		41,41%		39,81%	
Número de Golpes	4		12		26		39	
Límite Líquido LL(%)	41,43%							
								
LÍMITE PLÁSTICO								
N Muestras	I	II	III	IV	V			
N Recipiente	3	5	10	17	74			
Peso del recipiente W_r (gr)	10,80	10,54	10,74	10,89	10,74			
Muestra húmeda + recipiente (W_m+W_r)(gr)	12,05	12,26	12,13	12,00	12,66			
Muestra seca + recipiente (W_s+W_r)(gr)	11,66	11,82	11,80	11,71	12,10			
Peso Agua (W_w)(gr)	0,39	0,44	0,33	0,29	0,56			
Peso muestra seca (W_s)	0,86	1,28	1,06	0,82	1,36			
Contenido de Humedad W%	45,58%	33,93%	31,13%	34,88%	41,22%			
Promedio W%	37,35%							
RESUMEN RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO LL(%)	41,43%							
LÍMITE PLÁSTICO LP(%)	37,35%							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP(%)	4,08%							

D – 14 Calicata 3: Proctor Modificado Tipo B

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL						
		ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B" NORMA ASTM-D 1557 / AASHTO T 180						
Elaborado por	Paúl Cárdenas	ID Muestra	C1 Subrasante					
Revisado por	Ing. Diego Cherez	Abscisa	8+400					
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	Este	759818					
Fecha	25/05/2022	Norte	9862269					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12911	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2311,13	cm ³		
Energía de Compactación	55986 lb/ft ³							
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	12	17	22	27				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	16320	16854	17050	16898				
Peso suelo humedo Wm (gr)	3409	3943	4139	3987				
Peso unitario humedo γm (gr/cm ³)	1,475	1,706	1,791	1,725				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	5	7	19	25	28	5P	70	105
Peso del recipiente Wr	24,18	28,79	26,49	24,32	24,03	30,88	57,65	30,96
Rec+suelo humedo Wr+Wm	131,29	159,94	147,14	162,03	129,47	144,21	162,00	133,66
Rec+suelo seco Ws + Wm	117,12	142,53	127,05	138,97	108,05	121,27	138,10	109,74
Peso solidos Ws	92,94	113,74	100,56	114,65	84,02	90,39	80,45	78,78
Peso del agua Ww	14,17	17,41	20,09	23,06	21,42	22,94	23,90	23,92
Cont. Humedad ω%	15,25%	15,31%	19,98%	20,11%	25,49%	25,38%	29,71%	30,36%
Cont. Humedad promedio ω%	15,28%		20,05%		25,44%		30,04%	
Peso Volumétrico Seco γd (gr/cm ³)	1,280		1,421		1,428		1,327	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 1,444gr/cm³ , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 23,24% , sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.								

D – 15 Calicata 3: Ensayo de Compactación CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NORMA: ASTM D-188							
Elaborado por	Paúl Cárdenas	ID Muestra		C1 Subrasante			
Revisado por	Ing. Diego Cherrez	Abscisa		8+400			
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	Este		759818			
Fecha	miércoles, 25 de mayo de 2022	Norte		9862269			
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)							
MOLDE	A3		27B		51C		
DIMENSIONES	Diámetro	15,15	Diámetro	15,21	Diámetro	15,15	
	Altura	12,6	Altura	12,62	Altura	12,57	
N de golpes	11		27		56		
Muestra húmeda + molde (gr)	12175		13225		12078		
Masa Molde (gr)	8341		9214		8053		
Masa muestra Húmeda (gr)	3834		4011		4025		
Volumen Muestra (cm3)	2271,36		2293,02		2265,95		
Peso unitario húmedo ym (gr/cm3)	1,688		1,749		1,776		
CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES DE SATURACIÓN							
W% Optimo	23,24%	BANDEJA	MOLDE	BANDEJA	MOLDE	BANDEJA	MOLDE
Recipiente numero		36	V2	5	20	76	58
Peso del recipiente Wr		24,82	31,16	24,22	24,64	60,5	30,89
Rec+suelo humedo Wr+Wm		132,34	152,34	138,07	158,11	289,6	161,68
Rec+suelo seco Ws + Wm		109,65	126,66	113,77	129,82	241,51	133,34
Peso suelo seco Ws		84,83	95,5	89,55	105,18	181,01	102,45
Peso del agua Ww		22,69	25,68	24,3	28,29	48,09	28,34
Cont. Humedad ω%		26,75%	26,89%	27,14%	26,90%	26,57%	27,66%
Cont. Humedad promedio ω%		26,82%		27,02%		27,11%	
Peso Unitario Seco yd(gr/cm3)		1,331		1,377		1,397	
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Muestra húmeda + molde (gr)	12299,15		13309		12124		
Masa Molde (gr)	8341		9214		8053		
Masa Húmeda	3958,15		4095		4071		
Volumen Muestra (cm3)	2271,36		2293,02		2265,95		
Peso unitario húmedo ym (gr/cm3)	1,743		1,786		1,797		
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Recipiente numero		81	62	V2	68	58	35
Peso del recipiente Wr		30,741	30,59	31,174	30,781	30,905	24,73
Rec+suelo humedo Wr+Wm		147,463	135,924	133,885	144,781	150,195	144,311
Rec+suelo seco Ws + Wm		116,785	107,182	107,844	114,634	119,623	114,341
Peso suelo seco Ws		86,044	76,592	76,67	83,853	88,718	89,611
Peso del agua Ww		30,678	28,742	26,041	30,147	30,572	29,97
Cont. Humedad ω%		35,65%	37,53%	33,97%	35,95%	34,46%	33,44%
Cont. Humedad promedio ω%		36,59%		34,96%		33,95%	



CALICATA 4

UBICACIÓN

Abscisa: Km 8+400

Coordenadas

- Norte: 9862529
- Este: 759017

Profundidad: 1.0 M

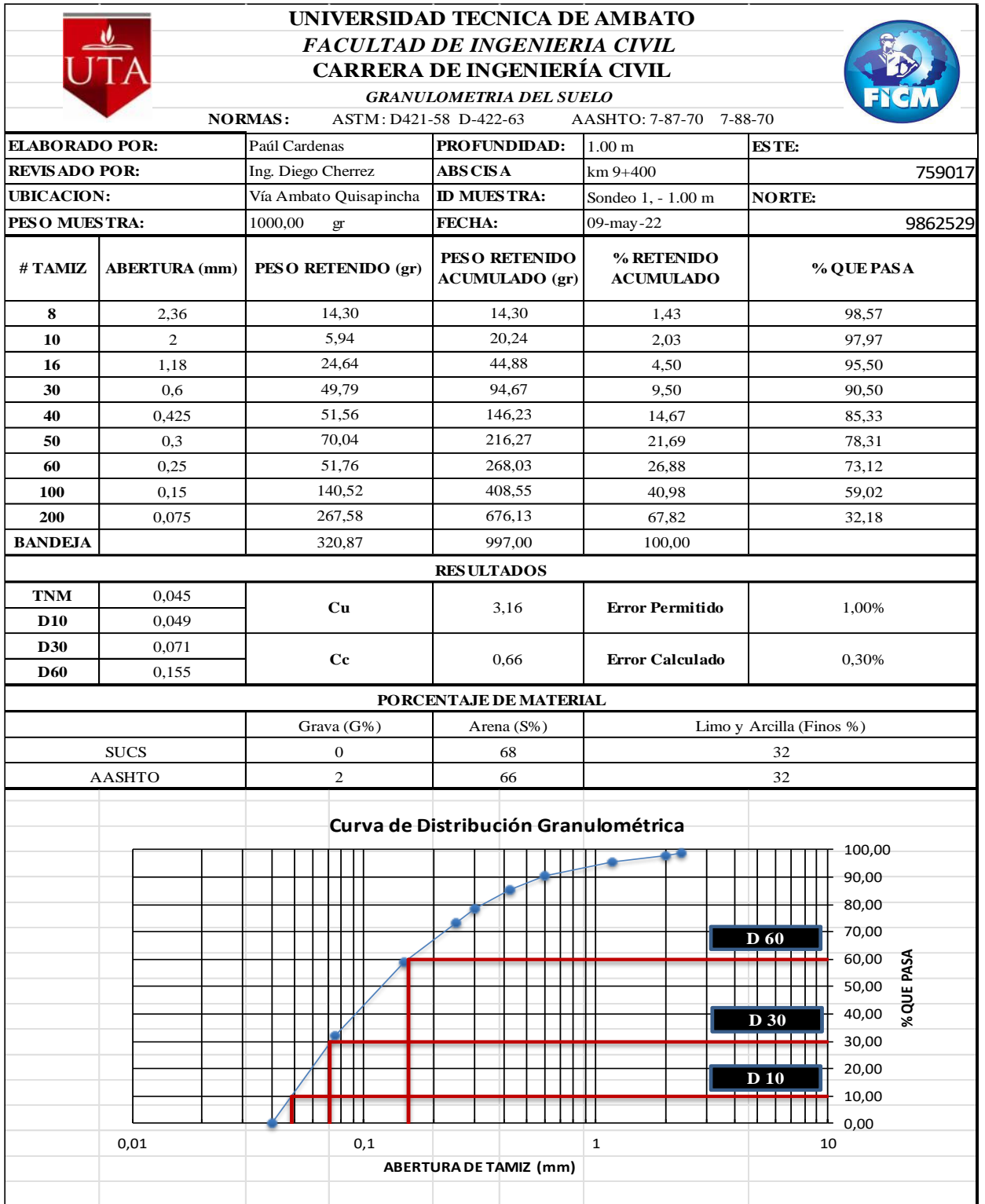
ENSAYOS:

- Contenido De Humedad
- Análisis Granulométrico
- Límites De Atterberg
- Proctor Modificado Tipo B
- Ensayo De Compactación Cbr



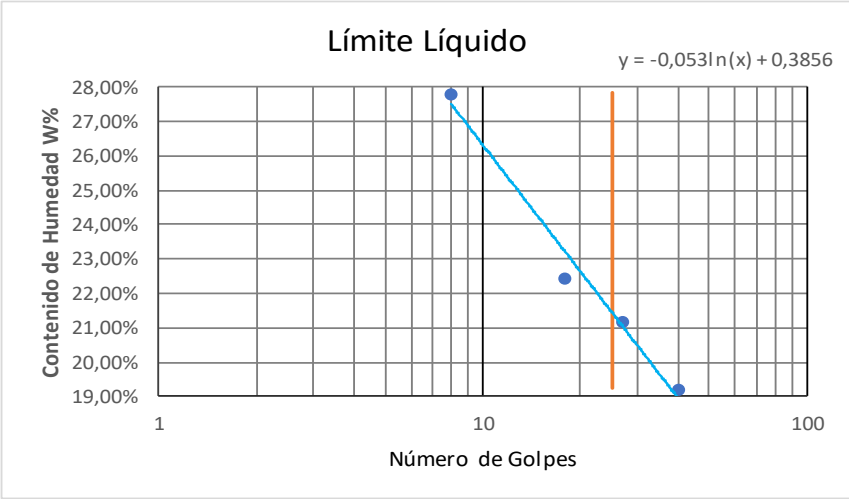
D – 16 Calicata 4: Contenido de Humedad

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA: AASHTO T 191 2014 			
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	ID Muestra	C4 Subrasante
Elaborado por	Paúl Cárdenas	Revisado por	Ing. Diego Chérrez
Abscisa	km 9+400	Este	759017
Fecha	12/05/2022	Norte	9862529
CALICATA 4			
N° Recipiente		R18	R30
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)		105,6	97,6
Masa suelo seco + recipiente (gr)		93,9	85,9
Masa Recipiente (gr)		25,1	24,1
Masa Agua Ww(gr)		11,70	11,70
Masa suelo seco W _r (gr)		68,8	61,8
Contenido de humedad W(%)		17,01	18,93
W Promedio (%)		17,97	



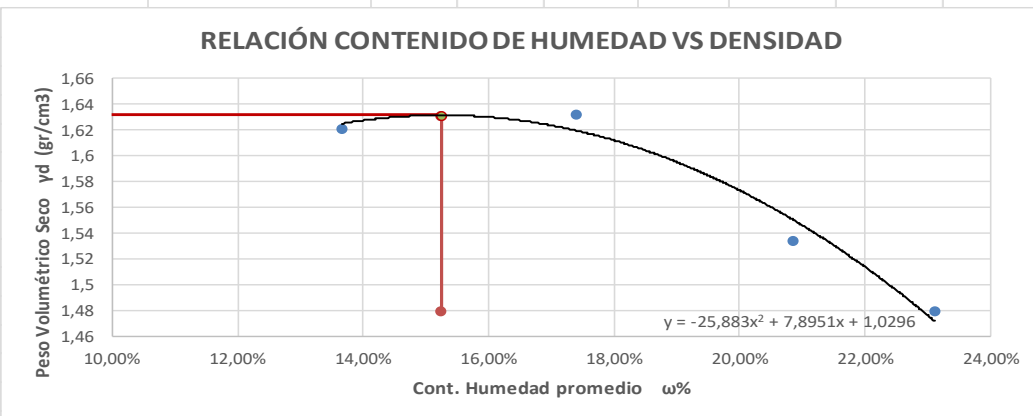
D – 17 Calicata 4: Análisis Granulométrico





D – 18 Calicata 4: Límites de Atterberg

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG NORMA AASHTO T-90-70									
Elaborado por	Paúl Cárdenas	ID Muestra	C4 Subrasante						
Revisado por	Ing. Diego Cherrez	Abscisa	km 6+400						
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	Este	759017						
Fecha	19/05/2022	Norte	9862529						
LÍMITE LÍQUIDO									
N Muestras	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
N Recipiente	10	10I	31	28	32I	66AI	73	70	
Peso del recipiente Wr (gr)	11,67	10,99	12,78	11,23	11,19	10,91	11,21	10,85	
Muestra húmeda + recipiente (Wm+Wr)(gr)	37,68	34,56	28,46	32,98	28,77	28,89	34,02	32,13	
Muestra seca + recipiente (Ws+Wr)(gr)	31,69	29,73	25,58	28,99	25,69	25,75	30,35	28,69	
Peso Agua (Ww)(gr)	5,99	4,83	2,88	3,99	3,08	3,14	3,67	3,44	
Peso muestra seca (Ws)	20,02	18,75	12,80	17,77	14,50	14,84	19,14	17,84	
Contenido de Humedad W%	29,91%	25,78%	22,46%	22,45%	21,22%	21,13%	19,16%	19,30%	
Promedio W%	27,84%		22,45%		21,17%		19,23%		
Número de Golpes	8		18		27		40		
Límite Líquido LL(%)	21,50%								
									
LÍMITE PLÁSTICO									
N Muestras	I	II	III	IV	V				
N Recipiente	3	5	10	17	74				
Peso del recipiente Wr (gr)	10,80	10,54	10,74	10,89	10,74				
Muestra húmeda + recipiente (Wm+Wr)(gr)	12,89	13,94	13,09	13,11	13,25				
Muestra seca + recipiente (Ws+Wr)(gr)	12,42	13,25	12,63	12,64	12,72				
Peso Agua (Ww)(gr)	0,47	0,69	0,46	0,47	0,54				
Peso muestra seca (Ws)	1,63	2,71	1,89	1,75	1,97				
Contenido de Humedad W%	28,92%	25,50%	24,34%	26,64%	27,18%				
Promedio W%						26,52%			
RESUMEN RESULTADOS									
LÍMITE LÍQUIDO LL(%)						21,50%			
LÍMITE PLÁSTICO LP(%)						26,52%			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP(%)						-5,02%			

D – 19 Calicata 4: Proctor Modificado Tipo B

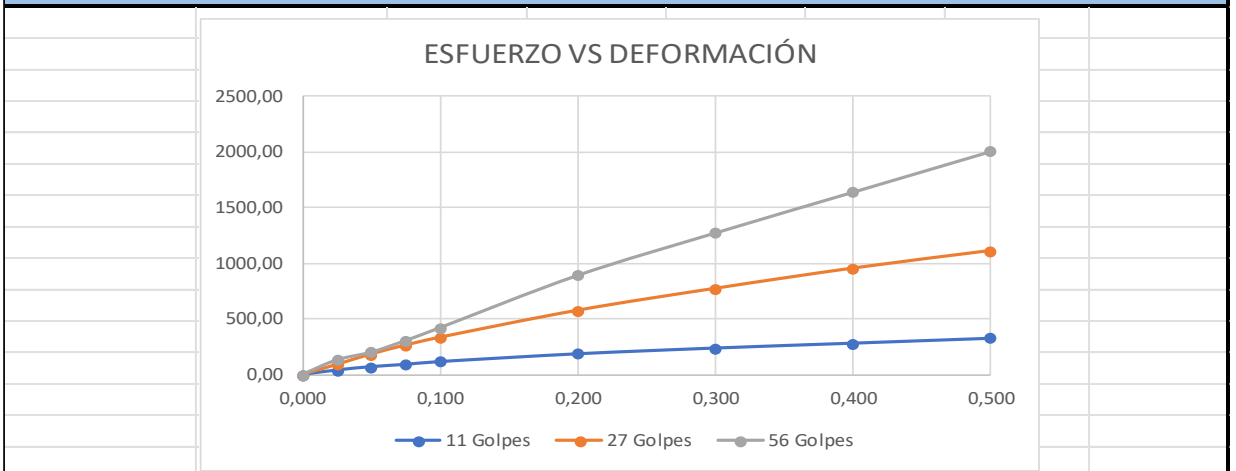
		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B" NORMA ASTM-D 1557 / AASHTO T 180								
Elaborado por	Paúl Cárdenas	ID Muestra	C1 Subrasante					
Revisado por	Ing. Diego Cherrez	Abscisa	9+400					
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	Este	759017					
Fecha	26/05/2022	Norte	9862529					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12911	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2311,13	cm ³		
Energía de Compactación	55986 lb/ft/ft ³							
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000				
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	12	16	20	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	17170	17339	17196	17120				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4259	4428	4285	4209				
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1,843	1,916	1,854	1,821				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	42	59	5	7	19	25	70	105
Peso del recipiente Wr	25,00	30,81	24,19	28,74	30,88	25,04	57,65	30,96
Rec+suelo húmedo Wr+Wm	164,88	158,22	185,13	150,61	163,14	170,87	180,59	166,60
Rec+suelo seco Ws + Wm	148,08	142,91	160,99	132,79	139,86	146,21	157,83	140,79
Peso solidos Ws	123,08	112,10	136,80	104,05	108,98	121,17	100,18	109,83
Peso del agua Ww	16,80	15,31	24,14	17,82	23,28	24,66	22,76	25,81
Cont. Humedad ω%	13,65%	13,66%	17,65%	17,13%	21,36%	20,35%	22,72%	23,50%
Cont. Humedad promedio ω%	13,65%		17,39%		20,86%		23,11%	
Peso Volumétrico Seco γd (gr/cm ³)	1,621		1,632		1,534		1,479	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 1,6317gr/cm³ , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 15,25% , sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.								

D – 20 Calicata 1: Ensayo de Compactación CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NORMA: ASTM D-1883							
Elaborado por	Paúl Cárdenas	ID Muestra		C1 Subrasante			
Revisado por	Ing. Diego Cherrez	Abscisa		9+400			
Ubicación:	Vía Ambato - Quisapincha	Este		759017			
Fecha	jueves, 9 de junio de 2022	Norte		9862529			
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)							
MOLDE	R2		27OP		56A		
DIMENSIONES	Diámetro	15,35	Diámetro	15,2	Diámetro	15,01	
	Altura	12,6	Altura	12,65	Altura	12,65	
N de golpes	11		27		56		
Muestra húmeda + molde (gr)	12734		13924		11966		
Masa Molde (gr)	8676		9615		7531		
Masa muestra Húmeda (gr)	4058		4309		4435		
Volumen Muestra (cm ³)	2331,72		2295,45		2238,42		
Peso unitario húmedo ym (gr/cm ³)	1,740		1,877		1,981		
CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES DE SATURACIÓN							
W% Optimo	15,25%	BANDEJA	MOLDE	BANDEJA	MOLDE	BANDEJA	MOLDE
Recipiente numero		68	62	76	81	82	98
Peso del recipiente Wr		30,75	30,5	30,76	30,68	30,67	32,67
Rec+suelo humedo Wr+Wm		120,98	135,1	147,52	142,43	222,99	209,42
Rec+suelo seco Ws + Wm		108,21	119,59	131,12	126,52	196,35	184,55
Peso suelo seco Ws		77,46	89,09	100,36	95,84	165,68	151,88
Peso del agua Ww		12,77	15,51	16,4	15,91	26,64	24,87
Cont. Humedad ω%		16,49%	17,41%	16,34%	16,60%	16,08%	16,37%
Cont. Humedad promedio ω%		16,95%		16,47%		16,23%	
Peso Unitario Seco yd(gr/cm ³)		1,488		1,612		1,705	
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Muestra húmeda + molde (gr)		12988		14049,5		12026	
Masa Molde (gr)		8676		9615		7531	
Masa Húmeda		4312		4434,5		4495	
Volumen Muestra (cm ³)		2331,72		2295,45		2238,42	
Peso unitario húmedo ym (gr/cm ³)		1,849		1,932		2,008	
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
		SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
Recipiente numero		36	5	24	10	4C	82
Peso del recipiente Wr		24,834	24,23	24,195	23,61	30,608	30,693
Rec+suelo humedo Wr+Wm		138,871	173,94	145,934	148,551	185,867	211,663
Rec+suelo seco Ws + Wm		117,894	143,357	123,359	126,68	159,119	179,694
Peso suelo seco Ws		93,06	119,127	99,164	103,07	128,511	149,001
Peso del agua Ww		20,977	30,583	22,575	21,871	26,748	31,969
Cont. Humedad ω%		22,54%	25,67%	22,77%	21,22%	20,81%	21,46%
Cont. Humedad promedio ω%		24,11%		21,99%		21,13%	

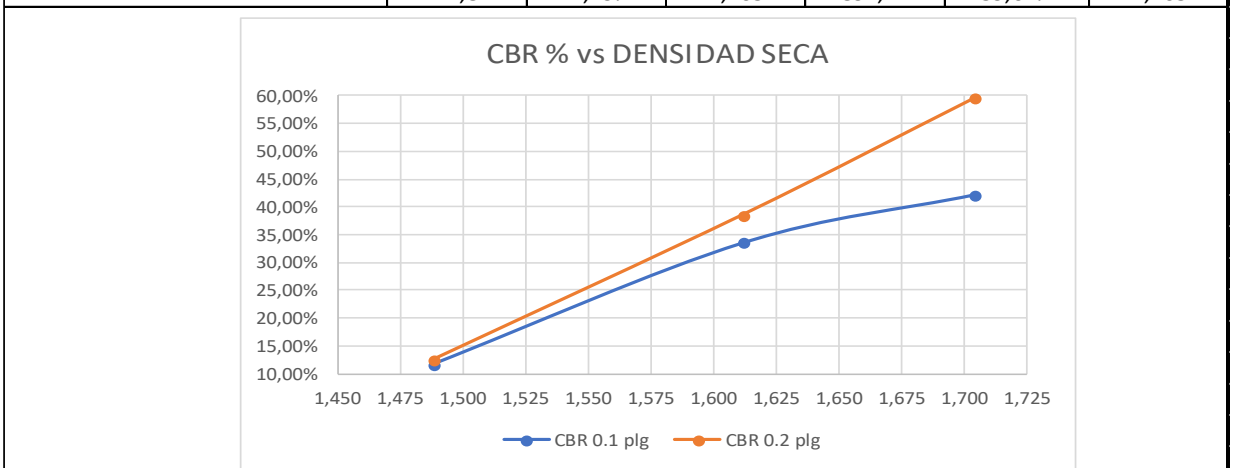
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN							
DATOS		ÁREA DE PISTÓN		VELOCIDAD DE CARGA		DENSIDAD SECA MÁXIMA	
		3	plg2	1,27	mm/min	1,6317	gr/cm3
Penetración	Carga Estandar klbs/pl	DIAL	PRESIÓN (lb/plg2)	DIAL	PRESIÓN (lb/plg2)	DIAL	PRESIÓN (lb/plg2)
0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025		119,10	39,70	269,30	89,77	392,00	130,67
0,050		210,50	70,17	552,10	184,03	601,70	200,57
0,075		272,20	90,73	792,30	264,10	916,80	305,60
0,100	1,000	347,90	115,97	1003,80	334,60	1265,60	421,87
0,200	1,500	559,20	186,40	1732,20	577,40	2682,50	894,17
0,300	1,900	715,60	238,53	2323,70	774,57	3829,50	1276,50
0,400	2,300	847,90	282,63	2869,10	956,37	4933,10	1644,37
0,500	2,600	980,70	326,90	3343,30	1114,43	6033,90	2011,30

GRÁFICA DE ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



PORCENTAJES DE CBR CORREGIDOS

N de Molde	PRESIÓN (lb/plg2)	CBR 0,1 plg	DENSIDAD SECA	PRESIÓN (lb/plg2)	CBR 0,2 plg	DENSIDAD SECA
1	115,97	11,60%	1,488	186,40	12,43%	1,488
2	334,60	33,46%	1,612	577,40	38,49%	1,612
3	421,87	42,19%	1,705	894,17	59,61%	1,705



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima	1,6317	gr/cm3	DSM (95%)	1,550	gr/cm3
%CBR 0,1 plg	23,0%	CBR Máximo	25,6%		
%CBR 0,2 plg	25,6%				

ANEXO E

FOTOGRAFÍAS

Anexo E1: Fotografías de los ensayos realizados

 <p>Universidad Técnica De Ambato Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica Carrera De Ingeniería Civil Anexos Fotográficos</p> 	
Imagen 1	Imagen 2
	
<p>Descripción: Tomando puntos georreferenciados con la ayuda del GPS Garmin Montana y cita.</p>	<p>Descripción: Abscisado de la vía Ambato – Quisapincha tramo km 6+400 al 9+600.</p>
Imagen 3	Imagen 4
	
<p>Descripción: Levantamiento topográfico mediante dron DJI Mavic 2 de todo el tramo de vía.</p>	<p>Descripción: Conteo vehicular manual realizado en la abscisa 7+600 desde las 7:00 a 19:00.</p>



Imagen 5



Descripción: Excavación de calicatas, para extracción de muestras de suelos para los ensayos de laboratorio.

Imagen 6



Descripción: Secado al aire libre de las muestras extraídas, para la elaboración de ensayos de suelos.

Imagen 7



Descripción: Toma de lecturas de las deformaciones causadas por la volqueta mediante los diales.

Imagen 8



Descripción: Toma de temperatura del pavimento para corrección de los datos obtenidos por el dial.



Imagen 9



Descripción: Medición de longitudes que presentan las fallas por el método del PCI

Imagen 10



Descripción: Determinación del contenido de humedad de las muestras de suelo en el laboratorio.

Imagen 11



Descripción: Tamizado las muestras de suelo secas para ensayo de granulometría.

Imagen 12



Descripción: Ensayo de límite líquido mediante la Copa de Casagrande



Imagen 13



Descripción: Compactación de las 4 muestras de suelo obtenidas mediante las calicatas.

Imagen 14



Descripción: Elaboración del ensayo de CBR, una vez sacadas las muestras del agua y pesadas.

Imagen 15



Descripción: Pesando la muestra de suelo de todos los ensayos para obtención de contenido de humedad.

Imagen 16

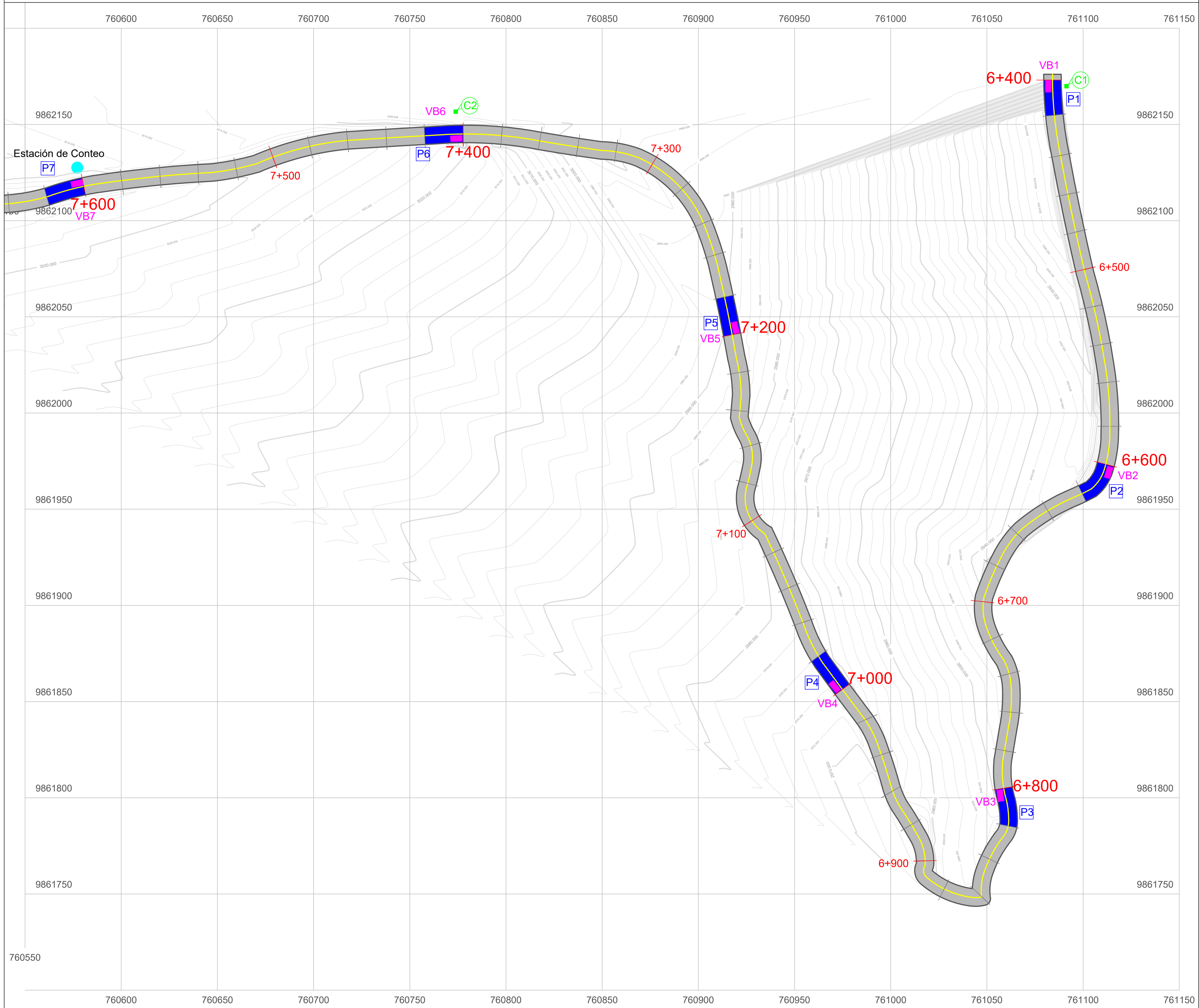


Descripción: Desarrollo del ensayo Proctor Modificado para obtención de W% óptima

ANEXO F

PLANOS

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO GEOREFERENCIADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS



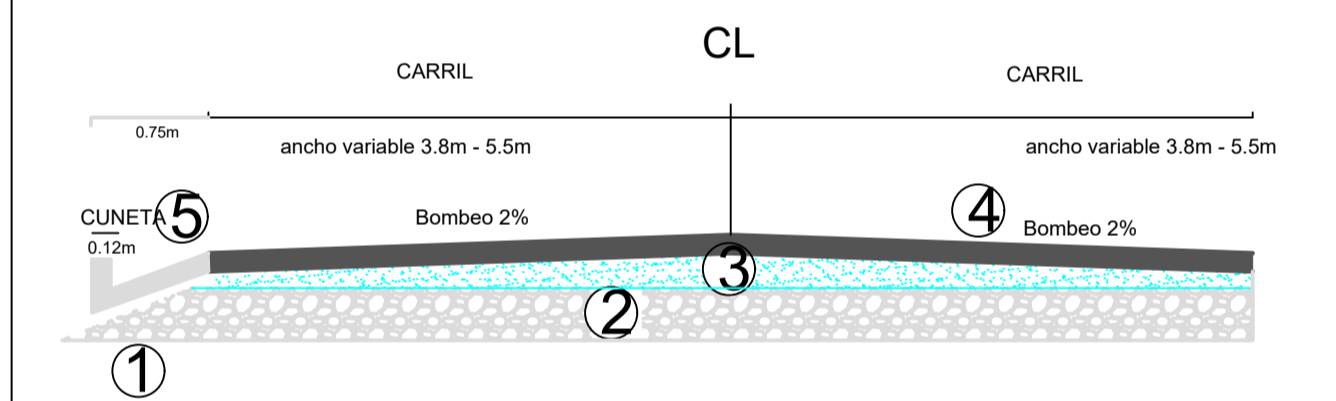
TEMA:

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO - QUISAPINCHA EN EL TRAMO KM 6+400 AL KM 9+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

UBICACIÓN DEL PREDIO:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA



- ① Subrazante a nivel de diseño
- ② Sub Base
- ③ Base
- ④ Rasante Carpeta Asfáltica
- ⑤ Cuneta revestida de hormigón

CONTIENE:

- LEVANTAMIENTO VÍA AMBATO QUISAPINCHA TRAMO KM 6+400 AL KM 9+600.
- LOCALIZACIÓN DE POZOS A CIELO ABIERTO (PCA).
- UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO (PCI).
- UBICACIÓN DE ENSAYO CON LA VIGA BENKELMAN.

SIMBOLOGÍA:

- VB# Ensayo Viga Benkelman
- P# Ensayo PCI
- C# Calicatas
- Estación de conteo Vehicular

FECHA:

marzo, 2022.

TRAMO:

III km 6+400 - km 9+600

ESCALA:

1 : 1000

N LÁMINA:

A1 1 de 3

ELABORADO:

PAÚL CÁRDENAS

REVISADO:

ING. DIEGO CHERREZ

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO GEOREFERENCIADO

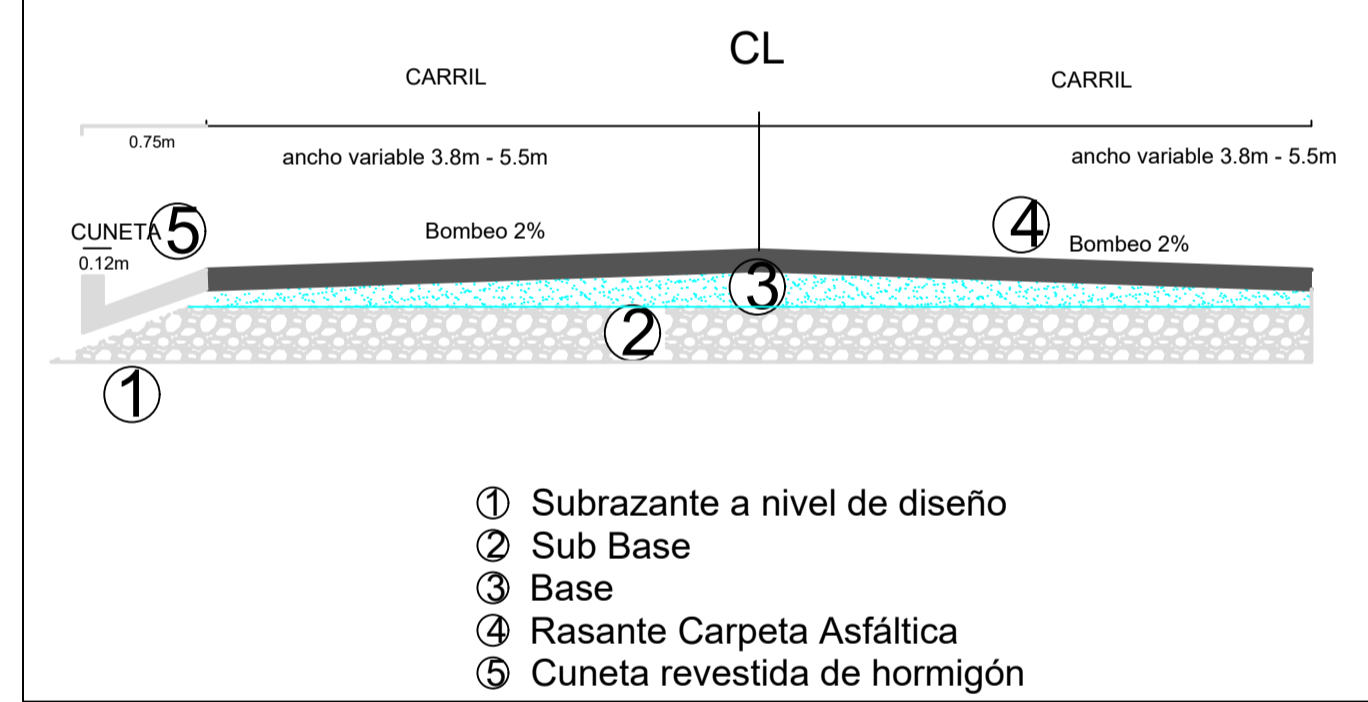
TEMA:

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO - QUISAPINCHA EN EL TRAMO KM 6+400 AL KM 9+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

UBICACIÓN DEL PREDIO:



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA



CONTIENE:

- LEVANTAMIENTO VÍA AMBATO QUISAPINCHA TRAMO KM 6+400 AL KM 9+600.
- LOCALIZACIÓN DE POZOS A CIELO ABIERTO (PCA).
- UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO (PCI).
- UBICACIÓN DE ENSAYO CON LA VIGA BENKELMAN.

SIMBOLOGÍA:

- VB# Ensayo Viga Benkelman P# Ensayo PCI
 C# Calicatas ● Estación de conteo Vehicular

FECHA:

marzo, 2022.

TRAMO:

III km 6+400 - km 9+600

ESCALA:

1 : 1000

N LÁMINA:

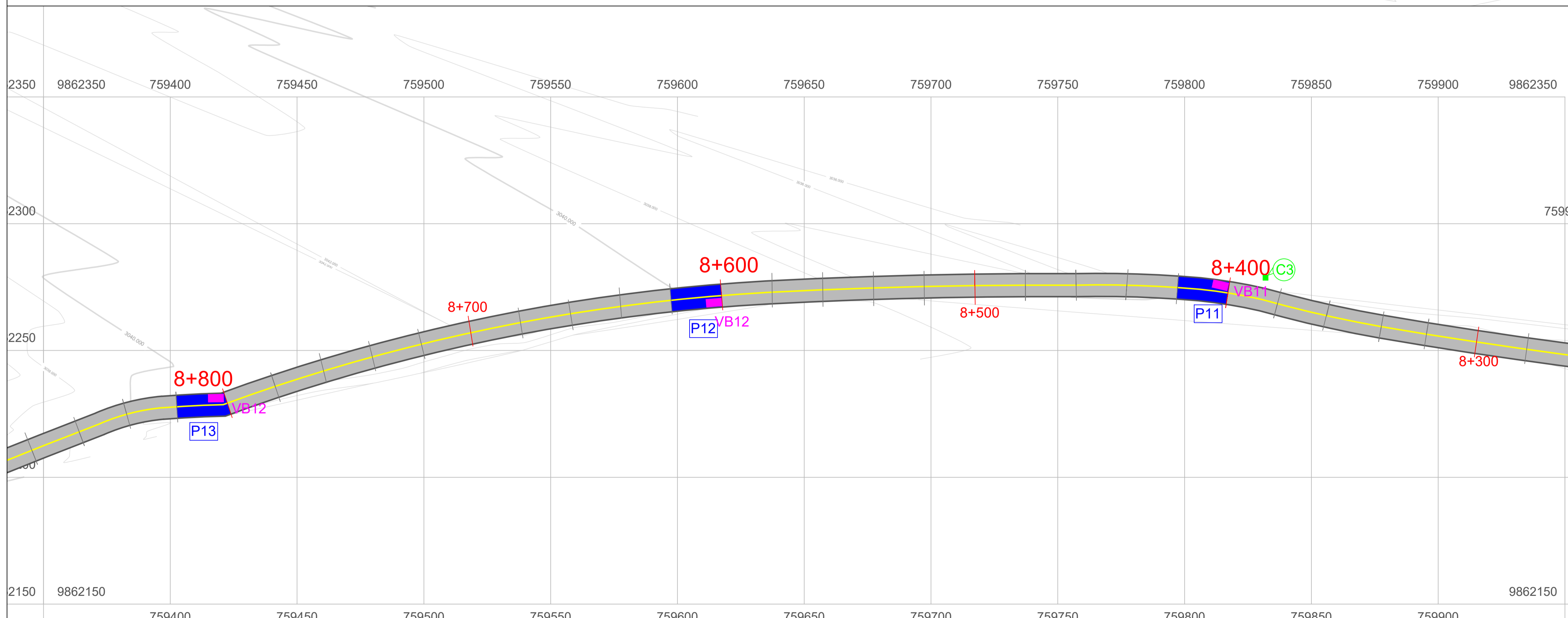
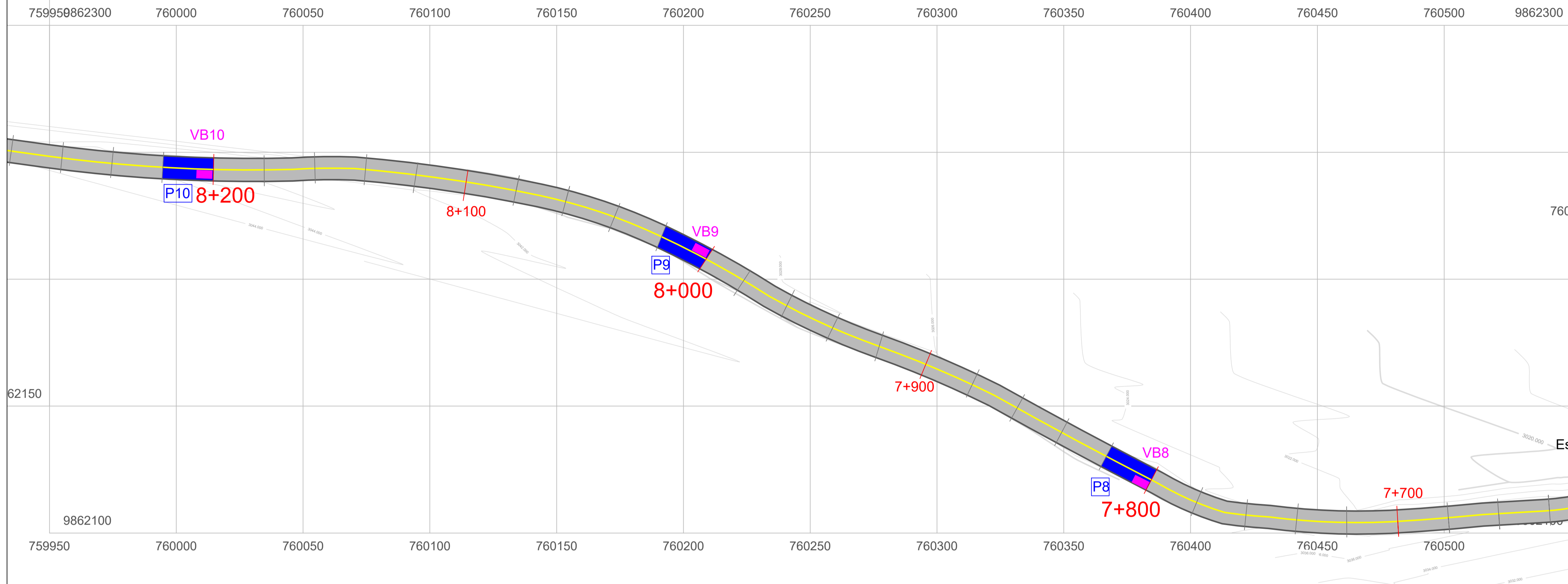
A1 2 de 3

ELABORADO:

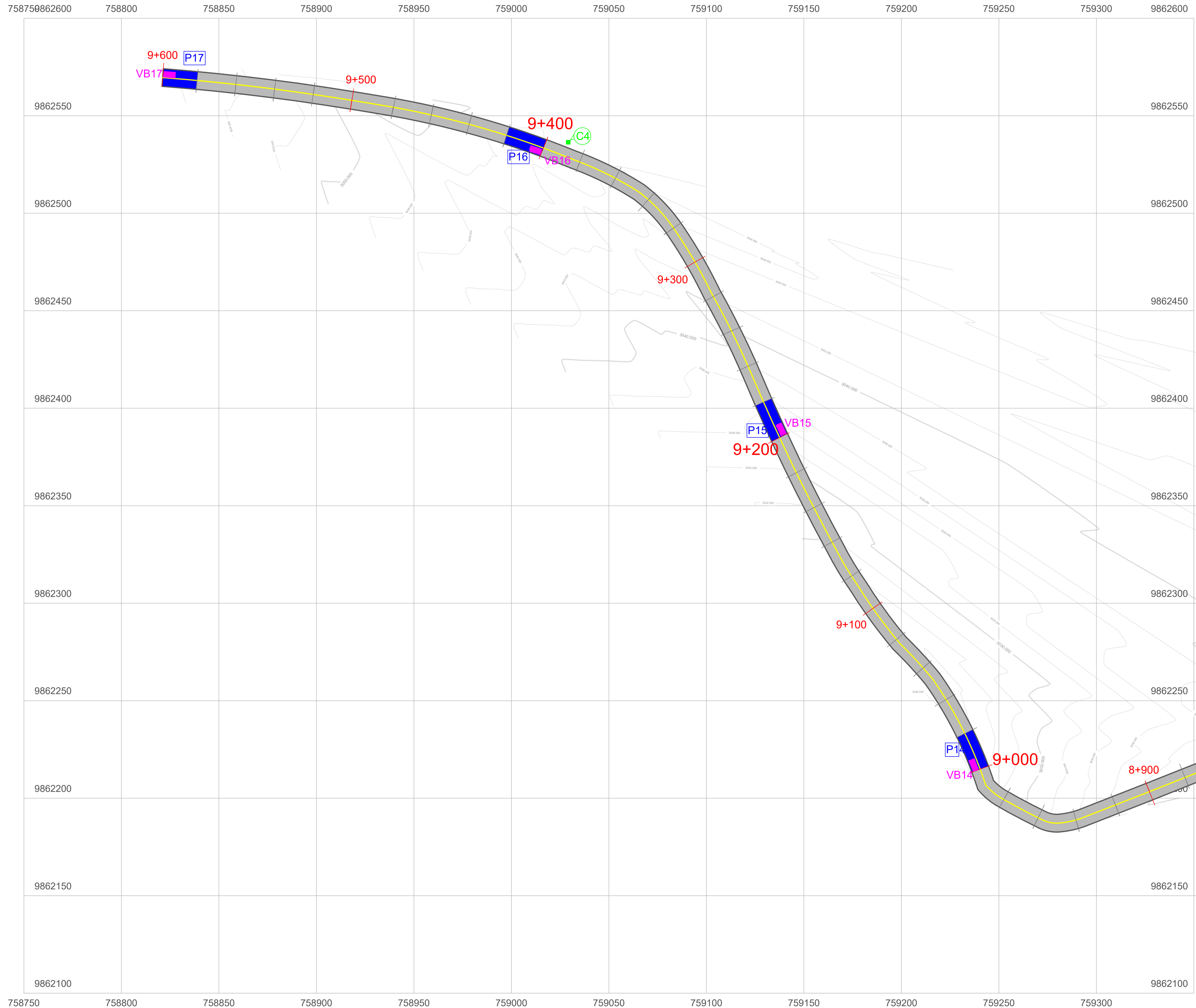
PAÚL CÁRDENAS

REVISADO:

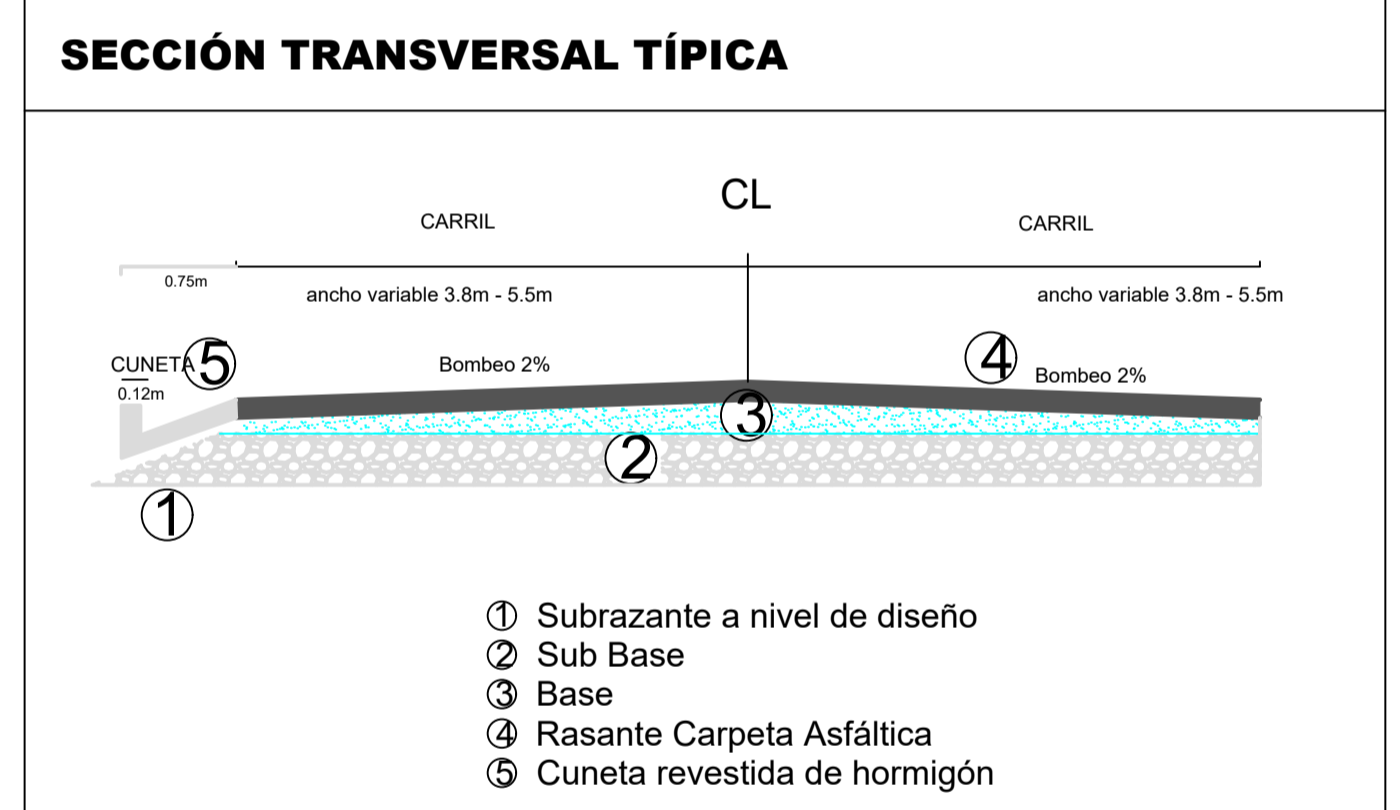
ING. DIEGO CHERREZ



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO GEOREFERENCIADO



TEMA:
 IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO - QUISAPINCHA EN EL TRAMO KM 6+400 AL KM 9+600 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"



- CONTIENE:**
- LEVANTAMIENTO VÍA AMBATO QUISAPINCHA TRAMO KM 6+400 AL KM 9+600.
 - LOCALIZACIÓN DE POZOS A CIELO ABIERTO (PCA).
 - UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO (PCI).
 - UBICACIÓN DE ENSAYO CON LA VIGA BENKELMAN.

SIMBOLOGÍA:

VB#	Ensayo Viga Benkelman	P#	Ensayo PCI
■C#	Calicatas	●	Estación de conteo Vehicular

FECHA: marzo, 2022.	TRAMO: III km 6+400 - km 9+600
ESCALA: 1 : 1000	N LÁMINA: A1 3 de 3
ELABORADO: <hr style="width: 100%;"/> PAÚL CÁRDENAS	REVISADO: <hr style="width: 100%;"/> ING. DIEGO CHEREZ