



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

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO –
QUISAPINCHA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA KM 3+200 HASTA LA
ABSCISA KM 6+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

AUTORA: Cinthia Karina Veloz Ramirez

TUTOR: Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldas

AMBATO – ECUADOR

Marzo – 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniera 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 DE LA ABSCISA KM 3+200 HASTA LA ABSCISA KM 6+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por la Srta. **Cinthia Karina Veloz Ramirez** portadora de la cédula de ciudadanía: C.I 0201799111, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, Marzo 2022

Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldas

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Cinthia Karina Veloz Ramirez** con C.I: 0201799111, declaro que todas las actividades y contenido expuesto 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 DE LA ABSCISA KM 3+200 HASTA LA ABSCISA KM 6+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Marzo 2022



Cinthia Karina Veloz Ramirez

C.I: 0201799111

AUTORA

DERECHOS DEL AUTOR

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

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

Ambato, Marzo 2022



Cinthia Karina Veloz Ramirez

C.I: 0201799111

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros de Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por la estudiante Cinthia Karina Veloz Ramirez 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 DE LA ABSCISA KM 3+200 HASTA LA ABSCISA KM 6+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, Marzo 2022

Para constancia firman:

Ing. Mg. Alex Gustavo López Arboleda

Miembro Calificador

Ing. Mg. Byron Genaro Cañizares Proaño

Miembro Calificador

DEDICATORIA

El presente proyecto dedico con todo mi amor y cariño a lo mejor que Dios me pudo dar como son mis padres Janeth y German (+) quienes han sabido forjarme con buenos sentimientos, valores y principios. Janeth mi eterna compañera en este viaje por la vida como no dedicarle mis logros si a usted le debo lo que soy, si ha sido quien siempre me apoyado incondicionalmente en cada meta y en cada sueño que me he planteado, es usted mi motivo y razón para no desmayar y seguir adelante incluso en los momentos difíciles. Me faltaría vida para agradecerle todo su sacrificio, esfuerzo, dedicación y por estar siempre a mi lado brindándome su mano amiga, dándome a cada instante una palabra de aliento para finalmente llegar a culminar mi carrera, por estas y muchas más razones le dedico mi trabajo en ofrenda a su amor y paciencia, su bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien, le amo juntas hasta el final.

De igual manera, dedico este proyecto a mi abuelita, Luz Ramirez, quien hoy no está a mi lado porque acudió al llamado de Dios, pero fue quien me enseñó a ser fuerte a pesar de las adversidades de la vida y a esforzarme para alcanzar todo aquello que me proponga, Mami Lucita Dios no me dio tiempo para poder entregarle mi título por el cual todos los días me apoyaba y me alentaba a seguir, me falta usted y mi padre para que mi felicidad hoy sea completa, mi angelita en el cielo “ lo logre” y mucho es gracias a usted quien confió en mí y nunca dudo de mis capacidades, le pido que siga derramando sobre mí su bendición, fue y siempre será lo más bonito que Dios le dio a mi vida.

KARJNA VELOZ

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios y a la Virgen por haberme dado la capacidad, fortaleza y fuerza para culminar este proyecto, ya que sin ellos nada es posible.

A mi padre German Veloz (+) quien fue mi primer amor, mi refugio, mi protector y hoy mi ángel de la guarda, gracias por haber inculcado en mi valores y principios los cuales pondré en práctica por el resto de mi vida.

A mi madre Janeth Ramirez a quien adoro desde lo más profundo de mi corazón, muchas gracias mami por su esfuerzo al sacarme adelante, por sus consejos, sus palabras de aliento, sus desvelos, su paciencia, su apoyo, su amor y por nunca haberme dejado sola, por demostrarme que a pesar de las adversidades de la vida se puede salir adelante, es mi mayor bendición y mi ejemplo por seguir.

A mis abuelitos Luz Ramirez (+) y Juan Ramirez por haberme brindado su amor y por haber sido parte de mi formación desde que nací, gracias por su apoyo incondicional.

A mi familia quienes han sido mi pilar fundamental para seguir adelante y cumplir todas mis metas, especialmente a Susy, Yari, Mago, Anahí, Cris, Ricky quienes siempre confiaron en mí y jamás me dejaron sola.

A mis amig@s quienes me han demostrado que la amistad no solo es estar en los buenos momentos sino también en los malos, muchas gracias por todo lo compartido, por su ayuda y apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica donde adquirí valiosos conocimientos que me ayudaron a realizar este proyecto.

A mi tutor Ing. Mg Galo Núñez quien ante cualquier duda estuvo dispuesto a impartir su conocimiento para poder realizar el presente proyecto.

KARJNA VELOZ

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DEL AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
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.....	3
1.1.3. Fundamentación Teórica.....	4
1.1.3.1. Levantamiento georreferenciado	4
1.1.3.2. Vías.....	5
1.1.3.2.1. Clasificación de las vías	5
1.1.3.3. Pavimento.....	7
1.1.3.3.1. Tipos de pavimentos.....	7
1.1.3.3.2. Estructura del pavimento asfáltico	8
1.1.3.3.3. Factores que afectan el comportamiento del pavimento	9
1.1.3.3.4. Ciclo de vida de los pavimentos.....	10
1.1.3.4. Movilidad Vehicular.....	11
1.1.3.4.1. Tránsito.....	11
1.1.3.4.2. Volumen de tránsito	11
1.1.3.4.3. Aforos de volumen vehicular	13
1.1.3.5. Estudios de suelos.....	14
1.1.3.5.1. Granulometría.....	14
1.1.3.5.2. Límites de Atterberg.....	16

1.1.3.5.3.	Clasificación del suelo.....	18
1.1.3.5.4.	Compactación de suelos por el método Proctor Modificado.....	21
1.1.3.5.5.	Relación de Soporte California (Ensayo CBR)	22
1.1.3.6.	Índice de Condición del Pavimento (PCI - Pavement Condition Index)	23
1.1.3.6.1.	Procedimiento para la evaluación de la condición del pavimento ...	24
1.1.3.6.2.	Manual de daños.....	31
1.1.3.7.	Evaluación del pavimento a través de la Viga Benkelman	45
1.1.3.7.1.	Procedimiento.....	46
1.1.3.8.	Mantenimiento Vial.....	47
1.1.4.	Hipótesis.....	49
1.2.	Objetivos.....	49
1.2.1.	Objetivo General.....	49
1.2.2.	Objetivos Específicos	49
CAPÍTULO II.....		50
METODOLOGÍA		50
2.1.	Tipos de investigación.....	50
2.2.	Población y Muestra.....	51
2.2.1.	Población.....	51
2.2.2.	Muestra.....	52
2.3.	Material y Equipos	52
2.4.	Métodos	53
2.4.1.	Plan de Recolección de Datos	53
2.4.2.	Plan de Procesamiento y Análisis de Información.....	54
CAPÍTULO III.....		56
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		56
3.1.	Análisis y Discusión de Resultados.....	56
3.1.1.	Ubicación del Proyecto	56
3.1.2.	Análisis Georreferenciado de la Vía	57
3.1.3.	Análisis de Tráfico	58
3.1.3.1.	Conteo Vehicular.....	58
3.1.3.2.	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) por el método de 30va hora	60
3.1.3.3.	Cálculo de Ejes Equivalentes	69

3.1.4. Evaluación de la condición Superficial del Pavimento Asfaltico usando el método del PCI (Índice de Condición de Pavimentos).....	71
3.1.5. Evaluación del pavimento mediante el uso de la “Viga Benkelman”	77
3.1.6. Análisis del Estudio de Suelos	89
3.1.6.1. Análisis Granulométrico.....	90
3.1.6.2. Límites de Atterberg.....	91
3.1.6.3. Proctor Modificado Tipo B	92
3.1.6.4. Ensayo de Relación de Soporte California CBR.....	92
3.1.7. Conservación Vial.....	93
3.2. Verificación de hipótesis.....	97
CAPÍTULO IV	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
4.1. Conclusiones.....	98
4.2. Recomendaciones	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores estimados para la constante "k"	12
Tabla 2: Serie de tamices para análisis granulométricos	15
Tabla 3: Sistema Unificado de la Clasificación de Suelos.....	20
Tabla 4: Clasificación de los suelos mediante el CBR	23
Tabla 5: Rangos de calificación del PCI.....	24
Tabla 6: Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica	25
Tabla 7: Longitudes de las unidades de muestreo asfálticas.....	26
Tabla 8: Grado de severidad de la calidad de tránsito	31
Tabla 9: Clasificación de las Fallas de acuerdo con el PCI	32
Tabla 10: Severidad y Reparación - Agrietamiento en Bloque	33
Tabla 11: Severidad y Reparación - Cruce de Vía Férrea.....	33
Tabla 12: Severidad y Reparación - Grieta de Borde	34
Tabla 13: Severidad y Reparación - Grieta de reflexión de juntas	35
Tabla 14: Severidad y Reparación - Grietas Longitudinales y Transversales	36
Tabla 15: Severidad y Reparación - Grietas Parabólicas.....	37
Tabla 16: Severidad y Reparación – Grietas de Fatiga o Piel de Cocodrilo.....	38
Tabla 17: Severidad y Reparación - Abultamientos y Hundimientos.....	39
Tabla 18: Severidad y Reparación - Ahuellamiento	39
Tabla 19: Severidad y Reparación - Corrugación.....	40
Tabla 20: Severidad y Reparación - Depresión	40
Tabla 21: Severidad y Reparación - Desplazamiento	41
Tabla 22: Severidad y Reparación - Hinchamiento	41
Tabla 23: Severidad y Reparación - Desprendimiento de Agregados	42
Tabla 24: Niveles de Severidad - Huecos	42
Tabla 25: Reparación - Huecos.....	43
Tabla 26: Severidad y Reparación - Desnivel Carril / Berma.....	43
Tabla 27: Severidad y Reparación - Exudación.....	44
Tabla 28: Severidad y Reparación - Parcheo y Acometidas.....	44
Tabla 29: Severidad y Reparación - Pulimento de Agregados	45
Tabla 30: Distancias recomendadas para el ensayo	46
Tabla 31: Ensayos de Laboratorio	51

Tabla 32: Materiales y Equipos utilizados para realizar los ensayos.....	52
Tabla 33: Plan de Recolección de Datos.....	54
Tabla 34: Coordenadas de la Ubicación del Proyecto	56
Tabla 35: Datos del Levantamiento Georreferenciado	57
Tabla 36: Coordenadas de la Estación de Conteo.....	59
Tabla 37: Resumen Semanal del Conteo Vehicular	61
Tabla 38: Hora de Mayor Aforo Vehicular.....	62
Tabla 39: Valores de la constante “K”	63
Tabla 40: TPDA Actual de la Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2.....	64
Tabla 41: Tráfico Atraído de la Vía Ambato – Quisapincha / Tramo 2	65
Tabla 42: TPDA Total de la Vía Ambato - Quisapincha / Tramo 2	66
Tabla 43: Índice de Incremento o Crecimiento del Tránsito	67
Tabla 44: Tráfico Futuro de la Vía Ambato - Quisapincha	68
Tabla 45: Clasificación Funcional de las Vías en base al Tráfico Futuro.....	68
Tabla 46: Factores de daño de acuerdo con el tipo de vehículo	69
Tabla 47: Factores de Distribución Direccional	70
Tabla 48: Porcentajes de W18 en Carril D1	70
Tabla 49: Ejes Equivalentes de la Vía Ambato - Quisapincha / Tramo 2	71
Tabla 50: Datos para el Cálculo de Unidades de Muestreo	72
Tabla 51: Lectura de las Deflexiones obtenidas con la Viga Benkelman.....	78
Tabla 52: Deflexiones Corregidas por Relación de Brazos de la Viga Benkelman .	79
Tabla 53: Deflexiones Corregidas por Temperatura.....	81
Tabla 54: Factores de Corrección por Efectos de Estacionalidad.....	81
Tabla 55: Deflexiones Corregidas por Efectos de Estacionalidad.....	82
Tabla 56: Radios de Curvatura de la Vía Ambato - Quisapincha / Tramo 2.....	83
Tabla 57: Probabilidad del Área de Estudio ($D > D_c$ %)	84
Tabla 58: Desviación Estándar de las Máximas Deflexiones Recuperables	84
Tabla 59: Tipos de Deflexiones	87
Tabla 60: Deflexiones de La Vía Ambato - Quisapincha Tramo/2	88
Tabla 61: Ubicación de los Pozos a Cielo Abierto de la Vía Ambato – Quisapincha	90
Tabla 62: Resultados del Análisis Granulométrico.....	90
Tabla 63: Resultados de los Limites de Atterberg	91

Tabla 64: Resultados del Ensayo Proctor Modificado.....	92
Tabla 65: Clasificación de suelos en Base al CBR	93
Tabla 66: Resultados del Ensayo de CBR	93
Tabla 67: Resumen del Tipo de Fallas identificadas en la Vía Ambato - Quisapincha/Tramo 2 con su respectiva intervención	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema del sistema estructural de un pavimento flexible.....	8
Figura 2: Curva Granulométrica	16
Figura 3: Curva de Escurrimiento - Límite Líquido	17
Figura 4: Ensayo del Límite Plástico.....	17
Figura 5: Clasificación de materiales de carreteras subrasantes.....	19
Figura 6: Curva de Compactación	22
Figura 7: Viga Benkelman.....	46
Figura 8: Ubicación del Tramo de Vía en Estudio	56
Figura 9: Modelo Digital Civil 3D del Tramo de Vía en Estudio	58
Figura 10: Ubicación en Civil 3D de la Estación de Conteo Vehicular	59
Figura 11: Formato de Conteo Vehicular Manual	60
Figura 12: Histograma del Conteo Vehicular Semanal	61
Figura 13: TPDA Total por Tipo de Vehículos	66
Figura 14: Porcentaje de Participación de los Tipos de Vehículos en el TPDA Total	67
Figura 15: Abscisas y áreas para cada unidad de muestreo del PCI.....	75
Figura 16: Formato empleado para el Levantamiento de Datos de la Evaluación del Índice de la Condición del Pavimento	76
Figura 17: Resultados del ensayo PCI de la Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2..	77
Figura 18: Análisis Deflectométrico de la Vía Ambato - Quisapincha / Tramo 2 ...	89

RESUMEN

En el presente proyecto técnico se propone implementar un proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura, este servirá para ampliar su vida útil y como base para futuros estudios sobre el mantenimiento y evaluación vial.

Se realizó el levantamiento georreferenciado usando GPS y cinta métrica, obteniendo un total de 334 puntos y una longitud total de 3,2 kilómetros, posteriormente se representó la vía mediante un modelo digital.

Se determinó el TPDA mediante un conteo vehicular manual durante una semana, doce horas consecutivas diarias, clasificándole como una vía Colectora Clase I.

Se realizó el estudio visual empleando el método PCI evaluando 16 unidades de muestreo dando un valor de 45.69 clasificando como un pavimento Regular con una intervención de mantenimiento y rehabilitación a lo largo de la vía.

Se realizó el ensayo no destructivo viga Benkelman evaluando 17 estaciones cada 200 metros a lo largo del tramo dando una deflexión Tipo I con un comportamiento “Bueno” en la estructura de la subrasante y del pavimento.

Se extrajo muestras de suelo en las que se realizó el análisis granulométrico, límites de Atterberg, ensayo de compactación y CBR, resultando un suelo arena limoso (SM) con uso de Subrasante, en función al CBR se clasificó como un suelo Regular - Bueno.

De acuerdo con los datos obtenidos se planteó realizar un mantenimiento rutinario para que la vía se encuentre en un estado óptimo y pueda brindar serviciabilidad y seguridad a los usuarios.

Palabras Clave: Pavimento flexible, Capa de rodadura, Conteo vehicular, Viga Benkelman, PCI, Mantenimiento vial.

ABSTRACT

This technical project proposes to implement a conservation process for the structure of the wearing course, which will serve to extend its useful life and serve as a basis for future studies on road maintenance and evaluation.

A georeferenced was carried out using GPS and a tape measure, obtaining a total of 334 points and a total length of 3.2 kilometers after which the road was represented using a digital model.

The TPDA was determined by a manual vehicle count during one week, twelve consecutive hours, classifying it as a Class I collector road.

The visual study was carried out using the PCI method, evaluating 16 sampling units giving a value of 45,69, classifying it as a Regular pavement with a maintenance and rehabilitation intervention along the road.

The non-destructive Benkelman Beam test was performed, evaluating 17 stations every 200 meters along the section, giving a Type I deflection with a “Good” behavior in the subgrade and pavement structure.

Soil samples were extracted granulometric analysis, Atterberg limits, compaction test and CBR, resulting in a silty sandy soil (SM) with use of subgrade, according to the CBR it was classified as a Regular – Good soil.

Based on the data obtained, routine maintenance was proposed to ensure that the road is in optimum condition and can provide serviceability and safety to users.

Key words: Flexible pavement, Wearing course, Vehicle count, Benkelman beam, PCI, Road maintenance.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

1.1.1. Antecedentes

Actualmente en el Ecuador la infraestructura vial es el resultado de un mejoramiento lento de las antiguas rutas incásicas y coloniales, las cuales tenían un relieve complicado en la sierra y superficies pantanosas con suelos blandos en la costa y en el oriente, mismas que al inicio fueron construidas de manera manual con normas de diseño y trazado acordes a la época y posteriormente se utiliza sistemas con tecnología moderna lo que requiere de uso de equipos y materiales adecuados.[1]

En los últimos 20 años ha tenido una gran importancia el mantenimiento de la infraestructura de transporte, principalmente el de las carreteras, debido a que se debe contar con una buena disponibilidad de las vías para el transporte de personas y bienes materiales, promoviendo al desarrollo local y mejorando la calidad de vida de los habitantes. Las redes viales presentan deterioros debido al transporte constante de cargas y al no contar con un mantenimiento oportuno y adecuado, este puede alcanzar niveles de daño que requieran de una reconstrucción no planificada con relación a su vida útil, generando un costo mayor para el estado con relación a su inversión original.[2]

Con el mismo enfoque de investigación se presentan varios proyectos y estudios como es el caso de Tacza. E & Rodriguez. B (2018) en su estudio realizado en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, con el tema “Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado”, tiene como objetivo proponer alternativas de intervención que permitan mejorar la condición operacional del pavimento flexible existente en el carril en estudio, donde determinaron que en la vía no se han realizado trabajos de mantenimiento hasta la fecha en que se realizó el estudio, ocasionando un aumento en la severidad de las fallas, evidenciándose mediante el método PCI 8 fallas con gran

incidencia como son las grietas piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales, ahuellamiento, desprendimiento de agregados, huecos, desplazamiento, agrietamiento en bloque y depresión, por la cual plantearon una intervención de mantenimiento de tipo menor que deben ser complementadas con trabajos de sellado de grietas, sellado superficial, bacheo profundo y bacheo superficial, evitando de tal manera la filtración de agua en las capas inferiores de la carpeta asfáltica. [3]

Se menciona otro estudio realizado por Ramos. C & Ramos. R (2018) en la Universidad Nacional de Huancavelica, con el tema “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en la vía: Palca Laimina Huancavelica” con el objetivo de determinar la evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el método (PCI) para saber el estado de conservación de la vía en estudio, donde mediante la implementación del PCI determinaron que la vía presenta un pavimento pobre, identificaron las siguientes fallas en la carpeta asfáltica como son la piel de cocodrilo, grietas de borde, grietas longitudinales y transversales, agrietamiento en bloque, huecos, parcheo, exudación, desprendimiento de agregados y ahuellamiento, por lo que recomiendan hacer trabajos de mantenimiento y rehabilitación de manera inmediata en las zonas que están en mal estado y que requieran de una intervención inmediata, en función del tipo de falla y su severidad.[4]

En el estudio realizado por Baque. B con el tema “Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta, Provincia de Manabí, cuyo objetivo planteado fue diagnosticar el estado del pavimento flexible de la carretera en análisis, implementó el método del PCI, mismo que le permitió determinar que el pavimento es de clasificación Regular y evidenciando 12 tipos de fallas como son, agregados pulidos, desprendimiento de agregados, piel de cocodrilo, grietas en bloque, baches, hundimientos, grietas longitudinales y transversales, hinchamiento, depresión y corrugación. por lo que la carretera requiere de un mantenimiento de tipo mayor y menor. [5]

El presente proyecto de investigación es la continuidad del estudio realizado por Cervantes. R de la Universidad Técnica de Ambato, quien analizó el primer tramo que desde la abscisa Km 0+000 hasta la abscisa Km 3+200, con el objetivo de proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo mencionado, donde implemento el método del

PCI con el que pudo determinar que el tramo de vía en estudio está en un rango Bueno lo que indica que necesita un mantenimiento rutinario con el fin de mantener los niveles de serviciabilidad de una vía. [6]

1.1.2. Justificación

Una vía es una infraestructura de transporte que se acondiciona a toda la faja de terreno conocida como derecho de vía con la finalidad de que los vehículos puedan circular de manera continua en espacio y tiempo, proporcionando comodidad y seguridad; en función de sus tipos, características geométricas y del volumen de tránsito ofrece una óptima movilidad considerando una velocidad de operación suficiente. [7]

La infraestructura vial es el medio que permite al país la conectividad terrestre, tanto para el transporte de personas como de carga, facilitando la ejecución de actividades de servicios comerciales, turísticas y de distracción, por lo que se considera como una pieza importante para el desarrollo económico y productivo del país. [8]

El mantenimiento de la infraestructura de transporte, principalmente de las carreteras es un aspecto importante en los últimos tiempos, con el fin de garantizar la seguridad y el confort de la red vial por parte de los usuarios y además para proteger el patrimonio vial existente, por lo que es necesario la planificación e implementación de los planes de mantenimiento vial siendo un aporte significativo desde el punto de vista técnico y económico, de tal forma que se disminuya los costos globales de mantenimiento y operación.[2]

En el Ecuador la infraestructura vial ha tenido problemas constantes como son las paralizaciones y colapsos de caminos y puentes, producidos por factores climáticos o riesgo sísmico que han sido solucionadas de manera inmediata, generando elevados costos, siendo un aporte negativo para el desarrollo económico y productivo del país, por lo que en estudios realizados consideran importante dar prioridad a los sistemas de gestión de mantenimiento vial a corto y largo plazo con el fin de garantizar la conservación de la capa de rodadura de vías asfaltadas. [9]

La provincia de Tungurahua está situada en el centro del país, equidistante a las principales ciudades de desarrollo como es Quito y Guayaquil, se conecta a través del eje vertical de la vía panamericana entre la sierra norte con la sierra sur, y además

tienen acceso con la región Amazónica mediante la vía Ambato-Baños y con la región Costa a través de la vía Ambato-Guaranda; a nivel interno dispone de una red de conectividad que comprende la unión entre los cantones y parroquias, lo mencionado son nexos de comunicación por lo que es importante contar con vías en buenas condiciones con la finalidad de que los usuarios y vehículos puedan transitar de manera óptima y sin contratiempos.[10]

La parroquia Quisapincha tiene como principales actividades económicas la agricultura y la ganadería, siendo sus productos comercializados en los centros de mercadeo de la ciudad de Ambato y diferentes ciudades del país; otro de los ingresos económicos importantes es la producción artesanal de los artículos de cuero siendo un referente del comercio local, nacional e internacional.[11] Considerando dichas actividades que se desarrollan en la parroquia y con la finalidad de proporcionar un buen nivel de serviciabilidad de la red vial de la provincia de Tungurahua, es necesario implementar un plan de gestión que permita la conservación óptima de la vía, por lo que en el presente proyecto técnico se propone realizar un estudio que nos permita conseguir datos del estado actual de la capa de rodadura de la vía Ambato-Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua y mediante el análisis de los datos y resultados obtenidos se pueda considerar una intervención en la vía en estudio.

1.1.3. Fundamentación Teórica

En el presente proyecto se realizará varios ensayos y estudios para poder recolectar datos e información adecuada que sirvan de aporte para el desarrollo de este, para lo cual en esta sección se detallará algunos conceptos y procedimientos.

1.1.3.1. Levantamiento georreferenciado

Para realizar un levantamiento con más precisión se debe seleccionar el método en función del requerimiento del proyecto, elegir el equipo a utilizar, identificar y ubicar los posibles vértices de apoyo, realizar las mediciones del terreno, calcular y procesar datos y finalmente la elaboración de los planos.

Un levantamiento georreferenciado comprende al conjunto de actividades y procedimientos que se realizan en campo y sirven para determinar la posición de los puntos sobre la superficie en función de las elevaciones propias del terreno,

considerando un plano de referencia, a partir de los datos obtenidos se podrá trazar mapas o planos donde se incluirán características propias del terreno y las diferencias de altura de los relieves. Para la obtención de datos georreferenciados se emplea métodos directos como es la utilización del GPS, estaciones topográficas y altímetros, debido a que son equipos de alta precisión ya que cuentan con satélites que están conectados alrededor del mundo.[12]

1.1.3.2.Vías

Una vía es una infraestructura de transporte que se encuentra acondicionada dentro de toda una faja de terreno que se conoce como derecho de vía, se diseña con la finalidad de permitir de manera continua en espacio y tiempo la circulación de vehículos, considerando los niveles de seguridad y comodidad. El propósito que tienen las vías es que las mismas sean funcionales, cómodas, seguras, cumplan con una buena estética, no demanden un presupuesto elevado y sean amigables con el medio ambiente. [7]

1.1.3.2.1. Clasificación de las vías

- **Según su función:** se determina considerando la necesidad operacional de la vía o los intereses que presente la zona. [7]
 - **Carreteras primarias o de primer orden:** estas vías permiten la conexión de los principales lugares de consumo y producción del país y su interconexión con los otros países. Generalmente estas deben ser pavimentadas ya que conforman las vías transversales, troncales y aquellas que permiten el acceso a las capitales de las provincias.
 - **Carreteras secundarias o de segundo orden:** estas vías se originan de cabeceras municipales y se conectan con una carretera Primaria, pueden ser pavimentadas o en afirmado.
 - **Carreteras terciarias o de tercer orden:** son vías que unen cabeceras municipales con sus veredas, deben funcionar en afirmado y si son pavimentadas deben cumplir con las condiciones geométricas consideradas para las carreteras de segundo orden.
- **Según el tipo de terreno:** estas vías están en función de la topografía del terreno donde se emplaza la misma, se pueden presentar diferentes tipos de terrenos, se

clasifican considerando las pendientes de sus laderas naturales presentes en el entorno y transversales a la vía. [7]

- **Carreteras en terreno plano:** tienen pendientes longitudinales menores al 3%, resultan de la combinación de alineamientos horizontal y vertical, permitiendo a los vehículos pesados mantener la misma velocidad que los vehículos livianos aproximadamente.
- **Carreteras en terreno ondulado:** tienen pendientes longitudinales entre 3% y 6%, se conforman del alineamiento horizontal y vertical que indican a los vehículos pesados disminuir la velocidad por debajo de lo que comprende los vehículos livianos.
- **Carreteras en terreno montañoso:** tienen pendientes longitudinales entre 6% y 8%, resultan de la combinación del alineamiento horizontal y vertical, requiriendo a los vehículos pesados transitar a velocidades sostenidas en pendiente a lo largo de considerables distancias o en intervalos frecuentes.
- **Carreteras en terreno escarpado:** tienen pendientes longitudinales superiores al 8%, resultan de la combinación del alineamiento horizontal y vertical que solicita a los vehículos pesados circular a velocidades menores sostenidas en pendiente en comparación de los que transitan en un terreno montañoso.
- **Según su competencia:** estas se clasifican de acuerdo con la administración vigente.
 - **Carreteras nacionales:** forman la primera red de carreteras y pueden estar concesionadas por la administración de la Agencia Nacional.[7]
 - **Carreteras departamentales:** forman la segunda red de carreteras y son propiedad de los departamentos.
 - **Carreteras veredales o caminos vecinales:** forman la tercera red de carreteras y generalmente están a cargo de los municipios.
 - **Carreteras distritales y municipales:** son las vías urbanas y rurales a cargo de los municipios.
- **Según sus características:** se clasifican en función de sus carriles y del flujo vehicular. [7]

- **Autopistas:** estas vías tienen calzadas separadas con dos o más carriles cada una y con un control total de accesos, únicamente por medio de los intercambiadores se realiza sus entradas y salidas.
- **Carreteras multicarriles:** estas pueden estar o no divididas, tienen por sentido dos o más carriles con un control parcial en sus accesos, sus entradas y salidas son mediante las intersecciones a nivel y desnivel.
- **Carreteras de dos carriles:** tienen una sola calzada con dos carriles, una en cada sentido, con un ingreso directo desde sus márgenes y con intersecciones a nivel.

1.1.3.3. Pavimento

El pavimento es una estructura conformada por diferentes capas, colocadas horizontalmente y asentadas sobre una fundación adecuada, tiene la finalidad de proveer una superficie de rodamiento, para que exista un tráfico seguro y confortable de vehículos, con velocidades de operación permitidas y bajo diferentes condiciones climáticas. Este elemento estructural se diseña para que pueda soportar las cargas provocadas por el tránsito de vehículos, personas y bienes materiales. [13]

1.1.3.3.1. Tipos de pavimentos

Los tipos de pavimentos están en función del volumen de tráfico y del tipo del vehículo que circula, considerados de la siguiente manera:

Pavimentos flexibles: se ajustan a las deformaciones que presenta el suelo sin que se formen tensiones adicionales, se construyen con materiales granulares y asfálticos, dentro de esta clasificación se encuentran los de profundidad total (full Depth) y los convencionales.

Pavimentos rígidos: su capa de rodadura es de hormigón de cemento portland, lo cual no permite que se ajusten a las deformaciones del suelo ya que tiene poca resistencia a las tensiones por tracción, generalmente se construyen con materiales granulares y hormigón (cemento portland), se consideran a los simples o monolíticos, con refuerzo y preesforzado. [14]

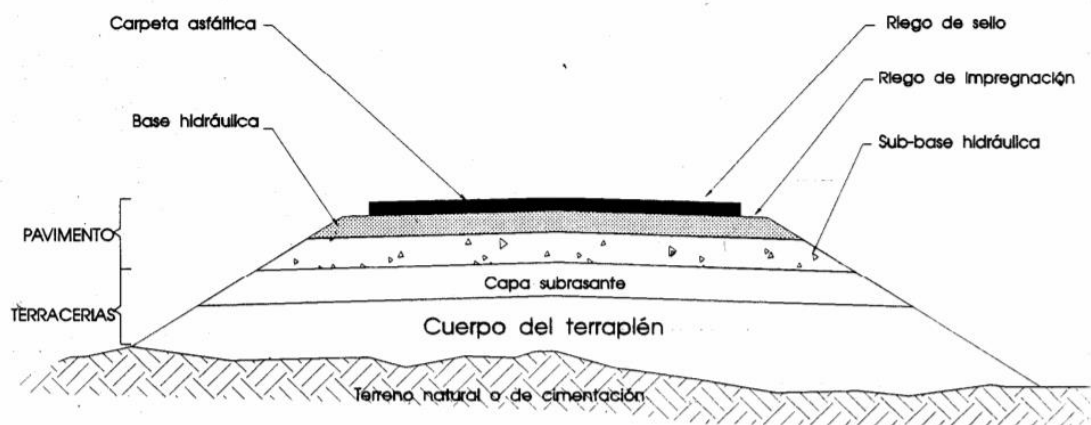
Pavimentos semirígidos: resultan de la combinación de los pavimentos antes mencionados, generalmente la capa flexible está por encima y la capa rígida se encuentra por debajo, este tipo de pavimento se conforma por una capa base de

concreto y una superficie de rodadura de concreto asfáltico, se considera en esta clasificación a los adoquinados y emboquillados. [13]

1.1.3.3.2. Estructura del pavimento asfáltico

La estructura de un pavimento está conformada por una superestructura (formada por la capa de revestimiento y capa base) sobre una fundación (compuesta por la capa de sub-base y suelo compactado), en función de un adecuado estudio geotécnico. Generalmente los componentes de un pavimento son:

Figura 1: Esquema del sistema estructural de un pavimento flexible



Fuente: Murillo, A. (2012), Generalidades sobre vías y pavimentos- Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo.

La composición típica de un pavimento flexible se compone principalmente de las siguientes capas:

Subrasante: tiene como principal función soportar las cargas generadas por el tránsito que son transmitidas al pavimento en un determinado periodo de tiempo sin que sufran deterioros o deformaciones que perjudiquen a su calidad. Se considera a esta capa como la cimentación del pavimento que puede estar conformada por terreno natural siempre y cuando sea de buena calidad o por un material seleccionado para su mejoramiento. De acuerdo con la calidad de esta capa se puede disminuir el espesor del pavimento, generando un ahorro económico sin afectar su rendimiento.[15]

Rasante: esta capa comprende a la superficie de rodadura y señala la línea de gradiente a nivel de la superficie de rodadura de la vía. [16]

Sub-base: esta capa tiene un espesor definido con determinadas especificaciones, va debajo de la base y sobre la capa de la subrasante, suele no ser necesaria cuando la subrasante tiene una buena capacidad de soporte, su principal función es ser un cimientado uniforme para la base y formar una plataforma de trabajo óptimo para su compactación y colocación. Los materiales utilizados generalmente deben ser finos ya que debe servir como capa de drenaje del pavimento. [15]

Base: esta capa tiene un espesor definido y se encuentra ubicada bajo la carpeta asfáltica, su función principal es absorber los esfuerzos que son transmitidos por las cargas de los vehículos, estos son repartidos uniformemente a la capa de sub-base y al terreno de fundación. Se compone por materiales que cumplan determinadas especificaciones que puede ser granular o estar conformada por mezclas estabilizadas con cemento o cualquier otro material ligante y por mezclas bituminosas. [15]

Carpeta asfáltica: esta capa resiste las sollicitaciones del tránsito y mejora las características funcionales, soporta estructuralmente los esfuerzos horizontales y un porcentaje de los verticales, en función del tránsito se determina su espesor, generalmente se construye con concretos asfálticos con la finalidad de proteger la base del pavimento evitando la filtración de agua lluvia. [15].

1.1.3.3.3. Factores que afectan el comportamiento del pavimento

El pavimento al presentar deterioros indica una pérdida en su serviciabilidad, disminuyendo su vida útil por lo que se debe analizar la influencia de los factores que afectan su comportamiento los cuales son:

- **Efectos del medio ambiente:** los efectos a considerar son las temperaturas extremas, humedad y las fuertes precipitaciones pluviales, estos pueden afectar de distintas formas las propiedades del material con el que será diseñado el pavimento.
- **Características y propiedades de los materiales:** se debe considerar la capacidad de soporte y la resistencia a la deformación de los materiales que soportaran las cargas del tránsito, de la misma forma se debe tomar en cuenta la sensibilidad que presenta el suelo ante la humedad.

- **Efectos del tránsito:** es el principal factor que se debe analizar ya que considera la fatiga y la deformación permanente de la estructura del pavimento, provocado por la repetición de cargas.
- **Factor económico:** para la optimización del pavimento es necesario proyectar la conservación y mantenimiento a futuro, evitando de tal forma grandes deterioros que demanden de un costo elevado para su reparación y rehabilitación. [15]

1.1.3.3.4. Ciclo de vida de los pavimentos

Los pavimentos presentan daños constantes por factores climáticos como la lluvia, el tránsito, entre otros, por lo que deben ser proyectados para un determinado número de años con la finalidad de que cumpla su ciclo de vida útil, el cual comprende cuatro fases que son:

Fase 1 – Construcción: en esta fase el pavimento tiene un estado excelente, cumple con los estándares de calidad siendo satisfactorio para los usuarios.

Fase 2 – Deterioro imperceptible: con el transcurso del tiempo el pavimento empieza a generar un desgaste continuo, en esta fase se presentan deterioros que son poco visibles por lo que generalmente no son apreciados por los usuarios. El tránsito y la lluvia pueden generar un gran daño en la superficie de rodadura, para disminuir su deterioro es necesario implementar medidas de mantenimiento y conservación, con la finalidad de optimizar su vida útil.

Fase 3 – Deterioro acelerado: en esta fase se reduce la resistencia al tránsito debido a que con el pasar de los años los elementos del pavimento presentan mayores deterioros, siendo visibles sus fallas en la superficie de rodadura ya que su destrucción es muy acelerada.

Fase 4 – Deterioro final: esta última fase indica un pavimento completamente desgastado, provocando que la vía sea intransitable y aumentando los costos de operación de los vehículos ya que empiezan a presentar daños en sus neumáticos, ejes, entre otros. [17]

1.1.3.4. Movilidad Vehicular

1.1.3.4.1. Tránsito

El tránsito se define como la actividad que tienen los vehículos, bienes y personas de moverse o circular de un lugar a otro sea por una vía, carretera o avenida. La información sobre tránsito permite conocer las cargas a la que está expuesta la vía, para obtener los datos de tránsito se debe considerar las cantidades de vehículos o volúmenes por días del año y por horas del día, y además la distribución de vehículos en función de su composición sea por pesos o tipos. [18]

1.1.3.4.2. Volumen de tránsito

Es un parámetro en el que se define el total de vehículos que circulan por una sección de la carretera, calle o autopista en un tiempo determinado sea en años, meses, semanas, días u horas, por lo que no deben ser considerados estáticos. [18]

Se formula de la siguiente manera:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

- Q = representa los vehículos que circula por unidad de tiempo(vehículos/periodo).
- N = representa el número de vehículos que pasan.
- T = representa el periodo de tiempo determinado.

El comportamiento del volumen de tránsito en una vía se define en función de los siguientes parámetros:

- **Tránsito promedio diario anual (TPDA)**

Representa el tránsito total que se moviliza por una vía durante un año dividido para 365, es decir que es el volumen de tránsito promedio por día, es importante considerarlo para poder determinar el uso anual como justificación de costos para el análisis económico y además para realizar el dimensionamiento de los componentes funcionales y estructurales de la vía. [18]

Se expresa como:

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

Donde:

- TPDA = representa el tránsito promedio diario anual.
- TA = representa el tránsito anual, es decir el número de vehículos que circulan durante 365 días consecutivos.
- **Volumen de hora pico (VHP)**

Representa el volumen de tránsito que se moviliza en una vía en la hora de tránsito de mayor intensidad. Se utiliza el volumen de la 30^{ava} hora para proyectos considerados a futuro y para otros casos con presupuestos limitados es factible utilizar la 50^{ava} hora de máximo volumen. [19]

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VHP = k * TPDA$$

Donde:

- VHP: representa el volumen de hora pico
- TPDA: representa el tráfico promedio diario anual.
- k: representa el valor que se espera de la relación entre el volumen de la 30^{ava} hora el TPDA.

Tabla 1: Valores estimados para la constante "k"

Tipo de carretera	Valor
Carreteras suburbanas	8%
Carreteras rurales principales	12%
Carreteras rurales secundarias	16%

Fuente: Cal R, Reyes S. & Cárdenas J. (2007), "Ingeniería de Tránsito"

- **Volumen horario de diseño (VHD)**

Es el volumen utilizado para diseñar, permite la comparación con la capacidad de la vía en estudio. [18]

- **Proyección del tránsito**

El diseño de nuevas carreteras o el mejoramiento de las existentes debe estar en función del tránsito que circulará por las mismas, esta proyección es considerada como la determinación del tránsito futuro, ya que se debe considerar que el diseño se realice para acomodar el volumen de tránsito esperado se presente en el último año de vida útil de la carretera, que cuente con un buen mantenimiento y partiendo de que el volumen que se espera para cada año sea mayor al del año anterior.[18]

- **Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional**

En el caso de no contar con datos estadísticos se puede utilizar índices de crecimiento, para volúmenes de alto tráfico se utiliza el método geométrico, denotado por la siguiente ecuación: [20]

$$TF = TA (1 + i)^n$$

Donde:

- TF: representa el tráfico a futuro o proyectado
- TA: representa el tráfico actual o TPDA
- i: representa la tasa de crecimiento
- n: representa número de años

1.1.3.4.3. Aforos de volumen vehicular

Se realiza en un punto determinado o en una sección de la vía, con el fin de conseguir datos relacionados de la circulación de automóviles en función de un tiempo y espacio, sus características dependerán del análisis a realizar en la vía. La recolección de datos brinda información para desarrollar estudios para la conservación y mantenimiento, construcción, señalización y accidentes en el sector de análisis. [20]

Existen dos métodos para ejecutar el conteo y aforo vehicular, los cuales son:

- **Método manual**

Este conteo puede ser realizado por una o varias personas de manera visual, consiste en llenar planillas elaboradas en función del tipo de datos que se requiere obtener de la vía, el tiempo que se emplea para realizar el aforo son periodos que pueden variar

ya sea en horas, meses o años, estos pueden ser; flujo direccional y por carriles, composición vehicular y volúmenes totales. [20]

- **Método automático**

Este tipo de conteo es utilizado para la recolección de datos mediante la implementación de dispositivos automáticos diseñados con el fin de registrar constantemente el flujo de tránsito en un determinado tiempo sea en años, meses, días, horas y minutos.[21] Para este método se puede implementar los siguientes dispositivos que son, detectores neumáticos que consisten en un tubo neumático colocado de manera transversal en la calzada y se registra mediante los impulsos generados por los ejes del vehículo; contacto eléctrico son utilizados en los conteos por carril y sentido mediante la implementación de una placa de acero que realiza el conteo al cerrarse el circuito con la acción de las ruedas del vehículo; fotoeléctrico es una fuente emisora de luz que se coloca a un lado de la vía, al interferir la luz de este dispositivo se efectúa el conteo; radar, este realiza el conteo cuando el vehículo en movimiento es interceptado por las ondas lanzadas por el equipo cambiando su frecuencia, y fotografías se realiza el conteo con imágenes captadas en cada tramo. Los dispositivos mencionados serán instalados en la vía. [20]

1.1.3.5. Estudios de suelos

El suelo es considerado como la base fundamental para el desarrollo de obras de infraestructura, ya que el mismo podrá ser tratado y estudiado, permitiendo conocer sus características y propiedades tanto físicas como mecánicas del lugar donde se emplazará la obra. Mediante los estudios realizados en laboratorio de suelos se puede obtener datos y herramientas que permitan conocer y analizar el comportamiento de la muestra en estudio, partiendo de los valores obtenidos de los ensayos se podrá realizar diseños ingenieriles donde se garantice seguridad, estabilidad y durabilidad.[22]

1.1.3.5.1. Granulometría

El análisis granulométrico permite la clasificación de los suelos, con el fin de determinar sus criterios de aceptabilidad para carreteras o cualquier tipo de terraplén, además permite agrupar los granos de material por rangos de tamaño realizando el agitado de los tamices, para llevar a cabo esto se debe obtener la cantidad de material que pasa a través de un tamiz con una malla dada pero que es retenido en el siguiente

tamiz, donde la próxima malla tiene diámetros menores a la anterior y esta cantidad retenida se relaciona con el total de la muestra pasada a través de los tamices.[23]

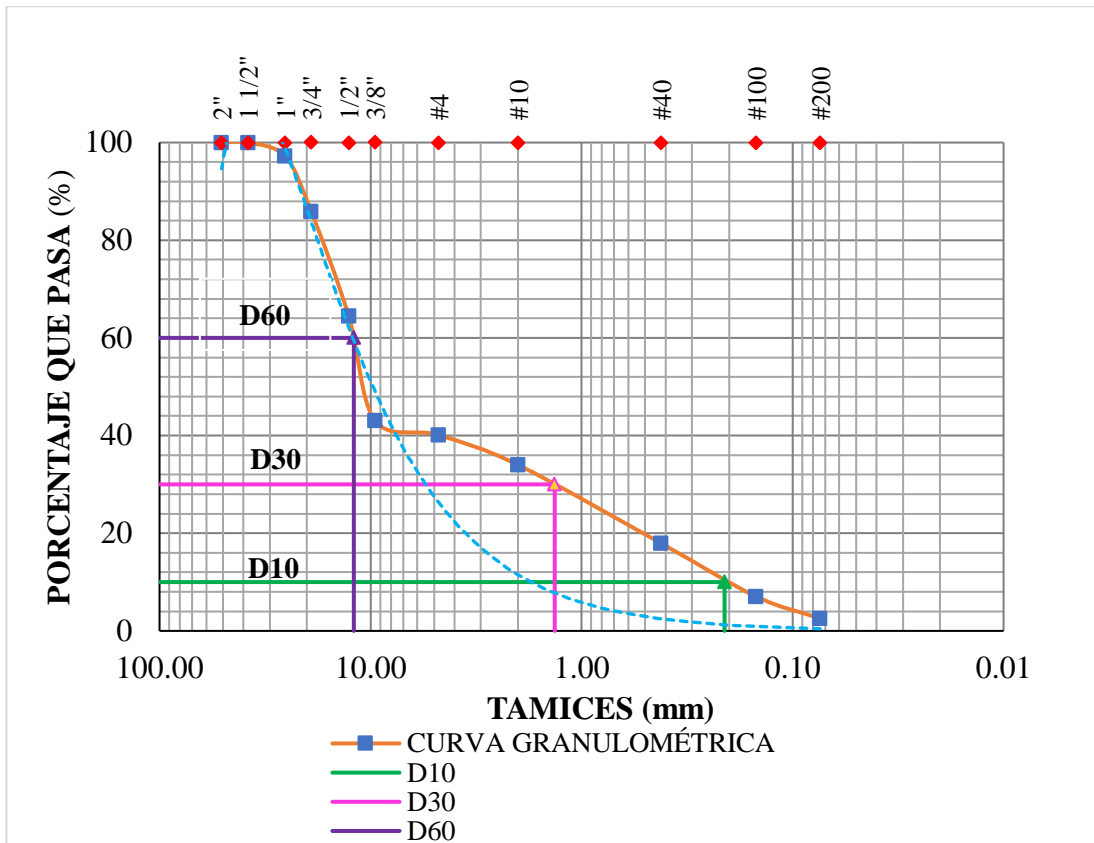
Para tamizar las muestras existen una variedad de tamices que se indican en la siguiente tabla, se considera a la malla No 200 (0.075mm) como la base tanto para la clasificación de suelos finos y gruesos.[22]

Tabla 2: Serie de tamices para análisis granulométricos

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	TAMIZ	DIÁMETRO (mm)
3"	76.20	10	2.000
2 ½ "	63.50	20	0.840
2"	50.80	40	0.420
1 ½ "	38.10	50	0.297
1"	25.40	60	0.250
¾"	19.05	70	0.210
½"	12.70	80	0.180
3/8"	9.53	100	0.149
No. 4	4.75	200	0.075

Fuente: Botía W. (2015), "Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo"

Figura 2: Curva Granulométrica



Fuente: Veloz, K. (2021)

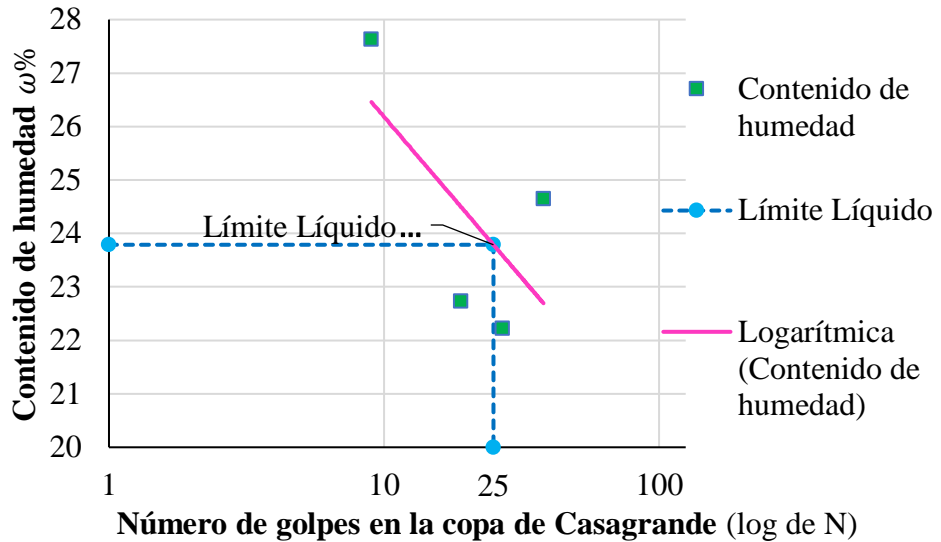
1.1.3.5.2. Límites de Atterberg

Estos límites fueron definidos por Albert Atterberg, con la finalidad de identificar, clasificar y determinar el comportamiento de los suelos finos los mismos que son:

- **Límite líquido:** se conoce a este límite como el porcentaje de humedad del suelo, si estos alcanzan porcentajes de humedad mayores tendrán un comportamiento de fluido viscoso, por debajo de este límite se encuentra el comportamiento plástico, además permite determinar el potencial de volumen, la estimación de asentamientos cuando se presenta problemas de consolidación y junto al límite plástico se podrá obtener la densidad máxima en los ensayos de compactación. Para calcular este límite se realiza gráficamente como se presenta en la figura 3 donde se compara las coordenadas entre el número de golpes de la copa de Casagrande con escala logarítmica con su respectivo contenido de humedad de tal forma se obtiene la curva de escurrimiento donde

al cortar la línea de tendencia en los 25 golpes se obtiene el límite líquido correspondiente a la muestra de suelo en estudio. [22]

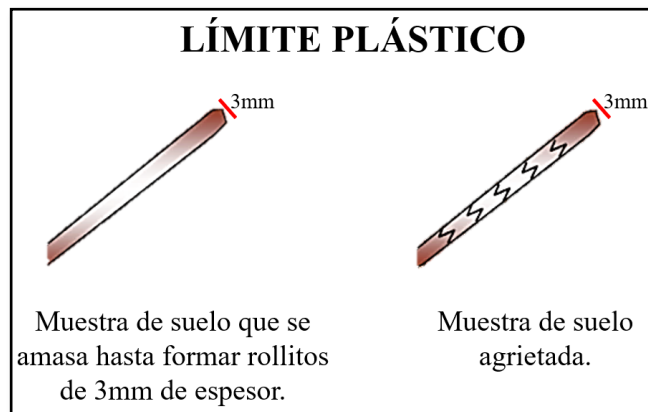
Figura 3: Curva de Escurrimiento - Límite Líquido



Fuente: Veloz, K. (2021)

- **Límite plástico:** este límite es considerado como la frontera existente entre el estado plástico y semisólido del suelo, mediante ensayos de laboratorio se puede determinar el contenido de humedad de rollitos de suelo aproximadamente de 3mm de diámetro que inician con la presencia de agrietamiento y desmoronamiento, por debajo de este se puede considerar el suelo como un material no plástico. [22]

Figura 4: Ensayo del Límite Plástico



Fuente: Veloz, K. (2021)

- **Índice plástico:** se determina como la diferencia entre los valores obtenidos del límite líquido y el plástico. Un valor bajo del índice de plasticidad representa un incremento pequeño en el contenido de humedad del suelo, siendo muy sensible a los cambios de humedad como por ejemplo una arcilla; por el contrario, un valor alto indica que a la muestra se le debe agregar una gran cantidad de agua para que el suelo pase del estado semisólido al líquido.[22]

1.1.3.5.3. Clasificación del suelo

Los suelos en función de sus características mecánicas, granulometría, límites de Atterberg y su comportamiento para la ingeniería pueden ser clasificados en grupos y subgrupos, empleando dos métodos como son la AASHTO y la SUCS.[24]

- **Método AASHTO**

Mediante la implementación de este método se puede clasificar a los suelos de acuerdo con su granulometría, límite líquido e índice de plasticidad, clasificándolos en siete grupos de A1 al A7 con sus respectivos subgrupos. Se consideran dentro de los grupos A1, A2, A3 a un porcentaje menor al 35% de partículas de suelo que pasan por el tamiz No 200 (0.075mm) siendo materiales granulares, por otro lado, están los suelos que contienen más del 35% de partículas que pasan el tamiz No 200 siendo estos finos limo-arcillosos formando parte de los grupos A4, A5, A6 y A7. Los criterios en los que se basa este método son la plasticidad, tamaño de grano y la presencia de material granular de tamaños mayores. [24]

Figura 5: Clasificación de materiales de carreteras subrasantes

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10	50 máx.		51 mín.				
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Núm. 200	15 máx.	25 máx.					
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena			
Clasificación general de la subrasante	Excelente a bueno						

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6†
Grupo de clasificación				
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)				
Núm. 10				
Núm. 40				
Núm. 200	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características de la fracción de paso núm. 40				
Límite líquido	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Clasificación general de la subrasante	Regular a malo			
*Para A-7-5, $PI \leq LL - 30$				
†Para A-7-6, $PI > LL - 30$				

Fuente: Braja, M. (2015), Fundamentos de Ingeniería Geotécnica

- **Método SUCS**

Este método clasifica al suelo en dos categorías que son los de grano grueso y grano fino. En la clasificación de los suelos de grano grueso se considera a la grava y arena que están en estado natural, considerándose a las partículas que pasan menos del 50% de la muestra original por el tamiz No 200, se simboliza con los prefijos S o G, donde S es para denominar a la arena o suelo arenoso y G para la grava. [24]

Para los suelos de grano fino se considera a las partículas que pasan más del 50% por el tamiz No 200 y se simboliza con el prefijo M cuando es un limo inorgánico, C en arcillas inorgánicas, O para limos orgánicos y arcillas y Pt cuando es turba u otros suelos altamente orgánicos. [24]

Además, para su clasificación se utilizan los siguientes símbolos como son W cuando el suelo está bien clasificado, P cuando está mal clasificado, L cuando tienen baja plasticidad es decir que su límite líquido es menor a 50 y H cuando los suelos tienen alta plasticidad con un límite líquido mayor a 50. Para la implementación de este método es necesario contar con la siguiente información como es el porcentaje de grava, arena, limos y arcillas; coeficiente de uniformidad y gradación y finalmente datos del límite líquido e índice de plasticidad. [24]

Tabla 3: Sistema Unificado de la Clasificación de Suelos

Sub-Tipos		Identificación			Símbolo de Grupo	
Suelos (Partículas menores a 7.5 cm)	SUELOS GRUESOS Más de la mitad del material se retiene en la malla N° 200 (0.075 mm)	GRAVA Más de la mitad de la fracción gruesa se retiene en la malla N°4	GRAVA LIMPIA (Poco o nada de partículas finas)	Grava bien graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 4 y un coeficiente de curvatura (Cc) entre 1 y 3.	Menos del 5% en masa pasa la malla N° 200	Gw
				Grava mal graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para GW.	Menos del 5% en masa pasa la malla N° 200	GP
			GRAVA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Grava limosa; mezcla de grava, arena y limo.	Más del 12% en masa pasa la malla N° 200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH	GM
		ARENA Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4		Grava arcillosa; mezclas de grava, arena y arcilla.	Más del 12% en masa pasa la malla N° 200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como CL o CH.	GC
			ARENA LIMPIA (Poco o nada de partículas finas)	Arena bien graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 6 y un coeficiente de curvatura (Cc) entre 1 y 3.	Menos de 5% en masa pasa la malla N° 200.	SW
				Arena mal graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para SW.	Menos de 5% en masa pasa la malla N° 200.	SP
		ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Arena limosa; mezcla de arena grava y limo.	Más de 12% en masa pasa la malla N° 200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH	SM	

			Arena arcillosa; mezcla de arena, grava y arcilla.	Más de 12% en masa pasa la malla N° 200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como CL o CH	SC
SUELOS FINOS Más de la mitad del material pasa la malla N°200	LIMO Y ARCILLA Límite Líquido	Menor de 50%	Limo de baja compresibilidad; mezcla de limo de baja plasticidad, arena y grava; polvo de roca. Se localiza dentro de la Zona I de la carta de plasticidad.		ML
			Arcilla de baja compresibilidad; mezcla de arcilla de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la Zona II de la carta de plasticidad.		CL
			Limo orgánico de baja compresibilidad; mezcla de limo orgánico de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la Zona I de la carta de plasticidad.		OL
		Mayor de 50%	Limo de alta compresibilidad; mezcla de limo de alta plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la Zona III de la carta de plasticidad.		MH
			Arcilla de alta compresibilidad; mezcla de arcilla de alta plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la Zona IV de la carta de plasticidad.		CH
			Limo orgánico de alta compresibilidad; mezcla de limo orgánico de alta compresibilidad, arena y grava. Se localiza dentro de la Zona III de la carta de plasticidad.		OH
		ALTAMENTE ORGÁNICO		Turba, fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa frecuentemente por su textura fibrosa.	

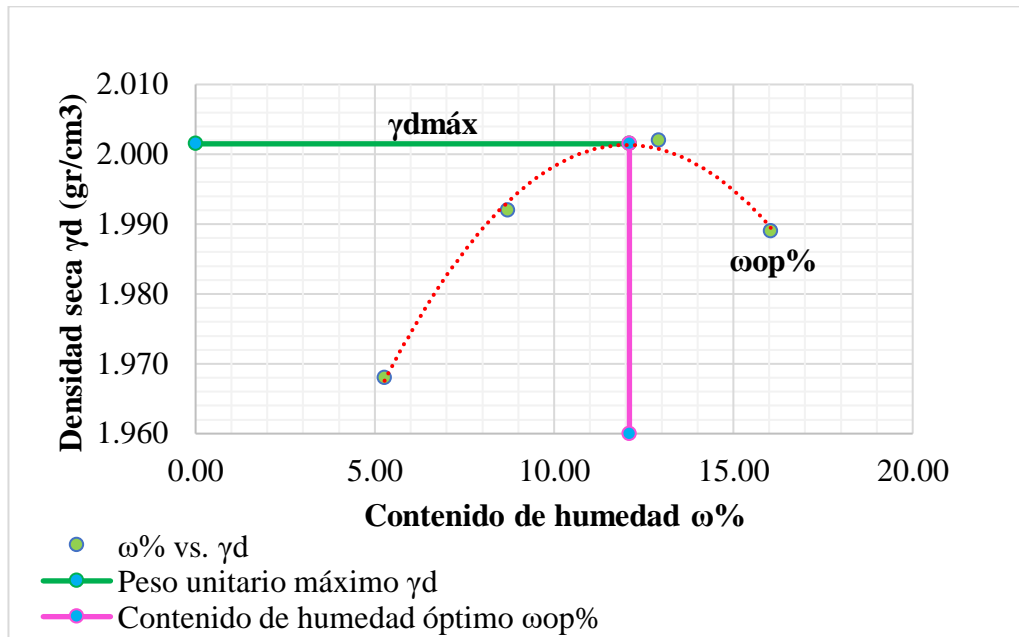
Fuente: Braja, M. (2015), Fundamentos de Ingeniería Geotécnica

1.1.3.5.4. Compactación de suelos por el método Proctor Modificado

Es un proceso artificial que permite que las partículas del suelo se encuentren más en contacto unas de otras, generando reducción en su relación de vacíos, conocido como compactación, este ensayo de suelos tiene la finalidad de mejorar considerablemente sus propiedades ingenieriles, aumentando su resistencia al corte, disminuyendo su deformabilidad, aumento en su peso específico seco y mejorando su condición de permeabilidad. [22]

Mediante ensayos repetitivos se obtiene la curva de compactación, que relaciona la humedad del suelo y su peso unitario seco. Del análisis de la curva se puede obtener el máximo peso unitario que puede alcanzar el suelo con su respectivo porcentaje de humedad. [22]

Figura 6: Curva de Compactación



Fuente: Veloz, K. (2021)

1.1.3.5.5. Relación de Soporte California (Ensayo CBR)

Es un método de análisis que permite realizar la clasificación del suelo considerando su capacidad, para ser utilizado como material base o de sub-base. Se lo conoce también como ensayo de relación de soporte en el que mediante pruebas de laboratorio y bajo condiciones de humedad y densidad controlada es posible medir la resistencia a corte del suelo en su estado actual, se utiliza generalmente para analizar materiales con un diámetro máximo de partículas de $\frac{3}{4}$ ". [22]

Estos ensayos se realizan generalmente en muestras previamente compactadas mediante el ensayo de compactación sea este estándar o modificado con un óptimo contenido de humedad, considerando para el desarrollo de este, el número de golpes y el respectivo peso del martillo. [23]

Los valores del CBR permiten conocer el comportamiento del suelo en análisis y su utilización como base, sub-base y subrasante.

Tabla 4: Clasificación de los suelos mediante el CBR

Valor CBR	Clasificación General	Usos
0-3	Muy pobre	Subrasante
3-7	Pobre a Regular	Subrasante
7-20	Regular	Sub-base
20-50	Bueno	Base, Sub-base
>50	Excelente	Base

Fuente: Bowles, J. (1981), Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil

1.1.3.6. Índice de Condición del Pavimento (PCI - Pavement Condition Index)

El índice de Condición del Pavimento (PCI) es considerado como una metodología completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos sean estos flexibles o rígidos, es de fácil implementación ya que no requiere de materiales y herramientas especializadas. [25]

Una estructura de pavimento puede presentar deterioros en función de tres factores como es la clase de daño, severidad y cantidad o por su densidad. La formulación de un índice que considere todos los factores ha sido una problemática por el gran número de posibles condiciones y como solución para esta dificultad se implementaron valores deducidos, como un arquetipo de factor de ponderación, con la finalidad de indicar el grado de afectación que las combinaciones de los factores tienen sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que va desde 0 cuando un pavimento se encuentra en malas condiciones y puede llegar hasta 100 cuando el pavimento está en condiciones óptimas.

Tabla 5: Rangos de calificación del PCI

Rango	Color	Clasificación	Tipo de Intervención
100-85	Verde	Excelente	Mantenimiento: Preventivo – Rutinario (sellos de fisuras, parcheo y lechada asfáltica)
85-70	Verde claro	Muy bueno	
70-55	Amarillo	Bueno	Mantenimiento: Correctivo – Periódico (Refuerzo de la capa de rodadura, recapeo)
55-40	Naranja	Regular	
40-25	Rojo	Malo	Rehabilitación (Reemplazo de la capa de rodadura, reciclados)
25-10	Marrón	Muy malo	Reconstrucción (Reconformación de todas las capas estructurales)
10-0	Gris	Fallado	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

Este método se fundamenta en los resultados de un análisis visual de la condición en la que se encuentra el pavimento considerando su clase, severidad y cantidad de daño que presenta, los resultados de esta metodología tienen como finalidad obtener de manera clara las causas de los daños y su relación por sus cargas y clima.

1.1.3.6.1. Procedimiento para la evaluación de la condición del pavimento

Para el desarrollo de este método primero se realiza el trabajo en campo donde se identifica los daños considerando la clase, severidad y magnitud de estos. Para la recopilación de datos se debe seguir el siguiente formato de la tabla No 6, con el fin de obtener información adecuada. [25]

Tabla 6: 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"/>				
No	Daño	No	Daño			
1	Piel de Cocodrilo	11	Parcheo			
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 longitudinal y transversal					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

❖ Unidades de Muestreo

Para facilitar el análisis, a una vía se divide en secciones o también conocidas como “unidades de muestreo”, variando sus dimensiones en función del tipo al que pertenece y a su capa de rodadura. Para una carretera con capa de rodadura asfáltica y un ancho menor a 7.30m, se debe considerar un área de muestreo entre el rango de $230\text{m}^2 \pm 93\text{m}^2$. [25]

Para determinar las unidades de muestreo se emplea la siguiente formula:

$$A = L * B$$

Donde:

- A: representa el área de muestreo (m^2).
- L: representa la longitud que tiene la unidad de muestreo (m).
- B: representa al ancho de vía o calzada.

Tabla 7: Longitudes de las 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), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

❖ Determinación de las unidades de muestreo

Se debería considerar la evaluación de todas las unidades de muestreo, pero de no ser posible se tendrá que considerar el número mínimo para su evaluación, para lo cual se utiliza la siguiente ecuación presentando una estimación de $\text{PCI} \pm 5$ del promedio verdadero generando un 95% de confiabilidad.

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

Donde:

- n: representa el número de unidades de muestreo que se evaluarán.
- e: representa el error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%).
- N: representa el número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.
- σ : representa la desviación estándar del PCI entre las unidades.

En la inspección inicial para la desviación estándar (σ) se asume inicialmente un valor de PCI de 10 cuando es un pavimento asfáltico y 15 para un pavimento de concreto, para evaluaciones posteriores se utilizará el valor de la desviación estándar (σ) real de la inspección previa.

Si el valor de n (número mínimo de unidades de muestra a evaluar) es menor a 5 se deberán evaluar todas las unidades.[25]

- **Unidades de muestreo seleccionadas para inspección**

En toda la sección longitudinal del pavimento las unidades elegidas deben tener el mismo espaciamiento y la primera deberá ser elegida aleatoriamente, tomando en cuenta lo siguiente:[25]

Intervalo del muestreo (i).

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

Donde:

- N: representa el número total de las unidades de muestreo disponible.
- n: representa el número mínimo de unidades para evaluar.
- i: representa el intervalo de muestreo, se debe considerar redondear al número entero inferior, es decir si el número es 3,7 se redondea a 3.

El inicio aleatorio se elige entre la primera unidad de muestreo y el intervalo de muestreo i. Se identifica a las unidades de muestreo para evaluación como (S), (S+1),

(S+2), etc., de requerir de cantidades exactas se deberán inspeccionar todas las muestras. [25]

- **Unidades de muestreo adicionales**

El método aleatorio presenta un gran inconveniente como es la sustracción de los procesos de evaluación e inspección de unidades de muestreo que no estén en un buen estado o que presenten daños una sola vez, quedando incluidas de forma inapropiada en el muestreo aleatorio. Con el fin de evitar lo mencionado se deberá designar una unidad de muestreo inusual y ser inspeccionada como una unidad adicional y no como aleatoria. Al incorporar una muestra adicional el valor calculado del PCI será ligeramente modificado para evitar una extrapolación de condiciones inusuales en la franja en análisis. [25]

- **Evaluación de la condición**

En función de la superficie del pavimento se considera el tipo de procedimiento para realizar la inspección, analizando todos los daños con el fin de obtener un valor confiable del PCI. Se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Equipo: para medir las áreas y longitudes se utilizará un odómetro manual, para poder determinar las profundidades de las depresiones o ahuellamientos se empleará una cinta métrica y regla; para la recolección de datos se empleará los formatos del PCI.
- b) Procedimiento: registrar la información del tipo, cantidad y severidad de los daños de una unidad de muestreo en los formatos correspondientes del PCI.
- c) En la vía inspeccionada se deberá implementar medidas de seguridad como son los dispositivos de señalización y advertencia para el personal técnico y vehículo, con el fin de que el equipo de inspección se pueda desplazar de manera óptima. [25]

- ❖ **Cálculo del PCI de las unidades de muestreo**

La información recolectada sobre los daños de la vía observados al terminar la inspección de campo se utiliza para determinar el PCI que puede ser computarizado o manual de acuerdo con los “Valores Deducidos” que están en función de la severidad y cantidad registrada del daño. [25]

Para determinar el PCI por unidad de muestreo se emplea el siguiente proceso:

Etapa 1: Cálculo de Valores Deducidos. [25]

- a) En el formato a utilizar para registrar los datos del PCI se deberá anotar el nivel y tipo de severidad de daño que puede ser medido en longitud, área o en función de su tipo.
- b) Para determinar la densidad del daño se debe dividir la cantidad de cada tipo de daño en su correspondiente nivel de severidad para el área total de la unidad de muestreo, este resultado se deberá expresar en porcentaje.
- c) En función de las curvas del “Valor deducido del daño” se obtendrá el Valor Deducido para cada tipo de daño con su respectivo nivel de severidad.

Etapa 2: Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos. [25]

- a) Se utilizará el Valor Deducido Total en lugar del valor deducido corregido (CDV), si alguno de los valores deducidos es mayor que 2, siendo obtenido en la etapa 4 y de no ser así se deberá seguir los pasos b y c.
- b) Enlistar de mayor a menor los valores deducidos individuales.
- c) Utilizar la siguiente ecuación para calcular el Número Máximo Admisible de Valores Deducidos.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV)$$

Donde:

- m_i : representa el número máximo admisible de los valores deducidos, se debe incluir la fracción para la unidad de muestreo i .
- HDV_i : representa el mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .
- d) Se reduce a m_i el número de valores individuales incluyendo la parte fraccionaria, y si los valores deducidos que se dispone son menores que m entonces se utilizara todos los datos que se obtengan.

Etapa 3: Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (CDV) [25]

Se emplea el siguiente proceso iterativo para determinar el máximo CDV.

- a) Calcular q (número de valores deducidos), debe ser mayor que 2.
- b) Sumar todos los valores deducidos individuales para obtener el “Valor Deducido Total”.
- c) Utilizando la curva de corrección se podrá determinar el CDV con q y el “Valor Deducido Total”.
- d) Se debe reducir a 2 el menor dato obtenido de los “Valores Reducidos” individuales que sean mayores a 2 y repetir las etapas a. y c. hasta que q sea igual a 1.
- e) Concluido este proceso se obtendrá el máximo CDV.

Etapa 4: Calcular el PCI de la unidad de muestreo restando de 100 el CDV máximo determinado en la etapa 3. [25]

❖ Cálculo del PCI de una sección de pavimento

La sección de pavimento se conforma por varias unidades de muestreo. Se utilizará el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo para el PCI de la sección si todas estas son inventariadas. En el caso de utilizar las unidades de muestreo adicionales se empleará un promedio ponderado que se determina con la siguiente ecuación:[25]

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$

Donde:

- PCI_S : representa al PCI de una sección del pavimento.
- PCI_R : representa al PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.
- PCI_A : representa al PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.
- N: representa el número total de unidades de muestreo en la sección.
- A: representa al número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

1.1.3.6.2. Manual de daños

❖ Calidad de tránsito

La calidad de tránsito debe ser evaluada al momento de realizarse la inspección de daños con el fin de determinar su nivel de severidad, en la siguiente tabla se presenta los parámetros para poder asignar el grado de severidad que puede presentar la calidad de tránsito. Se puede determinar la calidad de tránsito recorriendo en un vehículo la sección de pavimento con una velocidad establecida dentro de la zona en análisis.

Tabla 8: Grado de severidad de la calidad de tránsito

Niveles de Severidad	Descripción
L: (Low: Bajo)	Presencia de pequeñas vibraciones sin que se requiera reducir la velocidad para mantener comodidad y seguridad, además se evidencia hundimiento que causan un rebote ligero en el vehículo generando poca incomodidad.
M: (Medium: Medio)	Presencia de significativas vibraciones que requieren poca reducción de velocidad para mantener comodidad y seguridad, además se evidencia hundimiento que causan un rebote significativo en el vehículo generando incomodidad.
H: (High: Alto)	Presencia de excesivas vibraciones que requiere una considerable reducción de la velocidad para mantener comodidad y seguridad, además se evidencia hundimiento que causan un rebote excesivo generando un alto nivel de incomodidad lo que puede causar grandes daños en el vehículo.

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

❖ **Tipos de Fallas en pavimentos flexibles**

Tabla 9: Clasificación de las Fallas de acuerdo con el PCI

TIPO	CLASIFICACIÓN
Fisuras y grietas	Agrietamiento en bloque
	Cruce de vía de férrea
	Grieta de borde
	Grieta de reflexión de junta
	Grietas longitudinales y transversales
	Grietas parabólicas
	Piel de cocodrilo
Deformaciones Superficiales	Abultamientos y hundimientos
	Ahuellamiento
	Corrugación
	Depresión
	Desplazamiento
	Hinchamiento
Desprendimientos	Desprendimiento de agregados
	Huecos
Otras Fallas	Desnivel de Carril / Berma
	Exudación
	Parqueo y acometidas
	Pulimento de agregados

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

Fisuras y Grietas

○ **Agrietamiento en bloque**

Estas grietas están interconectadas dividen al pavimento en partes de forma rectangular, los bloques generados tienen un tamaño que varía de 0.30m x 0.30m hasta 3.0m x 3.0m, se generan por contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diario, originando ciclos de esfuerzo – deformación, no se asocian a cargas

vehiculares, es decir aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Esta falla indica que el asfalto se ha endurecido significativamente.[25]

Tabla 10: Severidad y Reparación - Agrietamiento en Bloque

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Bloques con grietas de baja severidad.	Riego de sello, cubrir las grietas con un ancho mayor a 3.0mm
M (Medium: Medio)	Bloques con grietas de severidad media.	Escarificado en caliente y sobrecarpeta. Sella de grietas, reciclado superficial.
H (High: Alto)	Bloques con grietas de severidad alta.	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

○ **Cruce de vía férrea**

Es la presencia de abultamientos o depresiones entre o alrededor de los rieles, no será registrada en caso de que le cruce no afecte la calidad de tránsito.[25]

Tabla 11: Severidad y Reparación - Cruce de Vía Férrea

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Esta falla provoca que la calidad de tránsito sea de severidad baja.	No se realiza ninguna reparación.
M (Medium: Medio)	Esta falla provoca que la calidad de tránsito sea de severidad media.	Reconstrucción del cruce, se realiza un parcheo superficial o parcial de la aproximación.
H (High: Alto)	Esta falla provoca que la calidad de tránsito sea de severidad alta.	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

- **Grieta de borde**

Son paralelas y se encuentran del borde exterior del pavimento a una distancia de 0.30 a 0.60m, se generan por la carga de tránsito y por el debilitamiento de la base o de la subrasante en áreas muy próximas al borde del pavimento, a causa de condiciones climáticas o por efecto abrasivo de arena suelta en el borde. [25]

Tabla 12: Severidad y Reparación - Grieta de Borde

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	No provoca desprendimiento o fragmentación, agrietamiento bajo o medio.	No se realiza ninguna reparación, se sella grietas con ancho mayor a 3mm.
M (Medium: Medio)	Presencia de poco desprendimiento o fragmentación, agrietamiento medio.	Se realiza un parcheo parcial – profundo y sellado de grietas.
H (High: Alto)	Presencia a lo largo del borde de desprendimiento o fragmentación considerable.	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

- **Grietas de reflexión de juntas**

Esta falla se puede evidenciar únicamente en los pavimentos que tienen superficie asfáltica y que son construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland, su causa principal es cuando existe movimiento de la losa de concreto sea por la humedad o temperatura, bajo la superficie de concreto asfáltico. Los daños se podrán identificar por las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico. [25]

Tabla 13: Severidad y Reparación - Grieta de reflexión de juntas

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Se puede evidenciar cuando es una grieta rellena de cualquier ancho con una buena condición del material llenante o cuando sea una grieta sin relleno de un ancho menor a 10,0mm.	Se realiza un sellado para anchos superiores a 3mm.
M (Medium: Medio)	Se evidencia en función de las siguientes condiciones, grieta sin relleno que tienen un ancho con un intervalo entre 10mm y 76mm; grietas sin relleno con cualquier ancho hasta 76mm y que contiene un ligero agrietamiento aleatorio; grieta rellena que puede ser de cualquier ancho y que contenga un ligero agrietamiento aleatorio.	Se realiza un sellado de grietas y un parcheo con una profundidad parcial.
H (High: Alto)	Se evidencia en función de las siguientes condiciones, cualquier grieta que este relleno o no, y que contenga un agrietamiento aleatorio con una severidad media o alta; grietas sin relleno superior a 76mm; grieta de cualquier ancho que este severamente fracturada.	Se realiza un parcheo con una profundidad parcial y además la reconstrucción de juntas.

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

○ **Grietas Longitudinales y Transversales**

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o también a la dirección en la que es construida, pueden ser causadas por la contracción de la superficie de concreto asfáltico por bajas temperaturas. Las grietas transversales se amplían a lo largo del pavimento en ángulos rectos al eje de este aproximadamente o la dirección en que es construido. [25]

Tabla 14: Severidad y Reparación - Grietas Longitudinales y Transversales

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Se evidencia en función de las siguientes condiciones, grietas sin relleno que tengan un ancho menor a 10mm; grieta rellena con cualquier ancho y que este en buena condición el material llenante.	No se realiza ninguna reparación. Sellar las grietas de ancho mayor a 3mm.
M (Medium: Medio)	Se evidencia en función de las siguientes condiciones, grieta sin relleno que tienen un ancho con un intervalo entre 10mm y 76mm; grietas sin relleno con cualquier ancho hasta 76mm y que contiene grietas pequeñas aleatorias; grieta rellena que puede ser de cualquier ancho y que contenga pequeñas grietas aleatorias.	Se realiza un sellado de grietas.
H (High: Alto)	Se evidencia en función de las siguientes condiciones, cualquier grieta que este relleno o no, y que contenga pequeñas grietas aleatorias con una severidad media o alta; grietas sin relleno superior a 76mm de ancho; grieta de cualquier ancho que este severamente fracturada.	Se realiza un sellado de grietas y además un parcheo parcial.

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

○ **Grietas Parabólicas**

Estas grietas tienen la forma de media luna creciente, se originan cuando existe movimiento o deformación de la superficie del pavimento que son causadas por las ruedas que giran o frenan. Esta falla se produce cuando existe la presencia de baja resistencia en la mezcla asfáltica y no tiene relación con los procesos de inestabilidad geotécnica de la vía.[25]

Tabla 15: Severidad y Reparación - Grietas Parabólicas

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Grieta de ancho promedio menor que 10mm.	No se realiza ninguna reparación. Parcheo parcial.
M (Medium: Medio)	Se toma en cuenta las siguientes condiciones, grieta de ancho promedio con un intervalo de 10 a 38mm; el área de la grieta presenta pequeños pedazos fracturados ajustados.	Se realiza un parcheo parcial.
H (High: Alto)	Se toma en cuenta las siguientes condiciones grieta de ancho mayor a 38mm; el área de la grieta presenta pequeños pedazos fracturados fácilmente removibles.	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

○ **Grietas de fatiga o piel de cocodrilo**

Son una serie de grietas interconectadas y se origina por la falla de fatiga en la capa de rodadura asfáltica bajo la acción constante de las cargas de tránsito. El agrietamiento empieza en el fondo de la capa asfáltica donde existe mayores esfuerzos de tensión y deformación bajo la carga de una rueda. Estas grietas primeramente aparecen como una serie de grietas paralelas longitudinales, posteriormente con la presencia de cargas repetidas de tránsito, estas se unen creando polígonos con ángulos

agudos asemejándose a la piel de cocodrilo o malla de gallinero. Estas fallas se producen únicamente en áreas donde las cargas de tránsito son repetidas, así como las huellas de las llantas. Se presenta generalmente acompañado por ahuellamiento por lo que es considerado como un importante daño estructural.[25]

Tabla 16: Severidad y Reparación – Grietas de Fatiga o Piel de Cocodrilo

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Las grietas no presentan descascaramiento por lo que no se evidencia rotura del material en toda la longitud de la grieta. Grietas finas longitudinales y capilares que no tienen interconexión.	No se realiza ninguna reparación, sellado superficial.
M (Medium: Medio)	Red o patrón de grietas donde ya se evidencia el descascaramiento.	Reconstrucción, se realiza un parcheo parcial o en toda su profundidad.
H (High: Alto)	Red o patrón de grietas con presencia de pedazos definidos que pueden moverse bajo la acción del tránsito y además descascaramiento en los bordes.	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

Deformaciones superficiales

- **Abultamientos y hundimientos**

Los abultamientos son desplazamientos pequeños hacia arriba y se localizan en la superficie del pavimento, pueden ser causados por factores como levantamiento de losas de hormigón, infiltración y elevación del material en una grieta combinadas con cargas de tránsito y la expansión por congelación. Los hundimientos se originan por pavimentos inestables, son aquellos desplazamientos pequeños y abruptos hacia abajo.

Tabla 17: Severidad y Reparación - Abultamientos y Hundimientos

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Severidad baja en la calidad de tránsito.	No se realiza ninguna reparación.
M (Medium: Medio)	Severidad media en la calidad de tránsito.	Se realiza un reciclado en frío.
H (High: Alto)	Severidad alta en la calidad de tránsito.	Parcheo parcial o profundo

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

○ **Ahuellamiento**

Es una depresión en la superficie generado por las huellas de las ruedas y además son deformaciones permanentes en las capas del pavimento o la subrasante producido por el movimiento de la carga de tránsito. Puede ser visible después de la lluvia ya que se produce el levantamiento del pavimento en toda la longitud del ahuellamiento, permitiendo que las huellas producidas se llenen de agua.[25]

Tabla 18: Severidad y Reparación - Ahuellamiento

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Ahuellamiento con una profundidad media de 6.0 a 13.0 mm.	No se realiza ninguna reparación. Fresado y sobrecarpeta.
M (Medium: Medio)	Ahuellamiento con una profundidad media mayor de 13.0 a 25.0 mm.	Se realiza un parcheo parcial, profundo o superficial. Fresado y sobrecarpeta.
H (High: Alto)	Ahuellamiento con una profundidad media mayor a 25.0 mm.	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

○ **Corrugación**

Son una serie de cimas perpendiculares a la dirección del tránsito y depresiones continuas en intervalos regulares generalmente a menos de 3.0 m, se producen por la acción del tránsito vehicular combinada con la inestabilidad de las capas superficiales o de la base del pavimento.

Tabla 19: Severidad y Reparación - Corrugación

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Severidad baja de la calidad de tránsito.	No se realiza ninguna reparación.
M (Medium: Medio)	Severidad mediana de la calidad de tránsito.	Se realiza una reconstrucción.
H (High: Alto)	Severidad alta de la calidad de tránsito.	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

○ **Depresión**

Son áreas que se encuentran en la superficie del pavimento con niveles relativamente más bajos que el pavimento a su alrededor, se generan por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. [25]

Tabla 20: Severidad y Reparación - Depresión

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Depresiones con una profundidad máxima de 13.0 a 25.0 mm.	No se realiza ninguna reparación.
M (Medium: Medio)	Depresiones con una profundidad máxima de 25.0 a 51.0 mm.	Se realiza un parcheo profundo, superficial o parcial.
H (High: Alto)	Depresiones con una profundidad máxima a más de 51.0 mm.	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

○ **Desplazamiento**

El desplazamiento es permanente y longitudinal en un área determinada de la superficie del pavimento que son causadas por las cargas del tránsito, cuando este empuja contra el pavimento genera una onda corta y abrupta en la superficie. Pueden presentarse en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables y en pavimentos de concreto asfáltico que confinan a pavimentos de concreto de cemento portland. [25]

Tabla 21: Severidad y Reparación - Desplazamiento

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Severidad baja de la calidad de tránsito.	No se realiza ninguna reparación. Fresado.
M (Medium: Medio)	Severidad mediana de la calidad de tránsito.	Se realiza un fresado. Parcheo profundo o parcial.
H (High: Alto)	Severidad alta de la calidad de tránsito.	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

○ **Hinchamiento**

Se genera por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos, este tipo de falla se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento y una onda de longitud mayor a 3.0 m que sea gradual y larga, puede estar en conjunto del agrietamiento superficial.[25]

Tabla 22: Severidad y Reparación - Hinchamiento

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Severidad baja de la calidad de tránsito.	No se realiza ninguna reparación.
M (Medium: Medio)	Severidad mediana de la calidad de tránsito.	Se realiza una reconstrucción.
H (High: Alto)	Severidad alta de la calidad de tránsito.	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

Desprendimientos

○ Desprendimientos de agregados (Meteorización)

Es la pérdida de la superficie del pavimento producido por partículas sueltas de agregado y por el desgaste del ligante asfáltico, además puede ser producido por vehículos orugas. Esta falla permite evidenciar si el ligante asfáltico se endurece de manera apreciable o que a su vez la mezcla es de baja calidad. [25]

Tabla 23: Severidad y Reparación - Desprendimiento de Agregados

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Inicio de la pérdida de ligantes y agregados.	No se realiza ninguna reparación. Sellado y tratamiento superficial.
M (Medium: Medio)	Pérdida de ligantes y agregados.	Sellado y tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
H (High: Alto)	Pérdida considerable de ligantes y agregados.	Tratamiento superficial, reciclaje, reconstrucción. Sobrecarpeta.

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

○ Huecos

Son pequeñas depresiones que se originan en la superficie del pavimento generalmente tienen un diámetro menor a 0.90m y una apariencia en forma de tazón, el crecimiento de estos se da por la acumulación de agua dentro del mismo, se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento y por la condición de la estructura. Si los huecos son producidos por la severidad alta de la falla piel de cocodrilo se registrará como hueco y no como meteorización. [25]

Tabla 24: Niveles de Severidad - Huecos

Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
>25.4 a 50.8 mm	L	M	H
>50.8 mm	M	M	H

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

Tabla 25: Reparación - Huecos

Niveles	Reparación
L (Low: Bajo)	No se realiza ninguna reparación. Parcheo profundo o parcial.
M (Medium: Medio)	Parcheo profundo o parcial.
H (High: Alto)	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

Otras fallas

- **Desnivel de Carril/ Berma**

Se considera como la diferencia entre el borde del pavimento y la erosión o asentamiento de la berma, esta falla puede ser una amenaza para la seguridad, además se puede originar por el aumento de la infiltración de agua.

Tabla 26: Severidad y Reparación - Desnivel Carril / Berma

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Diferencia de niveles entre el intervalo de 25.0 a 51.0mm.	Se realiza una renivelación y relleno de bermas para nivelar con el carril.
M (Medium: Medio)	Diferencia de niveles entre el intervalo de 51.0 a 102.0mm.	
H (High: Alto)	Diferencia de niveles que sean mayor a 102.0mm.	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

- **Exudación**

Se presenta en la superficie del pavimento como una película de material bituminoso, formándose una superficie cristalina, reflectora y brillante que llega a ser pegajosa, se genera por el exceso tanto del asfalto en la mezcla, de la aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Esta falla se origina cuando los vacíos de la mezcla se llenan con asfalto, expandiéndose en la superficie del pavimento a altas

temperaturas ambientales, además al no ser un proceso reversible en el tiempo frío se acumulará de asfalto en la superficie.[25]

Tabla 27: Severidad y Reparación - Exudación

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Se presenta de forma ligera y el asfalto no se pega al vehículo.	No se realiza ninguna reparación.
M (Medium: Medio)	El asfalto se pega al vehículo durante pocas semanas del año.	Se emplea agregados y cilindrado.
H (High: Alto)	Gran cantidad de asfalto se pega al vehículo durante varias semanas del año.	Se emplea agregados y cilindrado, de ser necesario se aplicará el precalentado.

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

○ **Parcheo y acometidas**

Área de pavimento sustituida por material nuevo con la finalidad de realizar una reparación del pavimento existen que no se encuentra en buenas condiciones. Esta falla presenta rugosidad siendo asociado con el daño.[25]

Tabla 28: Severidad y Reparación - Parcheo y Acometidas

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	Severidad baja de la calidad de tránsito, el parche se encuentra en una condición buena y satisfactoria.	No se realiza ninguna reparación.
M (Medium: Medio)	Severidad media de la calidad de tránsito, el parche se encuentra deteriorado moderadamente.	Se realiza el reemplazo del parche.
H (High: Alto)	Severidad alta de la calidad de tránsito, el parche se encuentra en una condición muy deteriorada.	

Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

○ **Pulimento de agregados**

Esta falla se origina debido a las cargas de tránsito repetitivas, la adherencia del pavimento con las llantas del vehículo se reduce cuando el agregado de la superficie se hace suave al tacto. El daño se determina mediante la implementación del ensayo de resistencia al deslizamiento.[25]

Tabla 29: Severidad y Reparación - Pulimento de Agregados

Niveles	Definición	Reparación
L (Low: Bajo)	No se establece un nivel de severidad, pero se debe considerar el grado de pulimento en la evaluación de la condición del pavimento.	Se realiza un tratamiento superficial y fresado. Sobrecarpeta.
M (Medium: Medio)		
H (High: Alto)		

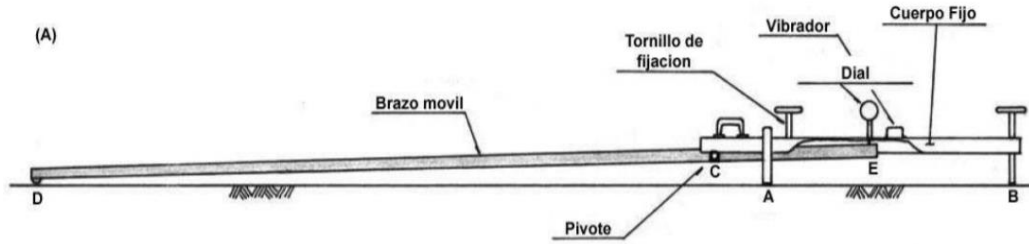
Fuente: Vásquez, L. (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

1.1.3.7. Evaluación del pavimento a través de la Viga Benkelman

Este método permite determinar la deflexión vertical y puntual de una superficie del pavimento que son transmitidas por medio de ruedas gemelas de un eje tipo simple, es decir bajo la acción de una carga normalizada. Mediante estas deflexiones será posible evaluar el debilitamiento progresivo de la estructura debido al tránsito que lo utiliza.[26]

Para la implementación de este método se utiliza la Viga Benkelman que es un dispositivo mecánico de brazo simple o doble y que funciona como palanca. Esta viga comprende dos partes, donde la primera parte contiene un cuerpo fijo que se ubica en el terreno mediante tres apoyos, dos de estos estarán fijos en el punto “A”, y otro en la parte posterior es regulable en el punto “B”, la segunda parte comprende un brazo móvil el cual está acoplado a una articulación de giro en el punto “C”, uno de los extremos de este brazo se localizará en punto “D” mismo que estará apoyado sobre el terreno, el otro extremo estará en contacto con un extensómetro de movimiento vertical en el punto “E”. [27]

Figura 7: Viga Benkelman



Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones, (2016) Manual de Carreteras: Ensayo de Materiales

1.1.3.7.1. Procedimiento

1. Se deberá marcar adecuadamente el punto del pavimento que será ensayado mediante una línea transversal a la vía, en dicha línea se ubicara el punto en estudio con una distancia prefijada del borde, para lo cual es recomendable emplear las siguientes distancias:[26]

Tabla 30: Distancias recomendadas para el ensayo

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

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2016), Manual de Ensayo de Materiales

2. En la parte superior del punto seleccionado para el ensayo se debe colocar la rueda dual externa del camión, en función del eje de carga se colocará una guía vertical en la parte extrema del camión, posteriormente se hará coincidir la guía vertical con la línea transversal desplazando lentamente el camión de tal modo que el punto este entre las dos llantas de la rueda dual.[26]
3. Localizado el lugar en el que se realizara el ensayo se deberá colocar la llanta sobre el punto haciendo que coincida lo más cercano con el eje del centro de gravedad del neumático (punto D).[26]

4. Para el ensayo se considera aceptable una tolerancia que este en el rango de 7.62 cm alrededor del punto. Sobre el punto seleccionado para el estudio se colocará el extremo del bazo móvil de la viga una vez estacionado los neumáticos.[26]
5. Para medir las deflexiones adicionales y conseguir el cuenco de deflexiones se debe realizar marcas sucesivas a diferentes distancias como son a 30, 40 y 70 cm. Es recomendable realizar por lo menos 3 lecturas con la finalidad de verificar las deflexiones producidas.[26]
6. La primera marca adicional debe estar a una distancia donde la deflexión del punto en estudio sea la mitad de la deflexión máxima. La segunda marca se encontrará al doble de la distancia de la primera marca adicional. Estas distancias serán calculadas para cada proyecto a evaluar. La primera marca deberá estar en el rango de 35 y 65% de la deflexión máxima para no realizar modificaciones.[26]
7. Instalada la viga se deberá verificar que la misma este alineada longitudinalmente con la dirección en la que se mueve el camión. Para la obtención de datos se debe encerrar el dial, activar el vibrador y tomar las medidas en función del desplazamiento lento del camión.[26]
8. Para medir la temperatura se debe realizar un orificio en el pavimento de 4cm de profundidad y 10 mm de diámetro, ubicado sobre la línea paralela al eje de la vía, pasando por el punto de determinación de la deflexión y a 50cm del mismo en la dirección en la que la se desplace el camión, al iniciar el ensayo y a la par del trazado de la línea, posteriormente se debe llenar el orificio con aceite mínimo 10 min antes de empezar con el ensayo, se coloca el termómetro y se toma la medida de la temperatura estando esta entre los siguientes límites: 5 °C como límite inferior y 35 °C como límite superior.[26]

1.1.3.8.Mantenimiento Vial

Tiene como finalidad mantener las vías en condiciones adecuadas permitiendo una correcta circulación vehicular, este exige un enfoque de corto, mediano y largo plazo. Al no realizarse un mantenimiento en las vías el estado deberá afrontar costos elevados en la reconstrucción y rehabilitación de las vías.[2]

Para el mantenimiento vial se implementan diferentes intervenciones que parten desde lo sencillo pero permanente como es el mantenimiento rutinario, hasta intervenciones complicadas y más costosas como es la reconstrucción o rehabilitación vial.[28]

- **Mantenimiento Rutinario:** es la reparación de defectos pequeños presentes en la superficie de rodadura, bermas, cunetas, zanjas, entre otros. Este tipo de mantenimiento generalmente se aplica una o más veces al año en función de las condiciones en las que se encuentra la vía, dentro de este mantenimiento se realizan actividades como la limpieza de la vía y pequeños deslizamientos, mantenimiento de los sistemas de drenaje, reparación localizada de defectos pequeños en la superficie de rodadura y el control de la vegetación y el mantenimiento de las señales de tránsito.[28]
- **Mantenimiento Periódico:** engloba los trabajos de conservación para que la vía se encuentre en un nivel de servicio de regular a buen estado, se realiza cada cierto número de años, su finalidad es prevenir fallas en la vía para lo cual se realiza las siguientes actividades como es la reparación de obras de arte, restablecimiento de las características que tiene la superficie de rodadura, reparación de los sistemas de drenaje, mantenimiento de calzada, reconstrucción o reparación de puentes, reparación de taludes de terraplén.[29]
- **Mantenimiento preventivo:** se realizan actividades que ayudan a prevenir fallas antes de que estas existan, las mismas surgen en función de las inspecciones realizadas en campo a cargo de profesionales en mantenimiento de vías.[29]
- **Rehabilitación y mejoramiento:** se enfoca en trabajos de mejoramiento y reconstrucción con la finalidad de mejorar las condiciones de la vía, obteniendo niveles de servicio aceptables evitando accidentes provocados por las fallas existentes, las actividades que generalmente se realizan con la reconstrucción de plataformas y cunetas, restablecimiento de la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura, mejoramiento de los sistemas de drenaje y la terracería.[29]
- **Mantenimiento de emergencia:** son intervenciones que surgen de situaciones de fuerza mayor aplicadas de manera urgente con el fin de habilitar la vía para

la circulación vehicular. Se debe elaborar un plan de contingencia bajo la responsabilidad de los profesionales de mantenimiento de vías y se deberá contar con información adecuada sobre las vías.[29]

1.1.4. Hipótesis

La implementación de un proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato – Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Ambato – Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía Ambato – Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Ambato – Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua.
- Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Ambato – Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Tipos de investigación

Para el desarrollo del presente proyecto técnico se utilizará varios tipos de investigación debido a que consta de varias etapas para la obtención de información necesaria que permitan determinar resultados óptimos con el fin de alcanzar un buen proyecto que sirva de referencia para similares investigaciones a futuro.

- **Investigación bibliográfica**

Esta investigación permitirá la búsqueda y recopilación de información sobre el tema de mantenimiento y conservación de la capa de rodadura que debe tener una vía, siendo necesario la utilización de fuentes bibliográficas confiables, normas vigentes, métodos e intervenciones en vías existentes de tal modo que se pueda mantener y conservar la vida útil de la vía.

- **Investigación exploratoria**

Será utilizada para realizar el reconocimiento de la vía, adquirir datos topográficos, conteo vehicular, extracción de muestras de suelo para posteriormente ensayarlas, determinar las deflexiones verticales del pavimento y la evaluación de la vía de acuerdo con el Índice de Condición de Pavimento (PCI).

- **Investigación descriptiva**

Se implementará esta investigación en el desarrollo del método visual para el reconocimiento establecido por el índice de Condición del Pavimento, debido a que solo se reconocerá las fallas existentes y no se buscará por que fueron ocasionadas las mismas. Se inspeccionará la capa superficial de rodadura mediante una ficha establecida en la que se detallará la magnitud del tipo de falla de acuerdo con el índice de severidad, unidades de medida, locación, área de muestra, entre otras.

- **Datos de campo**

Con el presente proyecto se busca proporcionar un plan de mantenimiento vial por lo que se realizara varios ensayos mediante la toma de muestras de suelo de la vía en estudio, obtención de datos georreferenciados en sitio, estudio del TPDA, aplicación de la Viga Benkelman para obtener las deflexiones del pavimento y el análisis visual de la vía.

- **Datos de Laboratorio**

Para el desarrollo del proyecto se analizarán en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato las muestras de suelo extraídas en sitio, en la siguiente tabla se detallan los ensayos que se realizarán:

Tabla 31: Ensayos de Laboratorio

Ensayos de laboratorio	Normativa de referencia
Toma de muestras alteradas	NTE INEN 686
Análisis de Granulometría	ASTM C136
Límites de Atterberg (Límite Plástico y Límite Líquido)	ASTM D4318
Proctor modificado	AASHTO T-180 ASTM D1557
Ensayo de relación de soporte California (CBR)	ASTM D1883
Medición de deflexiones	AASHTO T256

Fuente: Veloz, K. (2021)

2.2.Población y Muestra

2.2.1. Población

El presente proyecto técnico que es parte de un macroproyecto tiene como finalidad estudiar el proceso de conservación de la capa de rodadura que se llevara a cabo en la vía Ambato – Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua, beneficiando a varios sectores de su alrededor.

2.2.2. Muestra

En el presente proyecto se realizara una toma de muestras que permitirán la ejecución de diferentes ensayos para obtener datos del estado actual de la capa de rodadura de la vía Ambato-Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua para posteriormente realizar el análisis de datos y resultados para plantear un adecuado proceso de conservación de la misma, beneficiando de esta manera a la población y mejorando el transporte y acarreo de los productos propios de la zona.

2.3. Material y Equipos

Con el fin de obtener datos e información necesaria para el desarrollo del proyecto se utilizaron diferentes equipos y materiales que fueron proporcionados por los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Tabla 32: Materiales y Equipos utilizados para realizar los ensayos

Ensayos	Materiales	Equipos
Levantamiento topográfico georreferenciado	Pintura (espray), clavos de acero, libreta de campo.	Cinta métrica, Sistema de posicionamiento Global (GPS), flexómetro, Computadora.
Toma de muestras alteradas	Muestra de suelo in situ, costales, fundas plásticas.	Picos, barras, palas, flexómetro, estacas.
Granulometría	1000gr de muestra de suelo.	Juego de tamices, tamizadora, recipientes de aluminio, balanza electrónica, brocha.
Límite plástico	300gr de muestra de suelo que pasa por el tamiz #40, agua.	Placa de vidrio, recipientes de contenido de humedad, balanza electrónica, regla, espátula, mortero, horno eléctrico.
Límite líquido	300gr de muestra de suelo que pasa por el tamiz #40, agua.	Equipo de copa de Casagrande, recipientes de contenido de humedad, ranurador, balanza electrónica, mortero, espátula redonda, probeta, horno eléctrico.

Proctor Modificado	25kg de muestra de suelo, agua.	Moldes cilíndricos de metal, retorta, collarín, enrasador, martillo compactador, bandejas cuadradas metálicas, probeta, palustre, brocha, recipientes de contenido de humedad, balanza electrónica, horno eléctrico.
CBR	20kg de muestra de suelo, agua.	Moldes cilíndricos de metal, retorta, collarín, enrasador, martillo compactador, bandejas cuadradas, probeta, palustre, brocha, recipientes de contenido de humedad, balanza electrónica, horno eléctrico, máquina CBR, pesas de sobrecarga.
Tráfico promedio diario anual	Formato para la contabilización de vehículos.	Computadora
PCI	Formato para la recolección de datos.	Flexómetro, manual de identificación de fallas.
Medición de deflexiones	Tiza o pintura, agua, libreta de campo.	Viga Benkelman, combo, cincel, cinta métrica, flexómetro, termómetro, volqueta de 8m ³ (8.2 ton)

Fuente: Veloz K, (2021).

2.4.Métodos

2.4.1. Plan de Recolección de Datos

- Indagar sobre el tema de investigación en fuentes bibliográficas confiables y en normas vigentes.
- Identificar las características de la vía en estudio de manera visual mediante una visita de campo.
- Realizar el levantamiento georreferenciado de la vía en estudio.
- Realizar el conteo vehicular manual ubicando una estación en puntos estratégicos a lo largo de la vía, con una duración de 7 días continuos por 12 horas diarias, para obtener las cargas de tránsito de la zona.

- En sitio tomar las muestras de suelo de la vía en estudio cada 1000 metros iniciando en la abscisa Km 3+400 hasta la abscisa Km 6+400 y posteriormente realizar ensayos de laboratorio que permitan evaluar las propiedades del suelo.
- Determinar el Índice de Condición del Pavimento (PCI) con el fin de analizar las diferentes fallas presentes a lo largo de los 3.2 Km de la vía en estudio.
- Determinar las deflexiones del pavimento mediante la utilización de la Viga Benkelman.

Tabla 33: Plan de Recolección de Datos

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	Para proponer un método de conservación y mejoramiento de la estructura de pavimento para así mantener las propiedades físicas y mecánicas de la vía Ambato – Quisapincha.
2. ¿De qué persona u objeto?	De la vía Ambato – Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400.
3. ¿Sobre qué aspectos?	Sobre la implementación de un plan.
4. ¿Quién evalúa?	. Autora: Cinthia Karina Veloz Ramirez . Tutor: Ing. Msc. Galo Núñez
5. ¿Dónde evalúa?	. En la vía Ambato – Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400. . En los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
6. ¿Cómo?	. Investigación Bibliográfica . Toma de datos en campo . Ensayos de Laboratorio

Fuente: Veloz, K. (2021)

2.4.2. Plan de Procesamiento y Análisis de Información

- Clasificar y ordenar los datos obtenidos de la vía.
- Realizar el análisis de los datos recolectados en campo y en laboratorio.
- Elaborar un informe para cada muestra de PCI para cada tramo de la vía en estudio.

- Determinar el estado actual en el que se encuentra la vía mediante el análisis de los resultados obtenidos.
- En función de los resultados obtenidos se propondrá un plan de conservación de la capa de rodadura de la vía en estudio con la finalidad de mantener su serviciabilidad.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y Discusión de Resultados

3.1.1. Ubicación del Proyecto

La vía en estudio se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua, une el cantón Ambato con la parroquia de San Antonio de Quisapincha, el tramo de vía en análisis comprende desde la abscisa km 3+200 hasta el km 6+400, equivalente a un tramo de estudio de 3.2 km de longitud, con las siguientes coordenadas:

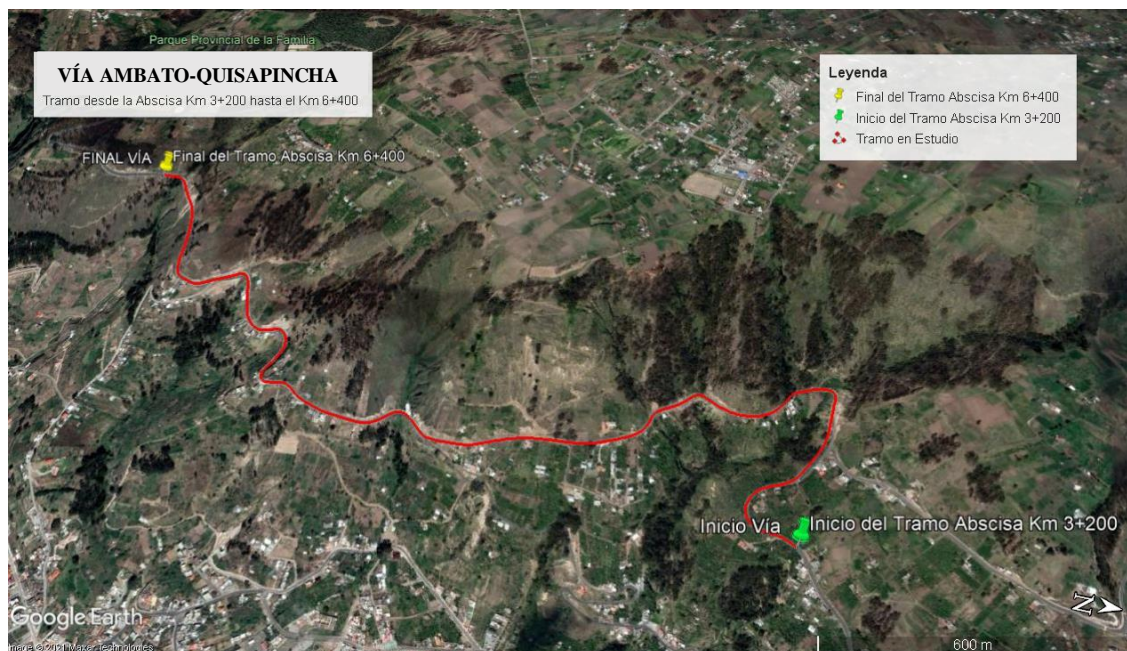
Tabla 34: Coordenadas de la Ubicación del Proyecto

Abscisa	Coordenadas Norte	Coordenadas Este
3+200 km	9864078 m	761895 m
6+400 km	9862172 m	761093 m

Fuente: Veloz, K. (2021)

En la siguiente figura se indica el recorrido del tramo de la vía Ambato – Quisapincha desde la abscisa Km 3+200 hasta el Km 6+400.

Figura 8: Ubicación del Tramo de Vía en Estudio



Fuente: Google Earth Pro, 2021

3.1.2. Análisis Georreferenciado de la Vía

La georreferenciación de la vía en estudio se realizó con el fin de posicionar la vía sobre la superficie de la tierra a través de un sistema de coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur. Para la recolección de datos georreferenciados se empleó un GPS (Receptor Satelital), el cual proporcionó coordenadas que fueron tomadas al lado derecho e izquierdo del borde y en el eje de la vía, mediante el uso de la cinta métrica se obtuvo la separación entre puntos con una longitud de aproximadamente de 50 metros.

En la siguiente tabla se presenta las características del levantamiento georreferenciado:

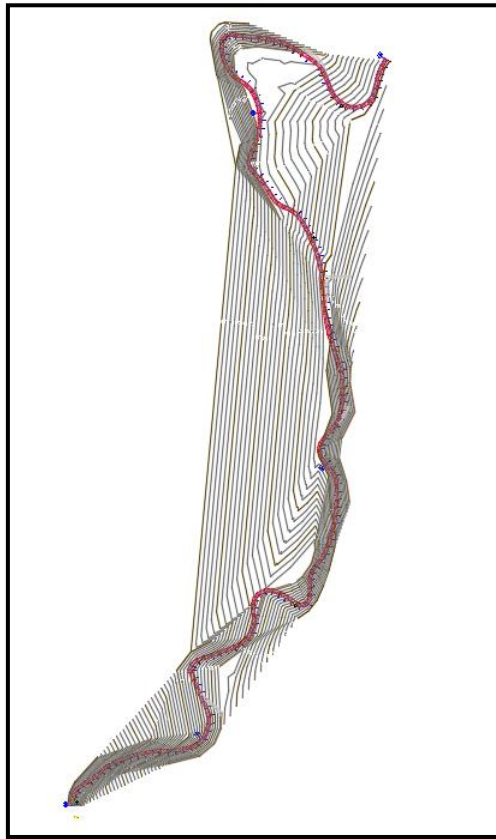
Tabla 35: Datos del Levantamiento Georreferenciado

Longitud Total de la Vía	3.200 Km
N° de Carriles	2 Unidades
Ancho Promedio de la Calzada	8.10 m
N° de coordenadas obtenidas	334 Unidades

Fuente: Veloz, K. (2021)

Al culminar la recolección de datos en campo, se realizó la exportación de datos del equipo GPS a una hoja de cálculo de Excel, en el cual se ordenó las celdas con el siguiente orden (Número de punto, Coordenada Este, Coordenada Norte, elevación), a este archivo se lo guardó en formato CSV (delimitado por comas), posteriormente se utilizó el software AutoCAD Civil 3D versión estudiantil 2020 con la finalidad de realizar una representación del modelo digital de la vía Ambato – Quisapincha el cual se muestra a través de un plano en el anexo E.

Figura 9: Modelo Digital Civil 3D del Tramo de Vía en Estudio



Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.3. Análisis de Tráfico

El análisis de tráfico se realiza con la finalidad de determinar el tipo y cantidad de vehículos que transitan por la vía Ambato – Quisapincha, para definir el tipo de carretera se debe calcular el TPDA para lo cual se efectúa un conteo manual en una estación definida y siguiendo los formatos establecidos para obtener los parámetros de diseño de una vía como son el ancho de vía y los espesores de la estructura del pavimento.

3.1.3.1. Conteo Vehicular

Este conteo tiene como fin determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), para lo cual se empleó un método de conteo manual en los dos sentidos de la vía, el cual consiste en contabilizar el número de vehículos durante 7 días seguidos con un periodo de tiempo de 12 horas por cada día, considerando un horario de inicio a las 7H00 am y de finalización a las 19H00 pm. En función al tráfico observado en la vía se considera pertinente realizar el conteo por una sola persona, quien recolectara la

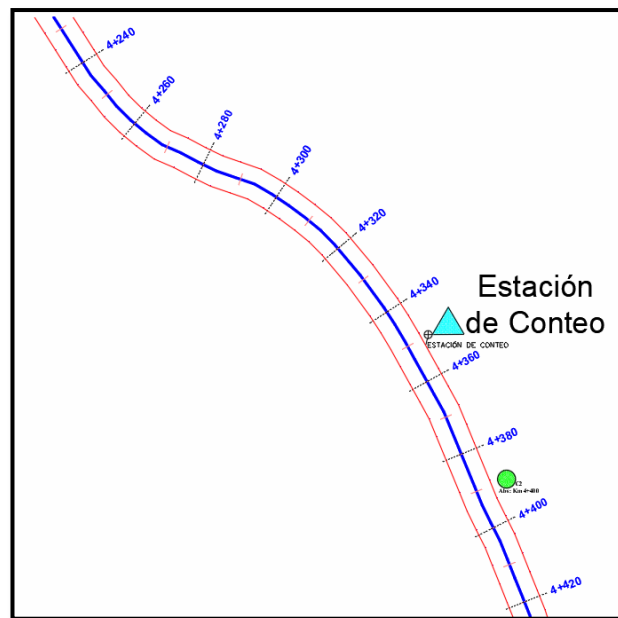
información mediante los formatos de fichas establecidos. La estación de conteo se ubicó en la abscisa Km 4+350, se considera esta ubicación ya que es un espacio que no interrumpe la circulación vehicular y que además es un tramo recto donde no existe salidas considerables de vehículos que generen conflictos en el estudio.

Tabla 36: Coordenadas de la Estación de Conteo

Ubicación de la Estación de Conteo	
Abscisa	Km 4+350
Coordenadas Norte	9863659.68
Coordenadas Este	761685.12

Fuente: Veloz, K. (2021)

Figura 10: Ubicación en Civil 3D de la Estación de Conteo Vehicular



Fuente: Veloz, K. (2021)

- **Formato de Conteo Vehicular**

Con el fin de recolectar y tabular datos del flujo vehicular en los días designados se utilizará un formato de conteo establecido, mismo que contiene 5 secciones como se presenta en la figura 11 y que se detallan a continuación:

- **Sección 1:** en esta sección se detalla los datos informativos del proyecto en estudio, como son el nombre del proyecto, día y fecha en que se realizó la recolección de datos, número y ubicación de la estación de conteo manual,

sentido del carril, estado del tiempo, responsable del conteo vehicular realizado y el número de ficha correspondiente.

- **Sección 2:** en esta sección se detalla la distribución de las 12 horas diarias que durara el conteo vehicular, las mismas se dividirán en intervalos de tiempo de 15 minutos para un adecuado manejo de datos.
- **Sección 3:** en esta sección se detalla los vehículos que circulan por la vía en estudio, clasificados como livianos, buses, pesados y otros, en la parte de pesados o camiones se distribuye en función de sus ejes como: 2 ejes (C-1), 3 ejes (C-2) y mayor a 3 ejes (C-3); y otros donde se establece los tipos de vehículos no mencionados anteriormente.
- **Sección 4:** en esta sección se detalla la sumatoria de cada tipo de vehículo que a sido observado en el trayecto de cada hora.
- **Sección 5:** en esta sección se detalla la sumatoria total de los vehículos que han circulado por la vía en el transcurso de una hora.

Figura 11: Formato de Conteo Vehicular Manual



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		FICM		
Proyecto:	Via Ambato- Quisapincha/ Tramo 2	No de Estación:	1	Ubicación:	Abscisa Km 3+200	Sentido:		Ficha No:	1			
Fecha:	20/9/2021	Día:	Lunes	Estado de tiempo:	Parcialmente nublado	Responsable:	Karina Veloz					
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO												
SECCIÓN 2	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		
7H00	7H00-7H15	36	34	3	3	9	4	0	2	2	0	621
	7H15-7H30	58	55	3	2	9	2	6	0	0	0	
	7H30-7H45	74	74	1	2	13	6	2	6	1	0	
	7H45-8H00	90	95	2	3	11	2	3	8	0	0	
	SUMATORIA PARCIAL	258	258	9	10	42	14	11	16	3	0	
8H00	8H00-8H15	36	34	3	3	9	4	0	2	2	0	621
	8H15-8H30	58	55	3	2	9	2	6	0	0	0	
	8H30-8H45	74	74	1	2	13	6	2	6	1	0	
	8H45-9H00	90	95	2	3	11	2	3	8	0	0	
	SUMATORIA PARCIAL	258	258	9	10	42	14	11	16	3	0	
9H00	9H00-9H15	36	34	3	3	9	4	0	2	2	0	621
	9H15-9H30	58	55	3	2	9	2	6	0	0	0	
	9H30-9H45	74	74	1	2	13	6	2	6	1	0	
	9H45-10H00	90	95	2	3	11	2	3	8	0	0	
	SUMATORIA PARCIAL	258	258	9	10	42	14	11	16	3	0	

Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.3.2. Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) por el método de 30va hora

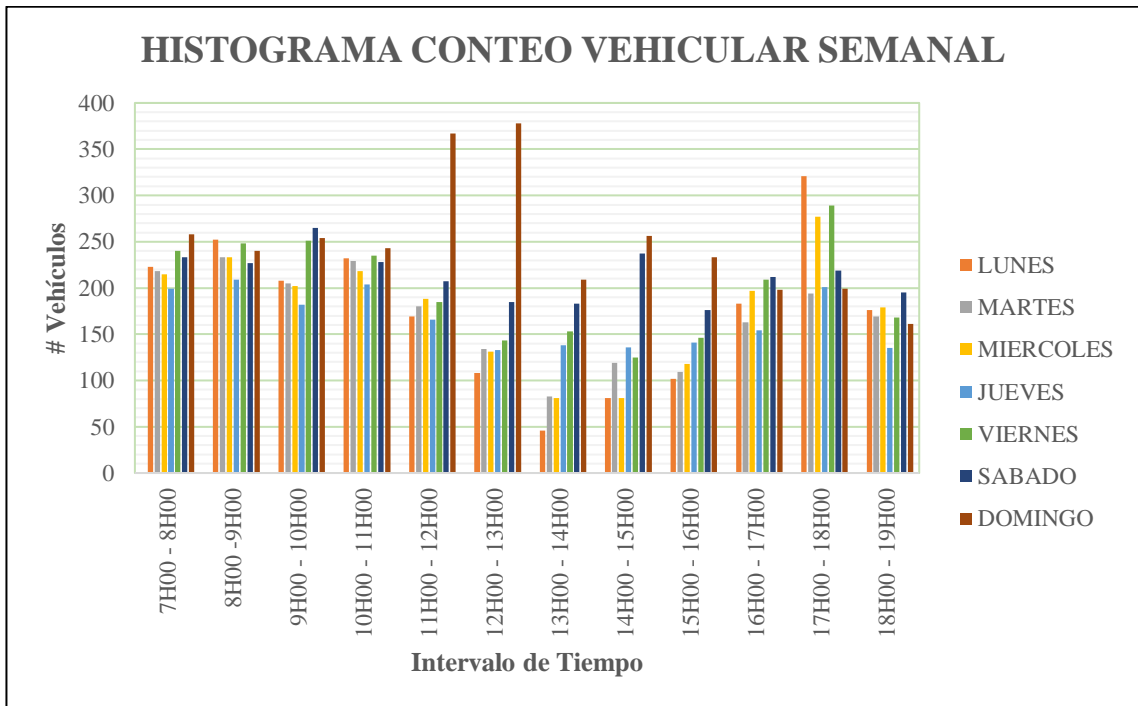
Se realizó el cálculo del TPDA mediante el registro de los datos del conteo vehicular recolectados en campo, en la vía Ambato – Quisapincha iniciando en la abscisa Km 3+200 hasta el Km 6+400, con una duración de 7 días por 12 horas diarias en los dos sentidos de la vía, registrándose como resultado final la cantidad total de vehículos circulantes dentro del tiempo especificado como se detalla en el Anexo B.

Tabla 37: Resumen Semanal del Conteo Vehicular

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
Proyecto:	Vía Ambato- Quisapincha/ Tramo 2	Fecha:	15/11/2021				
Provincia:	Tungurahua	Realizado por:	Karina Veloz				
Cantón:	Ambato	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez				
RESUMEN SEMANAL DEL CONTEO VEHICULAR							
HORA/ DÍA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
7H00 - 8H00	223	218	215	199	240	233	258
8H00 - 9H00	252	233	233	209	248	227	240
9H00 - 10H00	208	205	202	182	251	265	254
10H00 - 11H00	232	229	218	204	235	228	243
11H00 - 12H00	169	180	188	166	185	207	367
12H00 - 13H00	108	134	131	133	143	185	378
13H00 - 14H00	46	83	81	138	153	183	209
14H00 - 15H00	81	119	81	136	125	237	256
15H00 - 16H00	102	109	118	141	146	176	233
16H00 - 17H00	183	163	197	154	209	212	198
17H00 - 18H00	321	194	277	201	289	219	199
18H00 - 19H00	176	169	179	135	168	195	161
TOTAL:	2101	2036	2120	1998	2392	2567	2996

Fuente: Veloz, K. (2021)

Figura 12: Histograma del Conteo Vehicular Semanal





Fuente: Veloz, K. (2021)

De acuerdo con la tabla 37 y con la figura 12 se pudo determinar que la hora pico o trigésima hora de la semana en que se realizó el conteo vehicular, es el domingo 14 de

noviembre de 2021 desde las 12h00 a 13h00, con un total de 378 vehículos circulantes. En la siguiente tabla se presenta la hora pico de vehículos que circularon por la vía.

Tabla 38: Hora de Mayor Aforo Vehicular

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO											
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA											
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
Proyecto:	Vía Ambato- Quisapincha/ Tramo 2	# Estación:	1	Ubicación:	Abscisa Km 4+300	Sentido:	Ambos Sentidos						
Fecha:	16/11/2021	Día:	Domingo	Estado de tiempo:	Parcialmente nublado	Responsable:	Karina Veloz						
HORA CON MAYOR AFORO VEHICULAR													
HORA	LIVIANOS			BUSES		PESADOS			OTROS	Subtotal	SUMATORIA TOTAL POR HORA		
	Automóviles	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)				> Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes
12H00 - 13H00	12H00-12H15	73	23	8	4	3	6	0	0	0	0	117	378
	12H15-12H30	50	24	1	2	2	4	0	0	0	0	83	
	12H30-12H45	61	23	1	1	2	4	0	0	0	0	92	
	12H45-13H00	45	32	2	3	2	2	0	0	0	0	86	
SUBTOTAL		229	102	12	10	9	16	0	0	0	0		
TOTAL		343			19		16			0	378		

Fuente: Veloz, K. (2021)

- **Cálculo del Factor de Hora Pico**

Para realizar este cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$FP = \frac{Q_v}{4 * Q_{15m\acute{a}x}}$$

Donde:

- **Q_v**: representa el total de vehículos circulantes durante la hora pico.
- **Q_{15m^áx}**: representa el flujo máximo de vehículos en un intervalo de 15 minutos de la hora pico.

Solución:

$$FP = \frac{378}{4 * 117}$$

$$FP = 0.807$$

$$FP < 1$$

$$FP \approx 1$$

- **Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Actual (TPDA)**

Para determinar el TPDA se emplea la siguiente ecuación:

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

Donde:

- **TPDA:** representa el Tráfico Promedio Diario Anual Actual.
- **VHP:** representa el número de vehículos de la hora pico.
- **FP:** representa el factor de hora pico
- **K:** representa un valor constante del TPDA según la zona.

Tabla 39: Valores de la constante “K”

ZONA	K
Zona Urbana	8% - 12%
Zona Rural	12% - 18%

Fuente: MTOP, 2013

Valor de K a utilizar: Zona Rural 15%

➤ **TPDA actual para vehículos livianos**

$$\text{TPDA} = \frac{343 * 1}{15\%} \text{ (Tabla 38)}$$

$$\text{TPDA} = 2287 \text{ veh/día}$$

➤ **TPDA actual para vehículos buses**

$$\text{TPDA} = \frac{19 * 1}{15\%} \text{ (Tabla 38)}$$

$$\text{TPDA} = 127 \text{ veh/día}$$

➤ **TPDA actual para vehículos pesados**

$$\text{TPDA} = \frac{16 * 1}{15\%} \text{ (Tabla 38)}$$

$$\text{TPDA} = 107 \text{ veh/día}$$

Se presenta la siguiente tabla con los datos obtenidos del TPDA actual de la vía en estudio.

Tabla 40: TPDA Actual de la Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2

Tipo de Vehículo	Hora Pico	TPDA Actual
Liviano	343	2287
Buses	19	127
Camiones	16	107
Total		2521

Fuente: Veloz, K. (2021)

- **Cálculo del Tráfico Atraído**

Para determinar los valores del Tráfico Atraído se utiliza la siguiente ecuación:

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

Donde:

T at: representa el Tráfico Atraído.

- **Tráfico Atraído para vehículos livianos**

$$T_{at} = 10\% * 2287 \text{ (tabla 40)}$$

$$T_{at} = 229 \text{ veh/día}$$

- **Tráfico Atraído para vehículos buses**

$$T_{at} = 10\% * 127 \text{ (tabla 40)}$$

$$T_{at} = 13 \text{ veh/día}$$

- **Tráfico Atraído para vehículos pesados**

$$T_{at} = 10\% * 107 \text{ (tabla 40)}$$

$$T_{at} = 11 \text{ veh/día}$$

Se presenta la siguiente tabla con los datos obtenidos del Tráfico Atraído de la vía en estudio.

Tabla 41: Tráfico Atraído de la Vía Ambato – Quisapincha / Tramo 2

Tipo de Vehículo	TPDA Actual	Trafico Atraído
Liviano	2287	229
Buses	127	13
Camiones	107	11
Total		253

Fuente: Veloz, K. (2021)

- **Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Total**

Para determinar los datos del Tráfico Promedio Anual Total se empleará la siguiente ecuación:

$$\text{TPDA Total} = \text{TPDA Actual} + T \text{ at}$$

Donde:

TPDA Total: representa el Tráfico Promedio Diario Anual Total.

TPDA Actual: representa el Tráfico Promedio Diario Anual Actual.

T at: representa el Tráfico Atraído.

- **TPDA Total para vehículos livianos**

$$\text{TPDA Total} = 2287 \text{ veh/día} + 229 \text{ veh/día}$$

$$\text{TPDA Total} = 2516 \text{ veh/día}$$

- **TPDA Total para vehículos buses**

$$\text{TPDA Total} = 127 \text{ veh/día} + 13 \text{ veh/día}$$

$$\text{TPDA Total} = 140 \text{ veh/día}$$

- **TPDA Total para vehículos pesados**

$$\text{TPDA Total} = 107 \text{ veh/día} + 11 \text{ veh/día}$$

$$\text{TPDA Total} = 118 \text{ veh/día}$$

Se presenta la siguiente tabla con los datos obtenidos del Tráfico Promedio Diario Anual.

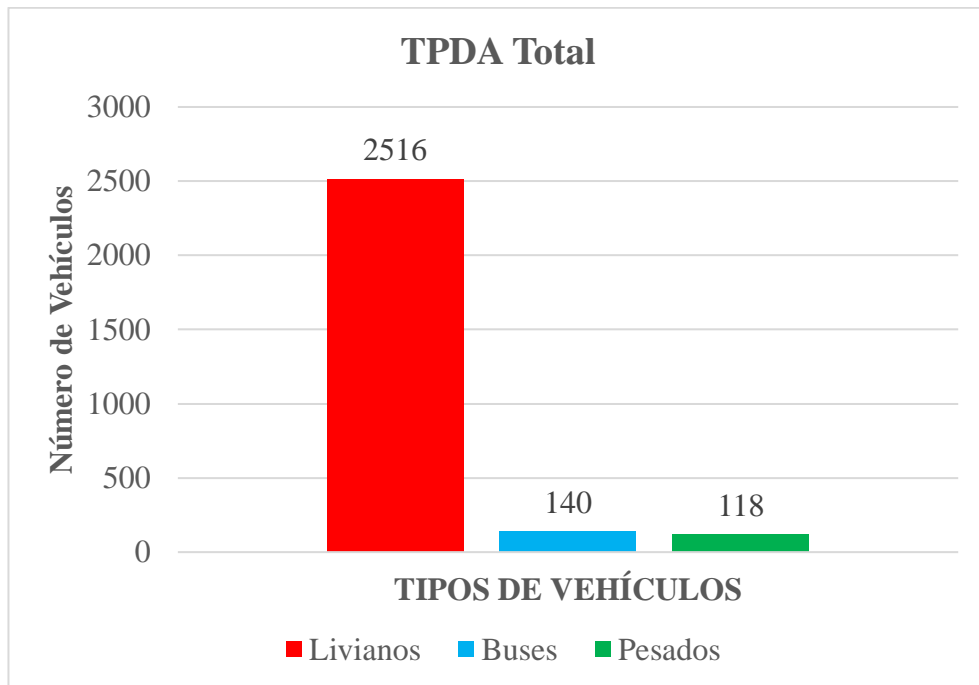
Tabla 42: TPDA Total de la Vía Ambato - Quisapincha / Tramo 2

TIPOS DE VEHÍCULOS	TPDA Actual (veh/día)	T at (veh/día)	TPDA Total	Porcentaje (%)
Livianos	2287	229	2516	90.70
Buses	127	13	140	5.05
Pesados	107	11	118	4.25
		Total	2774	100.00

Fuente: Veloz, K. (2021)

En la figura 13 se puede observar que existe mayor afluencia de vehículos livianos y una cantidad mínima de pesados.

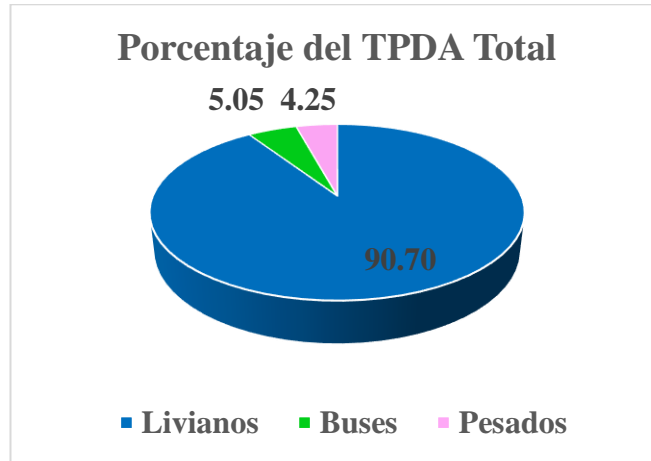
Figura 13: TPDA Total por Tipo de Vehículos



Fuente: Veloz, K. (2021)

En la figura 14 se puede observar que el mayor porcentaje corresponde a los vehículos livianos con un valor de 90.70% en comparación con los vehículos pesados con un 4.25% y los buses con un 5.05%.

Figura 14: Porcentaje de Participación de los Tipos de Vehículos en el TPDA Total



Fuente: Veloz, K. (2021)

- **Cálculo del Tráfico Futuro**

Para este cálculo se utilizará una proyección de 20 años el cual tendrá su inicio en el año 2021 hasta el 2041.

$$Tf = TPDA \text{ Total} * (1 + i)^n$$

Donde:

- **Tf:** representa al Tráfico Futuro.
- **TPDA Total:** representa el Tráfico Promedio Diario Anual Total.
- **i:** representa al índice de incremento o crecimiento del tránsito.
- **n:** representa el número de años proyectados.



Tabla 43: Índice de Incremento o Crecimiento del Tránsito

PERIODO	TIPO DE VEHÍCULO		
	Liviano	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
2040 – 2045	3.25	1.62	1.58

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-001-F-2003

En la siguiente Tabla 44 se presenta la proyección vehicular con un periodo de 20 años, obteniéndose un total de 5124 veh/día para el año 2041 en ambos sentidos de circulación.

Tabla 44: Tráfico Futuro de la Vía Ambato - Quisapincha

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
Proyecto:	Vía Ambato- Quisapincha/ Tramo 2	Fecha:	18/11/2021					
Provincia:	Tungurahua	Realizado por:	Karina Veloz					
Cantón:	Ambato	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez					
TPDA Total (veh/día)								
Livianos	2516	Buses	140	Pesados	118			
TRÁFICO FUTURO								
#	Año	Tasa de Crecimiento (%)			Tráfico Futuro (veh/día)			Tráfico Futuro Total
		Livianos	Buses	Pesados	Livianos	Buses	Pesados	
0	2021	3.57	1.78	1.74	2516	140	118	2774
1	2022	3.57	1.78	1.74	2606	142	120	2868
2	2023	3.57	1.78	1.74	2699	145	122	2966
3	2024	3.57	1.78	1.74	2795	148	124	3067
4	2025	3.57	1.78	1.74	2895	150	126	3172
5	2026	3.25	1.62	1.58	2952	152	128	3232
6	2027	3.25	1.62	1.58	3048	154	130	3332
7	2028	3.25	1.62	1.58	3147	157	132	3436
8	2029	3.25	1.62	1.58	3250	159	134	3543
9	2030	3.25	1.62	1.58	3355	162	136	3653
10	2031	3.25	1.62	1.58	3464	164	138	3767
11	2032	3.25	1.62	1.58	3577	167	140	3884
12	2033	3.25	1.62	1.58	3693	170	142	4005
13	2034	3.25	1.62	1.58	3813	173	145	4130
14	2035	3.25	1.62	1.58	3937	175	147	4259
15	2036	3.25	1.62	1.58	4065	178	149	4392
16	2037	3.25	1.62	1.58	4197	181	152	4530
17	2038	3.25	1.62	1.58	4334	184	154	4672
18	2039	3.25	1.62	1.58	4474	187	156	4818
19	2040	3.25	1.62	1.58	4620	190	159	4969
20	2041	3.25	1.62	1.58	4770	193	161	5124

Fuente: Veloz, K. (2021)

- **Clasificación de la Vía de acuerdo con el Tráfico Futuro**

Tabla 45: Clasificación Funcional de las Vías en base al Tráfico Futuro

Función	Clase de Carretera (MOP)	Tráfico Futuro (Año final de diseño)	Ancho de la Calzada	
			Recomendable	Absoluto
Corredor Arterial	RI – RII (2)	>8000	7.30	7.30
	I	3000 – 8000	7.30	7.30
Colectora	II	1000 – 3000	7.30	6.50
	III	300 – 1000	6.70	6.00
Vecinal	IV	100 – 300	6.00	6.00
	V	300	4.00	4.00

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-001-F-2003

La vía Ambato – Quisapincha / Tramo 2 presenta un Tráfico Promedio Anual (TPDA) de 2274 veh/día, y al proyectar un tráfico vehicular con un periodo de 20 años se obtiene un valor de tráfico futuro de 5124 veh/día, mediante este dato se puede clasificar a la vía en estudio como una Vía Colectora clase I, este tipo de vía deberá contar con determinadas características permitiendo de esta manera satisfacer las necesidades de los usuarios que transitan por la misma.

3.1.3.3. Cálculo de Ejes Equivalentes

Este cálculo se conoce como Equivalent Simple Axial Load (ESAL), indica que, al existir una variedad de tipo de vehículos circulantes por la vía en estudio deberán ser transformados a ejes equivalentes siendo útil para futuros cálculos en el presente proyecto.

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

Donde:

- **W18:** representa el número de ejes equivalentes (establecido para un periodo de diseño de 20 años).
- **TPDA:** representa el tráfico promedio diario anual (establecido para un periodo de diseño de 20 años).
- **FD:** representa el factor de daño.
- **Fd:** representa el factor de distribución direccional.
- **DI:** representa el porcentaje W18 en el carril DI

En la siguiente tabla se detallan los Factores de daño para cada tipo de vehículo:

Tabla 46: Factores de daño de acuerdo con el tipo de vehículo

Tipo	Simple		Simple Doble		Tandem		Tridem		Factor de daño (FD)
	Ton	$(\frac{p}{6.6})^4$	Ton	$(\frac{p}{6.6})^4$	Ton	$(\frac{p}{6.6})^4$	Ton	$(\frac{p}{6.6})^4$	
Bus	4	0.13	8	0.91	-	-	-	-	1.07
C-2P	2.5	0.02	-	-	-	-	-	-	1.29
	7	1.27	-	-	-	-	-	-	
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	1.4	2.08
C-5	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.76
C-6	6	0.68	-	-	18	2.07	25	1.4	4.15

Fuente: Guía Técnica de Pavimento. Ing. Fricson Moreira

En la siguiente tabla se detallan los Factores de distribución direccional en función del número de carriles:

Tabla 47: Factores de Distribución Direccional

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

Fuente: AASHTO 93 Diseño de Estructuras del Pavimento, 2014

En la siguiente tabla se detallan los porcentajes de W18 por carril:

Tabla 48: Porcentajes de W18 en Carril D1

# de carriles en una dirección	Porcentaje de W18 en un carril (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80

Fuente: AASHTO 93 Diseño de Estructuras del Pavimento, 2014

En la Tabla 49 se presentan los datos obtenidos del cálculo de ejes equivalentes acumulado es decir para los dos sentidos y por carril.

Cálculo Típico:

➤ **W18 por año**

$$W18 = [((140*1.04) + (118*1.29) + (0*3.92) + (0*2.76)) *365] *1$$



$$W18 = 108704 \text{ ejes equivalentes}$$

➤ **W18 por carril**

$$W18 = [((140*1.04) + (118*1.29) + (0*3.92) + (0*2.76)) *365] *0.5*1$$

$$W18 = 54352 \text{ ejes equivalentes}$$

Tabla 49: Ejes Equivalentes de la Vía Ambato - Quisapincha / Tramo 2

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Proyecto:	Vía Ambato- Quisapincha/ Tramo 2					Fecha:		18/11/2021		
Provincia:	Tungurahua					Realizado por:		Karina Veloz		
Cantón:	Ambato					Revisado por:		Ing. Msc. Galo Núñez		
FACTORES DE DAÑO										
Bus	1.04	C-1	1.29	C2	3.92	C-3	2.76			
EJES EQUIVALENTES										
Año	Tráfico Futuro por 20 años de Periodo de Diseño						W18 por año	W18 Acumulado	W18 por Carril	
	Livianos	Buses	Pesados			TOTAL				
			C-1	C-2	C-3					Total
2021	2516	140	118	0	0	118	2774	108704	108704	54352
2022	2606	142	120	0	0	120	2868	110405	219110	109555
2023	2699	145	122	0	0	122	2966	112486	331595	165798
2024	2795	148	124	0	0	124	3067	114544	446139	223070
2025	2895	150	126	0	0	126	3172	116559	562699	281349
2026	2952	152	128	0	0	128	3232	117681	680380	340190
2027	3048	154	130	0	0	130	3332	119563	799943	399971
2028	3147	157	132	0	0	132	3436	121476	921419	460709
2029	3250	159	134	0	0	134	3543	123419	1044838	522419
2030	3355	162	136	0	0	136	3653	125393	1170231	585115
2031	3464	164	138	0	0	138	3767	127399	1297629	648815
2032	3577	167	140	0	0	140	3884	129437	1427066	713533
2033	3693	170	142	0	0	142	4005	131507	1558573	779287
2034	3813	173	145	0	0	145	4130	133611	1692184	846092
2035	3937	175	147	0	0	147	4259	135748	1827932	913966
2036	4065	178	149	0	0	149	4392	137919	1965852	982926
2037	4197	181	152	0	0	152	4530	140126	2105977	1052989
2038	4334	184	154	0	0	154	4672	142367	2248345	1124172
2039	4474	187	156	0	0	156	4818	144644	2392989	1196494
2040	4620	190	159	0	0	159	4969	146958	2539947	1269974
2041	4770	193	161	0	0	161	5124	149309	2689256	1344628

Fuente: Veloz, K. (2021)

El tramo en estudio de la Vía Ambato – Quisapincha desde la abscisa Km 3+200 hasta el Km 6+400 para el año 2041 tiene un valor de 1344628 de ejes equivalentes.

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 de pavimentos (PCI) es un método de evaluación realizado in situ de manera visual para la recolección de datos, en trabajo de oficina se realizará el análisis de datos de la vía con el fin de evaluar y calificar objetivamente el pavimento de la zona en estudio, posteriormente se realizarán los cálculos respectivos del método.

3.1.4.1. Unidades de Muestreo

Con la finalidad de reducir costos y tiempo se emplea el método del PCI, el cual considera un tramo de vía para determinar las unidades de muestreo, mismas que se calculan en base a la longitud y ancho de vía, área de muestreo, desviación estándar del PCI y un valor estimado de error admisible. Para empezar con el cálculo se debe considerar que el tramo de la vía Ambato – Quisapincha con las abscisas del Km 3+200 hasta el Km 6+400 consta de una calzada con dos carriles de circulación, misma que está conformada con una capa de rodadura de pavimento flexible, tiene un ancho de 8,10 m, con un área de $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$, para el desarrollo del cálculo se considera los datos que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 50: Datos para el Cálculo de Unidades de Muestreo

DATOS			
Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidad
Ancho de calzada	Av	8.10	m
Longitud del tramo	Lt	3200	m
Área del tramo	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: Veloz, K. (2021)

- **Longitud de Unidades de Muestreo (L)**

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

Donde:

- **L:** representa la longitud de la unidad de muestreo.
- **A:** representa el área de muestreo.
- **Av:** representa el ancho de la vía.

Solución:

$$L = \frac{230 \pm 93 \text{ m}^2}{8.10 \text{ m}}$$

$$L = 28.40 \pm 11.48 \text{ m}$$

$$L = 25 \text{ m}$$

- **Área Real del Tramo (A)**

$$A = Av * L$$

Donde:

- **L:** representa la longitud de la unidad de muestreo.
- **A:** representa el área de muestreo.
- **Av:** representa el ancho de la vía.

Solución:

$$A = 8.10 \text{ m} * 25 \text{ m}$$

$$A = 202.5 \text{ m}^2$$

Nota: al calcular el área real del tramo se obtiene como dato un valor de 202.5 m², pero de acuerdo con el manual del PCI se utilizará un área de 230.0 ± 93.0 m².

- **Número Total de Unidades de Muestreo (N)**

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

Donde:

- **N:** representa las unidades de muestreo.
- **Lt:** representa el tramo de la vía.
- **L:** representa la longitud de la unidad de muestreo.

Solución:

$$N = \frac{3200 \text{ m}}{28.40 \text{ m}}$$

$$N = 112.68 \approx 113$$

- **Número Mínimo de Unidades de Muestreo (n)**

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

Donde:

- **n:** representa el número mínimo de unidades de muestreo
- **N:** representa las unidades de muestreo

- σ : representa la desviación estándar del PCI
- e : representa el error admisible estimado para el PCI

Solución:

$$n = \frac{113*(10)^2}{\frac{(5)^2}{4}*(113-1)+(10)^2}$$

$$n = 14.13 \text{ unidades} \approx 15 \text{ unidades}$$

Nota: con el fin de que el margen de error reduzca, se considera que es favorable analizar 16 unidades de muestreo.

- **Intervalo de muestreo (i)**

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

Donde:

- i : representa el intervalo de muestreo
- N : representa las unidades de muestreo
- n : representa el número mínimo de unidades de muestreo

Solución:

$$i = \frac{113 \text{ unidades}}{15 \text{ unidades}}$$

$$i = 7.53 \text{ unidades} \approx 8 \text{ unidades}$$

- **Corrección del Número de Unidades de Muestreo (nc)**

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

Donde:

- nc : representa el Número Corregido de las Unidades de Muestreo
- N : representa el Número Total de Unidades de Muestreo
- n : representa el Número Mínimo de las Unidades de Muestreo

Solución:

$$nc = \frac{113 \text{ unidades}}{8}$$

$$nc = 14.13 \text{ unidades} \approx 15 \text{ unidades}$$

3.1.4.2. Secciones por Analizar y Determinar el PCI

El tramo de vía en estudio tiene una longitud de 3200m y una vez realizados los cálculos correspondientes de muestreo para determinar el PCI, se obtiene 15 unidades de muestreo, pero se analizará como mínimo 16 unidades de muestreo con una longitud de 25 m y un intervalo de 8. El estudio empezó en la abscisa Km 3+400 y se procederá con el ensayo como se indica en la siguiente tabla:

Figura 15: Abscisas y áreas para cada unidad de muestreo del PCI

Unidad	Abscisa (m)		Ancho de Vía (m)		Área (m ²)
	Inicial	Final	Inicial	Final	
U1	3+400	3+425	7.50	8.20	61.50
U2	3+600	3+625	7.10	6.90	48.99
U3	3+800	3+825	7.10	7.80	55.38
U4	4+000	4+025	7.90	7.60	60.04
U5	4+200	4+225	8.00	8.30	66.40
U6	4+400	4+425	7.90	7.20	56.88
U7	4+600	4+625	7.50	8.20	61.50
U8	4+800	4+825	9.00	9.10	81.90
U9	5+000	5+025	10.30	9.00	92.70
U10	5+200	5+225	8.25	8.80	72.60
U11	5+400	5+425	8.70	8.00	69.60
U12	5+600	5+625	8.80	8.50	74.80
U13	5+800	5+825	9.00	8.70	78.30
U14	6+000	6+025	8.70	8.10	70.47
U15	6+200	6+225	7.50	6.53	48.98
U16	6+375	6+400	8.00	7.30	58.40

Fuente: Veloz, K. (2021)

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

Una vez que se obtiene las unidades de muestreo se realiza una visita en campo en zona de estudio con la finalidad de identificar de forma visual las fallas que existen sobre 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 consta de 4 secciones las cuales se describe a continuación:

- **Sección 1:** en esta sección se detalla los datos informativos del proyecto como son el nombre de la vía, unidad y área de muestreo, abscisa inicial y final de la unidad de muestreo, responsable del análisis, ancho del carril, tutor a cargo del proyecto y finalmente la fecha en la que se ejecutó la evaluación del PCI.
- **Sección 2:** en esta sección se detalla los tipos de fallas que pueden presentar los pavimentos flexibles, considerando su número, código, descripción y unidad de cada una de estas.
- **Sección 3:** en esta sección se detalla mediante un esquema la ubicación del tipo de falla observada en cada unidad de muestreo en análisis.
- **Sección 4:** en esta sección se detalla el nivel de severidad que tiene la falla en análisis, sus cantidades parciales y totales, porcentaje de la densidad, valor deducido, valores deducidos corregidos y finalmente se determina el PCI indicando su condición (Índice de Condición del Pavimento).

Figura 16: Formato empleado para el Levantamiento de Datos de la Evaluación del Índice de la Condición del Pavimento

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)										
Información:	Proyecto:				Responsable:			Revisado por:		
	Abscisa Inicial:			Abscisa Final:			# Unidad de Muestreo:			Ancho del Carril (m):
										Fecha de Evaluación:
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS			Unidad	Esquema				
1	AH	Abultamientos y Hundimientos			m					
2	AB	Arietamiento en bloque			m ²					
3	A	Ahuellamiento			m ²					
4	C	Corrugación			m ²					
5	CF	Cruce de Via Férrea			m ²					
6	D	Depresión			m ²					
7	DB	Desnivel Carril/Berma			m					
8	DZ	Desplazamiento			m ²					
9	EX	Exudación			m ²					
10	GB	Grieta de Borde			m					
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta			m					
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales			m					
13	GP	Grietas Parabólicas			m ²					
14	HI	Hinchamiento			m ²					
15	HU	Huecos			Unidad					
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados			m ²					
17	P	Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²					
18	PC	Piel de Cocodrilo			m ²					
19	PA	Pulimiento de Agregados			m ²					
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)							
Número de Deducción >2 (q)						Valor Deducido Total (VDT):				
Máx Valor Deducido (HDV)=										
Número Máximo de VD (m)=										
No	Valores Deducidos			Total	q	VDC				
						Máx (VDC):				
						CÁLCULO PCI PCI: 100-VDC PCI:				
						Condición del Pavimento: Buena				

Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.4.4. Resultados del PCI (Índice de la Condición del Pavimento)

De las 16 unidades de muestreo analizadas se realizó el promedio del PCI como se indica en la siguiente tabla:

Figura 17: Resultados del ensayo PCI de la Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2

# de Muestra	Abscisa Inicial	Abscisa Final	Área del tramo (m ²)	PCI por Muestra	Clasificación	Intervención
1	3+400	3+425	61.50	6	Fallado	Reconstrucción
2	3+600	3+625	48.99	18	Muy Malo	Reconstrucción
3	3+800	3+825	55.38	44	Regular	Rehabilitación
4	4+000	4+025	60.04	37	Malo	Rehabilitación
5	4+200	4+225	66.40	69	Bueno	Mantenimiento
6	4+400	4+425	56.88	59	Regular	Rehabilitación
7	4+600	4+625	61.50	12	Muy Malo	Reconstrucción
8	4+800	4+825	81.90	47	Regular	Rehabilitación
9	5+000	5+025	92.70	36	Malo	Rehabilitación
10	5+200	5+225	72.60	30	Malo	Rehabilitación
11	5+400	5+425	69.60	38	Malo	Rehabilitación
12	5+600	5+625	74.80	53	Regular	Rehabilitación
13	5+800	5+825	78.30	55	Bueno	Mantenimiento
14	6+000	6+025	70.47	68	Bueno	Mantenimiento
15	6+200	6+225	48.98	93	Excelente	Mantenimiento
16	6+375	6+400	58.40	66	Bueno	Mantenimiento
Promedio de la Sección:				45.69	Regular	Rehabilitación

Fuente: Veloz, K. (2021)

Al realizar el ensayo de PCI en todo el tramo de la vía en estudio se analizaron 16 unidades de muestreo obteniendo un promedio de 45.69 clasificándole como un pavimento Regular, considerando como intervención la ejecución de mantenimiento y rehabilitación a lo largo de la vía Ambato – Quisapincha desde la abscisa Km 3+200 hasta el Km 6+400.

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

La Viga Benkelman es un dispositivo utilizado para las pruebas de pavimentos ya que es un ensayo no destructivo es decir que no altera al mismo. Este método permite medir las deflexiones en la capa superficial del pavimento generadas por una carga aplicada con las siguientes distancias 0cm, 25cm, 50cm, 100cm, 500cm y 800cm. En el presente proyecto, la medición de deflexiones de la vía en estudio se realizó a cada

200m a lo largo de todo el tramo, alternando el sentido del carril. El ancho promedio de la vía es de 8.10 metros, por lo que las lecturas del deflectómetro se realizaron desde el borde de la vía a una distancia de 0.90m; además se tomó la temperatura en un punto cercano al lugar donde se efectuó los ensayos y se consideró el espesor del pavimento.

Tabla 51: Lectura de las Deflexiones obtenidas con 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	3+200	7	30	0	10	11	15	28	37		X
2	3+400	7	20	0	1	2	6	17	24	X	
3	3+600	7	25	0	4	8	13	43	55		X
4	3+800	7	20	0	5	17	25	58	65	X	
5	4+000	7	29	0	3	5	9	21	28		X
6	4+200	7	23	0	3	4	5	15	21	X	
7	4+400	7	32	0	3	5	10	22	29		X
8	4+600	7	22	0	3	8	10	14	20	X	
9	4+800	7	26	0	7	9	14	37	42		X
10	5+000	7	24	0	2	4	5	10	12	X	
11	5+200	7	27	0	7	14	19	35	44		X
12	5+400	7	25	0	1	3	6	22	26	X	
13	5+600	7	28	0	11	15	23	45	55		X
14	5+800	7	21	0	3	8	18	55	65	X	
15	6+000	7	29	0	5	8	12	35	39		X
16	6+200	7	23	0	2	4	7	20	25	X	
17	6+400	7	25	0	4	8	11	24	30		X

Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.5.1. Corrección por Relación de Brazos de Viga Benkelman

Para obtener los valores reales de las deflexiones se aplicó la corrección de relación de brazos que tiene la viga, la ecuación que se utiliza está en función de la relación 1:2 de acuerdo con el extensómetro del instrumento utilizado, esta se denota por el factor que es medido de manera directa por el equipo y se multiplica a la deflexión recuperable para poder corregir los datos.

Para realizar esta corrección se utilizó la siguiente ecuación:

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

Donde:

- **D:** representa las deflexiones.
- **RB:** representa a la relación del brazo de la viga.
- **Df:** representa la deflexión final.
- **Do:** representa la deflexión inicial.

Cálculos:

$$D_0 = 2 * (D800 - D0)$$

$$D_{25} = 2 * (D800 - D25)$$

$$D_{50} = 2 * (D800 - D50)$$

$$D_{100} = 2 * (D800 - D100)$$

$$D_{500} = 2 * (D800 - D500)$$

$$D_{800} = 2 * (D800 - D800)$$

Cálculo Típico:

$$D_0 = 2 * (37 - 0) = 74 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{25} = 2 * (37 - 10) = 54 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{50} = 2 * (37 - 11) = 52 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{100} = 2 * (37 - 15) = 44 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{500} = 2 * (37 - 28) = 18 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{800} = 2 * (37 - 37) = 0 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 52: Deflexiones Corregidas por Relación de Brazos de 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	3+200	7	30	74	54	52	44	18	0		X
2	3+400	7	20	48	46	44	36	14	0	X	
3	3+600	7	25	110	102	94	84	24	0		X
4	3+800	7	20	130	120	96	80	14	0	X	
5	4+000	7	29	56	50	46	38	14	0		X
6	4+200	7	23	42	36	34	32	12	0	X	
7	4+400	7	32	58	52	48	38	14	0		X
8	4+600	7	22	40	34	24	20	12	0	X	
9	4+800	7	26	84	70	66	56	10	0		X
10	5+000	7	24	24	20	16	14	4	0	X	
11	5+200	7	27	88	74	60	50	18	0		X
12	5+400	7	25	52	50	46	40	8	0	X	
13	5+600	7	28	110	88	80	64	20	0		X
14	5+800	7	21	130	124	114	94	20	0	X	
15	6+000	7	29	78	68	62	54	8	0		X
16	6+200	7	23	50	46	42	36	10	0	X	
17	6+400	7	25	60	52	44	38	12	0		X

Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.5.2. Corrección de Deflexiones por Efectos de Temperatura

Al recolectar los datos a lo largo de toda la vía, estos pueden variar al ser afectados por los diferentes cambios climáticos de la zona, por tal motivo se deberá realizar una corrección por efectos de temperatura debido a que las deflexiones recuperables son afectadas directamente por la misma. En el presente proyecto la corrección de las deflexiones se efectuará con una temperatura estándar de 20 °C. El procedimiento que se llevó a cabo in situ fue realizar con un cincel pequeñas perforaciones en el pavimento de 4cm aproximadamente, en estos agujeros se verterá agua y se procederá a tomar la temperatura utilizando un termómetro. Para el desarrollo de la corrección se empleará la siguiente ecuación:

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

Donde:

- $D_{20^{\circ}C}$: representa la Deflexión corregida por temperatura
- D_o : representa la Deflexión recuperable
- t : representa la Temperatura del pavimento
- h : representa el espesor de la capa asfáltica

Cálculo Típico:

$$D_{0-20^{\circ}C} = \frac{74}{0.001*(30-20)*(7)+1}$$

$$D_{0-20^{\circ}C} = 69.16 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 53: 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	3+200	7	30	69.16	50.47	48.60	41.12	16.82	0.00		X
2	3+400	7	20	48.00	46.00	44.00	36.00	14.00	0.00	X	
3	3+600	7	25	106.28	98.55	90.82	81.16	23.19	0.00		X
4	3+800	7	20	130.00	120.00	96.00	80.00	14.00	0.00	X	
5	4+000	7	29	52.68	47.04	43.27	35.75	13.17	0.00		X
6	4+200	7	23	41.14	35.26	33.30	31.34	11.75	0.00	X	
7	4+400	7	32	53.51	47.97	44.28	35.06	12.92	0.00		X
8	4+600	7	22	39.45	33.53	23.67	19.72	11.83	0.00	X	
9	4+800	7	26	80.61	67.18	63.34	53.74	9.60	0.00		X
10	5+000	7	24	23.35	19.46	15.56	13.62	3.89	0.00	X	
11	5+200	7	27	83.89	70.54	57.20	47.66	17.16	0.00		X
12	5+400	7	25	50.24	48.31	44.44	38.65	7.73	0.00	X	
13	5+600	7	28	104.17	83.33	75.76	60.61	18.94	0.00		X
14	5+800	7	21	129.10	123.14	113.21	93.35	19.86	0.00	X	
15	6+000	7	29	73.38	63.97	58.33	50.80	7.53	0.00		X
16	6+200	7	23	48.97	45.05	41.14	35.26	9.79	0.00	X	
17	6+400	7	25	57.97	50.24	42.51	36.71	11.59	0.00		X

Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.5.3. Corrección por Efectos de Estacionalidad

Para obtener una óptima evaluación de deflexiones se debe considerar el periodo más desfavorable del año (Estación Lluviosa), y además el comportamiento del pavimento flexible. En la tabla 54 se muestra un rango de factores que son utilizados para realizar la corrección por efectos de estacionalidad.

Tabla 54: Factores de Corrección por Efectos de Estacionalidad

Tipo de Suelo de la Subrasante	Estación Lluviosa	Estación seca
Arenosa – Permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcillosa – Sensible al Agua	1.0	1.2 a 1.4

Fuente: Veloz, K. (2021)

En la presente investigación se utilizará un valor de 1.2 debido a que es el promedio del factor y se lo multiplicara por la deflexión corregida por temperatura, como se indica a continuación:

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

Donde:

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

D: representa la deflexión corregida por estacionalidad.

Cálculo Típico:

$$D = 1.2 * 69.16 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D = 82.99 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 55: Deflexiones Corregidas por Efectos 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	3+200	7	30	82.99	60.56	58.32	49.35	20.19	0.00		X
2	3+400	7	20	57.60	55.20	52.80	43.20	16.80	0.00	X	
3	3+600	7	25	127.54	118.26	108.99	97.39	27.83	0.00		X
4	3+800	7	20	156.00	144.00	115.20	96.00	16.80	0.00	X	
5	4+000	7	29	63.22	56.44	51.93	42.90	15.80	0.00		X
6	4+200	7	23	49.36	42.31	39.96	37.61	14.10	0.00	X	
7	4+400	7	32	64.21	57.56	53.14	42.07	15.50	0.00		X
8	4+600	7	22	47.34	40.24	28.40	23.67	14.20	0.00	X	
9	4+800	7	26	96.74	80.61	76.01	64.49	11.52	0.00		X
10	5+000	7	24	28.02	23.35	18.68	16.34	4.67	0.00	X	
11	5+200	7	27	100.67	84.65	68.64	57.20	20.59	0.00		X
12	5+400	7	25	60.29	57.97	53.33	46.38	9.28	0.00	X	
13	5+600	7	28	125.00	100.00	90.91	72.73	22.73	0.00		X
14	5+800	7	21	154.92	147.77	135.85	112.02	23.83	0.00	X	
15	6+000	7	29	88.05	76.76	69.99	60.96	9.03	0.00		X
16	6+200	7	23	58.77	54.06	49.36	42.31	11.75	0.00	X	
17	6+400	7	25	69.57	60.29	51.01	44.06	13.91	0.00		X

Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.5.4. Cálculo del Radio de Curvatura

Este cálculo permite determinar la magnitud que tendrá la deformación lineal por tracción de las capas elásticas al flexionar por causa de las cargas de tránsito y además se realiza para analizar la relación entre las deflexiones calculadas y el pavimento de la vía en estudio, para lo cual se emplea a continuación la siguiente ecuación:

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

Donde:

- **R_c**: representa al Radio de Curvatura (metros).
- **D₀**: representa la Deflexión Máxima a 0 metros.
- **D₂₅**: representa la Deflexión a 0,25 metros del eje de carga.

Cálculo Típico:

$$R_c = \frac{3125}{82.99 - 60.56}$$

$$R_c = 139.32 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 56: Radios de Curvatura de la Vía Ambato - Quisapincha / Tramo 2

Estación	Abscisa (Km)	Carril		Dc (x 10e-2 mm)		Radio de Curvatura (m)
		Izquierdo	Derecho	D0	D25	
1	3+200		X	82.99	60.56	139.32
2	3+400	X		57.60	55.20	1302.08
3	3+600		X	127.54	118.26	336.91
4	3+800	X		156.00	144.00	260.42
5	4+000		X	63.22	56.44	461.37
6	4+200	X		49.36	42.31	443.14
7	4+400		X	64.21	57.56	470.49
8	4+600	X		47.34	40.24	440.10
9	4+800		X	96.74	80.61	193.82
10	5+000	X		28.02	23.35	669.27
11	5+200		X	100.67	84.65	195.13
12	5+400	X		60.29	57.97	1347.66
13	5+600		X	125.00	100.00	125.00
14	5+800	X		154.92	147.77	437.07
15	6+000		X	88.05	76.76	276.82
16	6+200	X		58.77	54.06	664.71
17	6+400		X	69.57	60.29	336.91
Promedio:						476.48

Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.5.5. Cálculo de Deflexión Característica

Se realizó este cálculo con el fin de conocer la caracterización representativa del pavimento mediante la determinación de los valores obtenidos en el análisis de deformación, para lo cual se utilizarán procesos estadísticos como se presenta a continuación:

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

Donde:

- **D_c**: representa la Deflexión Característica
- **Đ**: representa la Deflexión promedio D0.
- **t**: representa la probabilidad de que exista deflexiones superiores a la deflexión característica
- **σ**: representa la desviación estándar

Para obtener resultados óptimos se deberá considerar la probabilidad de que pueda existir deflexiones superiores a las determinadas. El método de CONREVIAl (Consortio de Rehabilitación Vial de Perú), recomienda que se debe utilizar un valor

de diseño con una probabilidad del 95%, considerando solo el 5% de la superación del área en estudio donde la deflexión será superior a la deflexión característica.

Tabla 57: Probabilidad del Área de Estudio ($D > D_c$ %)

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

Fuente: Comportamiento estructural del pavimento flexible en la vía de evitamiento Sur – Cajamarca utilizando las deflexiones medidas con la Viga Benkelman, 2017

Cálculos:

1. Mediante los datos obtenidos de las deflexiones máximas recuperables de la Tabla 58 se determina la desviación estándar.

Tabla 58: Desviación Estándar de las Máximas Deflexiones Recuperables

Estación	Abscisa (Km)	D0	(Dm - D0)	(Dm - D0) ²
1	3+200	82.99	1.14	1.30
2	3+400	57.60	26.53	704.00
3	3+600	127.54	-43.40	1883.84
4	3+800	156.00	-71.87	5164.87
5	4+000	63.22	20.92	437.47
6	4+200	49.36	34.77	1208.93
7	4+400	64.21	19.93	397.06
8	4+600	47.34	36.80	1353.92
9	4+800	96.74	-12.60	158.86
10	5+000	28.02	56.12	3149.16
11	5+200	100.67	-16.53	273.38
12	5+400	60.29	23.84	568.49
13	5+600	125.00	-40.87	1670.11
14	5+800	154.92	-70.78	5010.18
15	6+000	88.05	-3.92	15.36
16	6+200	58.77	25.37	643.49
17	6+400	69.57	14.57	212.22
Promedio:		84.13	Σ:	22852.66

Fuente: Veloz, K. (2021)

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

Donde:

- σ : representa la Desviación estándar
- D_i : representa la Deflexión Recuperable Máxima Corregida
- \check{D} : representa la Deflexión Media
- n : representa el número de datos

Solución:

$$\sigma = \sqrt{\frac{22852.66}{(17 - 1)}}$$

$$\sigma = 37.79$$

2. Siguiendo la recomendación del método del Consorcio de Rehabilitación Vial de Perú (CONREVIAL), se empleará la siguiente ecuación:

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

$$D_c = 84.13 + (1.645 * 37.79)$$

$$D_c = 146.29 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.5.6. Cálculo de Deflexión Admisible

Este tipo de deflexión se calcula en base al tráfico de diseño y este dato se transformará en función de los ejes equivalentes, además esta permite conocer el comportamiento del tramo de vía en estudio y se determina con la siguiente ecuación:

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

Donde:

D_{adm} : representa la Deflexión Admisible en milímetros.

W_{18} : representa el Número de Ejes Equivalentes para un periodo de 20 años.

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{0.1344628} \right)^{1/4} * 100$$

$$D_{adm} = 171.01 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.5.7. Cálculo de Deflexión Crítica

Deflexión generada una vez que la capa de rodadura alcanza el periodo de servicio y se determina en función de los ejes equivalentes acumulados.

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

Donde:

D_{cr} : representa la Deflexión Crítica en milímetros.

W_{18} : representa el Número de Ejes Equivalentes para un periodo de 20 años.

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{0.1344628} \right)^{1/5.3} * 100$$

$$D_{cr} = 164.82 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.5.8. Tipos de Deflexiones

Al obtener los datos de las deflexiones y radio de curvatura, se procedió a comparar estos datos para poder determinar el tipo de deflexión que existe a lo largo del tramo de vía en estudio como indica el método CONREVIAL en la siguiente tabla:

Tabla 59: Tipos de Deflexiones

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: Comportamiento estructural del pavimento flexible en la vía de evitamiento Sur – Cajamarca utilizando las deflexiones medidas con la Viga Benkelman, 2017

3.1.5.9.Resultados del Ensayo “Viga Benkelman”

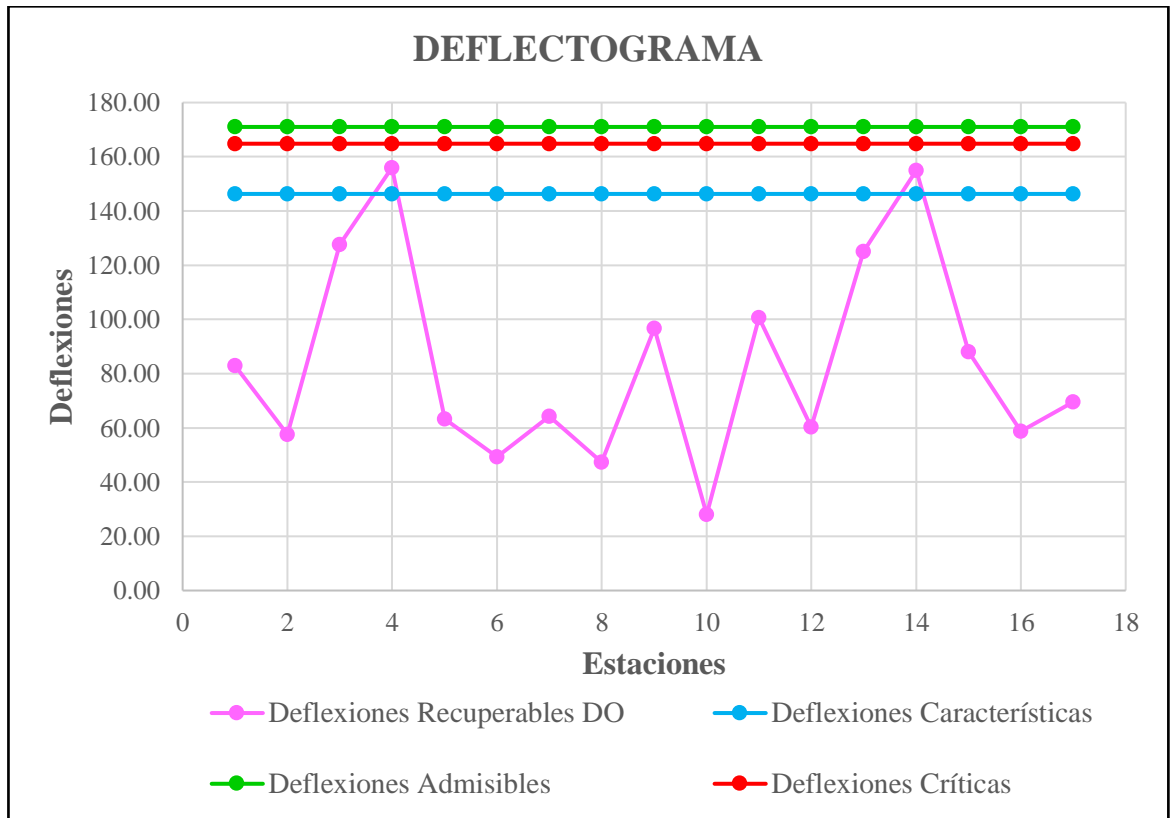
A continuación, se presenta una tabla resumen donde se detalla la estación, datos obtenidos de los cálculos de deflexiones, radio de curvatura, tipo de deflexión que existe en cada estación y el comportamiento de la subrasante y del pavimento.

Tabla 60: Deflexiones de La Vía Ambato - Quisapincha Tramo/2

Estación	Abscisa (Km)	Carril		D0	Radio de Curvatura	Deflexiones ($\times 10^{-2}$) mm)			Tipo de Deflexión	Comportamiento de la Subrasante	Comportamiento del Pavimento
		Izquierdo	Derecho			Característica	Admisible	Crítica			
1	3+200		X	82.99	139.32	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
2	3+400	X		57.60	1302.08	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
3	3+600		X	127.54	336.91	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
4	3+800	X		156.00	260.42	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
5	4+000		X	63.22	461.37	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
6	4+200	X		49.36	443.14	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
7	4+400		X	64.21	470.49	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
8	4+600	X		47.34	440.10	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
9	4+800		X	96.74	193.82	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
10	5+000	X		28.02	669.27	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
11	5+200		X	100.67	195.13	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
12	5+400	X		60.29	1347.66	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
13	5+600		X	125.00	125.00	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
14	5+800	X		154.92	437.07	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
15	6+000		X	88.05	276.82	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
16	6+200	X		58.77	664.71	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno
17	6+400		X	69.57	336.91	146.29	171.01	164.82	Tipo I	Bueno	Bueno

Fuente: Veloz, K. (2021)

Figura 18: Análisis Deflectométrico de la Vía Ambato - Quisapincha / Tramo 2



Fuente: Veloz, K. (2021)

Análisis:

En el tramo de vía en estudio se determinó que las deflexiones son de Tipo I debido a que las deflexiones características son menores a las deflexiones admisibles por lo que se considera que el comportamiento de la subrasante es bueno por su calidad estructural, además el comportamiento del pavimento se indica que es bueno porque el radio de curvatura es mayor a 100.

3.1.6. Análisis del Estudio de Suelos

En las obras viales es importante realizar este análisis con el fin de determinar el tipo del suelo en el que está construida la vía y conocer sus propiedades físicas y mecánicas, por lo que en el presente proyecto técnico se realizó pozos a cielo abierto a cada kilómetro de manera manual considerando las siguientes dimensiones 1.0m x 1.0m con una profundidad aproximada de 1.0m, siendo un total de 4 calicatas de las cuales se extrajo 2 sacos de muestra de cada una, siendo alrededor de 50 Kg, con estas muestras se procedió a la ejecución de los ensayos granulométricos, límites de

Atterberg, Proctor modificado Tipo B y el CBR (Ensayo de Soporte California) realizados en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Tabla 61: Ubicación de los Pozos a Cielo Abierto de la Vía Ambato – Quisapincha

Calicatas	Abscisa	Coordenadas		Profundidad
		Norte	Este	
1	3+400	9863959	761780	1.0 m
2	4+400	9863624	761703	1.0 m
3	5+400	9862692	761646	1.0 m
4	6+400	9862172	761093	1.0 m

Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.6.1. Análisis Granulométrico

Es un análisis que permite clasificar al suelo en función del tamaño de sus partículas, este método consiste en separar el suelo grueso y el fino, para el suelo grueso se utilizó un juego de tamices con una abertura desde 2” hasta el #4, al efectuar el proceso de tamizado de las 4 muestras en estudio no se obtuvo la retención de partículas de suelos gruesos, por lo que se procedió a realizar la segunda parte del método como es la clasificación del suelo fino para lo cual se utilizó el juego completo de tamices redondos con una abertura desde el #8 (2,36mm) hasta el #200 (0.075mm), con el fin de obtener resultados óptimos, con los datos obtenidos se procede a representar la granulometría de las muestras mediante una gráfica a escala logarítmica.

Tabla 62: Resultados del Análisis Granulométrico

# de Calicata	CLASIFICACIÓN					
	SUCS			AASHTO		
	Grava (%G)	Arena (%S)	Limos Arcillas (Finos%)	Grava (%G)	Arena (%S)	Limos Arcillas (Finos%)
1	0	88.30	11.70	19.18	69.12	11.70
2	0	75.58	24.42	1.24	74.34	24.42
3	0	69.37	30.63	4.23	65.14	30.63
4	0	76.63	23.37	13.47	63.16	23.37

Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.6.2. Límites de Atterberg

Estos ensayos permiten identificar, clasificar y determinar el comportamiento de los suelos finos.

- **Límite Líquido**

Para realizar este ensayo se utilizó una muestra de aproximadamente 350 gramos que pasa el tamiz #40, la cual fue ensayada con el equipo de Copa de Casagrande donde se colocó la muestra previamente mezclada en un mortero con un adecuado porcentaje de agua y posteriormente mediante el uso de un ranurador se divide la muestra por la mitad de manera vertical, finalmente a través del equipo se contó el número de golpes con el que se unió nuevamente la muestra y se extrae dos porciones de suelo para determinar su porcentaje de humedad.

- **Límite Plástico**

Para realizar este ensayo se utilizó una muestra de aproximadamente 350 gramos que pasa el tamiz #40, con la cual se realizó 5 rollitos por cada muestra con un diámetro de aproximadamente 3mm y con una longitud de 3 a 4 cm, los mismos fueron realizados en una placa de vidrio (superficie lisa), con estos se procede a determinar el contenido de humedad de las muestras.

Se realizaron estos ensayos de las 4 muestras de suelo que fueron extraídas de la vía en estudio, en la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos en laboratorio.

Tabla 63: Resultados de los Límites de Atterberg

# de Muestra	Límite Líquido LL (%)	Límite Plástico LP (%)	Índice de Plasticidad IP (%)
1	26.79	22.37	4.42
2	21.92	18.08	3.84
3	27.73	25.11	2.62
4	23.43	20.95	2.47

Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.6.3. Proctor Modificado Tipo B

Mediante este ensayo se determinó la densidad seca y el contenido de humedad óptimo de las 4 muestras extraídas en campo, en el laboratorio se realizó el ensayo con una muestra de 6000 gramos que pasa el tamiz #4 para posteriormente mezclar con un porcentaje progresivo de agua, una vez obtenida la mezcla se colocó en un molde metálico en 5 capas cada una de estas fue compactada por 56 golpes utilizando el martillado compactador con un peso de 10 libras. Al finalizar el ensayo se obtuvo los datos correspondientes para cada porcentaje de agua utilizado, mismos que serán considerados para el desarrollo del ensayo de CBR.

Tabla 64: Resultados del Ensayo Proctor Modificado

# de Calicata	Tipo de Suelo		Densidad Seca γ_d (gr/cm ³)	Humedad Óptima W ópt (%)
	AASHTO	SUCS		
1	A-2-4 Limo o grava arcillosa y arena.	SM - Arena Limosa	1.624	15.10
2	A-2-4 Limo o grava arcillosa y arena.	SM - Arena Limosa	1.548	17.70
3	A-2-4 Limo o grava arcillosa y arena.	SM - Arena Limosa	1.621	16.60
4	A-2-4 Limo o grava arcillosa y arena.	SM - Arena Limosa	1.549	17.00

Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.6.4. Ensayo de Relación de Soporte California CBR

De los resultados obtenidos del ensayo de compactación Proctor Modificado se realizó el ensayo de CBR utilizando la densidad máxima seca con su respectivo contenido de humedad óptimo, con la finalidad de determinar la resistencia al corte de cada una de las muestras ensayadas, de los resultados obtenidos del CBR se clasificó el suelo y se determinó su uso para el proyecto en estudio.

Tabla 65: Clasificación de suelos en Base al 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 66: Resultados del Ensayo de CBR

# de Muestra	% CBR	Clasificación del suelo según el % CBR	Usos
1	17.60	Regular - Bueno	Subrasante
2	19.20	Regular - Bueno	Subrasante
3	17.90	Regular - Bueno	Subrasante
4	19.10	Regular - Bueno	Subrasante

Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.7. Conservación Vial

La vía en estudio es de gran importancia debido a que une la parroquia Quisapincha con Ambato, siendo la misma muy útil para los usuarios de manera principal para los comerciantes y pequeños productores del sector quienes trasladan sus productos, además que es una zona donde existen algunos atractivos turísticos. Los ensayos de laboratorio y estudios en campo se realizaron con la finalidad de proponer un plan de conservación vial en el cual se planteará la ejecución de actividades necesarias para que la dicha vía se mantenga en condiciones de confort y seguridad para su óptimo funcionamiento y que sus usuarios puedan circular sin ningún inconveniente.

3.1.7.1.1. Plan de Conservación Vial de acuerdo con los valores obtenidos del PCI

En base a los datos obtenidos del Índice de la Condición del Pavimento (PCI) de los 3,2 Km de tramo de vía en estudio se determinó un promedio de 45.99 y de acuerdo con el método se califica como “Regular” y con una intervención de “Rehabilitación”,

en función a estos datos se establecerán actividades con el fin de reparar los daños encontrados.

En la siguiente tabla se detallarán los tipos de fallas evidenciadas en el tramo de vía en estudio con su respectiva ubicación y área que se deberá intervenir.

Tabla 67: Resumen del Tipo de Fallas identificadas en la Vía Ambato - Quisapincha/Tramo 2 con su respectiva intervención

Tipo de Falla	Unidad de Muestreo	Abscisa (Km)		Cantidad por Intervenir	Unidad	Intervención
		Inicial	Final			
Agrietamiento en bloque	U2	3+600	3+625	1.25	m ²	Sellado de la superficie afectada con material bituminoso y recubrimiento con agregado pétreo.
	U3	3+800	3+825	6.3		
	U4	4+000	4+025	2.86		
	U5	4+200	4+225	5.65		
	U8	4+800	4+825	0.93		
	U14	6+000	6+025	1.22		
Grietas Longitudinales y Transversales	U2	3+600	3+625	8.2	m	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
	U3	3+800	3+825	4.8		
	U4	4+000	4+025	2.1		
	U5	4+200	4+225	5.2		
	U6	4+400	4+425	0.4		
	U8	4+800	4+825	4		
	U9	5+000	5+025	2.8		
	U11	5+400	5+425	3.75		
	U12	5+600	5+625	1.8		
	U13	5+800	5+825	1.95		
	U14	6+000	6+025	2.43		
	U15	6+200	6+225	1.43		
	U16	6+400	6+425	6.6		

Huecos	U1	3+400	3+425	1	U	Parcheo superficial o profundo.
	U14	6+000	6+025	1		
	U16	6+375	6+400	1		
Meteorización y Desprendimiento de Agregados	U4	4+000	4+025	4.08	m ²	Sellado superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta
	U5	4+200	4+225	9.6		
	U6	4+400	4+425	0.12		
	U8	4+800	4+825	1.26		
	U9	5+000	5+025	3.98		
Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	U6	4+400	4+425	0.42	m ²	Sustitución de los parches.
	U10	5+200	5+225	11.96		
	U13	5+800	5+825	1.67		
	U14	6+000	6+025	2.53		
Piel de Cocodrilo	U1	3+400	3+425	25.18	m ²	Sobrecarpeta o reconstrucción. Sellado superficial. Parcheo parcial o en toda la profundidad.
	U2	3+600	3+625	14.96		
	U3	3+800	3+825	8.92		
	U4	4+000	4+025	16.48		
	U6	4+400	4+425	6.3		
	U7	4+600	4+625	39.51		
	U8	4+800	4+825	13.13		
	U9	5+000	5+025	40.8		
	U10	5+200	5+225	28.53		
	U11	5+400	5+425	17.09		
	U12	5+600	5+625	12.47		
	U13	5+800	5+825	11.07		
	U16	6+375	6+400	0.84		

Fuente: Veloz, K. (2021)

3.1.7.1.2. Plan de Conservación Vial de acuerdo con las deflexiones obtenidas de la Viga Benkelman

Para la evaluación de la estructura del pavimento del tramo de vía en estudio se utilizó el método CONREVIAL, el cual consiste en comparar la deflexión máxima y el radio de curvatura, al ser interpretados los datos obtenidos por la Viga Benkelman como se presenta en la tabla 60 se determina que desde la abscisa Km 3+200 al Km 6+400 tiene una deflexión Tipo I con un comportamiento Bueno tanto en la estructura de la subrasante como del pavimento.

3.1.7.1.3. Mantenimiento Vial

En base a los datos obtenidos del Índice de Condición del Pavimento y del ensayo no destructivo Viga Benkelman se plantea un mantenimiento rutinario el cual se deberá realizar cada cierto periodo de tiempo, como mínimo una vez al año dependiendo de la condición de la vía, consiste en el desarrollo de las siguientes actividades:

- **Arborización:** consiste en sembrar arboles propios de la zona para fines paisajísticos y ornamentales, además que permitirá evitar la erosión del suelo que podría afectar a la seguridad vial.
- **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.
- **Conservación de señales verticales:** estas señales deberán siempre deberán permanecer limpias y en buen estado de visibilidad con el fin de evitar posibles accidentes.
- **Desmonte, poda, corte y retiro de árboles y arbustos:** en la vía no deberá existir árboles o material vegetal que obstaculicen el tránsito debido a que pueden afectar la visibilidad de los conductores.
- **Limpieza de alcantarillas:** todos los elementos de las alcantarillas como son los cauces, tuberías deberán mantenerse limpios y con un funcionamiento adecuado con el fin de que el agua pueda fluir libremente y no pueda afectar a la estructura del pavimento.
- **Limpieza de la carpeta asfáltica:** con la finalidad de que la vía se mantenga libre de materiales extraños al pavimento estos deberán ser removidos debido a que pueden afectar la seguridad vial

- **Limpieza de cunetas y cunetas de coronación:** las cunetas deberán permanecer limpias y libre de obstrucciones evitando de esta manera el estancamiento de agua que pueda afectar a la estructura del pavimento.
- **Limpieza de la demarcación o señalización horizontal:** estas señales siempre deberán permanecer limpias y visibles para que los usuarios puedan entender los parámetros establecidos para la vía.

3.2.Verificación de hipótesis

En base a los estudios realizados en campo y laboratorio de la vía Ambato – Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua, se verifica la hipótesis planteada de la implementación de un proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura con la finalidad de preservar la misma y ampliar su tiempo de vida útil y brindar mejor serviciabilidad, confort y seguridad a los usuarios.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Al realizar el levantamiento georreferenciado de la vía Ambato – Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua, se obtuvo 334 puntos con sus respectivas coordenadas (Norte, Este) y elevaciones, una longitud total de la vía de 3,2 Kilómetros y un ancho promedio de 8.10 metros con dos sentidos de circulación, datos que sirvieron para generar un modelo digital del tramo de vía en Civil 3D y representar en planos.
- El TPDA que se obtuvo del tramo de vía en estudio fue de 2274 veh /día y al proyectar un tráfico vehicular con un periodo de 20 años se obtiene un valor de 5124 veh/día, mediante este dato se clasificó como una Vía Colectora clase I, con un carril por dirección de acuerdo con la MTOP cuyas características satisfacen el flujo vehicular actual y proyectado.
- Se determinó el índice de Condición de Pavimento (PCI) para lo cual se analizó 16 unidades de muestreo obteniendo un promedio de 45.69, valor que está dentro del rango de 40- 55 clasificándole como un pavimento Regular, considerando como intervención la ejecución de mantenimiento y rehabilitación a lo largo de la vía Ambato – Quisapincha desde la abscisa Km 3+200 hasta el Km 6+400, además se identificaron 6 tipos de fallas como son el agrietamiento en bloque, grietas longitudinales y transversales, huecos, meteorización y desprendimiento de agregados, parcheo y acometidas de servicios públicos y piel de cocodrilo.
- Del ensayo no destructivo Viga Benkelman se determinó que las deflexiones son de Tipo I debido a que la deflexión característica de 146.29×10^{-2} mm es menor a la deflexión admisible de 171.01×10^{-2} mm por lo que se considera que el comportamiento de la subrasante es bueno por su calidad estructural, además el comportamiento del pavimento se indica que es bueno porque el radio de curvatura de las 17 estaciones es mayor a 100.

- Realizado los ensayos de granulometría y límites de Atterberg de las 4 calicatas extraídas se clasificó al suelo mediante la AASHTO como A-2-4 Limo o grava arcillosa y arena y por la SUCS como SM - Arena Limosa.
- Los valores obtenidos del ensayo CBR para las 4 calicatas son 17.60%, 19.20%, 17.90% y 19,10%, respectivamente, mismas que según la normativa AASHTO – 93 Diseño de Pavimentos se encuentran en el rango de 8 – 20 clasificándoles como una subrasante de Buena a Regular.
- Al analizar todos los datos obtenidos en campo y laboratorio se concluye que la vía en estudio se encuentra en un buen estado con excepción de algunos tramos que presentan fallas que se pueden corregir mediante un mantenimiento rutinario cada cierto periodo de tiempo, como mínimo una vez al año dependiendo de la condición de la vía.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda que en toda obra vial se implemente estudios de mantenimiento vial con la finalidad de conservar las vías en buen estado y que cumplan con su periodo de diseño evitando realizar rehabilitaciones con mayores costos de operación.
- Se recomienda continuar con este estudio para obtener los datos de toda la vía Ambato – Quisapincha y proponer un adecuado plan de conservación vial debido a que la vía es muy útil para los usuarios de manera principal para los comerciantes y pequeños productores del sector quienes trasladan sus productos, además que es una zona donde existen algunos atractivos turísticos.
- Se recomienda que los equipos se encuentren calibrados adecuadamente para su uso en campo ya que los datos obtenidos no deben presentar un rango de error mayor debido a que a partir de estos se realizaran intervenciones necesarias para la vía.
- Se recomienda la implementación de casco, conos de tráfico y chaleco reflectivo para la recolección de datos en campo debido al flujo vehicular presente en la vía de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Jiménez, “Historia vial del Ecuador,” p. 13, 1918, [Online]. Available: <https://pdfcoffee.com/historia-vial-del-ecuador-3-pdf-free.html>.
- [2] Corporación Andina de Fomento, Mantenimiento Vial. Informe Sectorial, vol. 1. 2012.
- [3] R. P. B. O. TACZA HERRERA ERICA BETSABE, “Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado Evaluación de fallas mediante el método PCI y plantea,” UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, PERÚ, 2018.
- [4] R. Q. Claverth, RAMOS QUISPE, Ronald, “Universidad Nacional De Huancavelica Presentado Por,” UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA, 2018.
- [5] B. S. Baque-Solis, “Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí,” vol. 6, no. Tramo II, pp. 203–228, 2020.
- [6] R. F. C. Cifuentes, “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO – QUISAPINCHA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 3+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.,” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, 2021.
- [7] J. Cárdenas, Diseño Geométrico de Carreteras, Segunda Ed. Bogotá, 2013.
- [8] Arsenio Vallverdu, “Revista EMB Construcción - Pavimentos en infraestructura vial Avances y desafíos.” 2010.
- [9] NEVI-12-MTOP, “Conservación vial,” Minist. Transp. y Obras Públicas del Ecuador, vol. 6, pp. 1–508, 2013, [Online]. Available: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_6.pdf.

- [10] CONGOPE, “Plan de desarrollo vial integral de la provincia de Tungurahua 2019,” Congope, vol. 1, no. 1, 2019, [Online]. Available: https://drive.google.com/file/d/12S5auJ6URxpT6uN7dBBQ_tV-Y3Aou7sx/view%0Ahttp://www.congope.gob.ec/?publicacion=plan-vial-integral-provincia-de-tungurahua.
- [11] G. QUISAPINCHA, “PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA,” 2005.
- [12] M. Rincón, W. Vargas, and C. Gonzáles, TOPOGRAFÍA: Conceptos y Aplicaciones. 2011.
- [13] Universidad mayor de san Simón, Pavimentos texto guía. 2004.
- [14] R. Menendez, INGENIERIA DE PAVIMENTOS, Materiales, Diseño y Conservación, 1era edici. Lima - Peru, 2009.
- [15] Tapia Garcia Miguel Ángel, Pavimentos. MÉXICO: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO, 2011.
- [16] MOP, ESPECIFICACIONES GENERALES ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES. Ecuador-Quito: REPUBLICA DEL ECUADOR MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES, 2002.
- [17] C. PEREDA, “ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA CAJAMARCA - LA COLPA,” UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2014.
- [18] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, “Volumen No. 2 - Libro A Norma para estudios y diseños viales,” Minist. Transp. y Obras Públicas del Ecuador, vol. Volumen 2ª, pp. 1–382, 2012.
- [19] R. Cal, M. Reyes, and J. Cárdenas, Ingeniería de Tránsito; Fundamentos y aplicaciones, 8va Edició. México, 2007.
- [20] J. G. Tapia and R. D. Veizaga, “Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura de Ingeniería de Tráfico,” UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN, 2006.

- [21] Secretaría de Comunicación y Tránsito, “Manual para obtener los volúmenes de tránsito en carreteras,” MÉXICO, 2016, pp. 1–173.
- [22] W. Á. B. DIAZ, Manual de Procedimientos de Ensayo de Materiales y Memoria de Cálculo, vol. 2015. Bogotá, 2015.
- [23] J. E. Bowles, Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil, vol. 91, no. 5. Colombia, 1981.
- [24] Braja M. Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Cuarta Edi. México: Cengage Learning, 2015.
- [25] L. R. Vásquez, Pavement Condition Index (Pci) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2002.
- [26] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES. PERÚ, 2016.
- [27] Z. J. Balarezo, “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento,” PERÚ, 2017, p. 168.
- [28] J. R. Menéndez, Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas, vol. I. PERU, 2003.
- [29] M. Magalhaes, “Mantenimiento Vial,” in PROGRAMA DE MEJORAMIENTO, GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL DEL PARAGUAY – ÑAMOPORA ÑANDERAPÉ, Paraguay, 2015, p. 20.

ANEXOS

ANEXO A
LEVANTAMIENTO
TOPOGRÁFICO
GEORREFERENCIADO

**COORDENADAS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
GEORREFERENCIADO**

A-1 Coordenadas obtenidas del Levantamiento Topográfico Georreferenciado realizado en la Vía Ambato – Quisapincha desde la abscisa Km 3+200 hasta el Km 6+400.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
VÍA:	Ambato - Quisapincha	FECHA:	28/8/2021
REALIZADO POR:	Karina Veloz	REVISADO POR:	Ing. Mg. Galo Núñez
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO GEORREFERENCIADO			
# PUNTO	COORDENADAS		ELEVACIÓN
	ESTE	NORTE	
1	761895.00	9864078.00	2813.00
2	761888.89	9864080.14	2813.00
3	761883.26	9864071.07	2813.00
4	761877.99	9864061.80	2813.00
5	761873.73	9864052.03	2813.00
6	761869.81	9864042.10	2813.00
7	761867.01	9864031.82	2813.00
8	761865.08	9864021.33	2812.00
9	761863.18	9864010.83	2812.00
10	761861.04	9864000.37	2812.00
11	761863.00	9863989.00	2811.00
12	761857.65	9863990.28	2813.00
13	761852.32	9863981.05	2813.00
14	761845.93	9863972.53	2815.00
15	761837.37	9863966.23	2815.00
16	761827.86	9863961.45	2816.00
17	761817.60	9863958.53	2818.00
18	761807.03	9863957.70	2820.00
19	761796.46	9863958.98	2821.00
20	761780.00	9863959.00	2822.00
21	761786.41	9863962.50	2824.00
22	761777.21	9863967.84	2825.00
23	761768.78	9863974.37	2826.00
24	761761.14	9863981.80	2826.00
25	761754.83	9863990.39	2830.00
26	761749.54	9863999.64	2835.00
27	761745.36	9864009.46	2839.00

28	761741.58	9864019.44	2840.00
29	761737.68	9864029.37	2845.00
30	761733.53	9864039.20	2848.00
31	761727.00	9864041.00	2848.00
32	761728.89	9864048.80	2848.00
33	761723.34	9864057.89	2849.00
34	761716.64	9864066.20	2849.00
35	761708.65	9864073.26	2849.00
36	761699.82	9864079.25	2849.00
37	761691.09	9864085.39	2850.00
38	761682.16	9864091.23	2850.00
39	761673.22	9864097.06	2851.00
40	761664.31	9864102.93	2851.00
41	761655.40	9864108.80	2851.00
42	761650.00	9864104.00	2852.00
43	761645.92	9864113.71	2860.00
44	761636.24	9864118.20	2860.00
45	761626.50	9864122.56	2860.00
46	761616.61	9864126.53	2860.00
47	761606.21	9864128.89	2861.00
48	761595.74	9864130.94	2861.00
49	761585.26	9864132.98	2861.00
50	761574.73	9864134.71	2861.00
51	761569.00	9863955.00	2841.00
52	761565.00	9864131.00	2861.00
53	761564.14	9864136.02	2861.00
54	761560.00	9863857.00	2838.00
55	761553.50	9864136.80	2861.00
56	761542.84	9864137.35	2862.00
57	761532.24	9864138.52	2862.00
58	761521.71	9864140.24	2862.00
59	761511.18	9864141.95	2862.00
60	761509.00	9864032.00	2862.00
61	761500.59	9864143.17	2862.00
62	761489.93	9864142.97	2862.00
63	761479.89	9864139.82	2862.00
64	761472.76	9864131.98	2862.00
65	761470.60	9864121.75	2862.00
66	761470.63	9864111.08	2862.00
67	761470.87	9864100.41	2863.00
68	761472.43	9864089.86	2863.00
69	761475.00	9864122.00	2863.00

70	761475.21	9864079.57	2863.00
71	761479.09	9864069.64	2863.00
72	761483.67	9864060.02	2863.00
73	761489.10	9864050.83	2863.00
74	761495.07	9864042.02	2863.00
75	761502.89	9864034.80	2863.00
76	761511.76	9864028.88	2863.00
77	761520.85	9864023.29	2863.00
78	761529.42	9864016.97	2863.00
79	761537.50	9864010.01	2863.00
80	761544.67	9864002.11	2863.00
81	761550.42	9863993.15	2864.00
82	761554.89	9863983.46	2864.00
83	761559.47	9863973.83	2864.00
84	761562.75	9863963.68	2864.00
85	761564.86	9863953.22	2864.00
86	761566.63	9863942.71	2864.00
87	761567.11	9863932.05	2864.00
88	761567.36	9863921.39	2864.00
89	761566.82	9863910.73	2864.00
90	761565.44	9863900.15	2864.00
91	761563.18	9863889.73	2864.00
92	761560.06	9863879.54	2864.00
93	761556.42	9863869.50	2865.00
94	761552.75	9863859.49	2865.00
95	761548.64	9863849.65	2865.00
96	761545.15	9863839.56	2865.00
97	761542.49	9863829.23	2865.00
98	761539.84	9863818.92	2838.00
99	761539.95	9863808.29	2837.00
100	761544.70	9863798.80	2836.00
101	761551.44	9863790.55	2835.00
102	761559.02	9863783.06	2834.00
103	761566.35	9863775.30	2832.00
104	761574.00	9863773.00	2831.00
105	761573.16	9863767.09	2831.00
106	761579.26	9863758.34	2831.00
107	761585.15	9863749.44	2831.00
108	761590.87	9863740.43	2831.00
109	761596.59	9863731.42	2830.00
110	761602.57	9863722.61	2830.00
111	761609.57	9863714.56	2830.00

112	761617.80	9863707.79	2830.00
113	761627.28	9863702.96	2829.00
114	761641.00	9863700.00	2828.00
115	761637.09	9863698.80	2828.00
116	761646.70	9863694.31	2828.00
117	761655.37	9863688.08	2827.00
118	761663.02	9863680.68	2827.00
119	761669.74	9863672.39	2827.00
120	761675.88	9863663.67	2827.00
121	761681.27	9863654.46	2826.00
122	761686.43	9863645.13	2826.00
123	761691.06	9863635.53	2825.00
124	761695.11	9863625.65	2824.00
125	761699.26	9863615.82	2824.00
126	761703.00	9863624.00	2823.00
127	761703.84	9863606.19	2823.00
128	761707.81	9863596.28	2823.00
129	761711.52	9863586.28	2823.00
130	761714.79	9863576.13	2823.00
131	761717.50	9863565.80	2822.00
132	761720.17	9863555.47	2822.00
133	761722.55	9863545.07	2822.00
134	761724.51	9863534.58	2822.00
135	761731.00	9863527.00	2821.00
136	761726.01	9863524.02	2821.00
137	761726.99	9863513.40	2821.00
138	761727.69	9863502.75	2821.00
139	761728.40	9863492.10	2821.00
140	761729.13	9863481.46	2821.00
141	761729.81	9863470.81	2821.00
142	761730.56	9863460.16	2821.00
143	761731.95	9863449.58	2820.00
144	761732.90	9863438.95	2820.00
145	761737.00	9863429.00	2820.00
146	761734.34	9863428.38	2820.00
147	761735.57	9863417.78	2819.00
148	761737.25	9863407.25	2819.00
149	761739.48	9863396.81	2818.00
150	761742.23	9863386.50	2816.00
151	761744.45	9863376.07	2815.00
152	761747.36	9863365.80	2813.00
153	761763.00	9863333.00	2812.00

154	761750.54	9863355.63	2812.00
155	761753.82	9863345.47	2812.00
156	761757.07	9863335.31	2812.00
157	761760.35	9863325.16	2812.00
158	761763.99	9863315.12	2812.00
159	761767.15	9863304.94	2812.00
160	761770.42	9863294.78	2811.00
161	761773.40	9863284.54	2811.00
162	761775.56	9863274.10	2811.00
163	761777.26	9863263.56	2810.00
164	761777.51	9863252.89	2865.00
165	761777.80	9863242.23	2865.00
166	761778.24	9863231.56	2865.00
167	761778.22	9863220.90	2865.00
168	761777.86	9863210.23	2865.00
169	761776.63	9863199.64	2865.00
170	761775.34	9863189.04	2865.00
171	761773.79	9863178.48	2865.00
172	761771.46	9863168.08	2865.00
173	761767.60	9863158.17	2865.00
174	761762.96	9863148.57	2866.00
175	761756.67	9863139.99	2866.00
176	761749.71	9863131.90	2866.00
177	761742.66	9863123.88	2866.00
178	761735.61	9863115.87	2866.00
179	761729.10	9863107.42	2866.00
180	761723.11	9863098.60	2866.00
181	761719.55	9863088.61	2867.00
182	761719.14	9863078.01	2867.00
183	761721.43	9863067.61	2867.00
184	761726.03	9863058.04	2867.00
185	761732.65	9863049.68	2867.00
186	761739.38	9863041.40	2867.00
187	761746.10	9863033.11	2867.00
188	761752.31	9863024.44	2868.00
189	761757.64	9863015.20	2868.00
190	761761.35	9863005.25	2868.00
191	761762.95	9862994.71	2868.00
192	761763.45	9862984.05	2868.00
193	761763.37	9862973.38	2868.00
194	761763.06	9862962.72	2868.00
195	761762.79	9862952.05	2868.00

196	761762.31	9862941.39	2869.00
197	761761.58	9862930.74	2869.00
198	761760.46	9862920.13	2869.00
199	761759.03	9862909.56	2869.00
200	761757.64	9862898.99	2869.00
201	761755.91	9862888.46	2869.00
202	761754.02	9862877.96	2869.00
203	761751.08	9862867.73	2869.00
204	761747.69	9862857.62	2869.00
205	761744.59	9862847.40	2869.00
206	761740.88	9862837.41	2870.00
207	761737.52	9862827.29	2870.00
208	761733.28	9862817.50	2870.00
209	761728.85	9862807.80	2870.00
210	761722.57	9862799.18	2870.00
211	761715.37	9862791.32	2871.00
212	761708.63	9862783.06	2871.00
213	761702.90	9862774.07	2871.00
214	761698.60	9862764.33	2871.00
215	761696.06	9862754.00	2871.00
216	761695.31	9862743.37	2871.00
217	761695.09	9862732.70	2871.00
218	761695.26	9862722.03	2872.00
219	761695.41	9862711.36	2872.00
220	761694.39	9862700.76	2872.00
221	761690.04	9862691.14	2872.00
222	761681.67	9862684.95	2873.00
223	761671.22	9862683.11	2873.00
224	761784.00	9863235.00	2810.00
225	761766.00	9863142.00	2810.00
226	761763.00	9863014.00	2809.00
227	761765.00	9862915.00	2814.00
228	761741.00	9862821.00	2820.00
229	761700.00	9862731.00	2826.00
230	761661.31	9862686.53	2830.00
231	761652.59	9862692.69	2832.00
232	761646.00	9862692.00	2834.00
233	761643.94	9862698.94	2838.00
234	761635.16	9862704.99	2841.00
235	761559.00	9862704.00	2843.00
236	761543.00	9862604.00	2847.00
237	761625.97	9862710.42	2847.00













238	761616.54	9862715.40	2847.00
239	761606.59	9862719.23	2847.00
240	761596.14	9862721.36	2847.00
241	761585.53	9862721.29	2847.00
242	761575.38	9862718.11	2847.00
243	761566.00	9862713.05	2847.00
244	761558.02	9862706.02	2847.00
245	761552.54	9862697.00	2847.00
246	761550.53	9862686.53	2847.00
247	761550.06	9862675.88	2847.00
248	761550.70	9862665.23	2847.00
249	761551.81	9862654.62	2847.00
250	761552.34	9862643.97	2847.00
251	761551.57	9862633.34	2847.00
252	761548.15	9862623.27	2847.00
253	761543.73	9862613.55	2847.00
254	761537.86	9862604.65	2847.00
255	761531.23	9862596.33	2847.00
256	761523.36	9862589.12	2847.00
257	761514.74	9862582.87	2848.00
258	761505.45	9862577.63	2848.00
259	761495.72	9862573.25	2848.00
260	761485.64	9862569.75	2848.00
261	761475.51	9862566.40	2848.00
262	761465.46	9862562.80	2848.00
263	761459.00	9862556.00	2848.00
264	761455.54	9862558.87	2848.00
265	761445.38	9862555.62	2848.00
266	761435.35	9862551.99	2849.00
267	761425.19	9862548.72	2849.00
268	761415.14	9862545.14	2850.00
269	761405.00	9862319.00	2865.00
270	761405.46	9862540.65	2850.00
271	761403.00	9862498.00	2851.00
272	761396.62	9862534.76	2851.00
273	761390.70	9862526.08	2852.00
274	761390.12	9862515.53	2853.00
275	761393.60	9862505.53	2854.00
276	761397.59	9862495.64	2855.00
277	761401.40	9862485.68	2855.00
278	761405.52	9862475.83	2855.00
279	761409.84	9862466.08	2855.00

280	761414.13	9862456.30	2855.00
281	761418.35	9862446.50	2856.00
282	761422.60	9862436.71	2856.00
283	761427.37	9862427.17	2856.00
284	761431.87	9862417.49	2857.00
285	761435.37	9862407.41	2858.00
286	761441.00	9862406.00	2858.00
287	761437.57	9862396.99	2858.00
288	761437.90	9862386.35	2858.00
289	761436.44	9862375.81	2858.00
290	761432.97	9862365.72	2859.00
291	761429.44	9862355.65	2859.00
292	761424.75	9862346.07	2859.00
293	761418.94	9862337.16	2859.00
294	761411.48	9862329.58	2859.00
295	761402.27	9862324.24	2859.00
296	761392.23	9862320.67	2859.00
297	761381.95	9862317.78	2873.00
298	761371.55	9862315.39	2873.00
299	761361.05	9862313.51	2873.00
300	761350.49	9862312.00	2873.00
301	761339.86	9862311.12	2874.00
302	761329.20	9862310.60	2874.00
303	761318.54	9862310.09	2874.00
304	761307.88	9862309.61	2874.00
305	761307.00	9862306.00	2875.00
306	761297.24	9862308.78	2875.00
307	761286.67	9862307.31	2876.00
308	761276.16	9862305.48	2876.00
309	761265.66	9862303.60	2878.00
310	761255.22	9862301.37	2880.00
311	761244.98	9862298.37	2880.00
312	761234.77	9862295.27	2882.00
313	761224.57	9862292.15	2884.00
314	761214.51	9862288.58	2886.00
315	761211.00	9862282.00	2888.00
316	761204.77	9862284.23	2888.00
317	761194.87	9862280.27	2888.00
318	761185.52	9862275.11	2888.00
319	761176.51	9862269.41	2888.00
320	761168.00	9862262.97	2889.00
321	761159.81	9862256.12	2889.00

322	761151.51	9862249.43	2889.00
323	761143.05	9862242.93	2889.00
324	761134.39	9862236.69	2889.00
325	761127.00	9862227.00	2900.00
326	761125.55	9862230.71	2902.00
327	761116.85	9862224.53	2902.00
328	761108.27	9862218.19	2902.00
329	761100.15	9862211.29	2903.00
330	761094.20	9862202.54	2903.00
331	761093.00	9862172.00	2904.00
332	761091.27	9862192.30	2906.00
333	761089.99	9862181.72	2908.00
334	761089.21	9862171.07	2908.00

ANEXO B
CONTEO VEHICULAR
MANUAL













Anexo B-1: Formato establecido para la recolección de datos del conteo vehicular.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Proyecto:	Vía Ambato- Quisapincha/ Tramo 2	No de Estación:	1	Ubicación:		Sentido:	Dos Sentidos	Ficha No:		1	
Fecha:		Día:		Estado de tiempo:		Responsable:	Karina Veloz				
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	
											
7H00	7H00-7H15										
	7H15-7H30										
	7H30-7H45										
	7H45-8H00										
SUMATORIA PARCIAL											
8H00	8H00-8H15										
	8H15-8H30										
	8H30-8H45										
	8H45-9H00										
SUMATORIA PARCIAL											
9H00	9H00-9H15										
	9H15-9H30										
	9H30-9H45										
	9H45-10H00										
SUMATORIA PARCIAL											
10H00	10H00-10H15										
	10H15-10H30										
	10H30-10H45										
	10H45-11H00										
SUMATORIA PARCIAL											

11H00	11H00-11H15											
	11H15-11H30											
	11H30-11H45											
	11H45-12H00											
SUMATORIA PARCIAL												
12H00	12H00-12H15											
	12H15-12H30											
	12H30-12H45											
	12H45-13H00											
SUMATORIA PARCIAL												
13H00	13H00-13H15											
	13H15-13H30											
	13H30-13H45											
	13H45-14H00											
SUMATORIA PARCIAL												
14H00	14H00-14H15											
	14H15-14H30											
	14H30-14H45											
	14H45-15H00											
SUMATORIA PARCIAL												
15H00	15H00-15H15											
	15H15-15H30											
	15H30-15H45											
	15H45-16H00											
SUMATORIA PARCIAL												
16H00	16H00-16H15											
	16H15-16H30											
	16H30-16H45											
	16H45-17H00											
SUMATORIA PARCIAL												

17H00	17H00-17H15											
	17H15-17H30											
	17H30-17H45											
	17H45-18H00											
SUMATORIA PARCIAL												
18H00	18H00-18H15											
	18H15-18H30											
	18H30-18H45											
	18H45-19H00											
SUMATORIA PARCIAL												
											Conteo Vehicular Diario:	0













Anexo B-2: Conteo Vehicular, lunes 11 de noviembre de 2021

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
Proyecto:	Vía Ambato- Quisapincha/ Tramo 2	No de Estación:	1	Ubicación:	Abscisa Km 4+300	Sentido:	Dos Sentidos	Ficha No:	1			
Fecha:	8/11/2021	Día:	Lunes	Estado de tiempo:	Asoleado	Responsable:	Karina Veloz					
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		
												
7H00	7H00-7H15	33	17	1	1	2	2	1	0	0	0	223
	7H15-7H30	25	20	2	0	3	3	0	0	0	0	
	7H30-7H45	27	12	1	4	3	2	0	1	0	0	
	7H45-8H00	35	17	3	2	2	3	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		120	66	7	7	10	10	2	1	0	0	
8H00	8H00-8H15	35	23	3	3	3	3	0	0	0	0	252
	8H15-8H30	31	18	1	2	2	4	1	0	0	0	
	8H30-8H45	27	21	2	1	3	6	2	0	0	0	
	8H45-9H00	32	18	2	3	3	2	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		125	80	8	9	11	15	4	0	0	0	
9H00	9H00-9H15	28	17	3	2	2	4	0	1	0	0	208
	9H15-9H30	25	19	2	1	3	3	1	0	0	0	
	9H30-9H45	22	16	2	3	2	6	0	0	0	0	
	9H45-10H00	23	11	4	2	2	3	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		98	63	11	8	9	16	2	1	0	0	
10H00	10H00-10H15	32	21	3	3	3	4	0	0	0	0	232
	10H15-10H30	28	16	2	1	2	5	1	0	0	0	
	10H30-10H45	30	14	4	2	3	3	0	0	0	0	
	10H45-11H00	29	15	2	3	3	3	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		119	66	11	9	11	15	1	0	0	0	

11H00	11H00-11H15	22	15	3	3	2	4	0	0	0	0	169
	11H15-11H30	19	17	0	2	3	3	0	0	0	0	
	11H30-11H45	21	12	2	4	3	6	0	0	0	0	
	11H45-12H00	9	14	0	0	4	0	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		71	58	5	9	12	13	1	0	0	0	
12H00	12H00-12H15	9	7	1	0	6	3	0	0	0	0	108
	12H15-12H30	17	8	0	2	4	1	0	1	0	0	
	12H30-12H45	16	11	1	0	2	3	0	0	0	0	
	12H45-13H00	5	4	1	0	4	1	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		47	30	3	2	16	8	1	1	0	0	
13H00	13H00-13H15	3	5	1	1	4	1	1	0	0	0	46
	13H15-13H30	5	2	0	1	2	0	0	1	0	0	
	13H30-13H45	2	3	0	1	2	1	0	0	0	0	
	13H45-14H00	4	1	1	0	2	1	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		14	11	2	3	10	3	2	1	0	0	
14H00	14H00-14H15	6	6	0	3	4	0	0	0	0	0	81
	14H15-14H30	8	2	0	0	4	1	1	0	0	0	
	14H30-14H45	12	5	0	1	2	3	0	0	0	0	
	14H45-15H00	11	7	0	1	2	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		37	20	0	5	12	6	1	0	0	0	
15H00	15H00-15H15	9	6	0	0	4	0	0	1	0	0	102
	15H15-15H30	7	6	1	2	5	3	1	0	0	0	
	15H30-15H45	8	4	0	0	3	1	0	0	0	0	
	15H45-16H00	20	8	1	3	3	3	1	2	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		44	24	2	5	15	7	2	3	0	0	
16H00	16H00-16H15	15	8	0	4	3	2	0	0	0	0	183
	16H15-16H30	11	11	1	1	3	2	0	0	0	0	
	16H30-16H45	30	20	1	1	3	3	0	1	0	0	
	16H45-17H00	35	20	2	2	1	2	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		91	59	4	8	10	9	1	1	0	0	

17H00	17H00-17H15	64	29	2	2	6	3	2	1	0	0	321
	17H15-17H30	50	20	3	1	4	2	0	0	0	0	
	17H30-17H45	60	25	3	2	2	3	0	0	0	0	
	17H45-18H00	26	8	1	0	2	0	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		200	82	9	5	14	8	2	1	0	0	
18H00	18H00-18H15	37	19	3	2	5	3	0	0	0	0	176
	18H15-18H30	26	20	1	1	4	1	0	1	0	0	
	18H30-18H45	20	5	2	0	1	2	0	1	0	0	
	18H45-19H00	11	5	0	0	6	0	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		94	49	6	3	16	6	0	2	0	0	
Conteo Vehicular Diario:											2101	













Anexo B-3: Conteo Vehicular, martes 12 de noviembre de 2021

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
Proyecto:	Vía Ambato- Quisapincha/ Tramo 2	No de Estación:	1	Ubicación:	Abscisa Km 4+300	Sentido:	Dos Sentidos	Ficha No:	2		
Fecha:	9/11/2021	Día:	Martes	Estado de tiempo:	Parcialmente Nublado	Responsable:	Karina Veloz				
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
											
7H00	7H00-7H15	28	16	3	2	3	4	0	0	0	218
	7H15-7H30	26	18	1	3	3	5	0	0	0	
	7H30-7H45	22	11	2	1	3	3	0	0	0	
	7H45-8H00	32	20	3	4	2	2	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		108	65	9	10	11	14	1	0	0	
8H00	8H00-8H15	33	19	4	2	2	5	0	0	0	233
	8H15-8H30	35	17	1	3	2	3	2	0	0	
	8H30-8H45	28	16	0	3	3	2	0	0	0	
	8H45-9H00	24	18	2	1	3	4	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		120	70	7	9	10	14	3	0	0	
9H00	9H00-9H15	29	18	4	4	3	5	0	0	0	205
	9H15-9H30	27	13	2	3	2	2	0	0	0	
	9H30-9H45	22	17	2	3	2	4	0	1	0	
	9H45-10H00	17	15	3	1	3	2	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		95	63	11	11	10	13	1	1	0	
10H00	10H00-10H15	30	23	1	4	2	4	0	0	0	229
	10H15-10H30	26	17	3	2	3	2	0	0	0	
	10H30-10H45	32	15	2	1	3	2	0	0	0	
	10H45-11H00	31	17	1	3	2	3	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		119	72	7	10	10	11	0	0	0	

11H00	11H00-11H15	28	11	2	3	2	4	0	0	0	0	180
	11H15-11H30	22	16	1	2	3	3	0	0	0	0	
	11H30-11H45	17	15	4	4	3	6	0	0	0	0	
	11H45-12H00	15	13	1	0	4	0	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		82	55	8	9	12	13	1	0	0	0	
12H00	12H00-12H15	13	10	2	2	3	4	0	0	0	0	134
	12H15-12H30	19	9	2	0	3	2	1	0	0	0	
	12H30-12H45	17	13	3	3	3	5	0	1	0	0	
	12H45-13H00	7	5	1	1	2	3	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		56	37	8	6	11	14	1	1	0	0	
13H00	13H00-13H15	8	6	3	4	3	3	0	0	0	0	83
	13H15-13H30	9	5	2	0	2	0	1	0	0	0	
	13H30-13H45	5	7	0	0	3	2	0	0	0	0	
	13H45-14H00	6	3	3	3	3	1	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		28	21	8	7	11	6	2	0	0	0	
14H00	14H00-14H15	8	11	2	4	2	4	0	0	0	0	119
	14H15-14H30	12	10	0	0	2	1	0	0	0	0	
	14H30-14H45	19	16	0	2	2	1	1	0	0	0	
	14H45-15H00	6	9	1	2	2	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		45	46	3	8	8	8	1	0	0	0	
15H00	15H00-15H15	10	7	1	2	3	4	0	0	0	0	109
	15H15-15H30	8	11	0	1	3	1	0	1	0	0	
	15H30-15H45	9	6	1	0	2	2	0	0	0	0	
	15H45-16H00	21	9	1	2	3	0	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		48	33	3	5	11	7	1	1	0	0	
16H00	16H00-16H15	13	9	1	4	2	4	0	0	0	0	163
	16H15-16H30	15	16	0	3	1	3	0	1	0	0	
	16H30-16H45	23	14	2	3	1	1	0	0	0	0	
	16H45-17H00	27	12	1	1	3	3	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		78	51	4	11	7	11	0	1	0	0	

17H00	17H00-17H15	32	13	0	3	3	5	1	1	0	0	194
	17H15-17H30	24	10	3	5	3	3	0	0	0	0	
	17H30-17H45	27	11	2	0	2	0	1	0	0	0	
	17H45-18H00	26	15	0	0	2	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		109	49	5	8	10	10	2	1	0	0	
18H00	18H00-18H15	24	11	2	3	1	5	0	0	0	0	169
	18H15-18H30	28	7	2	3	3	1	1	0	0	0	
	18H30-18H45	22	12	3	0	3	3	0	0	0	0	
	18H45-19H00	15	9	1	4	3	2	0	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		89	39	8	10	10	11	1	1	0	0	
Conteo Vehicular Diario:											2036	












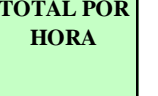
Anexo B-4: Conteo Vehicular, miércoles 13 de noviembre de 2021

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
Proyecto:	Vía Ambato- Quisapincha/ Tramo 2	No de Estación:	1	Ubicación:	Abscisa Km 4+300	Sentido:	Dos Sentidos	Fecha No:		3		
Fecha:	10/11/2021	Día:	Miércoles	Estado de tiempo:	Asoleado	Responsable:	Karina Veloz					
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		
												
7H00	7H00-7H15	28	18	1	2	3	2	0	0	0	0	215
	7H15-7H30	29	17	0	1	2	3	0	1	0	0	
	7H30-7H45	30	15	2	3	2	2	1	0	0	0	
	7H45-8H00	25	20	2	1	2	3	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		112	70	5	7	9	10	1	1	0	0	
8H00	8H00-8H15	32	25	4	2	2	4	0	0	0	0	233
	8H15-8H30	29	19	1	2	2	3	1	0	0	0	
	8H30-8H45	28	15	1	0	3	3	1	0	0	0	
	8H45-9H00	30	16	3	1	3	2	0	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		119	75	9	5	10	12	2	1	0	0	
9H00	9H00-9H15	25	21	0	4	2	6	0	0	0	0	202
	9H15-9H30	16	23	1	0	1	2	0	1	0	0	
	9H30-9H45	29	19	1	3	3	3	0	0	0	0	
	9H45-10H00	23	9	3	3	3	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		93	72	5	10	9	12	0	1	0	0	
10H00	10H00-10H15	28	23	2	1	2	3	0	0	0	0	218
	10H15-10H30	30	15	1	1	3	2	1	0	0	0	
	10H30-10H45	33	16	1	3	2	5	0	0	0	0	
	10H45-11H00	25	13	0	2	2	3	0	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		116	67	4	7	9	13	1	1	0	0	

11H00	11H00-11H15	29	15	2	4	3	6	0	1	0	0	188
	11H15-11H30	21	20	1	1	2	3	1	0	0	0	
	11H30-11H45	23	17	0	0	2	0	1	0	0	0	
	11H45-12H00	17	13	2	2	1	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		90	65	5	7	8	10	2	1	0	0	
12H00	12H00-12H15	11	13	2	3	2	5	0	0	0	0	131
	12H15-12H30	17	9	1	1	3	2	1	1	0	0	
	12H30-12H45	15	10	0	1	3	1	0	1	0	0	
	12H45-13H00	9	11	2	2	2	3	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		52	43	5	7	10	11	1	2	0	0	
13H00	13H00-13H15	8	7	3	2	1	4	0	0	0	0	81
	13H15-13H30	9	6	0	4	2	3	0	0	0	0	
	13H30-13H45	6	4	0	3	3	1	0	0	0	0	
	13H45-14H00	7	3	2	0	2	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		30	20	5	9	8	9	0	0	0	0	
14H00	14H00-14H15	6	6	0	3	4	0	0	0	0	0	81
	14H15-14H30	8	2	0	0	4	1	1	0	0	0	
	14H30-14H45	12	5	0	1	2	3	0	0	0	0	
	14H45-15H00	11	7	0	1	2	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		37	20	0	5	12	6	1	0	0	0	
15H00	15H00-15H15	11	9	1	4	3	2	0	0	0	0	118
	15H15-15H30	9	8	2	2	3	4	0	1	0	0	
	15H30-15H45	7	5	2	1	3	3	2	0	0	0	
	15H45-16H00	18	9	3	2	2	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		45	31	8	9	11	11	2	1	0	0	
16H00	16H00-16H15	17	9	4	3	2	3	0	0	0	0	187
	16H15-16H30	13	12	0	0	2	5	1	0	0	0	
	16H30-16H45	33	23	0	1	3	0	0	0	0	0	
	16H45-17H00	30	21	1	1	1	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		93	65	5	5	8	10	1	0	0	0	

17H00	17H00-17H15	39	26	4	3	3	3	0	1	0	0	277
	17H15-17H30	36	28	2	2	2	1	1	0	0	0	
	17H30-17H45	47	27	1	1	3	3	0	0	0	0	
	17H45-18H00	29	9	1	1	2	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		151	90	8	7	10	9	1	1	0	0	
18H00	18H00-18H15	35	17	4	1	2	4	1	0	0	0	179
	18H15-18H30	28	19	1	3	1	1	0	1	0	0	
	18H30-18H45	24	7	1	1	3	2	0	0	0	0	
	18H45-19H00	9	6	2	0	2	3	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		96	49	8	5	8	10	2	1	0	0	
Conteo Vehicular Diario:											2110	













Anexo B-5: Conteo Vehicular, jueves 14 de noviembre de 2021

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
Proyecto:	Vía Ambato- Quisapincha/ Tramo 2	No de Estación:	1	Ubicación:	Abscisa Km 4+300	Sentido:	Dos Sentidos	Fecha No:	4			
Fecha:	11/11/2021	Día:	Jueves	Estado de tiempo:	Soleado	Responsable:	Karina Veloz					
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO												
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		
												
7H00	7H00-7H15	28	14	3	2	2	4	0	0	0	0	199
	7H15-7H30	31	13	0	3	3	2	1	0	0	0	
	7H30-7H45	22	17	2	2	2	1	0	0	0	0	
	7H45-8H00	28	11	1	1	2	4	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		109	55	6	8	9	11	1	0	0	0	
8H00	8H00-8H15	32	18	4	4	3	2	0	0	0	0	209
	8H15-8H30	28	17	1	3	2	5	0	0	0	0	
	8H30-8H45	21	16	0	1	3	7	0	1	0	0	
	8H45-9H00	18	11	3	2	3	3	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		99	62	8	10	11	17	1	1	0	0	
9H00	9H00-9H15	25	18	1	2	3	4	0	1	0	0	182
	9H15-9H30	22	11	2	1	2	3	1	0	0	0	
	9H30-9H45	27	9	1	3	3	4	0	0	0	0	
	9H45-10H00	15	12	4	2	3	3	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		89	50	8	8	11	14	1	1	0	0	
10H00	10H00-10H15	29	15	1	2	3	2	0	0	0	0	204
	10H15-10H30	23	16	2	3	2	4	0	0	0	0	
	10H30-10H45	21	9	2	4	3	7	0	0	0	0	
	10H45-11H00	25	17	3	6	3	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		98	57	8	15	11	15	0	0	0	0	

11H00	11H00-11H15	19	17	1	2	3	4	0	0	0	0	166
	11H15-11H30	17	13	4	3	3	3	0	0	0	0	
	11H30-11H45	22	15	3	1	2	1	1	0	0	0	
	11H45-12H00	10	16	1	0	3	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		68	61	9	6	11	10	1	0	0	0	
12H00	12H00-12H15	21	15	1	0	3	4	0	0	0	0	133
	12H15-12H30	17	8	2	2	2	3	1	0	0	0	
	12H30-12H45	16	11	0	2	3	2	0	1	0	0	
	12H45-13H00	5	4	1	1	2	6	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		59	38	4	5	10	15	1	1	0	0	
13H00	13H00-13H15	13	15	1	1	2	7	0	0	0	0	138
	13H15-13H30	15	12	0	1	3	2	0	0	0	0	
	13H30-13H45	12	13	2	1	3	1	0	0	0	0	
	13H45-14H00	14	11	1	2	3	3	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		54	51	4	5	11	13	0	0	0	0	
14H00	14H00-14H15	16	14	0	4	2	2	0	0	0	0	136
	14H15-14H30	18	12	1	0	1	1	0	0	0	0	
	14H30-14H45	14	9	0	2	3	3	1	0	0	0	
	14H45-15H00	9	17	2	1	2	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		57	52	3	7	8	8	1	0	0	0	
15H00	15H00-15H15	15	16	0	1	2	2	0	1	0	0	141
	15H15-15H30	17	14	1	2	3	3	0	1	0	0	
	15H30-15H45	8	4	3	2	4	4	0	0	0	0	
	15H45-16H00	20	8	1	3	2	3	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		60	42	5	8	11	12	1	2	0	0	
16H00	16H00-16H15	18	8	2	4	3	5	0	0	0	0	154
	16H15-16H30	21	7	1	1	2	1	1	0	0	0	
	16H30-16H45	20	12	3	2	4	2	0	0	0	0	
	16H45-17H00	19	9	2	2	3	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		78	36	8	9	12	10	1	0	0	0	

17H00	17H00-17H15	29	20	2	2	3	3	0	0	0	0	201
	17H15-17H30	17	12	2	3	2	4	2	0	0	0	
	17H30-17H45	26	15	0	2	2	3	0	1	0	0	
	17H45-18H00	22	17	1	4	3	4	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		94	64	5	11	10	14	2	1	0	0	
18H00	18H00-18H15	17	15	0	2	3	2	0	0	0	0	135
	18H15-18H30	16	9	1	1	2	5	1	0	0	0	
	18H30-18H45	17	11	4	1	2	2	0	0	0	0	
	18H45-19H00	9	7	0	2	4	1	0	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		59	42	5	6	11	10	1	1	0	0	
Conteo Vehicular Diario:											1998	













Anexo B-6: Conteo Vehicular, viernes 15 de noviembre de 2021

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
Proyecto:	Vía Ambato- Quisapincha/ Tramo 2	No de Estación:	1	Ubicación:	Abscisa Km 4+300	Sentido:	Dos Sentidos	Ficha No:	5			
Fecha:	12/11/2021	Día:	Viernes	Estado de tiempo:	Soleado	Responsable:	Karina Veloz					
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO												
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		
												
7H00	7H00-7H15	28	21	3	2	3	1	0	0	0	0	240
	7H15-7H30	32	17	2	3	2	4	0	0	0	0	
	7H30-7H45	27	15	3	3	3	7	0	0	0	0	
	7H45-8H00	33	18	4	4	3	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		120	71	12	12	11	14	0	0	0	0	
8H00	8H00-8H15	41	19	4	4	3	2	0	0	0	0	248
	8H15-8H30	27	18	1	2	3	3	2	0	0	0	
	8H30-8H45	15	31	0	1	2	6	0	0	0	0	
	8H45-9H00	36	19	1	3	2	2	0	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		119	87	6	10	10	13	2	1	0	0	
9H00	9H00-9H15	31	22	2	4	3	5	0	1	0	0	251
	9H15-9H30	27	24	1	3	1	1	0	0	0	0	
	9H30-9H45	31	19	4	1	2	4	1	0	0	0	
	9H45-10H00	29	27	3	0	4	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		118	92	10	8	10	11	1	1	0	0	
10H00	10H00-10H15	38	17	4	2	2	1	0	0	0	0	235
	10H15-10H30	28	16	2	1	2	5	0	1	0	0	
	10H30-10H45	30	14	4	2	1	4	2	0	0	0	
	10H45-11H00	29	15	2	3	4	6	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		125	62	12	8	9	16	2	1	0	0	

11H00	11H00-11H15	27	21	1	5	3	5	0	0	0	0	185
	11H15-11H30	17	11	4	1	2	1	2	0	0	0	
	11H30-11H45	19	17	2	3	2	6	0	1	0	0	
	11H45-12H00	14	8	3	1	4	4	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		77	57	10	10	11	16	3	1	0	0	
12H00	12H00-12H15	18	14	1	3	3	4	0	0	0	0	143
	12H15-12H30	14	18	2	2	4	7	2	0	0	0	
	12H30-12H45	16	11	1	1	5	1	0	0	0	0	
	12H45-13H00	5	4	3	0	1	2	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		53	47	7	6	13	14	3	0	0	0	
13H00	13H00-13H15	17	13	1	2	3	4	0	0	0	0	153
	13H15-13H30	21	17	4	1	3	1	1	0	0	0	
	13H30-13H45	8	14	2	1	2	3	0	1	0	0	
	13H45-14H00	7	17	1	4	4	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		53	61	8	8	12	9	1	1	0	0	
14H00	14H00-14H15	11	14	3	3	3	6	0	0	0	0	125
	14H15-14H30	14	10	2	2	3	1	0	2	0	0	
	14H30-14H45	12	7	0	1	2	4	1	0	0	0	
	14H45-15H00	11	5	1	1	4	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		48	36	6	7	12	13	1	2	0	0	
15H00	15H00-15H15	11	8	1	2	3	4	0	0	0	0	146
	15H15-15H30	14	9	1	4	2	6	0	0	0	0	
	15H30-15H45	21	11	2	3	3	2	0	1	0	0	
	15H45-16H00	14	15	3	1	1	3	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		60	43	7	10	9	15	1	1	0	0	
16H00	16H00-16H15	19	21	2	3	2	4	0	0	0	0	209
	16H15-16H30	8	22	3	1	3	7	1	0	0	0	
	16H30-16H45	27	20	0	2	3	1	0	0	0	0	
	16H45-17H00	33	17	2	1	2	5	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		87	80	7	7	10	17	1	0	0	0	

17H00	17H00-17H15	47	24	2	2	3	4	2	0	0	0	289
	17H15-17H30	35	22	1	1	4	2	0	1	0	0	
	17H30-17H45	41	26	3	2	2	3	1	0	0	0	
	17H45-18H00	36	18	0	4	2	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		159	90	6	9	11	10	3	1	0	0	
18H00	18H00-18H15	17	14	0	3	3	4	0	0	0	0	168
	18H15-18H30	24	13	1	2	2	2	0	1	0	0	
	18H30-18H45	19	11	2	1	3	1	0	0	0	0	
	18H45-19H00	17	21	4	1	1	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		77	59	7	7	9	8	0	1	0	0	
Conteo Vehicular Diario:											2392	













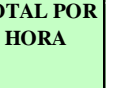
Anexo B-7: Conteo Vehicular, sábado 16 de noviembre de 2021

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
Proyecto:	Vía Ambato- Quisapincha/ Tramo 2	No de Estación:	1	Ubicación:	Abscisa Km 4+300	Sentido:	Dos Sentidos	Fecha No:		6		
Fecha:	13/11/2021	Día:	Sábado	Estado de tiempo:	Nublado	Responsable:	Karina Veloz					
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO												
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		
												
7H00	7H00-7H15	29	21	2	3	3	3	0	0	0	0	233
	7H15-7H30	32	17	1	2	3	3	0	0	0	0	
	7H30-7H45	29	12	1	3	4	2	0	1	0	0	
	7H45-8H00	31	19	2	2	3	4	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		121	69	6	10	13	12	1	1	0	0	
8H00	8H00-8H15	37	16	3	3	3	4	0	0	0	0	227
	8H15-8H30	22	14	1	2	2	3	2	0	0	0	
	8H30-8H45	23	19	2	2	4	1	0	0	0	0	
	8H45-9H00	33	21	2	3	3	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		115	70	8	10	12	10	2	0	0	0	
9H00	9H00-9H15	34	24	4	2	3	4	1	1	0	0	265
	9H15-9H30	27	17	0	3	4	3	0	0	0	0	
	9H30-9H45	28	25	1	4	3	2	0	0	0	0	
	9H45-10H00	33	31	2	2	3	3	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		122	97	7	11	13	12	2	1	0	0	
10H00	10H00-10H15	35	22	1	4	4	4	0	0	0	0	228
	10H15-10H30	22	18	2	2	2	1	1	0	0	0	
	10H30-10H45	15	21	4	1	3	2	1	0	0	0	
	10H45-11H00	24	27	3	3	3	3	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		96	88	10	10	12	10	2	0	0	0	

11H00	11H00-11H15	32	13	3	3	3	4	0	0	0	0	207
	11H15-11H30	22	16	1	2	2	3	1	0	0	0	
	11H30-11H45	34	17	2	2	3	3	0	0	0	0	
	11H45-12H00	19	12	3	1	4	1	0	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		107	58	9	8	12	11	1	1	0	0	
12H00	12H00-12H15	22	21	1	3	3	3	0	0	0	0	185
	12H15-12H30	26	15	2	2	4	2	0	1	0	0	
	12H30-12H45	14	17	1	2	3	4	1	0	0	0	
	12H45-13H00	18	13	2	1	2	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		80	66	6	8	12	11	1	1	0	0	
13H00	13H00-13H15	21	14	1	3	4	2	0	0	0	0	183
	13H15-13H30	23	16	0	4	2	2	0	0	0	0	
	13H30-13H45	17	14	2	2	4	0	1	0	0	0	
	13H45-14H00	16	23	1	7	2	1	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		77	67	4	16	12	5	2	0	0	0	
14H00	14H00-14H15	27	21	4	7	3	1	0	1	0	0	237
	14H15-14H30	31	23	3	5	2	3	0	0	0	0	
	14H30-14H45	22	15	2	1	4	6	1	0	0	0	
	14H45-15H00	34	15	0	3	2	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		114	74	9	16	11	11	1	1	0	0	
15H00	15H00-15H15	14	17	0	3	4	1	0	1	0	0	176
	15H15-15H30	21	14	0	1	4	2	1	0	0	0	
	15H30-15H45	22	13	0	2	2	7	0	0	0	0	
	15H45-16H00	17	21	1	2	3	3	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		74	65	1	8	13	13	1	1	0	0	
16H00	16H00-16H15	21	11	2	4	3	3	0	0	0	0	212
	16H15-16H30	24	17	1	5	3	4	1	0	0	0	
	16H30-16H45	27	16	3	3	3	1	0	1	0	0	
	16H45-17H00	27	21	2	2	4	2	1	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		99	65	8	14	13	10	2	1	0	0	

17H00	17H00-17H15	27	18	2	2	3	1	0	1	0	0	219
	17H15-17H30	32	23	3	1	4	5	0	0	0	0	
	17H30-17H45	27	14	3	2	5	3	1	0	0	0	
	17H45-18H00	18	12	4	5	2	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		104	67	12	10	14	10	1	1	0	0	
18H00	18H00-18H15	28	21	3	2	3	3	0	0	0	0	195
	18H15-18H30	20	14	1	1	4	2	1	1	0	0	
	18H30-18H45	21	17	2	2	2	2	0	0	0	0	
	18H45-19H00	24	11	4	0	2	4	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		93	63	10	5	11	11	1	1	0	0	
Conteo Vehicular Diario:											2567	

Anexo B-8: Conteo Vehicular, domingo 17 de noviembre de 2021



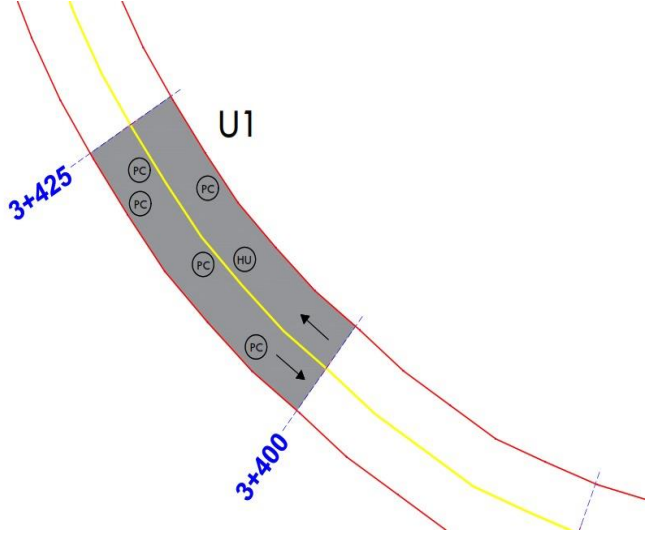
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO										
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
Proyecto:	Vía Ambato- Quisapincha/ Tramo 2	No de Estación:	1	Ubicación:	Abscisa Km 4+300	Sentido:		Fecha No:		1		
Fecha:	14/11/2021	Día:	Domingo	Estado de tiempo:	Parcialmente nublado	Responsable:	Karina Veloz					
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO												
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		
												
7H00	7H00-7H15	32	24	4	4	3	5	0	0	0	0	258
	7H15-7H30	26	22	5	6	3	6	0	0	0	0	
	7H30-7H45	29	19	3	5	2	4	1	0	0	0	
	7H45-8H00	30	18	1	2	2	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		117	83	13	17	10	17	1	0	0	0	
8H00	8H00-8H15	30	26	3	5	3	4	0	0	0	0	240
	8H15-8H30	28	22	5	0	3	2	1	0	0	0	
	8H30-8H45	24	12	1	2	3	6	0	1	0	0	
	8H45-9H00	32	17	2	3	3	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		114	77	11	10	12	14	1	1	0	0	
9H00	9H00-9H15	26	15	4	5	3	5	0	0	0	0	254
	9H15-9H30	30	19	4	3	3	6	1	0	0	0	
	9H30-9H45	29	16	3	4	2	3	1	1	0	0	
	9H45-10H00	36	20	5	3	3	4	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		121	70	16	15	11	18	2	1	0	0	
10H00	10H00-10H15	29	17	2	5	3	5	0	0	0	0	243
	10H15-10H30	27	20	2	5	3	4	2	0	0	0	
	10H30-10H45	29	15	0	4	3	6	1	0	0	0	
	10H45-11H00	30	22	1	2	3	3	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		115	74	5	16	12	18	3	0	0	0	

11H00	11H00-11H15	43	30	4	5	2	5	0	0	0	0	367
	11H15-11H30	48	36	4	3	3	4	0	0	0	0	
	11H30-11H45	50	25	3	2	3	6	0	0	0	0	
	11H45-12H00	52	29	2	2	3	3	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		193	120	13	12	11	18	0	0	0	0	
12H00	12H00-12H15	73	23	8	4	3	6	0	0	0	0	378
	12H15-12H30	50	24	1	2	2	4	0	0	0	0	
	12H30-12H45	61	23	1	1	2	4	0	0	0	0	
	12H45-13H00	45	32	2	3	2	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		229	102	12	10	9	16	0	0	0	0	
13H00	13H00-13H15	22	18	4	1	3	5	0	0	0	0	209
	13H15-13H30	30	17	2	1	3	3	0	0	0	0	
	13H30-13H45	29	23	3	5	2	1	0	0	0	0	
	13H45-14H00	22	7	2	2	2	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		103	65	11	9	10	11	0	0	0	0	
14H00	14H00-14H15	18	11	1	5	3	6	0	0	0	0	256
	14H15-14H30	27	25	0	4	3	4	6	0	0	0	
	14H30-14H45	32	26	3	2	3	4	2	6	1	0	
	14H45-15H00	20	23	2	2	3	3	3	8	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		97	85	6	13	12	17	11	14	1	0	
15H00	15H00-15H15	28	17	5	4	3	5	0	0	0	0	233
	15H15-15H30	33	22	1	3	3	3	0	0	0	0	
	15H30-15H45	23	18	2	2	2	6	0	0	0	0	
	15H45-16H00	27	15	2	3	3	3	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		111	72	10	12	11	17	0	0	0	0	
16H00	16H00-16H15	26	17	3	5	2	5	0	0	0	0	198
	16H15-16H30	22	12	2	3	2	1	0	0	0	0	
	16H30-16H45	25	18	2	1	3	2	0	0	0	0	
	16H45-17H00	27	11	1	2	3	3	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		100	58	8	11	10	11	0	0	0	0	

17H00	17H00-17H15	27	12	1	2	2	3	0	0	0	0	199
	17H15-17H30	28	18	0	3	2	2	0	0	0	0	
	17H30-17H45	20	15	0	2	2	2	0	0	0	0	
	17H45-18H00	29	23	1	2	2	1	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		104	68	2	9	8	8	0	0	0	0	
18H00	18H00-18H15	23	18	2	2	1	2	0	0	0	0	161
	18H15-18H30	26	17	0	1	2	0	0	0	0	0	
	18H30-18H45	9	15	1	1	2	3	0	0	0	0	
	18H45-19H00	11	19	1	2	1	2	0	0	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		69	69	4	6	6	7	0	0	0	0	
Conteo Vehicular Diario:											2996	

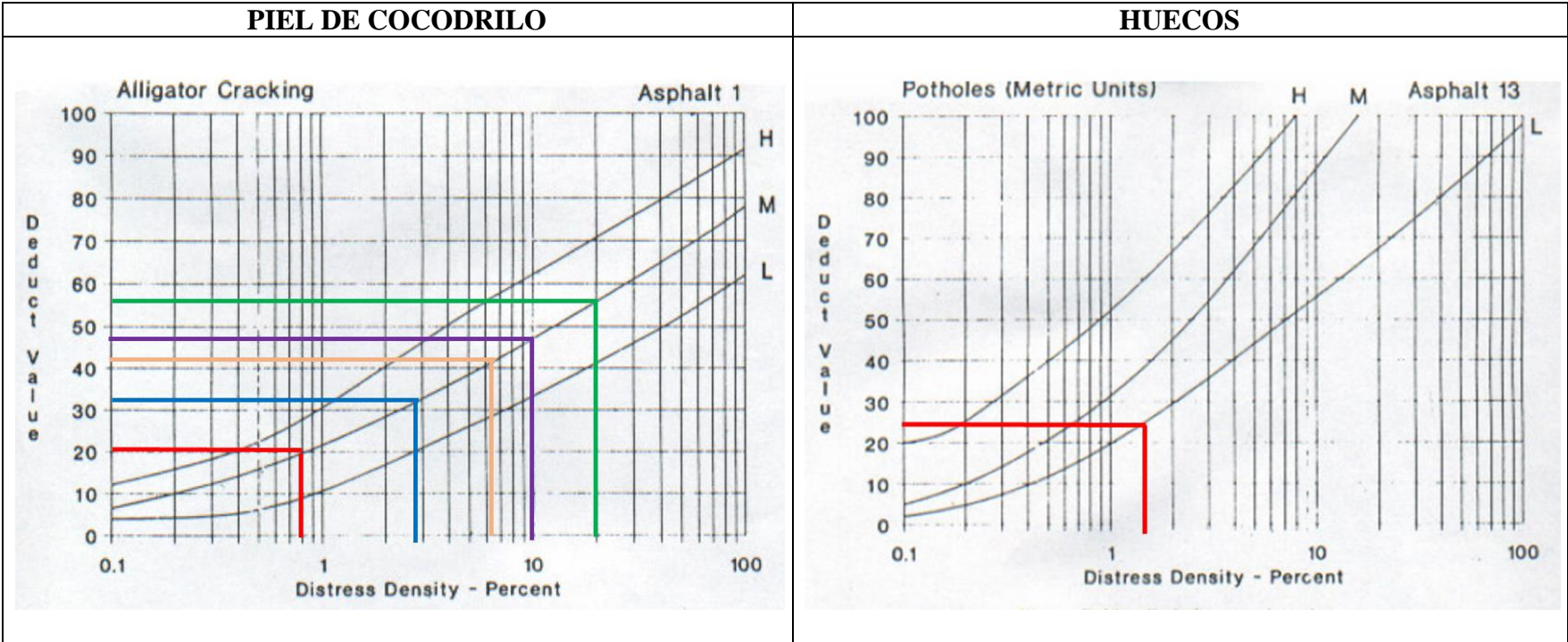
ANEXO C
ÍNDICE DE
CONDICIÓN DEL
PAVIMENTO

Anexo C-1: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #1

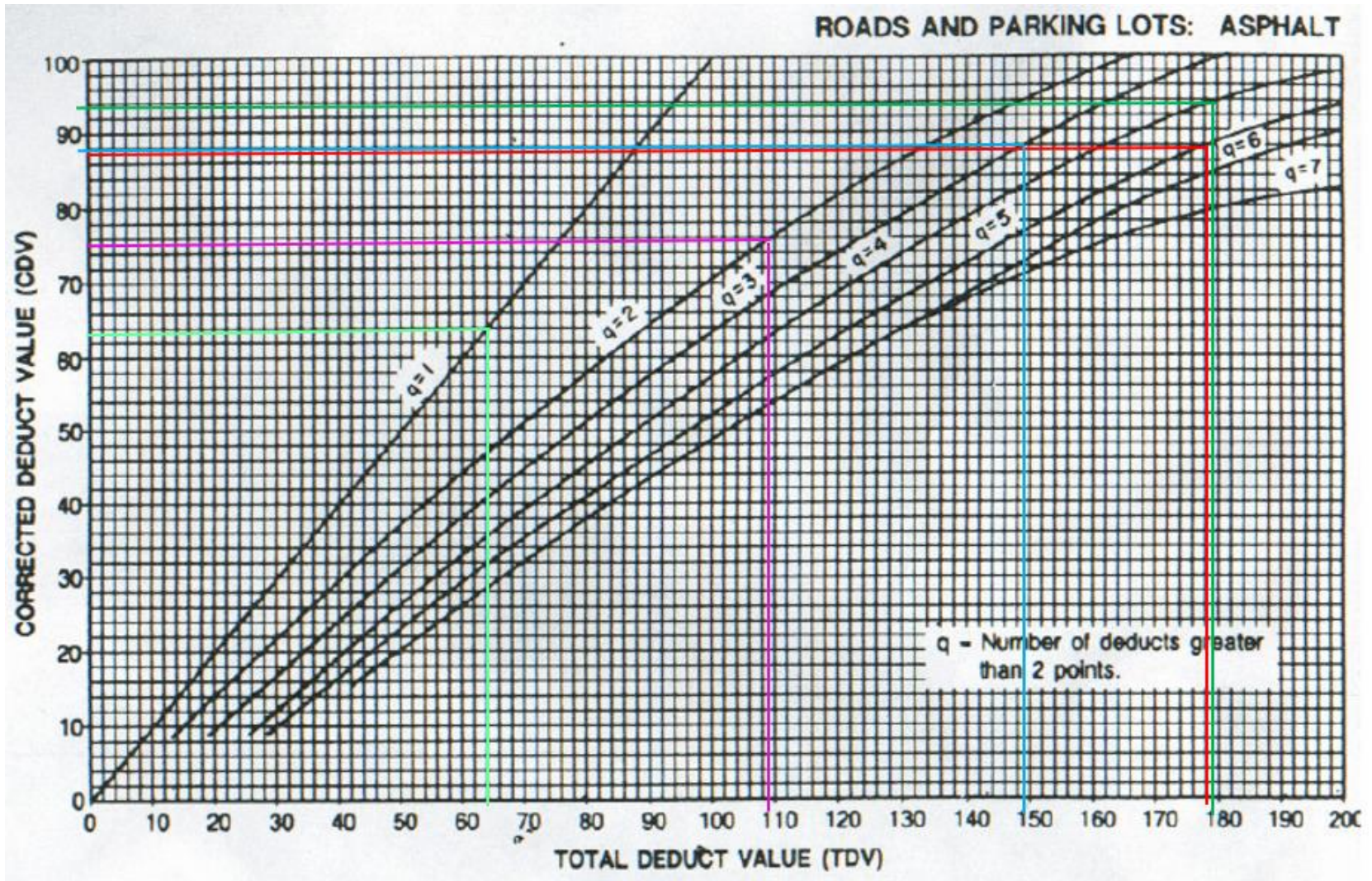
 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) </div> 										
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2		Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez		Ancho del Carril (m):	7.85
	Abscisa Inicial:	3+400	Abscisa Final:	3+425	# Unidad de Muestreo:	1	Área de Muestreo (m²):	61.50	Fecha de Evaluación :	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS		Unidad	Esquema					
1	AH	Abultamientos y Hundimientos		m						
2	AB	Agrietamiento en bloque		m ²						
3	A	Ahuellamiento		m ²						
4	C	Corrugación		m ²						
5	CF	Cruce de Vía Férrea		m ²						
6	D	Depresión		m ²						
7	DB	Desnivel Carril/Berma		m						
8	DZ	Desplazamiento		m ²						
9	EX	Exudación		m ²						
10	GB	Grieta de Borde		m						
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta		m						
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales		m						
13	GP	Grietas Parabólicas		m ²						
14	HI	Hinchamiento		m ²						

15	HU	Huecos			Unidad							
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados			m ²							
17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²							
18	PC	Piel de Cocodrilo			m ²							
19	PA	Pulimiento de Agregados			m ²							
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)									
PC (18)		X		1.4	0.35			0.49	0.80%	20		
PC (18)		X		4.5	0.4			1.80	2.93%	32		
PC (18)		X		12.3	1			12.30	20.00%	56		
PC (18)		X		5.55	0.7			3.89	6.32%	42		
PC (18)		X		6.7	1			6.70	10.89%	47		
HU (15)	X			1				1.00	1.63%	25		
								Valor Deducido Total (VDT):		222		
Número de Deducción >2 (q)												
Mayor Valor Deducido (HDVi)=								56				
Número Máximo de VD (m)=								5.041				
No	Valores Deducidos					Total	q	VDC				
1	56	47	42	32	1.025			178.025	5	88		
2	56	47	42	32	2			179	4	94		
3	56	47	42	2	2			149	3	89		
4	56	47	2	2	2			109	2	76		
5	56	2	2	2	2			64	1	84		
								Máx (VDC):		94		
								CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	6
								Condición del Pavimento:		Fallado		



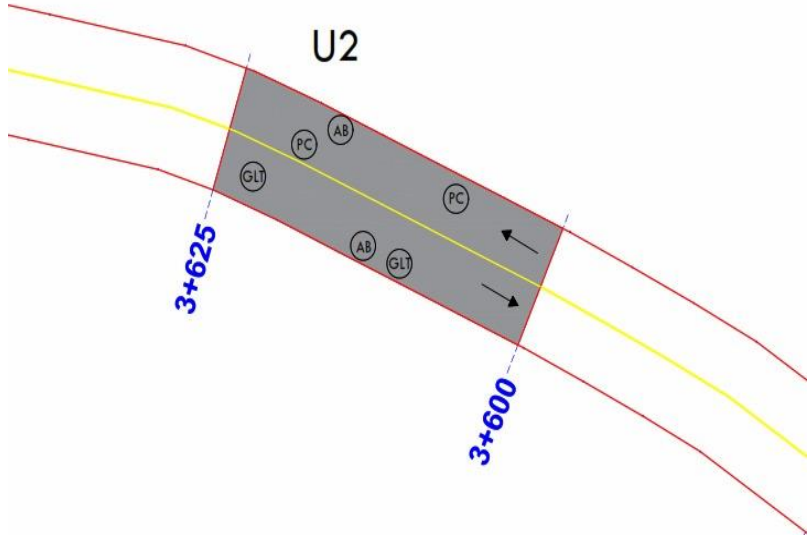
Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #1 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #1- Manual PCI, 2002

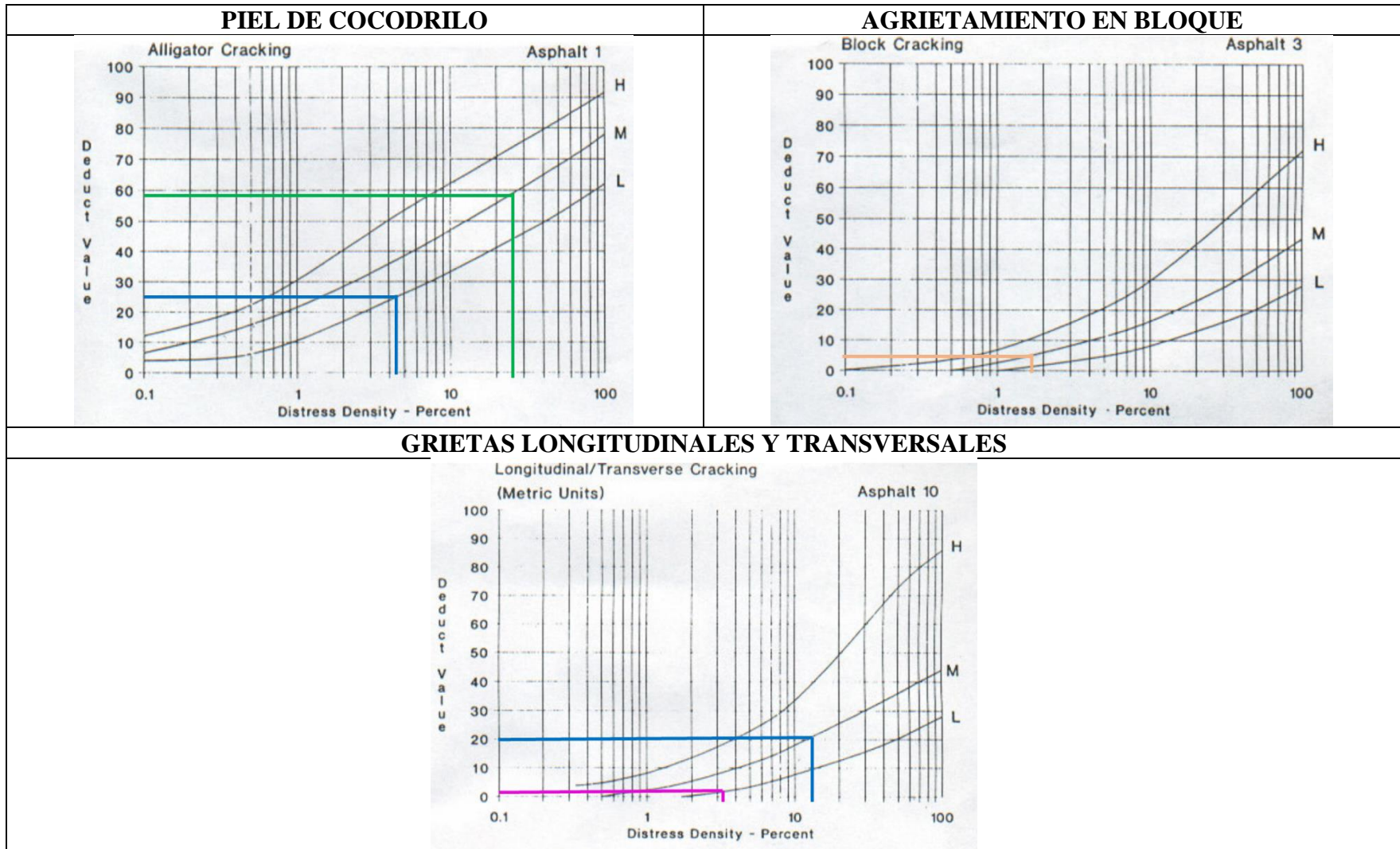


Anexo C-2: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #2

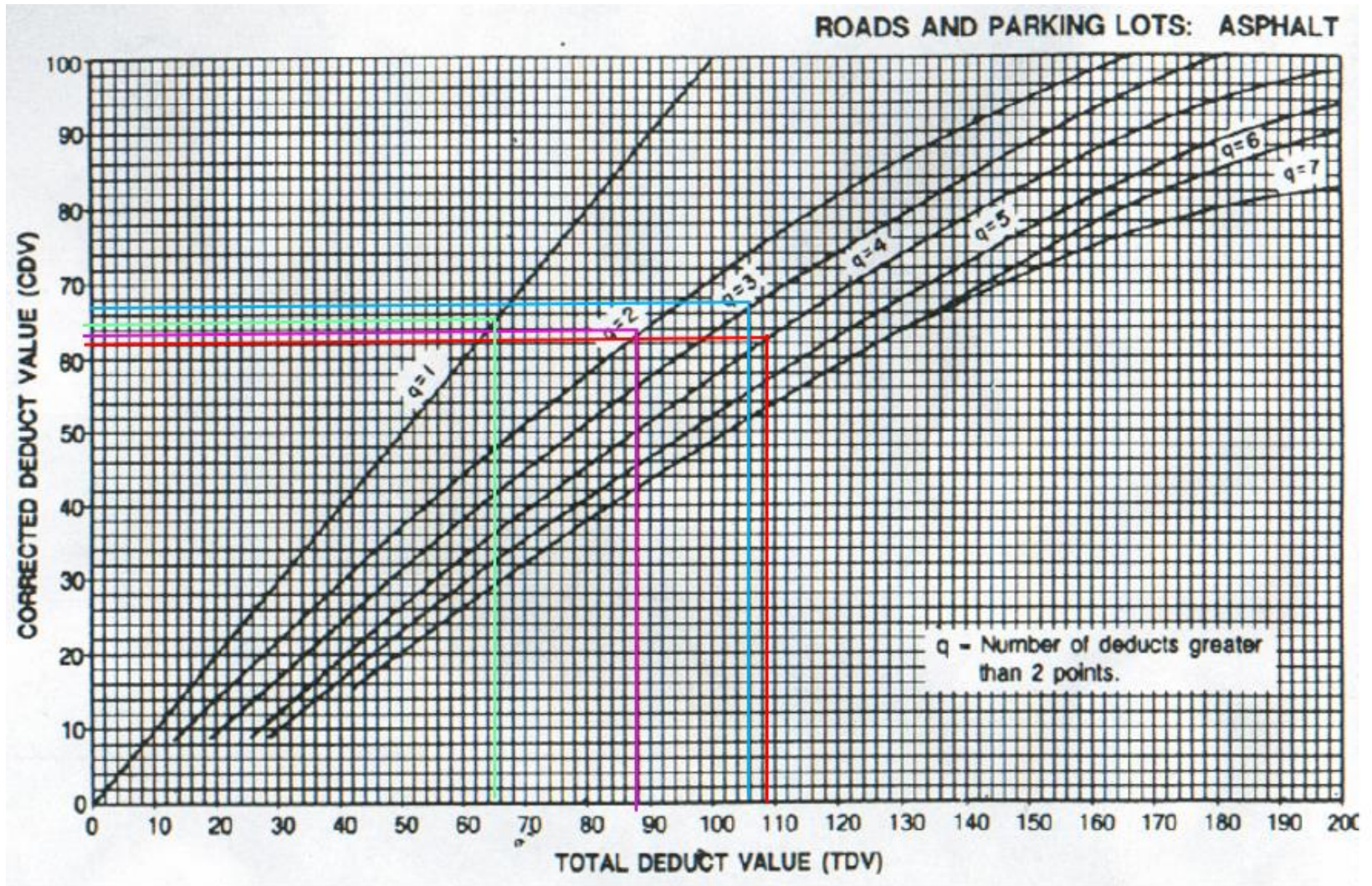
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2			Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez	Ancho del Carril (m):	7
	Abscisa Inicial:	3+600	Abscisa Final:	3+625	# Unidad de Muestreo:	2	Área de Muestreo (m²):	48.99	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS	Unidad	Esquema						
1	AH	Abultamientos y Hundimientos	m							
2	AB	Agrietamiento en bloque	m ²							
3	A	Ahuellamiento	m ²							
4	C	Corrugación	m ²							
5	CF	Cruce de Vía Férrea	m ²							
6	D	Depresión	m ²							
7	DB	Desnivel Carril/Berma	m							
8	DZ	Desplazamiento	m ²							
9	EX	Exudación	m ²							
10	GB	Grieta de Borde	m							
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta	m							
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales	m							
13	GP	Grietas Parabólicas	m ²							
14	HI	Hinchamiento	m ²							
15	HU	Huecos	Unidad							
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados	m ²							

17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²						
18	PC	Piel de Cocodrilo			m ²						
19	PA	Pulimiento de Agregados			m ²						
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
PC (18)	X			3.6	0.6			2.16	4.41%	25	
GLT (12)	X			1.5				1.50	3.06%	3	
AB (2)		X		1.8	0.5			0.90	1.84%	5	
PC (18)		X		8	1.6			12.80	26.13%	59	
GLT (12)	X			6.7				6.70	13.68%	20	
AB (2)	X			0.7	0.5			0.35	0.71%	0	
								Valor Deducido Total (VDT):		112	
Número de Deducción >2 (q)											
Mayor Valor Deducido (HDVi)=								59			
Número Máximo de VD (m)=								4.765			
No		Valores Deducidos				Total	q	VDC			
1	59	25	20	3.825		107.825	4	82			
2	59	25	20	2		106	3	67			
3	59	25	2	2		88	2	63			
4	59	2	2	2		65	1	65			
								Máx (VDC):		82	
CÁLCULO PCI								PCI:	100-VDC	PCI:	18
Condición del Pavimento:								Muy Malo			



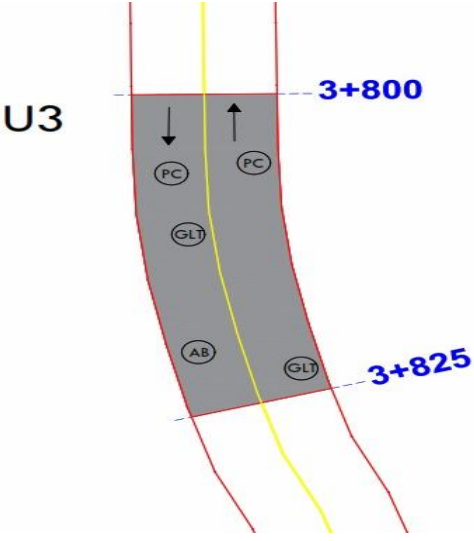
Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #2 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #2

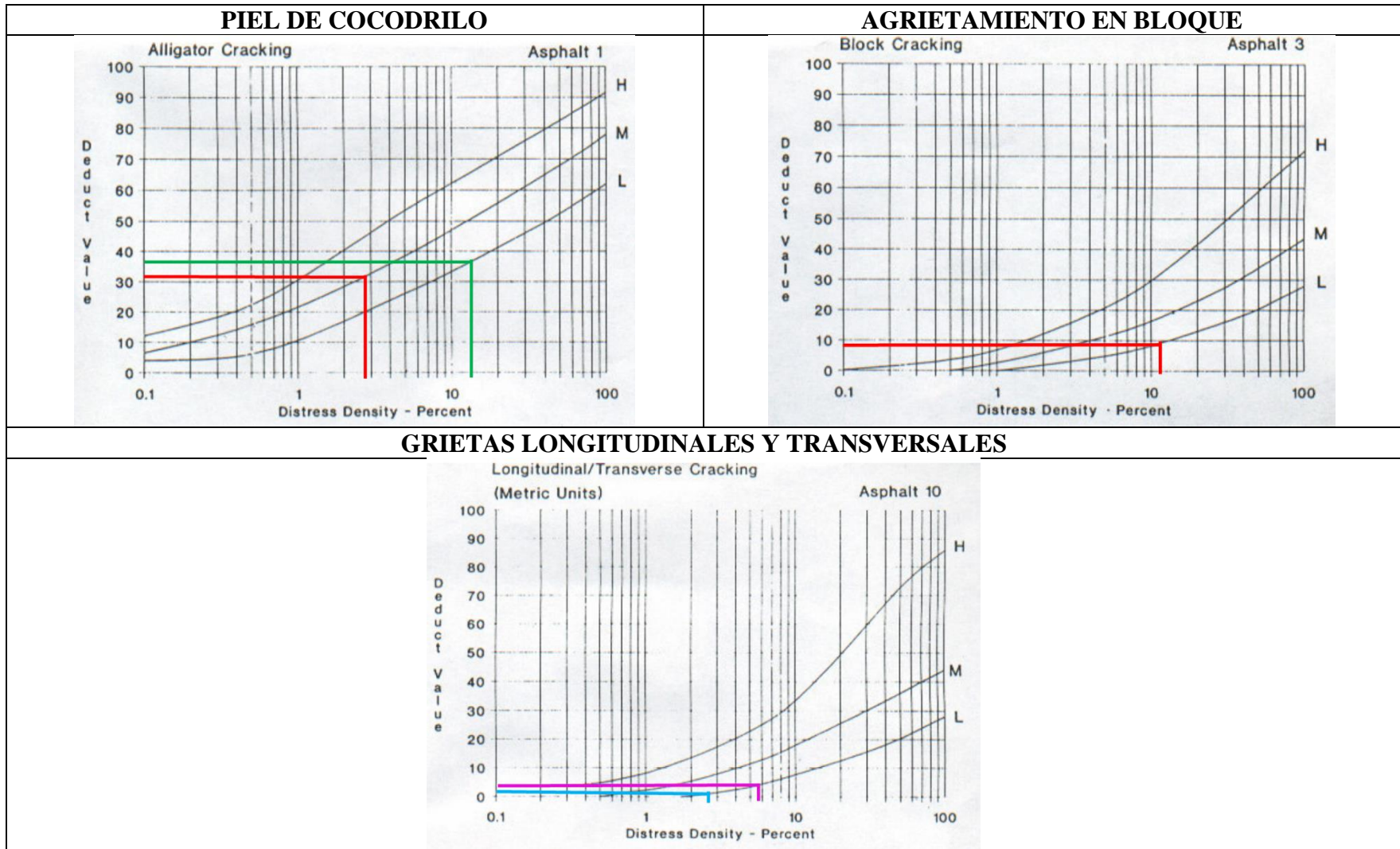


Anexo C-3: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #3

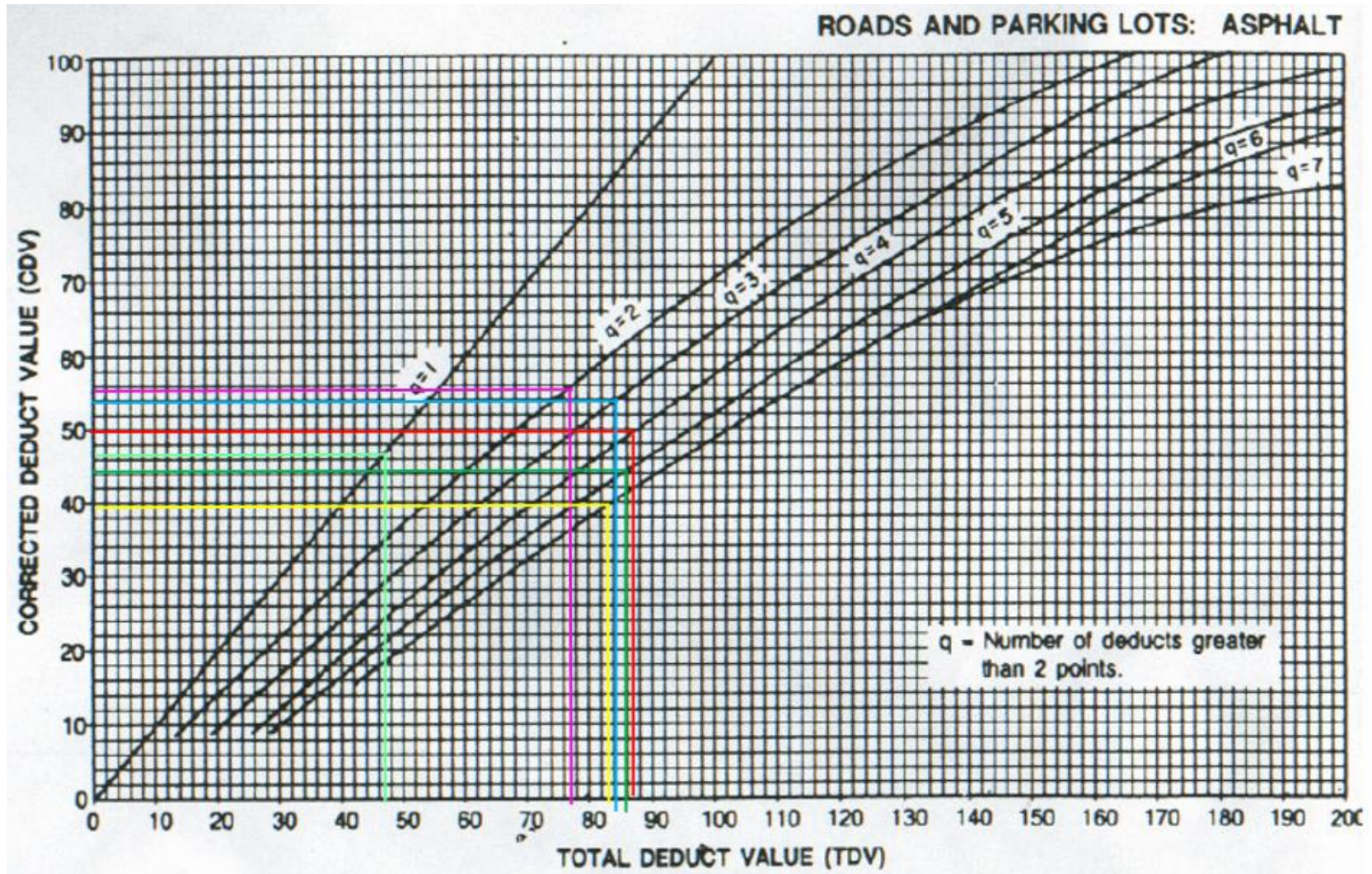
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2			Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez	Ancho del Carril (m):	7.45
	Abscisa Inicial:	3+800	Abscisa Final:	3+825	# Unidad de Muestreo:	3	Área de Muestreo (m²):	55.38	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS			Unidad	Esquema				
1	AH	Abultamientos y Hundimientos			m					
2	AB	Agrietamiento en bloque			m²					
3	A	Ahuellamiento			m²					
4	C	Corrugación			m²					
5	CF	Cruce de Vía Férrea			m²					
6	D	Depresión			m²					
7	DB	Desnivel Carril/Berma			m					
8	DZ	Desplazamiento			m²					
9	EX	Exudación			m²					
10	GB	Grieta de Borde			m					
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta			m					
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales			m					
13	GP	Grietas Parabólicas			m²					
14	HI	Hinchamiento			m²					
15	HU	Huecos			Unidad					

16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados					m ²						
17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos					m ²						
18	PC	Piel de Cocodrilo					m ²						
19	PA	Pulimientto de Agregados					m ²						
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido			
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)										
PC (18)	X			6.4	1.16			7.42	13.41%	37			
GLT (12)	X			3.3				3.30	5.96%	5			
AB (2)	X			8.4	0.75			6.30	11.38%	9			
GLT (12)	X			1.5				1.50	2.71%	1			
PC (18)	X			2.5	0.6			1.50	2.71%	32			
									Valor Deducido Total (VDT):	84			
Número de Deducción >2 (q)													
Mayor Valor Deducido (HDVi)=									37				
Número Máximo de VD (m)=									6.786				
No		Valores Deducidos						Total	q	VDC			
1	37	32	9	5	1	0		84	6	40			
2	37	32	9	5	1	2		86	5	45			
3	37	32	9	5	2	2		87	4	50			
4	37	32	9	2	2	2		84	3	54			
5	37	32	2	2	2	2		77	2	56			
6	37	2	2	2	2	2		47	1	47			
									Máx (VDC):	56			
									CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	44
									Condición del Pavimento:	Regular			



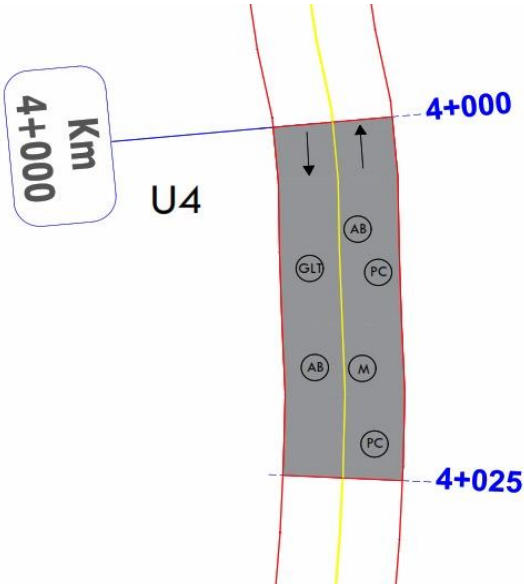
Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #3 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #3 – Manual PCI, 2002

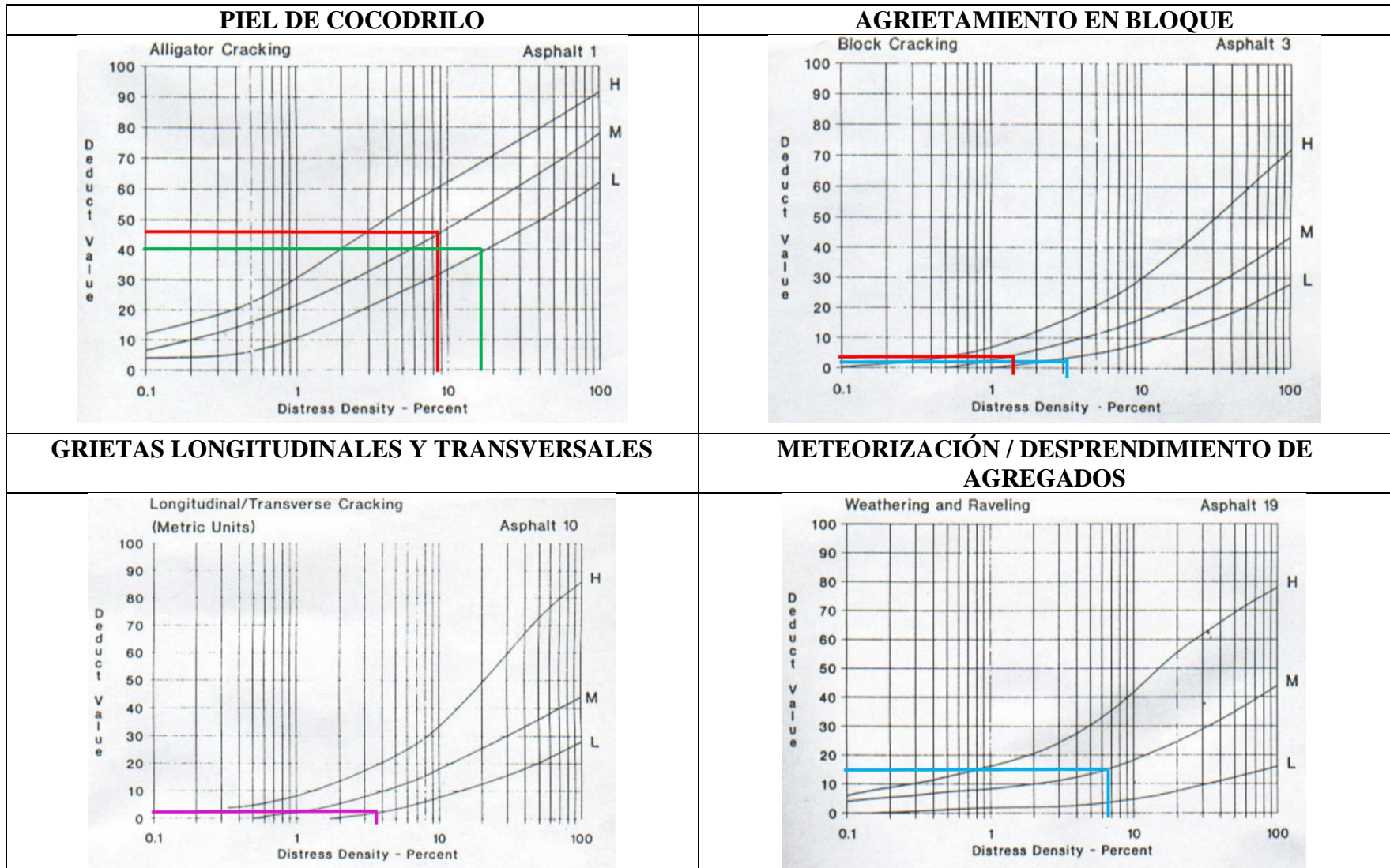


Anexo C-4: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #4

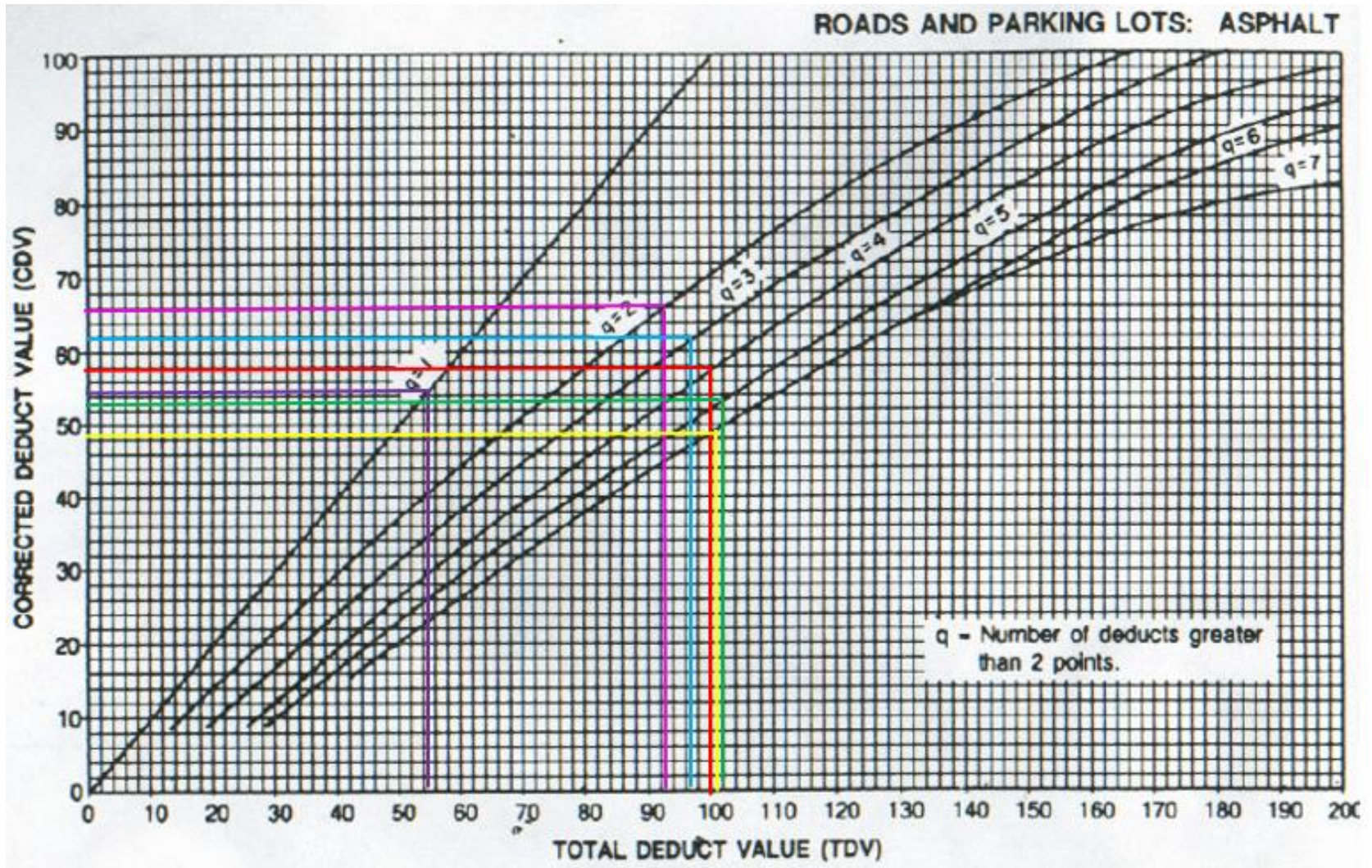
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) 										
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2			Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez	Ancho del Carril (m):	7.75
	Abscisa Inicial:	4+000	Abscisa Final:	4+025	# Unidad de Muestreo:	4	Área de Muestreo (m²):	60.04	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS			Unidad	Esquema				
1	AH	Abultamientos y Hundimientos			m					
2	AB	Agrietamiento en bloque			m ²					
3	A	Ahuellamiento			m ²					
4	C	Corrugación			m ²					
5	CF	Cruce de Vía Férrea			m ²					
6	D	Depresión			m ²					
7	DB	Desnivel Carril/Berma			m					
8	DZ	Desplazamiento			m ²					
9	EX	Exudación			m ²					
10	GB	Grieta de Borde			m					
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta			m					
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales			m					
13	GP	Grietas Parabólicas			m ²					
14	HI	Hinchamiento			m ²					
15	HU	Huecos			Unidad					
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados			m ²					

17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos					m ²					
18	PC	Piel de Cocodrilo					m ²					
19	PA	Pulimiento de Agregados					m ²					
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)									
PC (18)		X		6.6	0.8			5.28	8.79%	45		
AB (2)		X		1.8	0.5			0.90	1.50%	5		
AB (2)	X			3.5	0.56			1.96	3.26%	4		
GLT (12)	X			2.1				2.10	3.50%	2		
PC (18)	X			16	0.7			11.20	18.65%	40		
M(16)		X		5.1	0.8			4.08	6.80%	6		
								Valor Deducido Total (VDT):		102		
Número de Dedución >2 (q)												
Mayor Valor Deducido (HDVi)=						45						
Número Máximo de VD (m)=						6.051						
No		Valores Deducidos					Total	q	VDC			
1	45	40	6	5	4	0.102		100.102	6	49		
2	45	40	6	5	4	2		102	5	53		
3	45	40	6	5	2	2		100	4	58		
4	45	40	6	2	2	2		97	3	62		
5	45	40	2	2	2	2		93	2	63		
6	45	2	2	2	2	2		55	1	55		
								Máx (VDC):		63		
								CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	37
								Condición del Pavimento:		MALO		



Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #4 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #4 – Manual PCI, 2002

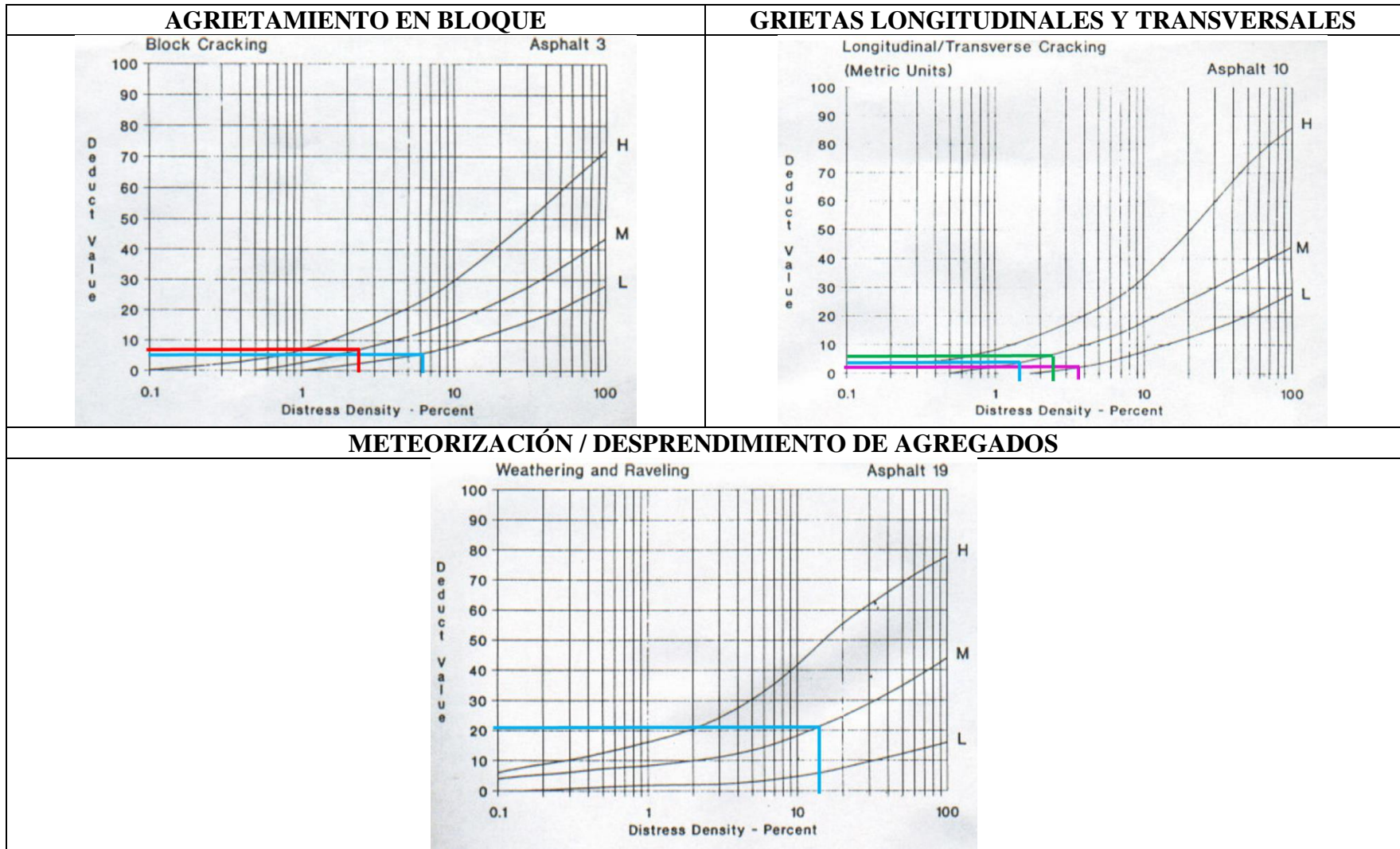


Anexo C-5: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #5

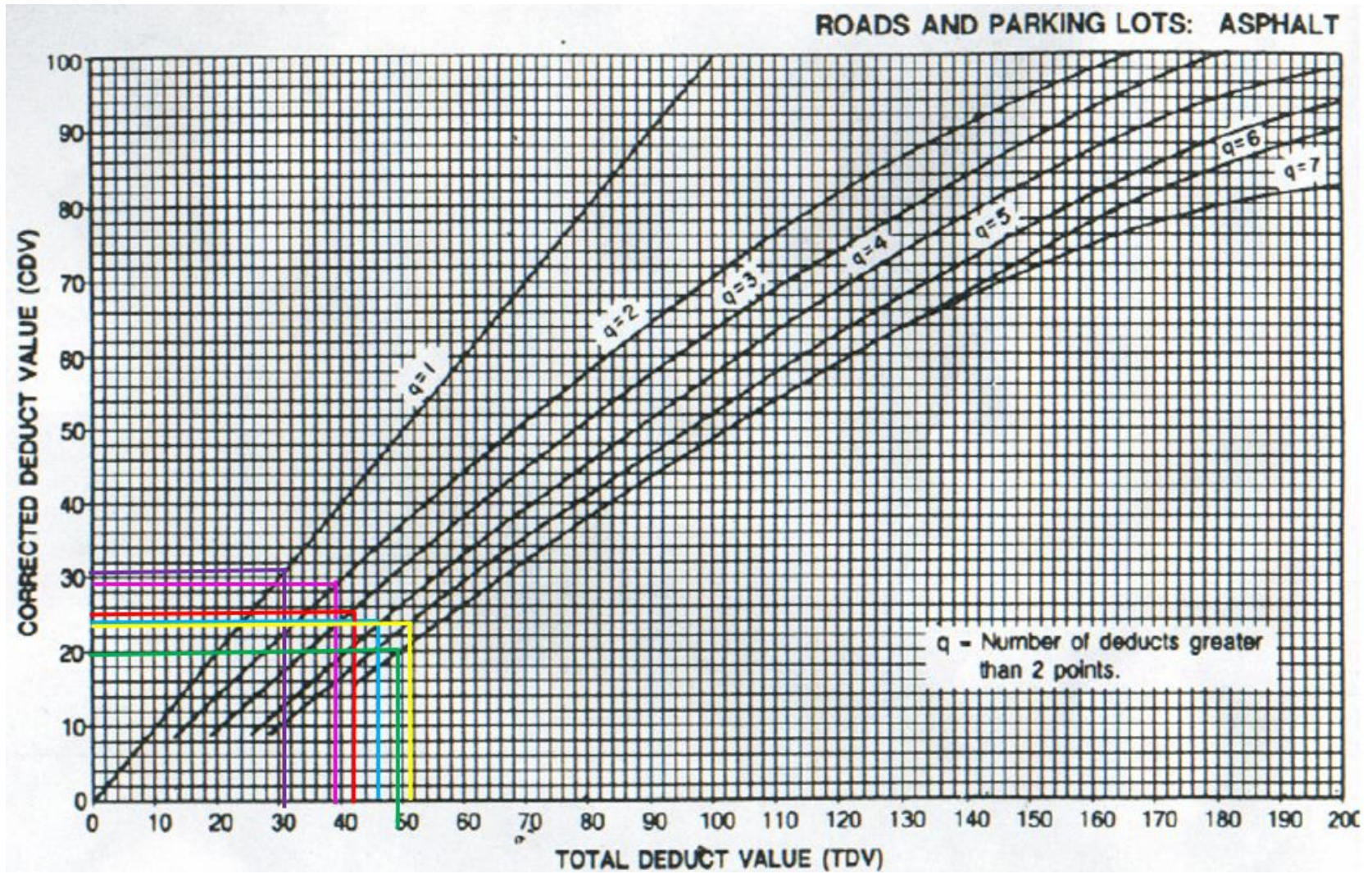
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2		Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez		Ancho del Carril (m):	8.15
	Abscisa Inicial:	4+200	Abscisa Final:	4+225	# Unidad de Muestreo:	5	Área de Muestreo (m ²):	66.40	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS	Unidad	Esquema						
1	AH	Abultamientos y Hundimientos	m							
2	AB	Agrietamiento en bloque	m ²							
3	A	Ahuellamiento	m ²							
4	C	Corrugación	m ²							
5	CF	Cruce de Vía Férrea	m ²							
6	D	Depresión	m ²							
7	DB	Desnivel Carril/Berma	m							
8	DZ	Desplazamiento	m ²							
9	EX	Exudación	m ²							
10	GB	Grieta de Borde	m							
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta	m							
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales	m							
13	GP	Grietas Parabólicas	m ²							
14	HI	Hinchamiento	m ²							
15	HU	Huecos	Unidad							
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados	m ²							

17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos				m ²						
18	PC	Piel de Cocodrilo				m ²						
19	PA	Pulimiento de Agregados				m ²						
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)									
M(16)		X		4.8	2			9.60	14.46%	21		
AB (2)		X		2.6	0.6			1.56	2.35%	8		
AB (2)	X			6.2	0.66			4.09	6.16%	6		
GLT (12)	X			2.5				2.50	3.77%	3		
GLT (12)		X		1.6				1.60	2.41%	7		
GLT (12)		X		1.1				1.10	1.66%	5		
								Valor Deducido Total (VDT):		50		
Número de Dedución >2 (q)												
Mayor Valor Deducido (HDVi)=						21						
Número Máximo de VD (m)=						8.255						
No		Valores Deducidos					Total	q	VDC			
1	21	8	7	6	5	0.765		47.765	6	20		
2	21	8	7	6	5	2		49	5	23		
3	21	8	7	6	2	2		46	4	24		
4	21	8	7	2	2	2		42	3	25		
5	21	8	2	2	2	2		37	2	29		
6	21	2	2	2	2	2		31	1	31		
								Máx (VDC):		31		
								CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	69
								Condición del Pavimento:		BUENO		



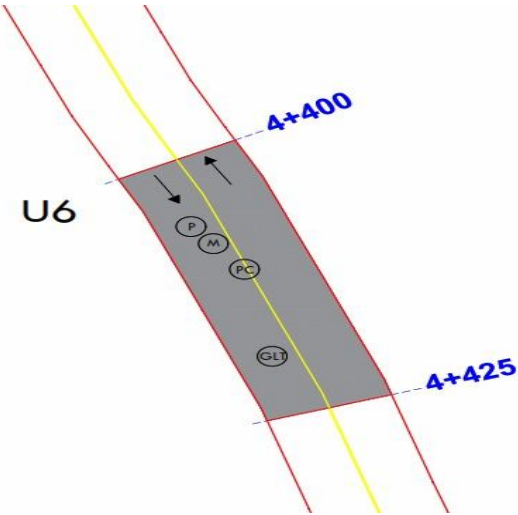
Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #5 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #5 – Manual PCI, 2002

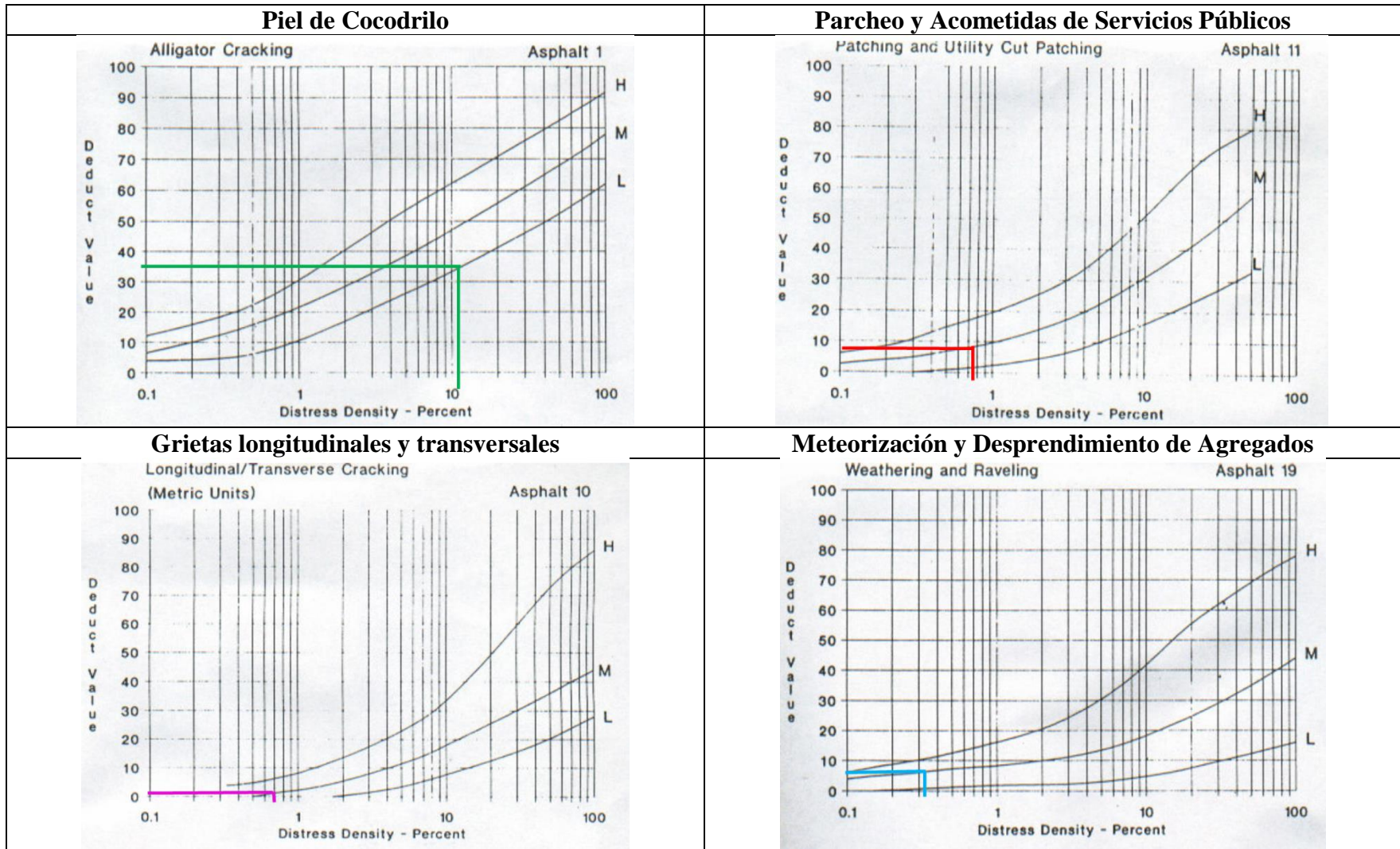


Anexo C-6: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #6

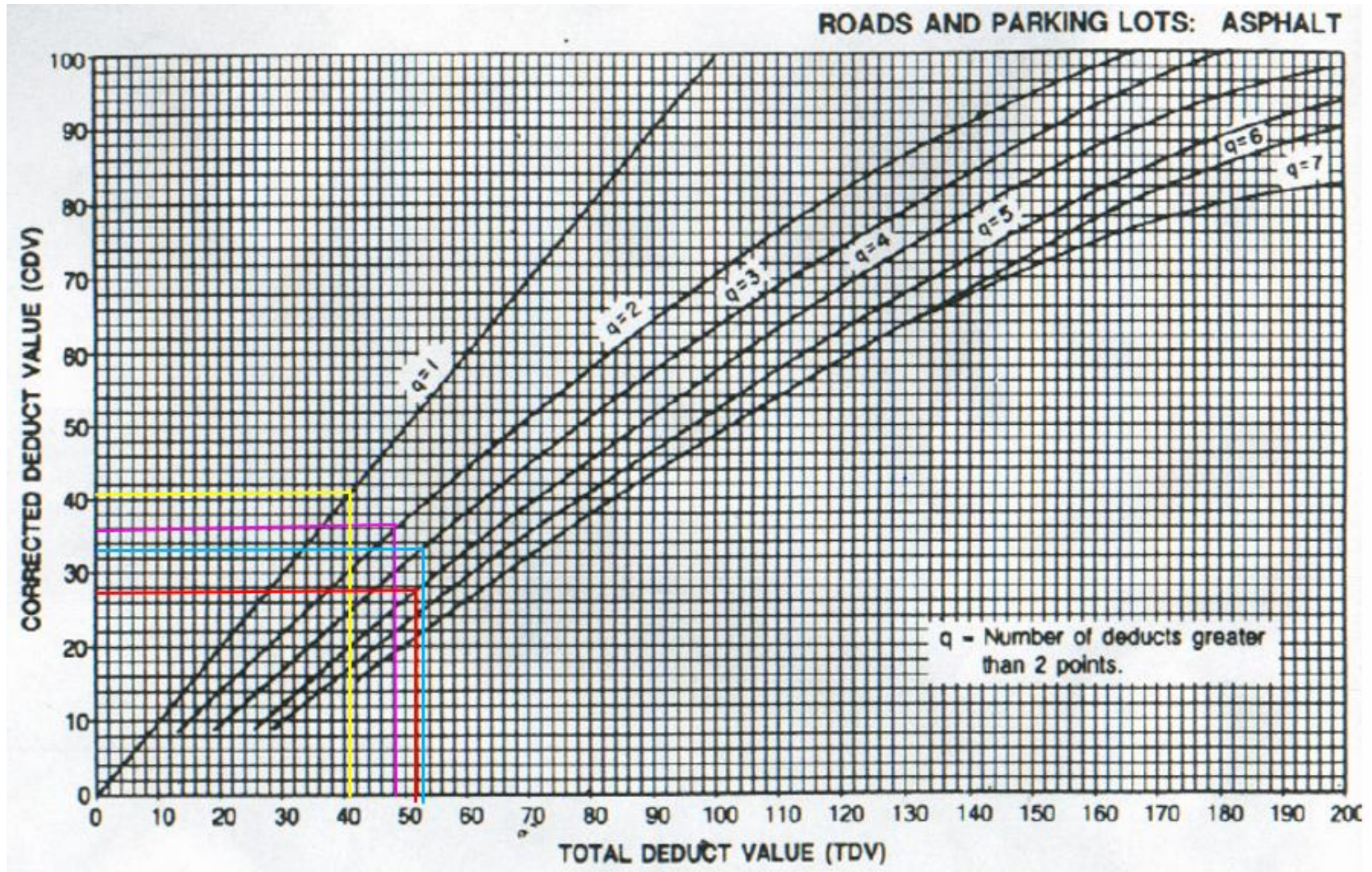
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2		Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez		Ancho del Carril (m):	7.55
	Abscisa Inicial:	4+400	Abscisa Final:	4+425	# Unidad de Muestreo:	6	Área de Muestreo (m ²):	56.88	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS	Unidad	Esquema						
1	AH	Abultamientos y Hundimientos	m							
2	AB	Agrietamiento en bloque	m ²							
3	A	Ahuellamiento	m ²							
4	C	Corrugación	m ²							
5	CF	Cruce de Vía Férrea	m ²							
6	D	Depresión	m ²							
7	DB	Desnivel Carril/Berma	m							
8	DZ	Desplazamiento	m ²							
9	EX	Exudación	m ²							
10	GB	Grieta de Borde	m							
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta	m							
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales	m							
13	GP	Grietas Parabólicas	m ²							
14	HI	Hinchamiento	m ²							
15	HU	Huecos	Unidad							
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados	m ²							

17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²							
18	PC	Piel de Cocodrilo			m ²							
19	PA	Pulimiento de Agregados			m ²							
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)									
PC(18)	X			19.7	0.32			6.30	11.08%	35		
P(17)	X			0.9	0.47			0.42	0.74%	9		
M(16)		X		0.6	0.2			0.12	0.21%	7		
GLT (12)		X		0.4				0.40	0.70%	1		
								Valor Deducido Total (VDT):		52		
Número de Dedución >2 (q)												
Mayor Valor Deducido (HDVi)=					35							
Número Máximo de VD (m)=					6.969							
No	Valores Deducidos				Total				q	VDC		
1	35	9	7	0.969				51.969	4	27		
2	35	9	7	2				53	3	33		
3	35	9	2	2				48	2	36		
4	35	2	2	2				41	1	41		
									Máx (VDC):		41	
								CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	59
Condición del Pavimento:									Regular			



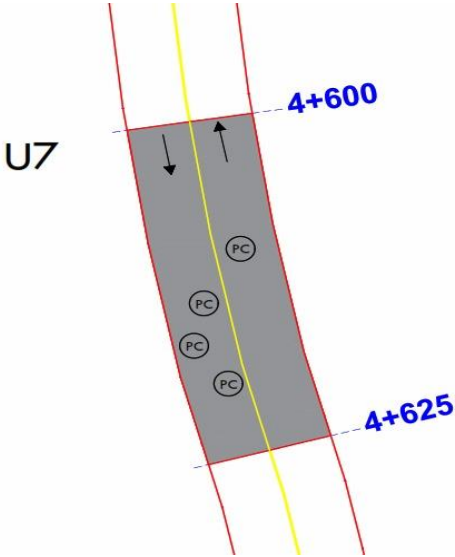
Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #6 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #6 – Manual PCI, 2002

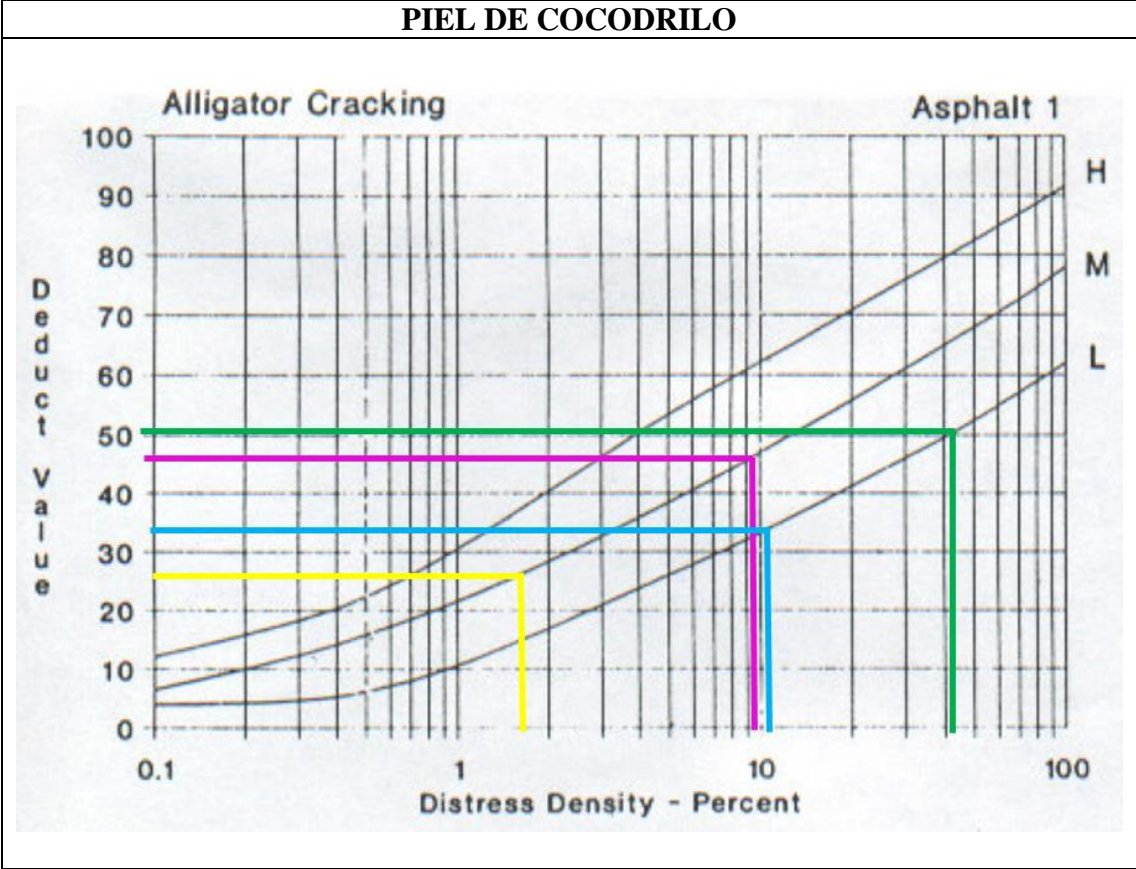


Anexo C-7: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #7

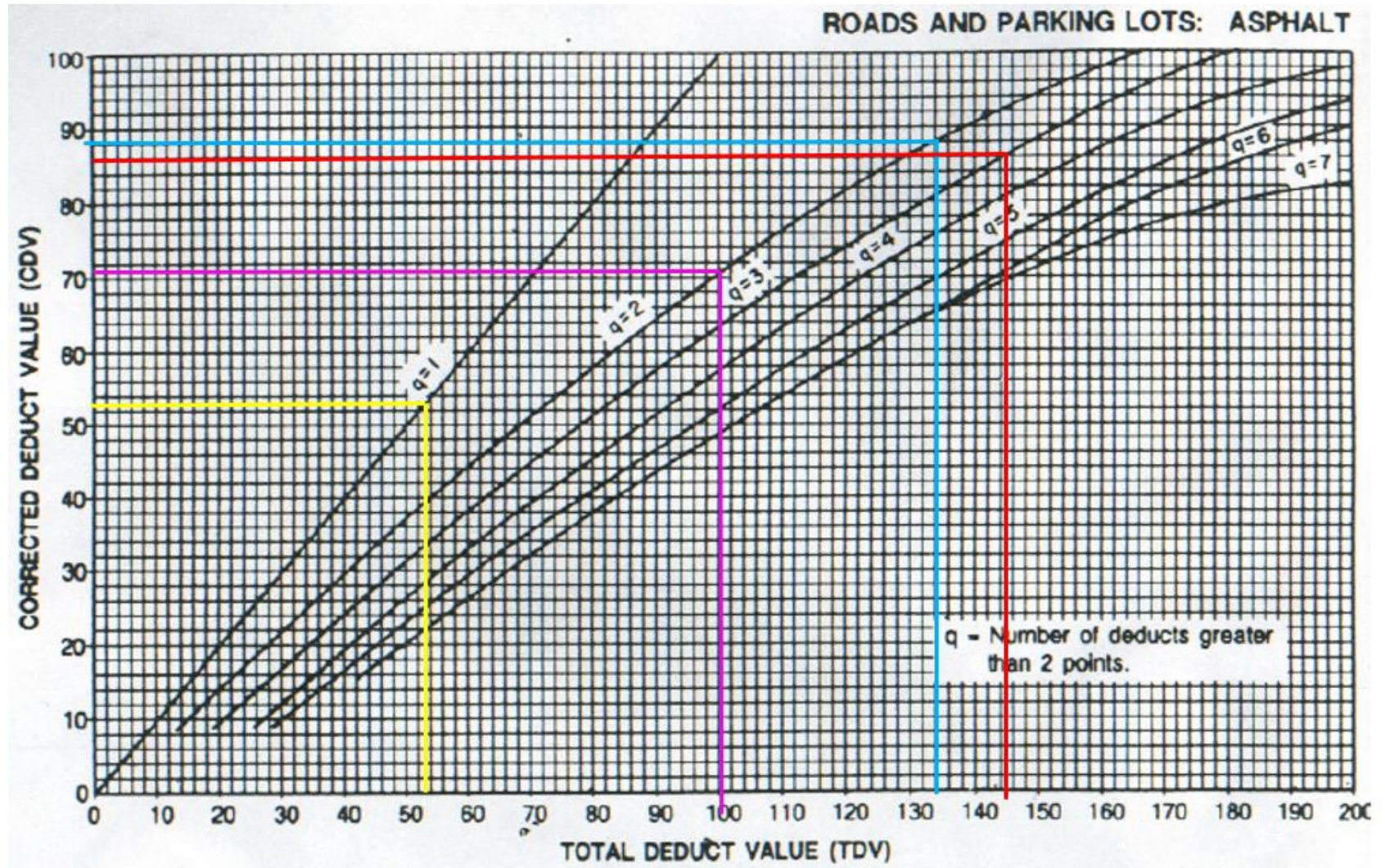
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								
Información:	Proyecto :	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2		Responsable :	Karin a Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez	Ancho del Carril (m):	7.85	
	Abscisa Inicial:	4+600	Abscisa Final:	4+625	# Unidad de Muestreo:	7	Área de Muestreo (m ²):	61.50	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS		Unidad	Esquema					
1	AH	Abultamientos y Hundimientos		m						
2	AB	Agrietamiento en bloque		m ²						
3	A	Ahuellamiento		m ²						
4	C	Corrugación		m ²						
5	CF	Cruce de Vía Férrea		m ²						
6	D	Depresión		m ²						
7	DB	Desnivel Carril/Berma		m						
8	DZ	Desplazamiento		m ²						
9	EX	Exudación		m ²						
10	GB	Grieta de Borde		m						
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta		m						
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales		m						
13	GP	Grietas Parabólicas		m ²						
14	HI	Hincharamiento		m ²						
15	HU	Huecos		Unidad						

16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados			m ²							
17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²							
18	PC	Piel de Cocodrilo			m ²							
19	PA	Pulimiento de Agregados			m ²							
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)									
PC(18)	X			17.0	1.56			26.52	43.12%	51		
PC(18)		X		8.5	0.67			5.70	9.26%	47		
PC(18)		X		2.9	0.39			1.13	1.84%	27		
PC(18)	X			7.9	0.78			6.16	10.02%	34		
									Valor Deducido Total (VDT):		159	
Número de Dedución >2 (q)												
Mayor Valor Deducido (HDVi)=				51								
Número Máximo de VD (m)=				5.500								
No	Valores Deducidos				Total				q	VDC		
1	51	47	34	13.5				145.5	4	86		
2	51	47	34	2				134	3	88		
3	51	47	2	2				102	2	71		
4	51	2	2	2				57	1	53		
									Máx (VDC):		88	
								CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	12
Condición del Pavimento:									Muy Malo			



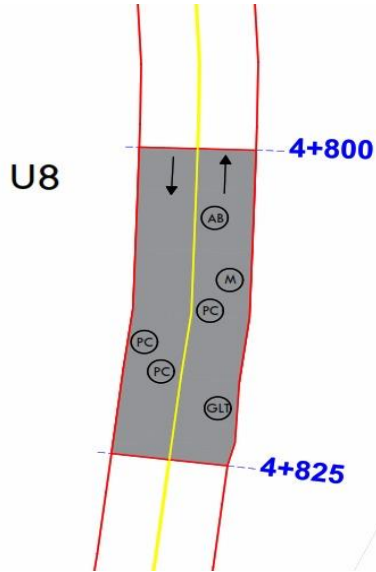
Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #7 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #7 – Manual PCI, 2002

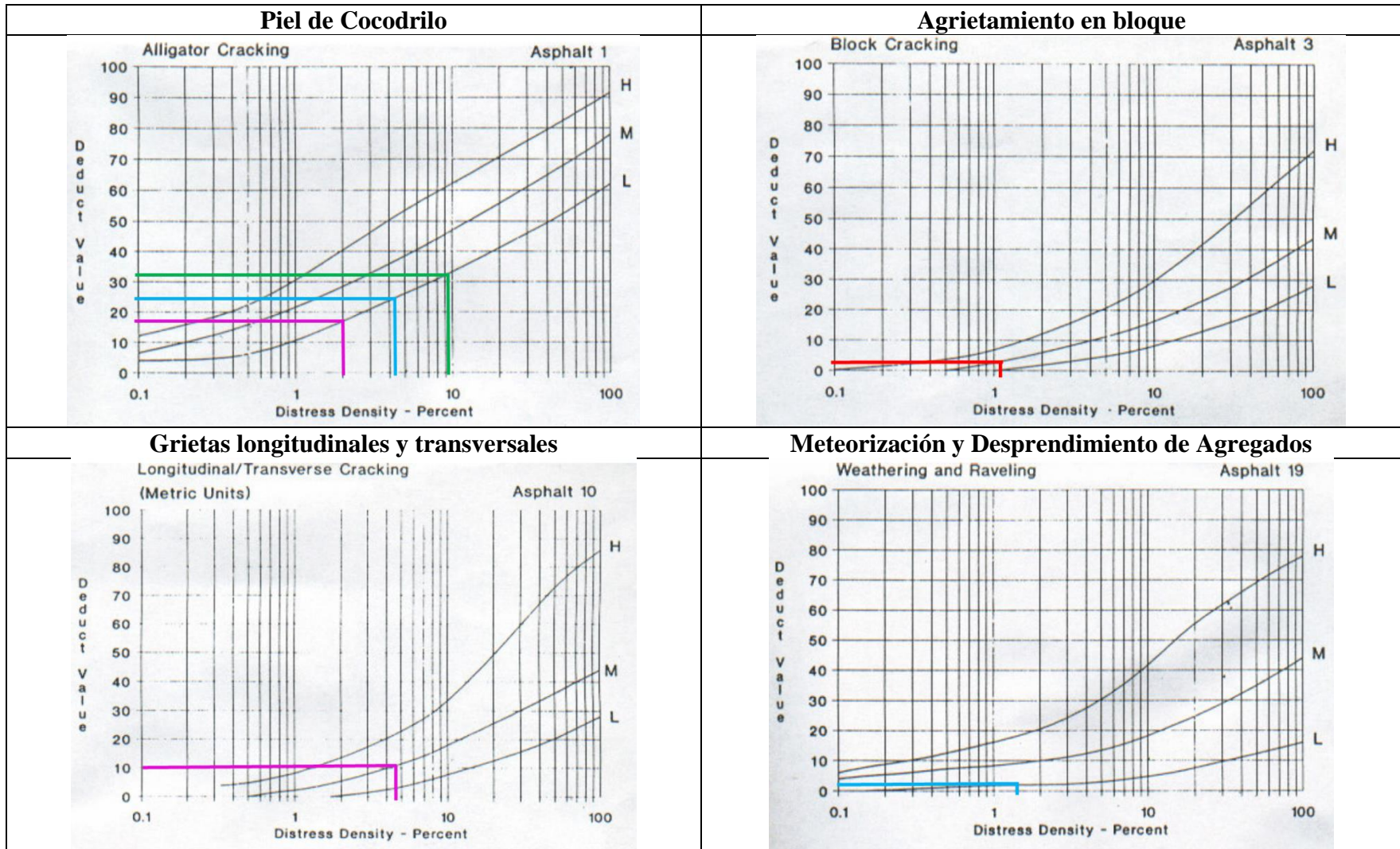


Anexo C-8: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #8

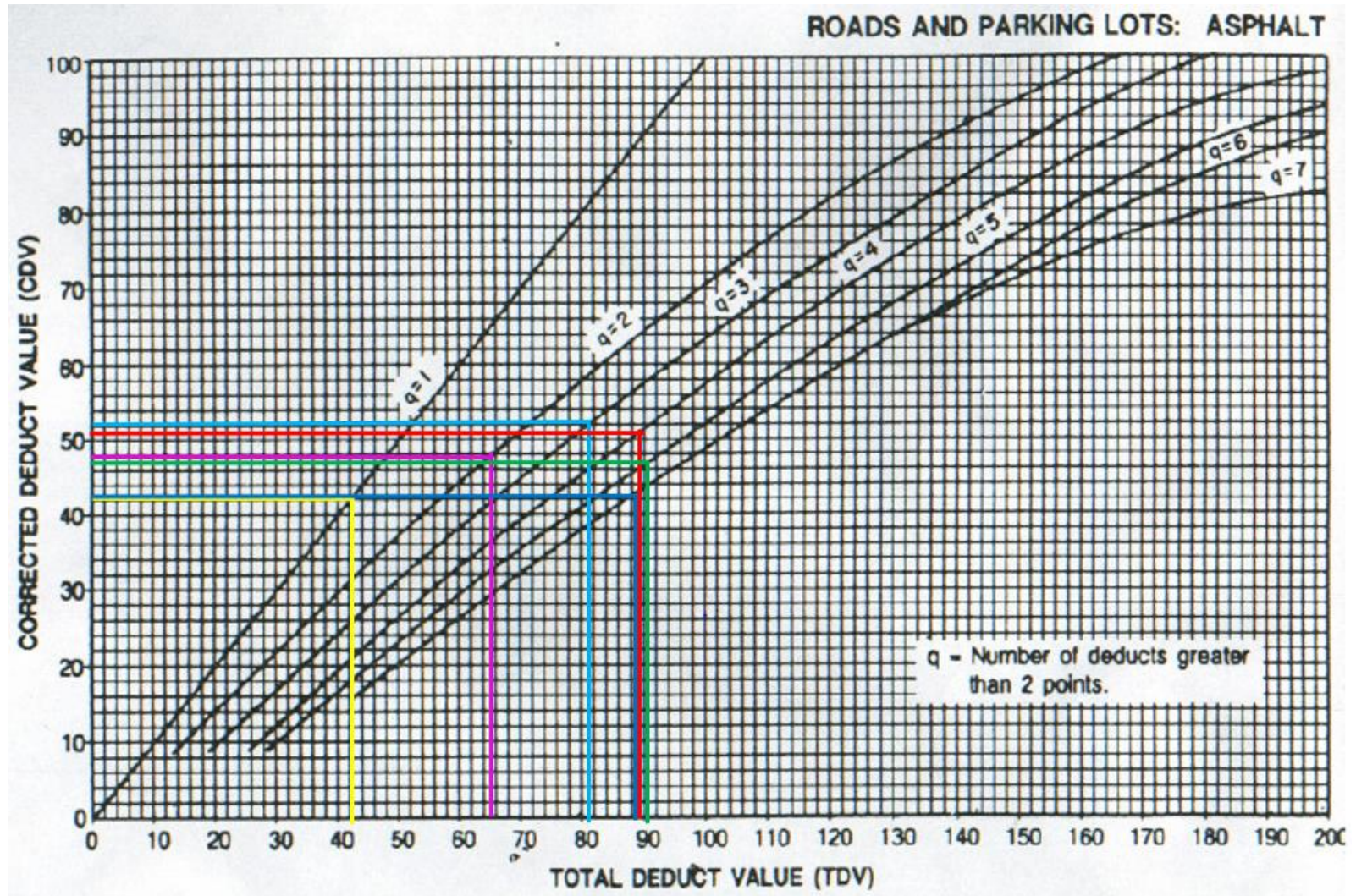
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2		Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez		Ancho del Carril (m):	9.05
	Abscisa Inicial:	4+800	Abscisa Final:	4+825	# Unidad de Muestreo:	8	Área de Muestreo (m ²):	81.90	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS	Unidad	Esquema						
1	AH	Abultamientos y Hundimientos	m							
2	AB	Agrietamiento en bloque	m ²							
3	A	Ahuellamiento	m ²							
4	C	Corrugación	m ²							
5	CF	Cruce de Vía Férrea	m ²							
6	D	Depresión	m ²							
7	DB	Desnivel Carril/Berma	m							
8	DZ	Desplazamiento	m ²							
9	EX	Exudación	m ²							
10	GB	Grieta de Borde	m							
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta	m							
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales	m							
13	GP	Grietas Parabólicas	m ²							
14	HI	Hinchamiento	m ²							
15	HU	Huecos	Unidad							
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados	m ²							

17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos		m ²								
18	PC	Piel de Cocodrilo		m ²								
19	PA	Pulimiento de Agregados		m ²								
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)									
AB(2)	X			1	0.93			0.93	1.14%	3		
PC(18)	X			3.9	0.42			1.64	2.00%	18		
M(16)	X			4.5	0.28			1.26	1.54%	2		
GLT(12)		X		4				4.00	4.88%	10		
PC(18)	X			6.4	0.56			3.58	4.38%	25		
PC(18)	X			11.3	0.7			7.91	9.66%	32		
								Valor Deducido Total (VDT):		90		
Número de Dedución >2 (q)												
Mayor Valor Deducido (HDVi)=								32				
Número Máximo de VD (m)=								7.245				
No	Valores Deducidos							Total	q	VDC		
1	32	25	18	10	3	0.49		88.49	6	43		
2	32	25	18	10	3	2		90	5	47		
3	32	25	18	10	2	2		89	4	51		
4	32	25	18	2	2	2		81	3	53		
5	32	25	2	2	2	2		65	2	48		
6	32	2	2	2	2	2		42	1	42		
								Máx (VDC):		53		
								CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	47
								Condición del Pavimento:		Regular		



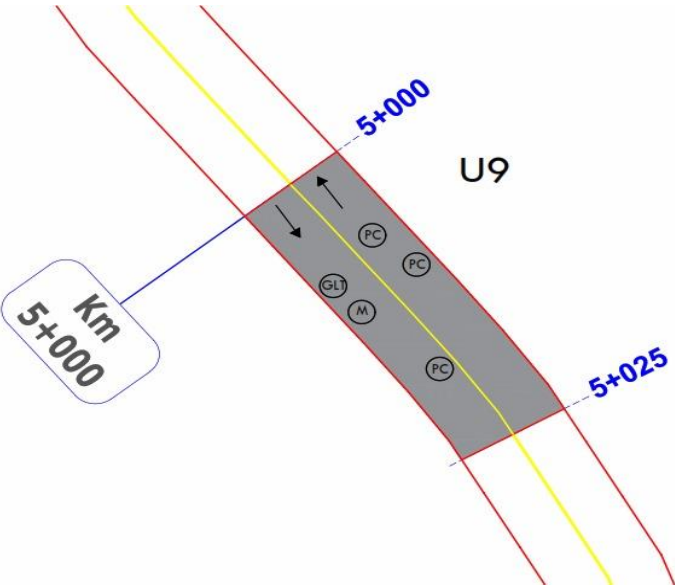
Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #8 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #8 – Manual PCI, 2002

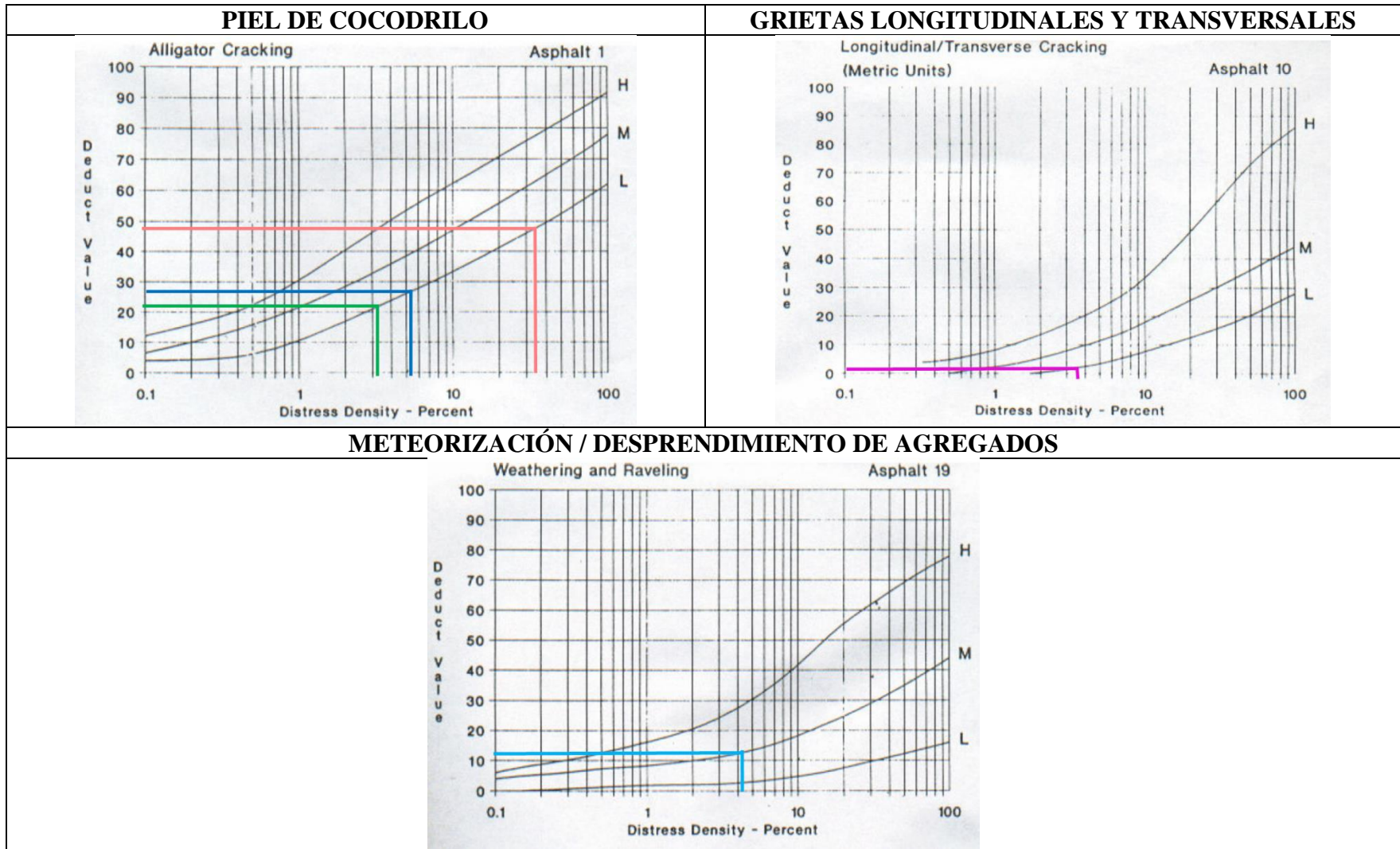


Anexo C-9: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #9

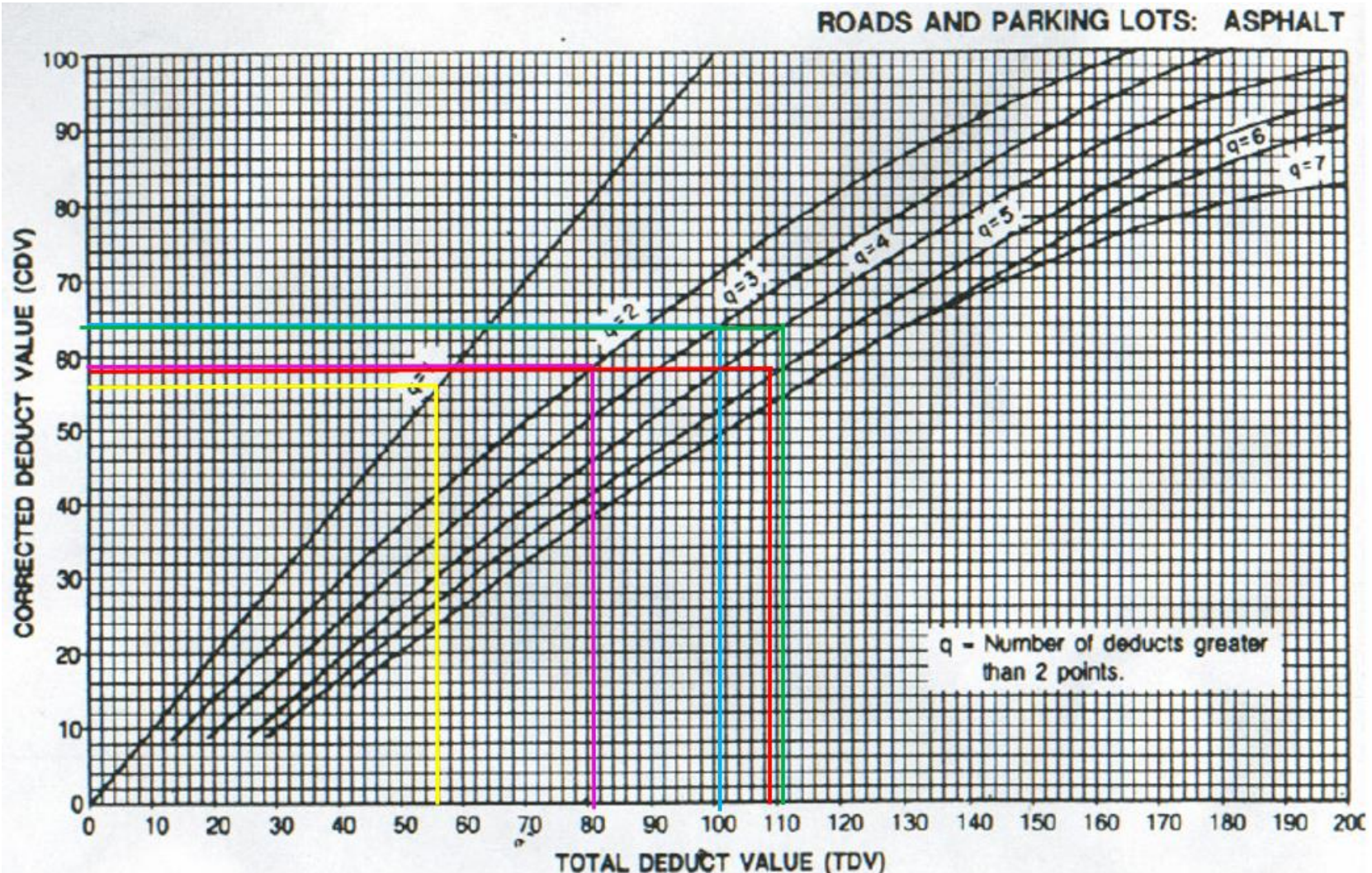
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2		Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez		Ancho del Carril (m):	9.65
	Abscisa Inicial:	5+000	Abscisa Final:	5+025	# Unidad de Muestreo:	9	Área de Muestreo (m ²):	92.70	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS	Unidad	Esquema						
1	AH	Abultamientos y Hundimientos	m							
2	AB	Agrietamiento en bloque	m ²							
3	A	Ahuellamiento	m ²							
4	C	Corrugación	m ²							
5	CF	Cruce de Vía Férrea	m ²							
6	D	Depresión	m ²							
7	DB	Desnivel Carril/Berma	m							
8	DZ	Desplazamiento	m ²							
9	EX	Exudación	m ²							
10	GB	Grieta de Borde	m							
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta	m							
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales	m							
13	GP	Grietas Parabólicas	m ²							
14	HI	Hinchamiento	m ²							
15	HU	Huecos	Unidad							
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados	m ²							

17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²							
18	PC	Piel de Cocodrilo			m ²							
19	PA	Pulimiento de Agregados			m ²							
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)									
PC(18)	X			9.66	0.32			3.09	3.33%	22		
PC(18)	X			7	0.72			5.04	5.44%	27		
M(16)		X		4.8	0.83			3.98	4.30%	12		
PC(18)	X			24.2	1.35			32.67	35.24%	48		
GLT (12)	X			2.8				2.80	3.02%	1		
								Valor Deducido Total (VDT):		110		
Número de Deducción >2 (q)												
Mayor Valor Deducido (HDVi)=								48				
Número Máximo de VD (m)=								5.776				
No		Valores Deducidos				Total	q	VDC				
1	48	27	22	12	0.776			109.776	5	58		
2	48	27	22	12	2			111	4	63		
3	48	27	22	2	2			101	3	64		
4	48	27	2	2	2			81	2	59		
5	48	2	2	2	2			56	1	56		
								Máx (VDC):		64		
								CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	36
								Condición del Pavimento:		MALO		



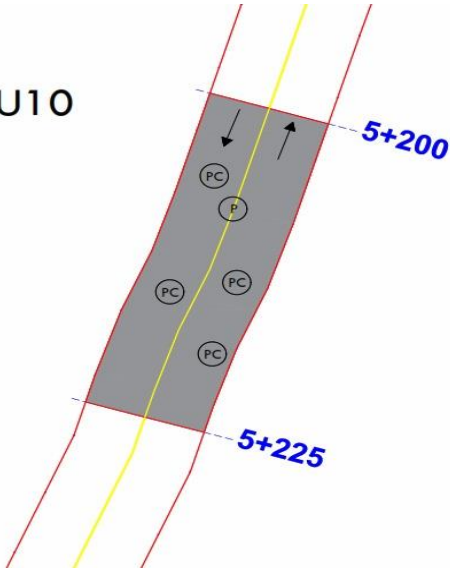
Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #9 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #9 – Manual PCI, 2002

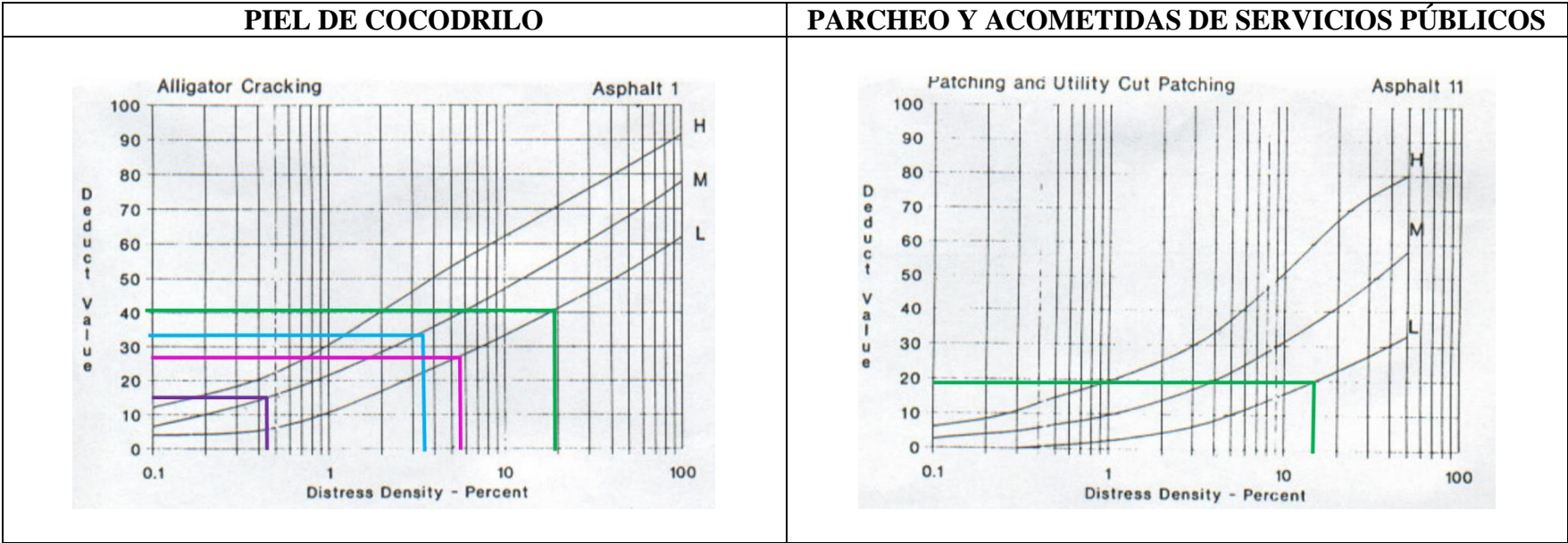


Anexo C-10: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #10

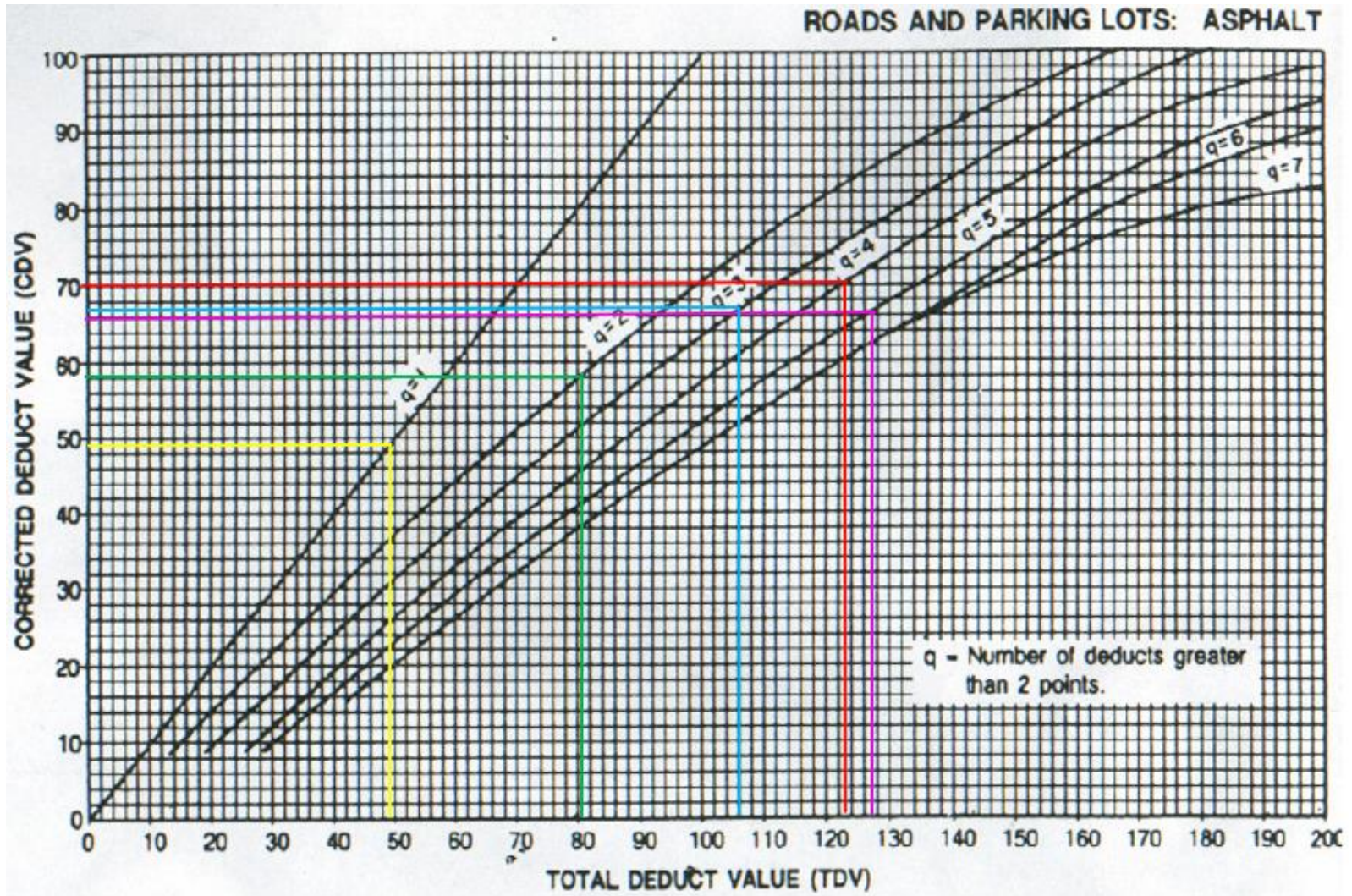
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2			Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez	Ancho del Carril (m):	8.53
	Abscisa Inicial:	5+200	Abscisa Final:	5+225	# Unidad de Muestreo:	10	Área de Muestreo (m ²):	72.60	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS			Unidad	Esquema				
1	AH	Abultamientos y Hundimientos			m					
2	AB	Agrietamiento en bloque			m ²					
3	A	Ahuellamiento			m ²					
4	C	Corrugación			m ²					
5	CF	Cruce de Vía Férrea			m ²					
6	D	Depresión			m ²					
7	DB	Desnivel Carril/Berma			m					
8	DZ	Desplazamiento			m ²					
9	EX	Exudación			m ²					
10	GB	Grieta de Borde			m					
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta			m					
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales			m					
13	GP	Grietas Parabólicas			m ²					
14	HI	Hinchamiento			m ²					
15	HU	Huecos			Unidad					
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados			m ²					

17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²							
18	PC	Piel de Cocodrilo			m ²							
19	PA	Pulimiento de Agregados			m ²							
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)									
P(17)	X			8.25	1.45			11.96	16.48%	19		
PC(18)		X		3.2	0.78			2.50	3.44%	34		
PC(18)	X			19.7	1.1			21.67	29.85%	41		
PC(18)	X			6	0.67			4.02	5.54%	27		
PC(18)		X		0.75	0.46			0.35	0.48%	16		
								Valor Deducido Total (VDT):		137		
Número de Dedución >2 (q)												
Mayor Valor Deducido (HDVi)=					41							
Número Máximo de VD (m)=					6.418							
No		Valores Deducidos				Total	q	VDC				
1	41	34	27	19	6.688			127.688	5	66		
2	41	34	27	19	2			123	4	70		
3	41	34	27	2	2			106	3	67		
4	41	34	2	2	2			81	2	58		
5	41	2	2	2	2			49	1	49		
								Máx (VDC):		70		
								CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	30
								Condición del Pavimento:		MALO		



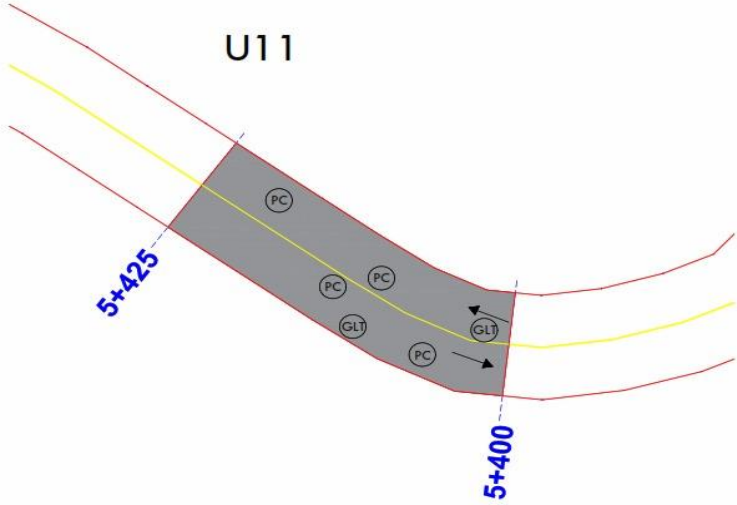
Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #10 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #10 – Manual PCI, 2002

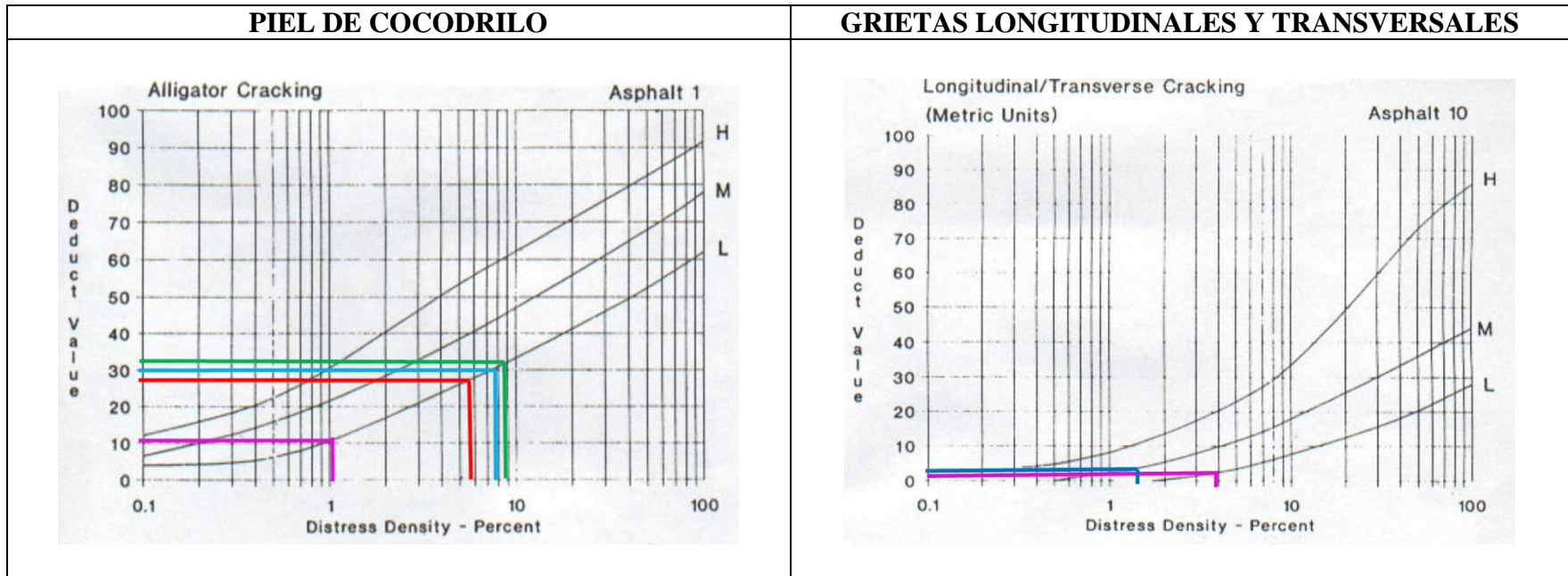


Anexo C-11: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #11

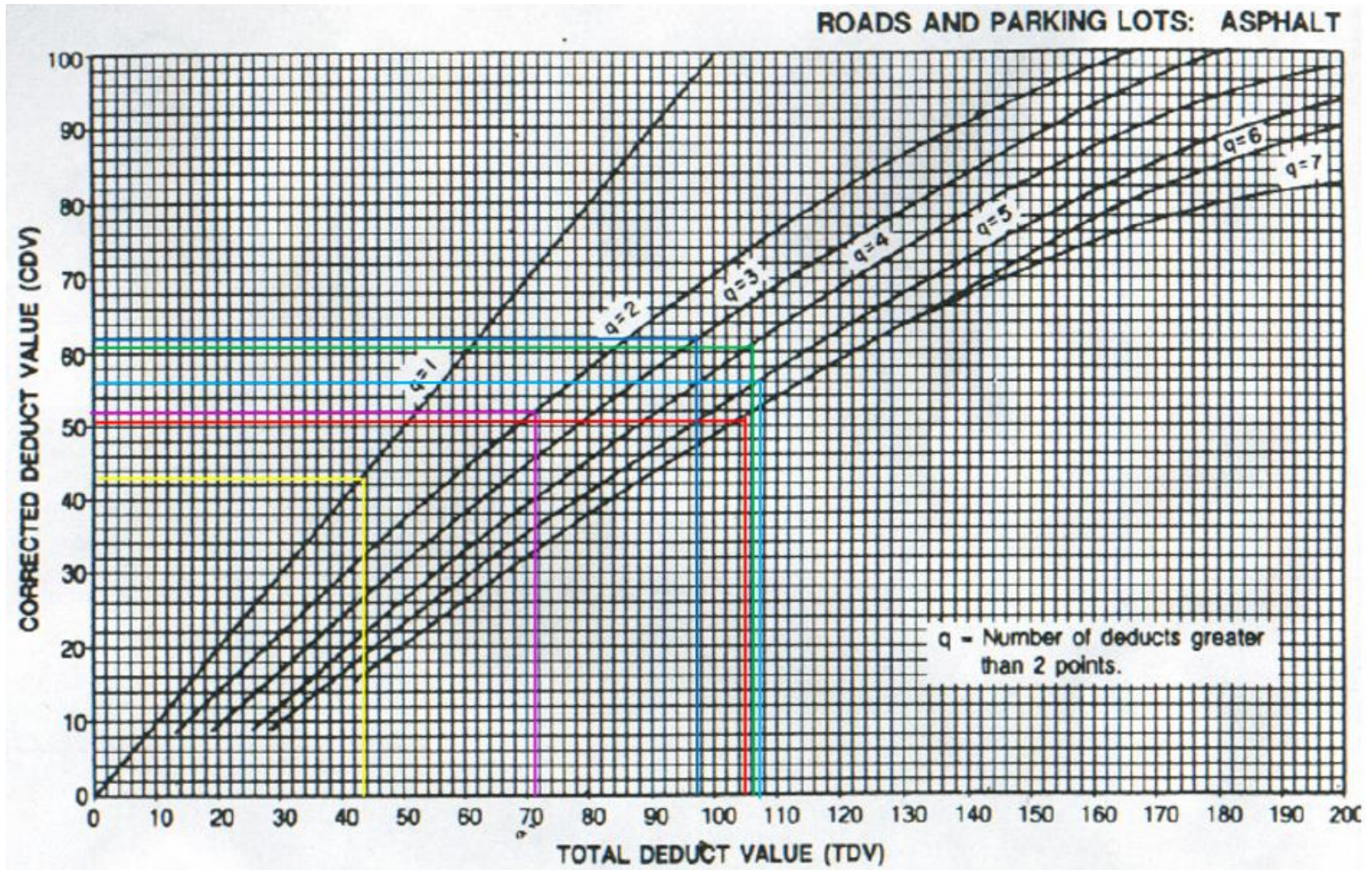
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2			Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez	Ancho del Carril (m):	8.35
	Abscisa Inicial:	5+400	Abscisa Final:	5+425	# Unidad de Muestreo:	11	Área de Muestreo (m ²):	69.60	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS			Unidad	Esquema				
1	AH	Abultamientos y Hundimientos			m					
2	AB	Agrietamiento en bloque			m ²					
3	A	Ahuellamiento			m ²					
4	C	Corrugación			m ²					
5	CF	Cruce de Vía Férrea			m ²					
6	D	Depresión			m ²					
7	DB	Desnivel Carril/Berma			m					
8	DZ	Desplazamiento			m ²					
9	EX	Exudación			m ²					
10	GB	Grieta de Borde			m					
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta			m					
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales			m					
13	GP	Grietas Parabólicas			m ²					
14	HI	Hinchamiento			m ²					
15	HU	Huecos			Unidad					
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados			m ²					

17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²							
18	PC	Piel de Cocodrilo			m ²							
19	PA	Pulimiento de Agregados			m ²							
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)									
PC(18)	X			2.18	0.33			0.72	1.03%	11		
PC(18)	X			7.5	0.74			5.55	7.97%	30		
PC(18)	X			7.7	0.89			6.85	9.85%	33		
GLT(12)		X		0.98				0.98	1.41%	3		
PC(18)	X			6.4	0.62			3.97	5.70%	28		
GLT(12)	X			2.77				2.77	3.98%	2		
								Valor Deducido Total (VDT):		107		
Número de Dedución >2 (q)												
Mayor Valor Deducido (HDVi)=					33							
Número Máximo de VD (m)=					7.153							
No		Valores Deducidos					Total	q	VDC			
1	33	30	28	11	3	0.306		105.306	6	51		
2	33	30	28	11	3	2		107	5	56		
3	33	30	28	11	2	2		106	4	61		
4	33	30	28	2	2	2		97	3	62		
5	33	30	2	2	2	2		71	2	52		
6	33	2	2	2	2	2		43	1	43		
								Máx (VDC):		62		
								CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	38
								Condición del Pavimento:		MALO		



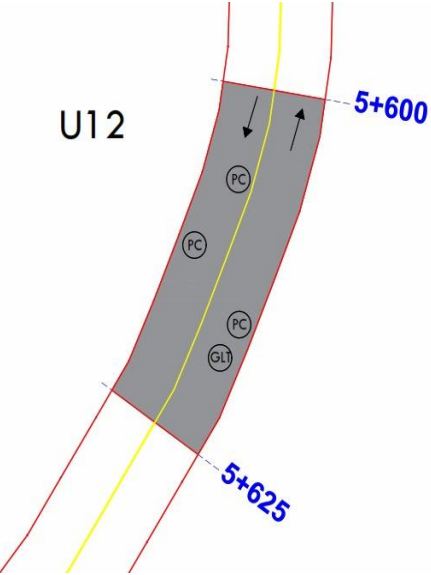
Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #11 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #11 – Manual PCI, 2002

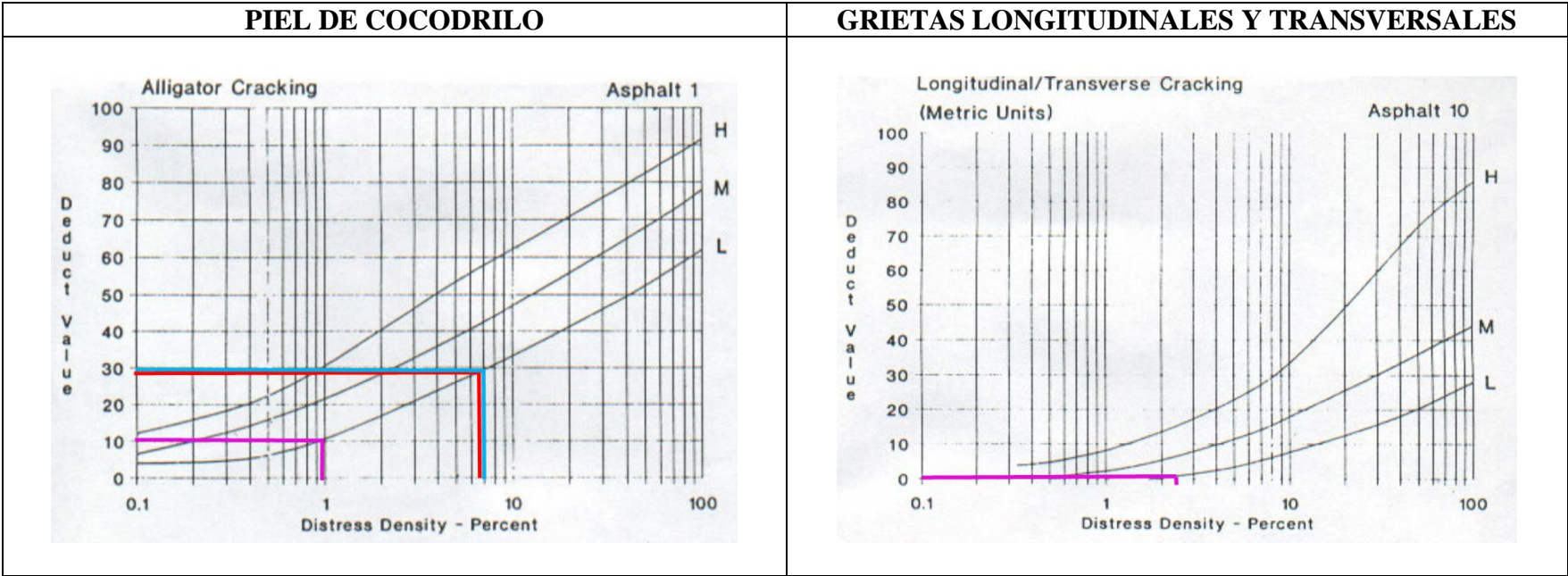


Anexo C-12: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #12

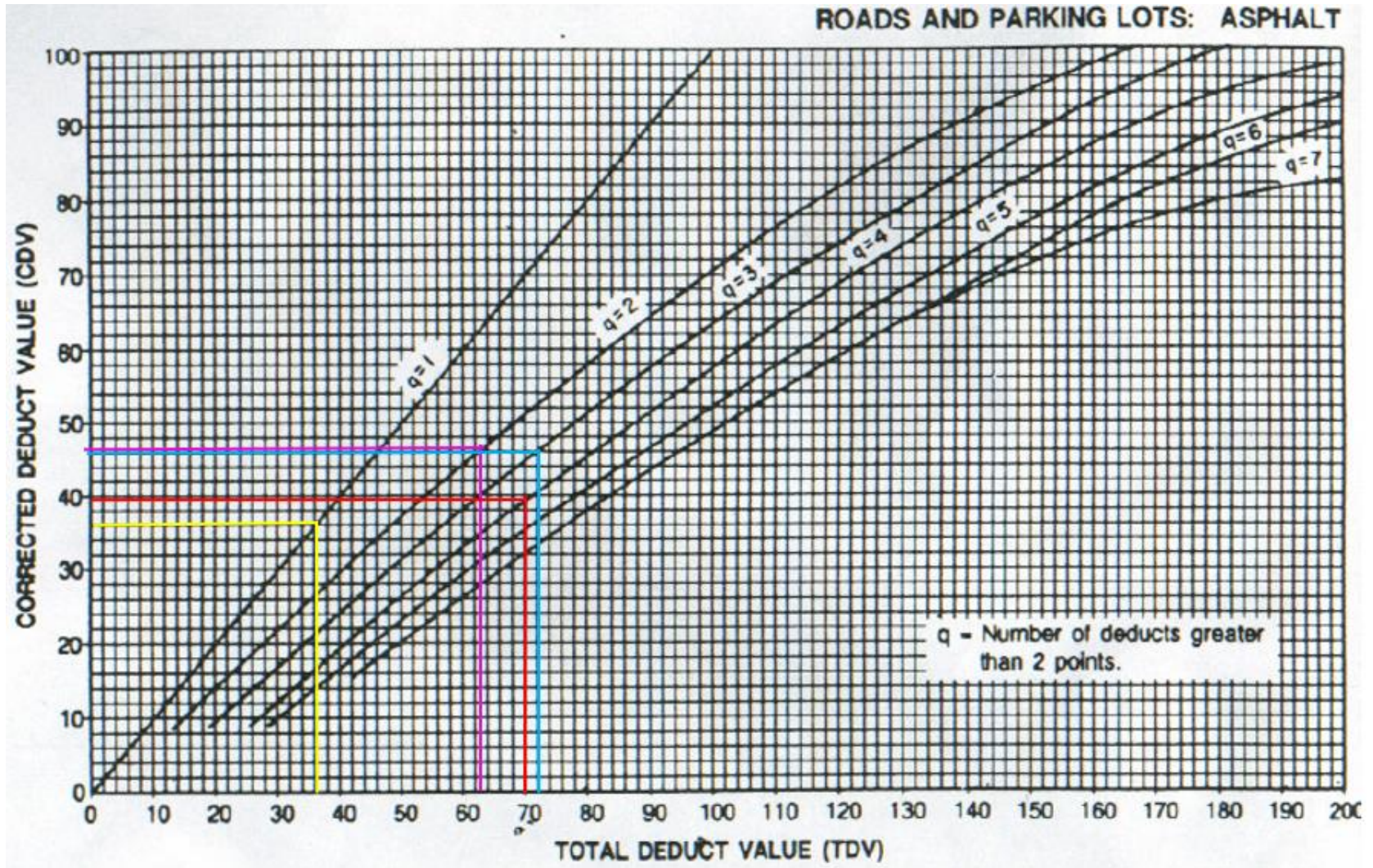
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2			Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez	Ancho del Carril (m):	8.65
	Abscisa Inicial:	5+600	Abscisa Final:	5+625	# Unidad de Muestreo:	12	Área de Muestreo (m ²):	74.80	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS	Unidad	Esquema						
1	AH	Abultamientos y Hundimientos	m							
2	AB	Agrietamiento en bloque	m ²							
3	A	Ahuellamiento	m ²							
4	C	Corrugación	m ²							
5	CF	Cruce de Vía Férrea	m ²							
6	D	Depresión	m ²							
7	DB	Desnivel Carril/Berma	m							
8	DZ	Desplazamiento	m ²							
9	EX	Exudación	m ²							
10	GB	Grieta de Borde	m							
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta	m							
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales	m							
13	GP	Grietas Parabólicas	m ²							
14	HI	Hinchamiento	m ²							
15	HU	Huecos	Unidad							
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados	m ²							

17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos						m ²				
18	PC	Piel de Cocodrilo						m ²				
19	PA	Pulimiento de Agregados						m ²				
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)									
GLT(12)	X			1.8				1.80	2.41%	1		
PC(18)	X			1.2	0.57			0.68	0.91%	11		
PC(18)	X			7.3	0.82			5.99	8.00%	30		
PC(18)	X			5.8	0.47			5.80	7.75%	29		
								Valor Deducido Total (VDT):		71		
Número de Dedución >2 (q)												
Mayor Valor Deducido (HDVi)=								30				
Número Máximo de VD (m)=								7.429				
No	Valores Deducidos				Total				q	VDC		
1	30	29	11	0.429				70.429	4	39		
2	30	29	11	2				72	3	46		
3	30	29	2	2				63	2	47		
4	30	2	2	2				36	1	36		
								Máx (VDC):		47		
								CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	53
								Condición del Pavimento:		Regular		



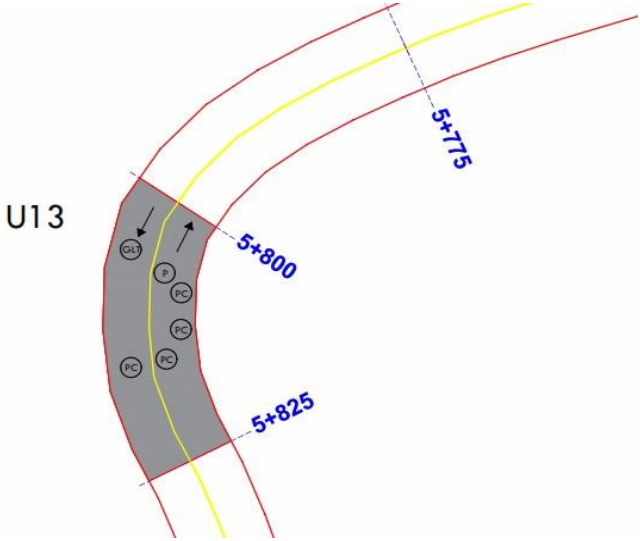
Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #12 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #12 – Manual PCI, 2002

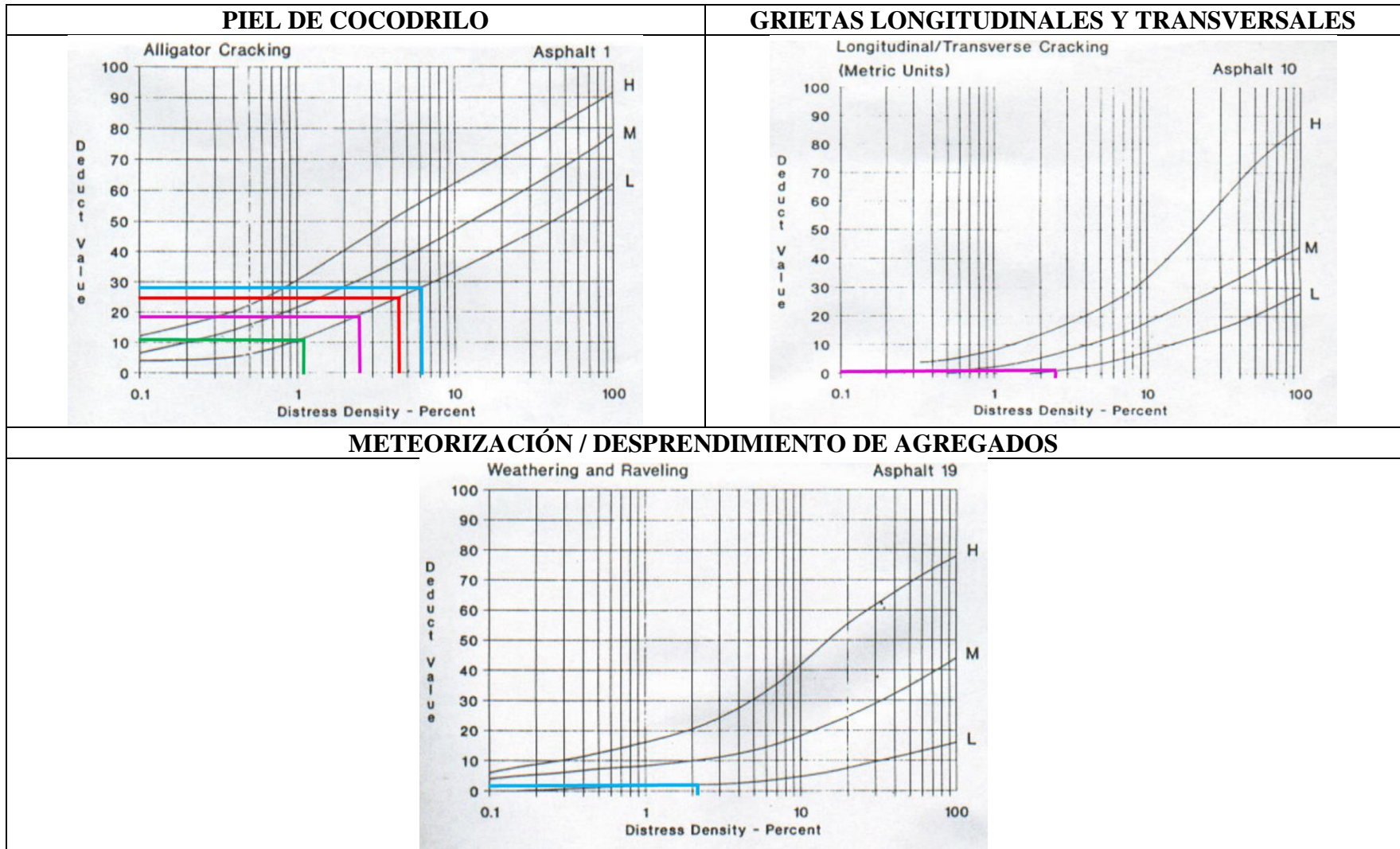


Anexo C-13: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #13

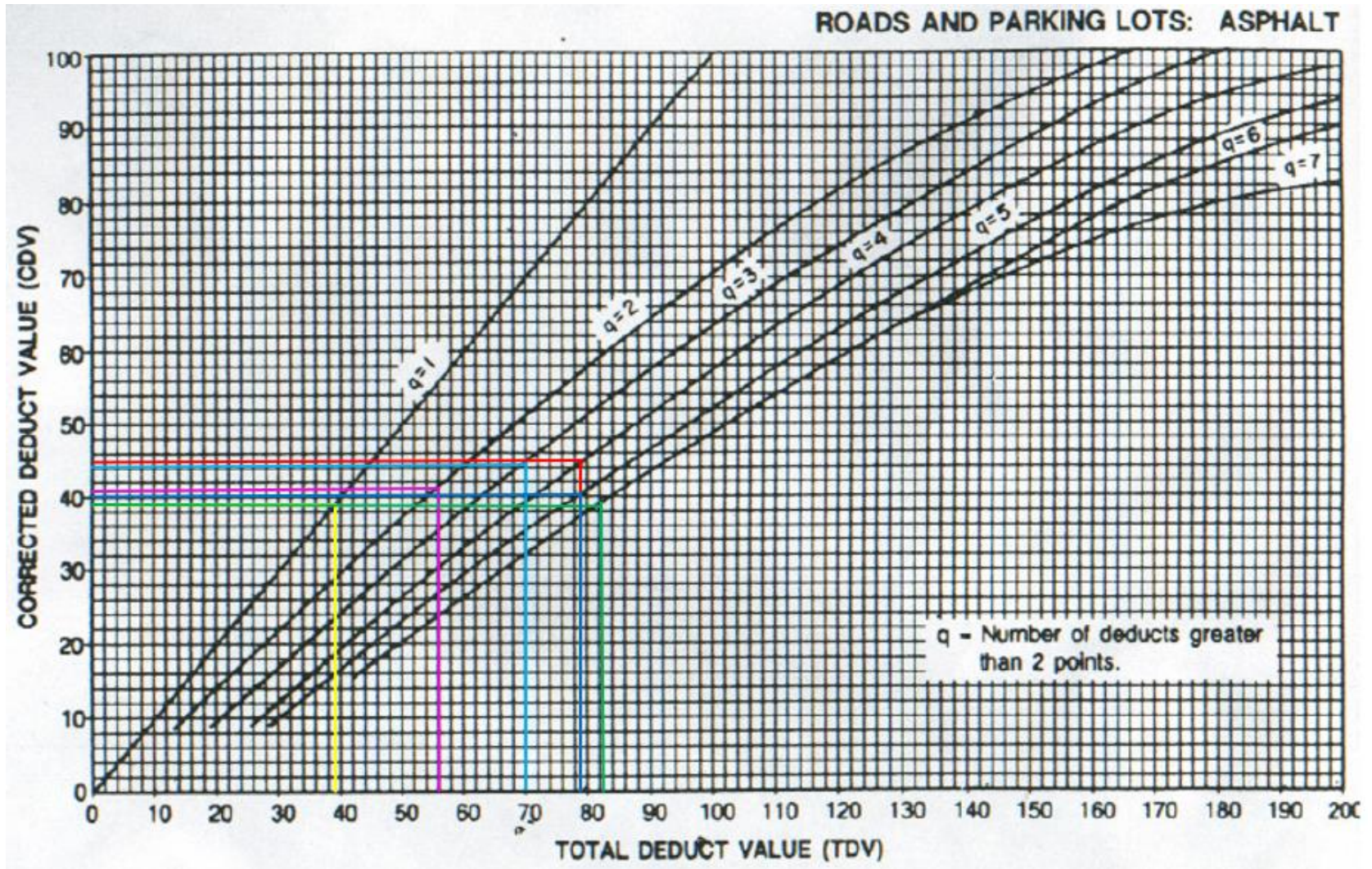
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2			Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez	Ancho del Carril (m):	8.85
	Abscisa Inicial:	5+800	Abscisa Final:	5+825	# Unidad de Muestreo:	13	Área de Muestreo (m ²):	78.30	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS			Unidad	Esquema				
1	AH	Abultamientos y Hundimientos			m					
2	AB	Agrietamiento en bloque			m ²					
3	A	Ahuellamiento			m ²					
4	C	Corrugación			m ²					
5	CF	Cruce de Vía Férrea			m ²					
6	D	Depresión			m ²					
7	DB	Desnivel Carril/Berma			m					
8	DZ	Desplazamiento			m ²					
9	EX	Exudación			m ²					
10	GB	Grieta de Borde			m					
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta			m					
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales			m					
13	GP	Grietas Parabólicas			m ²					
14	HI	Hinchamiento			m ²					
15	HU	Huecos			Unidad					
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados			m ²					

17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²							
18	PC	Piel de Cocodrilo			m ²							
19	PA	Pulimiento de Agregados			m ²							
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)									
PC(18)	X			3.5	0.58			2.03	2.59%	19		
PC(18)	X			4.5	1.05			4.73	6.03%	29		
P(17)	X			2.7	0.62			1.67	2.14%	2		
PC(18)	X			3	1.15			3.45	4.41%	16		
PC(18)	X			2	0.43			0.86	1.10%	11		
GLT(12)	X			1.95				1.95	2.49%	1		
								Valor Deducido Total (VDT):		78		
Número de Dedución >2 (q)												
Mayor Valor Deducido (HDVi)=								29				
Número Máximo de VD (m)=								7.520				
No		Valores Deducidos						Total	q	VDC		
1	29	19	16	11	2	5.2		82.2	6	39		
2	29	19	16	11	2	2		79	5	40		
3	29	19	16	11	2	2		79	4	45		
4	29	19	16	2	2	2		70	3	44		
5	29	19	2	2	2	2		56	2	41		
6	29	2	2	2	2	2		39	1	39		
								Máx (VDC):		45		
								CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	55
								Condición del Pavimento:		BUENO		



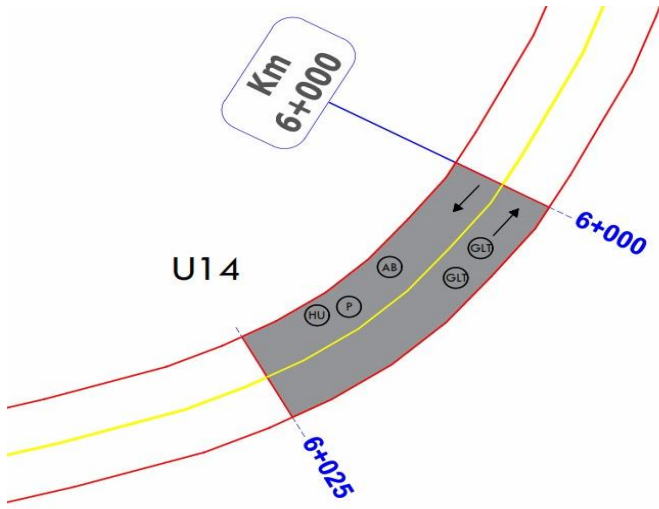
Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #13 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #13 – Manual PCI, 2002

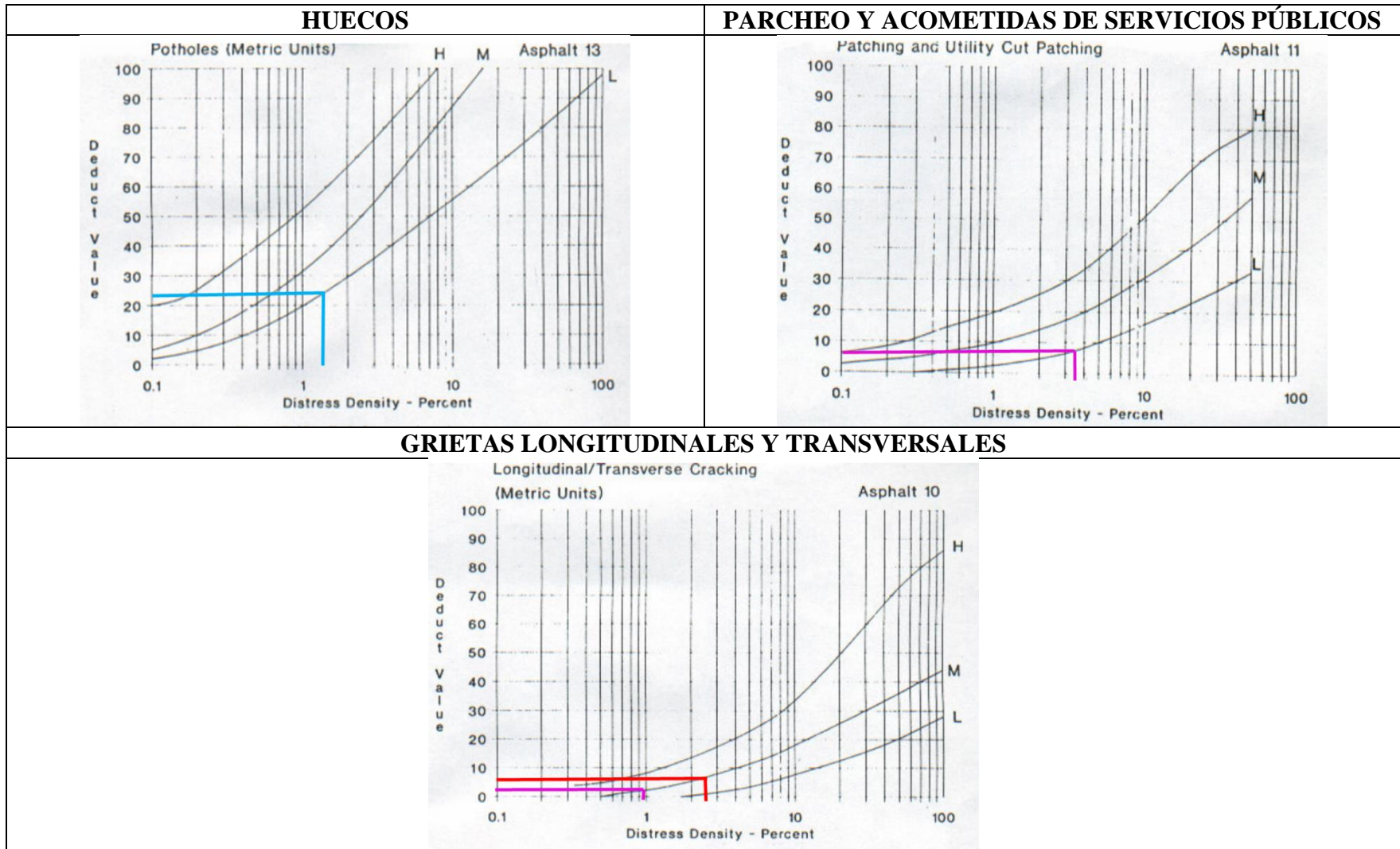


Anexo C-14: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #14

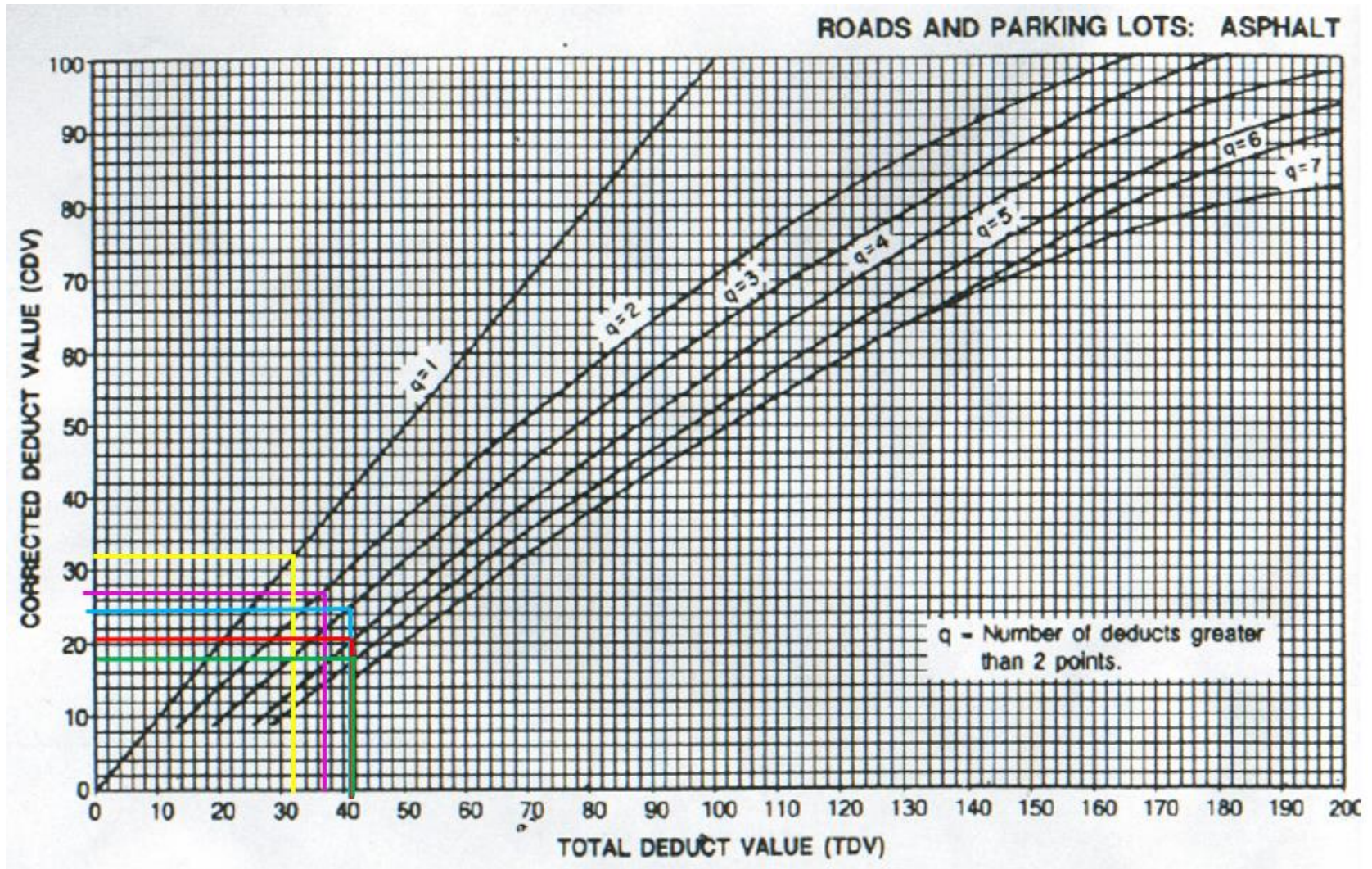
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2			Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez	Ancho del Carril (m):	8.4
	Abscisa Inicial:	6+000	Abscisa Final:	6+025	# Unidad de Muestreo:	14	Área de Muestreo (m ²):	70.47	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS			Unidad	Esquema				
1	AH	Abultamientos y Hundimientos			m					
2	AB	Agrietamiento en bloque			m ²					
3	A	Ahuellamiento			m ²					
4	C	Corrugación			m ²					
5	CF	Cruce de Vía Férrea			m ²					
6	D	Depresión			m ²					
7	DB	Desnivel Carril/Berma			m					
8	DZ	Desplazamiento			m ²					
9	EX	Exudación			m ²					
10	GB	Grieta de Borde			m					
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta			m					
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales			m					
13	GP	Grietas Parabólicas			m ²					
14	HI	Hinchamiento			m ²					
15	HU	Huecos			Unidad					
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados			m ²					

17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²							
18	PC	Piel de Cocodrilo			m ²							
19	PA	Pulimiento de Agregados			m ²							
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)									
GLT(12)		X		0.68				0.68	0.96%	2		
GLT(12)		X		1.75				1.75	2.48%	6		
HU(15)	X			1				1.00	1.42%	24		
P(17)	X			4.6	0.55			2.53	3.59%	7		
AB(2)	X			1.3	0.94			1.22	1.73%	1		
								Valor Deducido Total (VDT):		40		
Número de Dedución >2 (q)												
Mayor Valor Deducido (HDVi)=								24				
Número Máximo de VD (m)=								7.980				
No		Valores Deducidos				Total	q	VDC				
1	24	7	6	2	0.98			39.98	5	18		
2	24	7	6	2	2			41	4	21		
3	24	7	6	2	2			41	3	25		
4	24	7	2	2	2			37	2	27		
5	24	2	2	2	2			32	1	32		
								Máx (VDC):		32		
								CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	68
								Condición del Pavimento:		BUENO		

Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #14 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #14 – Manual PCI, 2002

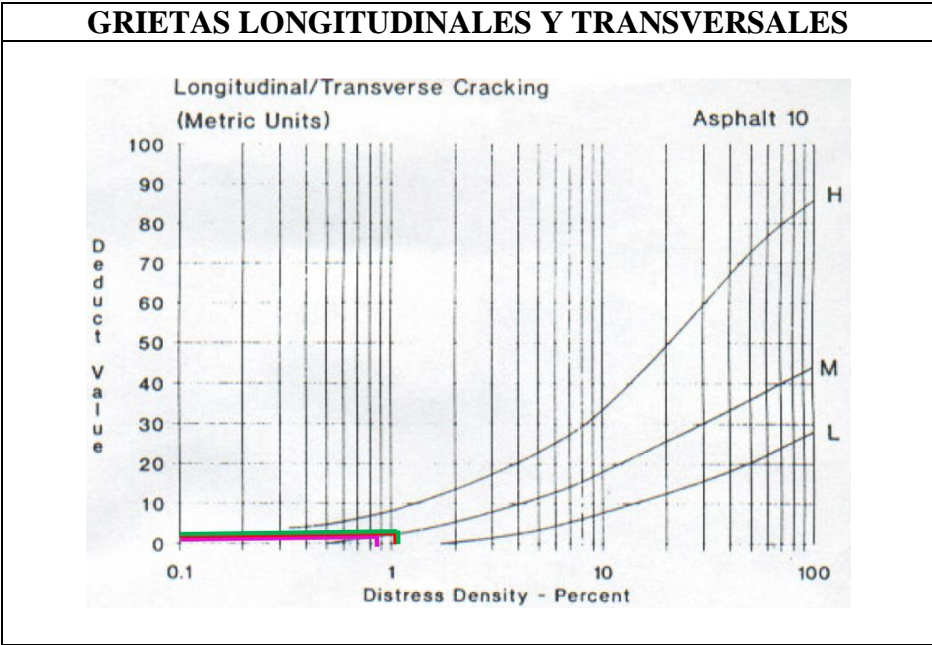


Anexo C-15: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #15

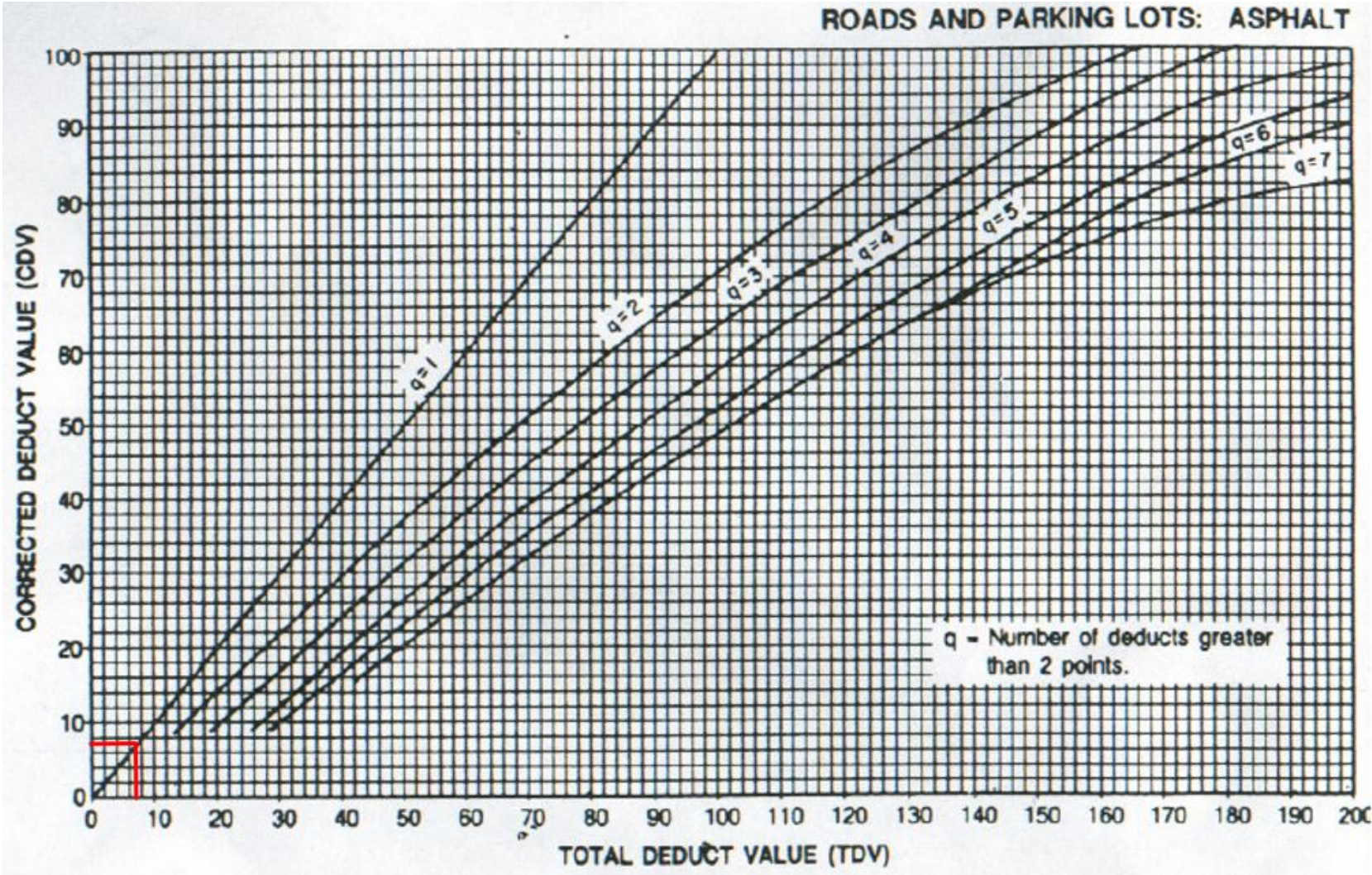
Información :		Proyecto:		Responsable:		Revisado por:		Ancho del Carril (m):	
		Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2		Karina Veloz		Ing. Msc. Galo Núñez		7.02	
Abscisa Inicial:		Abscisa Final:		# Unidad de Muestreo:		Área de Muestreo (m ²):		Fecha de Evaluación:	
6+200		6+225		15		48.98		5/11/2021	
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE									
No	Código	FALLAS	Unidad	Esquema					
1	AH	Abultamientos y Hundimientos	m						
2	AB	Agrietamiento en bloque	m ²						
3	A	Ahuellamiento	m ²						
4	C	Corrugación	m ²						
5	CF	Cruce de Vía Férrea	m ²						
6	D	Depresión	m ²						
7	DB	Desnivel Carril/Berma	m						
8	DZ	Desplazamiento	m ²						
9	EX	Exudación	m ²						
10	GB	Grieta de Borde	m						
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta	m						
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales	m						
13	GP	Grietas Parabólicas	m ²						
14	HI	Hinchamiento	m ²						
15	HU	Huecos	Unidad						
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados	m ²						

17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos		m ²					
18	PC	Piel de Cocodrilo		m ²					
19	PA	Pulimiento de Agregados		m ²					
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor deducido		
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)						
GLT(12)		X		0.42		0.86%	1		
GLT(12)		X		0.5		1.02%	2		
GLT(12)		X		0.51		1.04%	3		
						Valor Deducido Total (VDT):	6		
Número de Deducción >2 (q)									
Mayor Valor Deducido (HDVi)=				3					
Número Máximo de VD (m)=				9.908					
No	Valores Deducidos			Total	q	VDC			
1	3	2	0.908						
2	3	2	2						
3	3	2	2						
						Máx (VDC):	7		
					CÁLCULO PCI	PCI:	100-VDC	PCI:	93
						Condición del Pavimento:	Excelente		



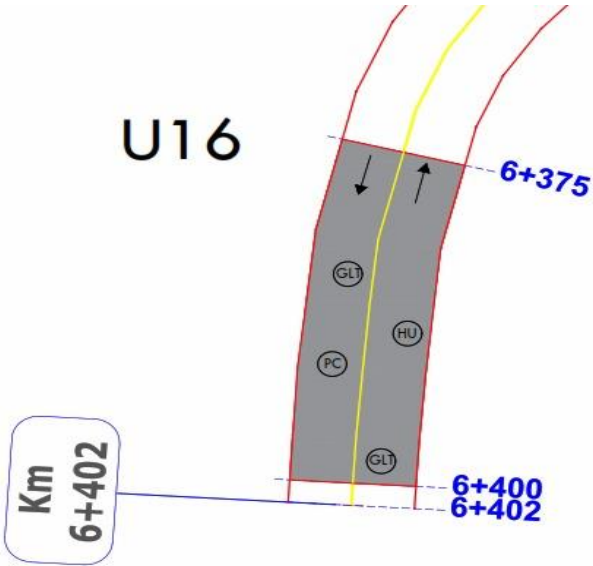
Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #15 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #15 – Manual PCI, 2002

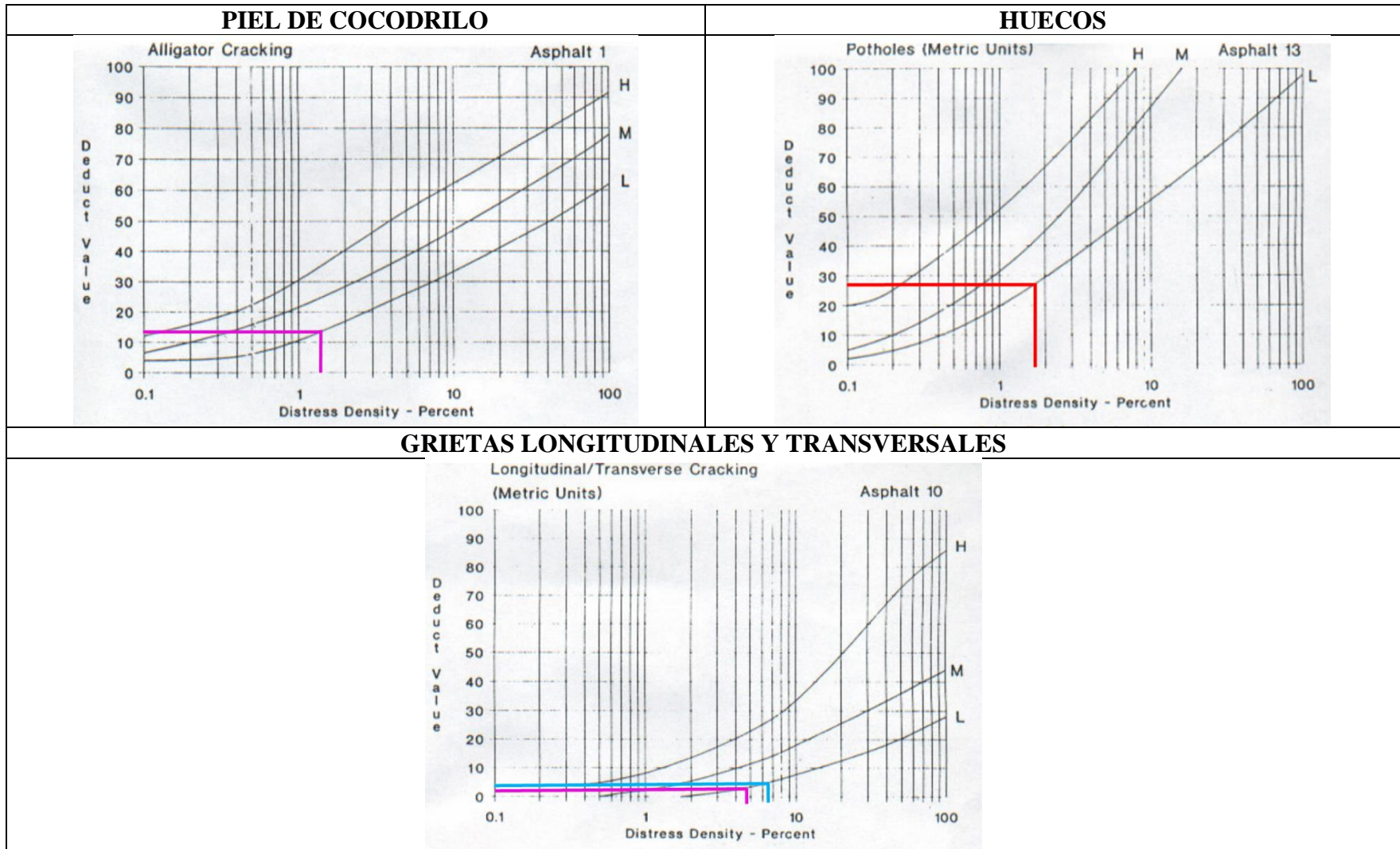


Anexo C-16: Ficha del registro visual PCI, Unidad de muestreo #16

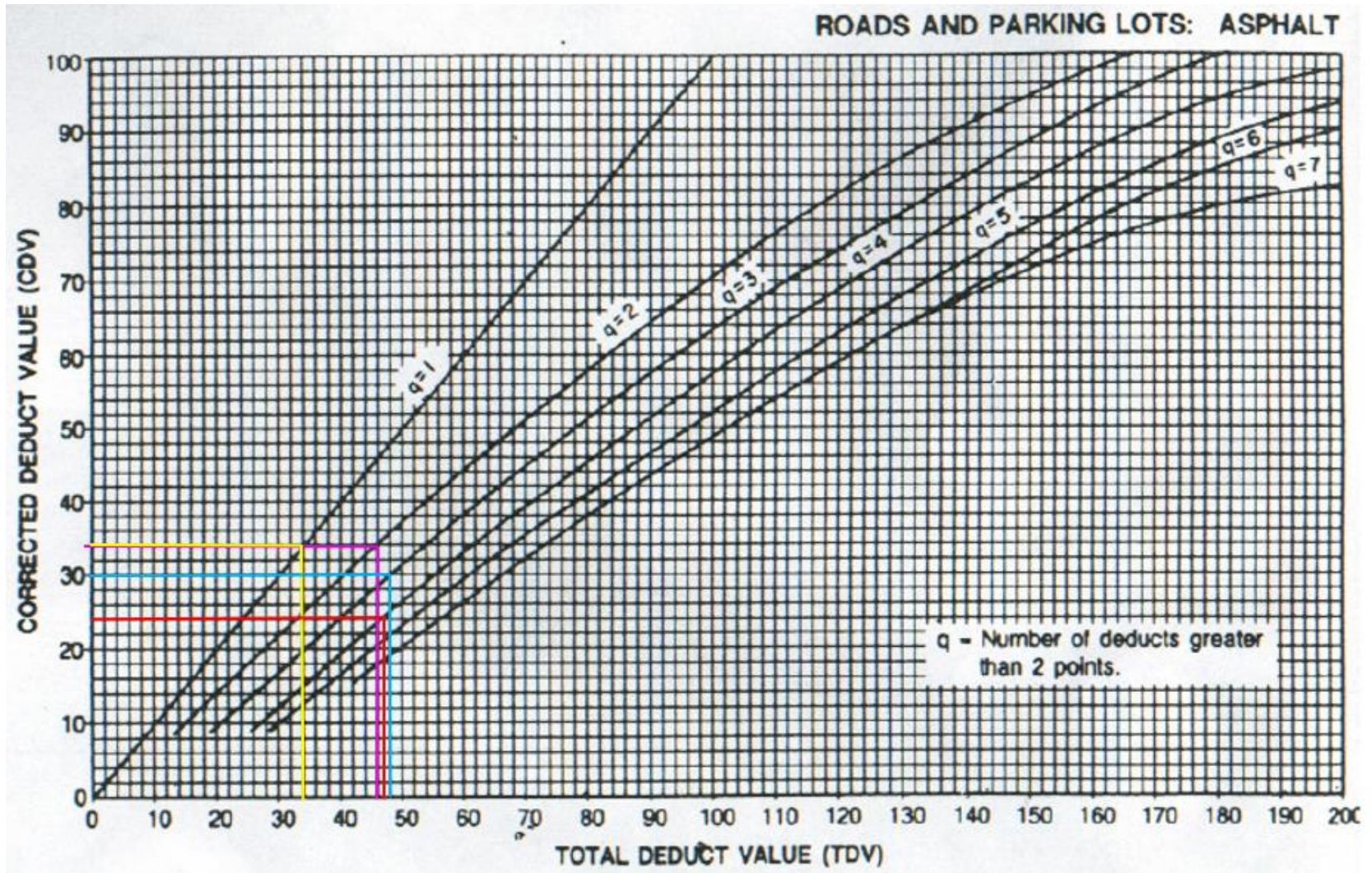
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)								
Información:	Proyecto:	Vía Ambato - Quisapincha/ Tramo 2			Responsable:	Karina Veloz	Revisado por:	Ing. Msc. Galo Núñez	Ancho del Carril (m):	7.65
	Abscisa Inicial:	6+375	Abscisa Final:	6+400	# Unidad de Muestreo:	16	Área de Muestreo (m ²):	58.40	Fecha de Evaluación:	5/11/2021
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE										
No	Código	FALLAS			Unidad	Esquema				
1	AH	Abultamientos y Hundimientos			m					
2	AB	Agrietamiento en bloque			m ²					
3	A	Ahuellamiento			m ²					
4	C	Corrugación			m ²					
5	CF	Cruce de Vía Férrea			m ²					
6	D	Depresión			m ²					
7	DB	Desnivel Carril/Berma			m					
8	DZ	Desplazamiento			m ²					
9	EX	Exudación			m ²					
10	GB	Grieta de Borde			m					
11	GR	Grieta de Reflexión de Junta			m					
12	GLT	Grietas Longitudinales y Transversales			m					
13	GP	Grietas Parabólicas			m ²					
14	HI	Hinchamiento			m ²					
15	HU	Huecos			Unidad					
16	M	Meteorización / Desprendimiento de Agregados			m ²					

17	P	Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos			m ²						
18	PC	Piel de Cocodrilo			m ²						
19	PA	Pulimiento de Agregados			m ²						
FALLA No	Severidad			Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor deducido	
	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)								
PC(18)	X			0.7	1.2			0.84	1.44%	14	
GLT(12)	X			2.8				2.80	4.79%	2	
GLT(12)	X			3.8				3.80	6.51%	4	
HU(15)	X			1				1.00	1.71%	28	
								Valor Deducido Total (VDT):		48	
Número de Dedución >2 (q)											
Mayor Valor Deducido (HDVi)=					28						
Número Máximo de VD (m)=					7.612						
No		Valores Deducidos				Total	q	VDC			
1	28	14	4	1.224		47.224	6	24			
2	28	14	4	2		48	5	30			
3	28	14	2	2		46	4	34			
4	28	2	2	2		34	3	34			
								Máx (VDC):		34	
CÁLCULO PCI								PCI:	100-VDC	PCI:	66
Condición del Pavimento:								Bueno			

Valores deducidos de fallas identificadas en la unidad de muestreo #16 – Manual PCI, 2002



Valor Deducido Corregido de la Unidad de muestreo #16 – Manual PCI, 2002



ANEXO D

ESTUDIO DE SUELOS

CALICATA 1

UBICACIÓN

ABSCISA: Km 3+400

COORDENADA NORTE: 9863959



COORDENADA ESTE: 761780

PROFUNDIDAD: 1.0 m



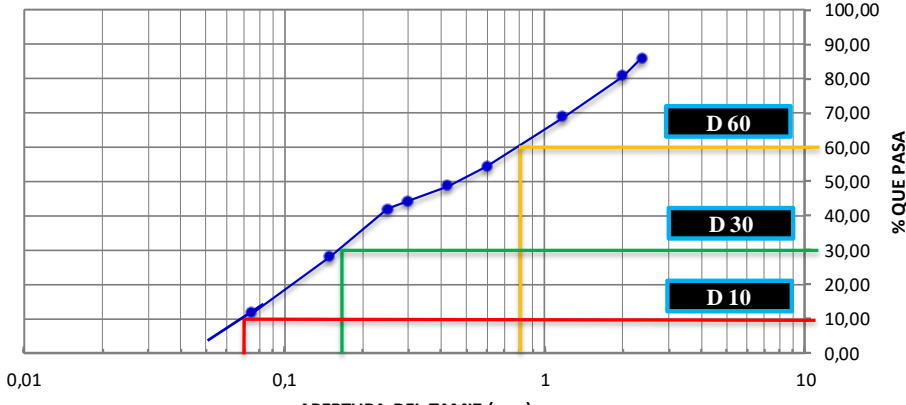
ENSAYOS:

- CONTENIDO DE HUMEDAD
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LÍMITES DE ATTERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR



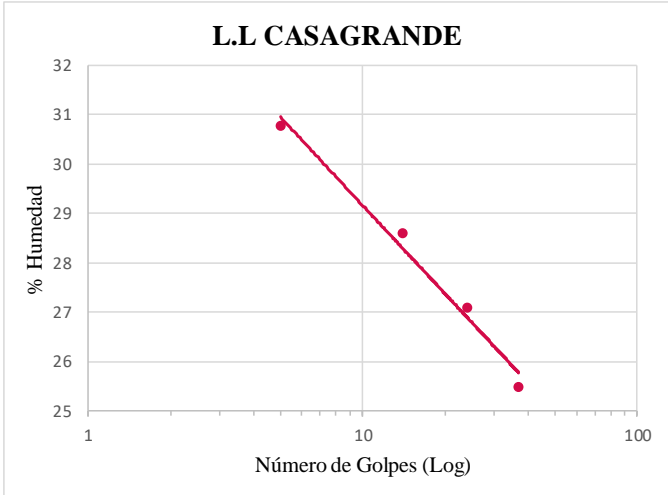
D – 1 Calicata 1: Contenido de Humedad

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA: AASHTO T 191 2014 			
VÍA:	Ambato - Quisapincha	ID MUESTRA:	M4 Subrasante
ENSAYADO POR:	Karina Veloz	REVISADO POR:	Ing. Msc. Galo Núñez
ABSCISA:	Km 3+400	COORDENADAS	X: 9863959
FECHA:	31/8/2021		Y: 761780
N° Recipiente		A	B
Masa suelo humedo + recipiente (gr)		190,66	135,94
Masa suelo seco + recipiente (gr)		178,68	128,18
Masa Recipiente (gr)		32,21	30,84
Masa de agua W_w (gr)		11,98	7,76
Masa suelo seco W_s (gr)		146,47	97,34
Contenido de humedad (W%)		8,18%	7,97%
W Promedio (%)		8,08%	



D – 2 Calicata 1: Análisis Granulométrico

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
NORMAS: ASTM: D421-58 D-422-63		AASHTO: 7-87-70		7-88-70		
VÍA:		Ambato - Quisapincha		PROFUNDIDAD:	1,0 m	
ENSAYADO POR:		Karina Veloz		REVISADO POR:	Ing. Msc. Galo Núñez	
ABSCISA:		Km 3+400	ID MUESTRA:	M1 Subrasante	COORDENADAS:	
PESO MUESTRA:		1000 gr	FECHA:	1-sep-21	X: 9863959 Y: 761780	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
8	2,36	141,0	141,0	14,14	85,86	
10	2	50,3	191,3	19,18	80,82	
16	1,18	120,4	311,7	31,26	68,74	
30	0,6	144,3	456,0	45,73	54,27	
40	0,425	55,8	511,8	51,32	48,68	
50	0,3	43,4	555,2	55,68	44,32	
60	0,25	23,3	578,5	58,01	41,99	
100	0,15	138,5	717,0	71,90	28,10	
200	0,075	163,5	880,5	88,30	11,70	
BANDEJA		116,7	997,2	100,00		
RESULTADOS						
TNM	2,36	Cu	11,43	Error Permitido	1,00%	
D10	0,07					
D30	0,175	Cc	0,55	Error Calculado	0,28%	
D60	0,8					
PORCENTAJE DE MATERIAL						
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)			
SUCS	0	88,30	11,70			
AASHTO	19,18	69,12	11,70			
Curva de Distribución Granulométrica						
						



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						
VÍA:	Ambato - Quisapincha			COORDENADAS				
ENSAYADO POR:	Karina Veloz			X: 9863959		Y: 761780		
ABSCISA:	Km 3+400			FECHA:		2/9/2021		
ID. DE MUESTRA:	M1 Subrasante			REVISADO POR:		Ing. Msc. Galo Núñez		
LÍMITE LÍQUIDO - COPA CASAGRANDE								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8
N° RECIPIENTE	A	B	C	D	E	F	G	H
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	17,50	11,10	11,40	11,40	11,60	11,30	11,20	11,50
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r)(gr)	51,87	44,26	40,69	44,22	32,02	27,28	30,26	27,51
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	43,74	36,50	34,18	36,92	27,61	23,92	26,45	24,21
PESO AGUA (W_w) (gr)	8,13	7,76	6,51	7,3	4,41	3,36	3,81	3,3
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	26,24	25,4	22,78	25,52	16,01	12,62	15,25	12,71
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	30,98	30,55	28,58	28,61	27,55	26,62	24,98	25,96
PROMEDIO W%	30,77		28,59		27,08		25,47	
NÚMERO DE GOLPES	5		14		24		37	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	26,79							
								
LÍMITE PLÁSTICO								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5			
N° RECIPIENTE	A	B	C	D	E			
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	10,40	10,80	10,80	10,50	10,60			
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r)(gr)	11,62	12,66	12,06	12,31	12,46			
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	11,42	12,31	11,80	12,01	12,11			
PESO AGUA (W_w) (gr)	0,20	0,35	0,26	0,30	0,35			
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	1,02	1,51	1,00	1,51	1,51			
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	19,61	23,18	26,00	19,87	23,18			
PROMEDIO W%	22,37							
RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	26,79							
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	22,37							
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)	4,42							

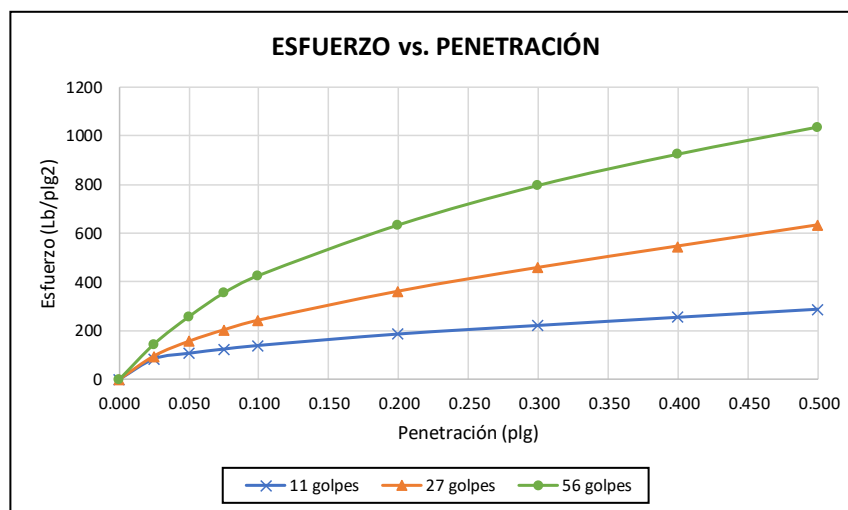
D – 4 Calicata 1: Proctor Modificado Tipo B

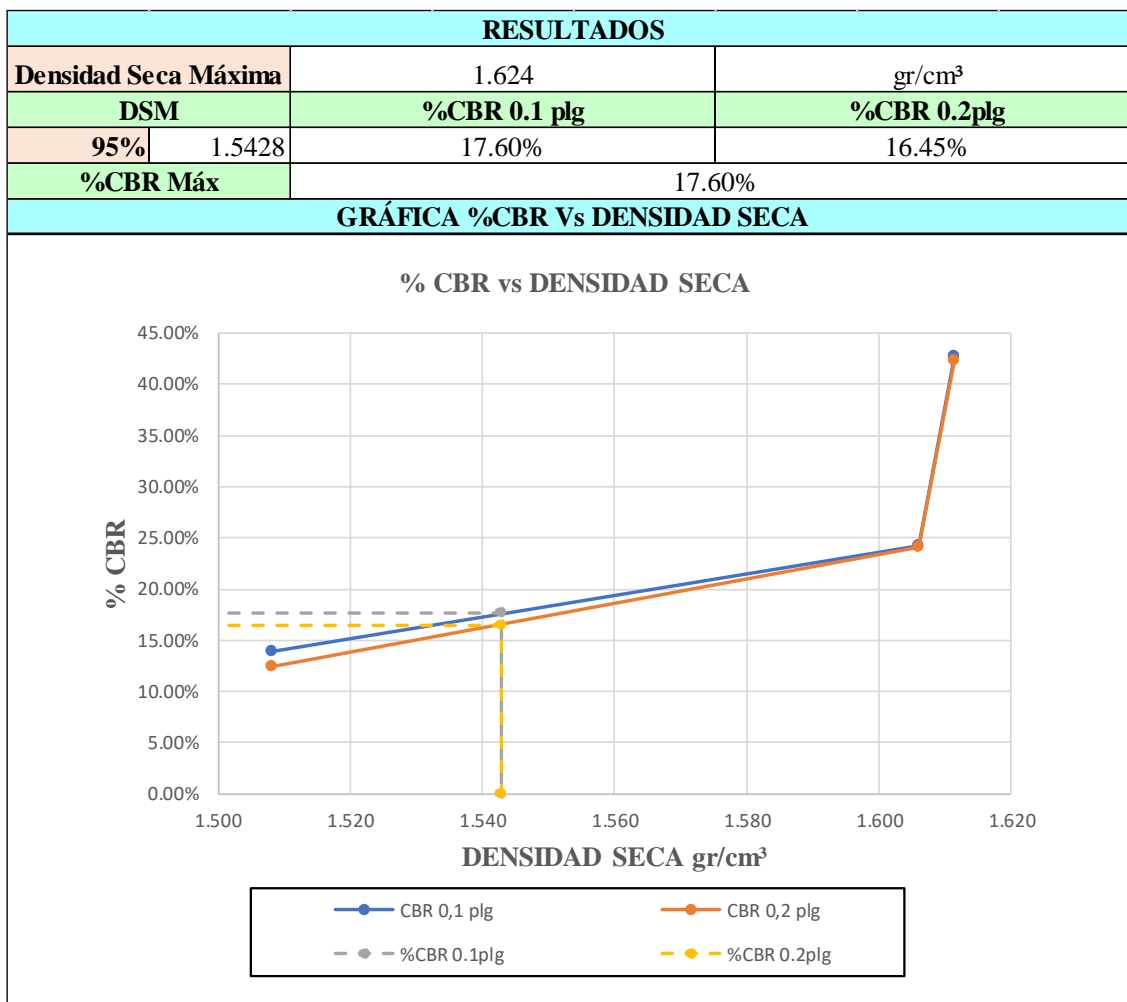
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B" NORMAS: AASHTO T - 180								
VÍA:	Ambato - Quisapincha	COORDENADAS						
ENSAYADO POR:	Karina Veloz	X: 9863959	Y: 761780					
ABSCISA:	Km 3+400	FECHA:	7/9/2021					
ID MUESTRA:	M1 Subrasante	REVISADO POR:	Ing. Msc. Galo Núñez					
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO								
N° de Golpes:	56	N°capas:	5					
Altura de caída:	18' o 1.5ft	P. molde:	15363 gr					
Energía de compactación:	55986 lb/ft ³	Diámetro:	15.14 cm					
		P. martillo:	10 lb					
		Vol. molde:	2271.97 cm ³					
		Altura:	12.62 cm					
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo número	1	2	3	4				
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000				
Humedad inicial añadida	8	12	16	20				
P. molde + suelo húmedo	19283	19527	19635	19537				
Peso suelo húmedo	3920	4164	4272	4174				
Peso unitario húmedo γ_m	1.725	1.833	1.880	1.837				
2. CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	49	60	104	59	17	82	63	77
R. + Suelo húmedo	134.8	141.8	140.0	164.1	148.9	144.8	128.1	177.1
R. + Suelo seco	125.1	131.2	127.6	148.2	130.2	128.6	110.9	151.8
Peso agua	9.7	10.6	12.4	15.9	18.7	16.2	17.2	25.3
Peso recipiente	30.6	31.0	30.1	30.7	24.7	30.9	30.6	30.8
Peso suelo seco	94.5	100.2	97.5	117.5	105.5	97.7	80.3	121
Contenido húmeda $\omega\%$	10.26%	10.58%	12.72%	13.53%	17.73%	16.58%	21.42%	20.91%
Cont. Humedad prom. $\omega\%$	10.42%		13.12%		17.15%		21.16%	
Densidad seca γ_d	1.56		1.62		1.60		1.52	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
<p>La densidad máxima (γ_d máx) alcanzada según la gráfica corresponde a 1.624 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo (W ópt) de 15,10 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.</p>								

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-1883 						
VÍA:	Ambato - Quisapincha					
ENSAYADO POR:	Karina Veloz		COORDENADAS			
ABSCISA:	Km 3+400		X: 9863959		Y: 761780	
ID. DE MUESTRA:	M1 Subrasante		REVISADO POR:		Ing. Msc. Galo Núñez	
FECHA:	10/09/2021		Wópt:		15.10	
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15.17	Diámetro	15.13	Diámetro	15.21
	Altura	12.67	Altura	12.55	Altura	12.71
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	12441		10840		14071	
Masa Molde (gr)	8270		6441		9578	
Masa muestra húmeda (gr)	4171		4399		4493	
Volumen muestra (cm ³)	2289.94		2256.31		2309.30	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.821		1.950		1.946	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	24.70	30.60	30.90	32.20	30.20	33.40
Masa suelo hum+recip. (gr)	135.90	172.20	147.80	194.10	122.80	169.90
Masa suelo seco+recip. (gr)	116.90	147.70	127.10	165.70	106.80	146.60
Masa de agua (gr)	19.00	24.50	20.70	28.40	16.00	23.30
Masa suelo seco (gr)	92.20	117.10	96.20	133.50	76.60	113.20
Contenido de humedad W%	20.61%	20.92%	21.52%	21.27%	20.89%	20.58%
Promedio W%	20.76%		21.40%		20.74%	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.508		1.606		1.611	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	12392		10695		14000	
Masa Molde (gr)	8270		6441		9578	
Masa muestra húmeda (gr)	4122		4254		4422	
Volumen muestra (cm ³)	2289.94		2256.31		2309.30	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.800		1.885		1.915	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	30.80	31.00	24.70	30.30	30.60	33.40
Masa suelo hum+recip. (gr)	142.90	162.80	131.20	132.30	126.80	178.30
Masa suelo seco+recip. (gr)	119.00	134.50	109.60	113.50	108.10	152.40
Masa de agua (gr)	23.90	28.30	21.60	18.80	18.70	25.90
Masa suelo seco (gr)	88.20	103.50	84.90	83.20	77.50	119.00
Contenido de humedad W%	27.10%	27.34%	25.44%	22.60%	24.13%	21.76%
Promedio W%	27.22%		24.02%		22.95%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	253.3	84.43	288.9	96.30	438.3	146.10
0.050	321.3	107.10	468.8	156.27	776.5	258.83
0.075	373.3	124.43	608.9	202.97	1068.3	356.10
0.100	418.2	139.40	728.3	242.77	1283.6	427.87
0.200	559.2	186.40	1083.9	361.30	1906.7	635.57
0.300	665.3	221.77	1375.6	458.53	2393.6	797.87
0.400	765.9	255.30	1638.6	546.20	2779.3	926.43
0.500	865.6	288.53	1898.4	632.80	3113.6	1037.87
N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	139.40	13.94%	1.508	186.40	12.43%	1.508
B	242.77	24.28%	1.606	361.30	24.09%	1.606
C	427.87	42.79%	1.611	635.57	42.37%	1.611
Densidad Seca Máxima	1.624					
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
95%	1.54	42.79%	42.37%	42.79%		





CALICATA 2

UBICACIÓN

ABSCISA: Km 4+400

COORDENADA NORTE: 9563624



COORDENADA ESTE: 761703

PROFUNDIDAD: 1.0m



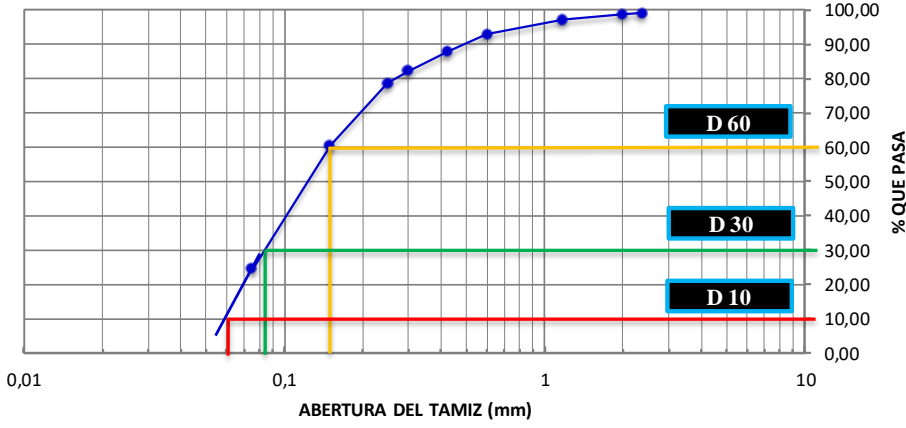
ENSAYOS:

- CONTENIDO DE HUMEDAD
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LÍMITES DE ATTERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR



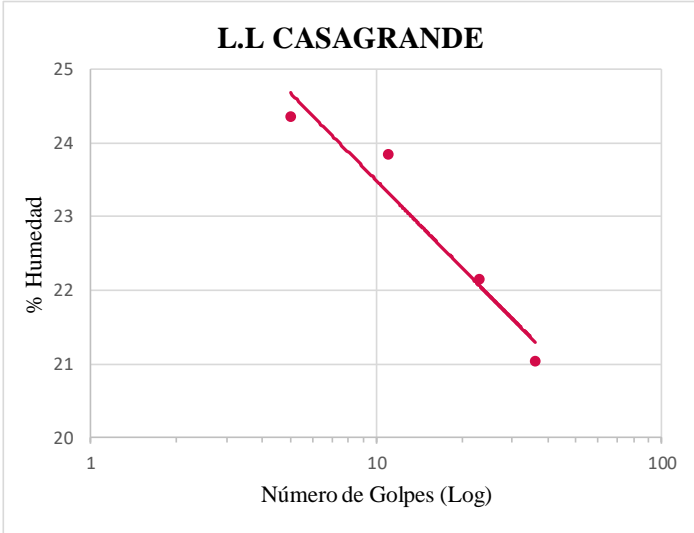
D – 6 Calicata 2: Contenido de Humedad

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA: AASHTO T 191 2014 			
VÍA:	Ambato - Quisapincha	ID MUESTRA:	M2 Subrasante
ENSAYADO POR:	Karina Veloz	REVISADO POR:	Ing. Msc. Galo Núñez
ABSCISA:	Km 4+400	COORDENADAS	X: 9863624
FECHA:	31/8/2021		Y: 761703
N° Recipiente	A		B
Masa suelo humedo + recipiente (gr)	175,92		152,79
Masa suelo seco + recipiente (gr)	156,96		140,20
Masa Recipiente (gr)	32,61		57,56
Masa de agua Ww (gr)	18,96		12,59
Masa suelo seco Ws (gr)	124,35		82,64
Contenido de humedad (W%)	15,25%		15,23%
W Promedio (%)	15,24%		



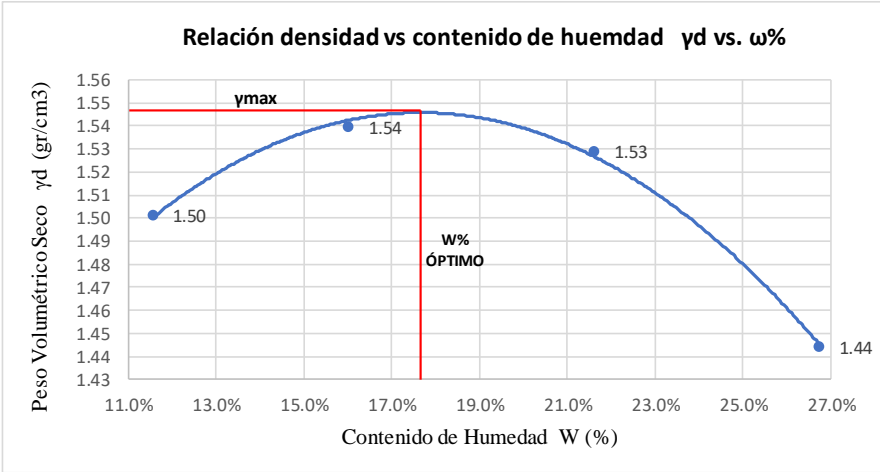
D – 7 Calicata 2: Análisis Granulométrico

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
NORMAS:		ASTM: D421-58 D-422-63		AASHTO: 7-87-70 7-88-70		
VÍA:		Ambato - Quisapincha		PROFUNDIDAD:	1,0 m	
ENSAYADO POR:		Karina Veloz		REVISADO POR:	Ing. Msc. Galo Núñez	
ABSCISA:		Km 4+400	ID MUESTRA:	M2 Subrasante	COORDENADAS:	
PESO MUESTRA:		1000 gr	FECHA:	1-sep-21	X: 9863624 Y: 761703	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
8	2,36	9,2	9,2	0,92	99,08	
10	2	3,2	12,4	1,24	98,76	
16	1,18	15,9	28,3	2,84	97,16	
30	0,6	43,6	71,9	7,21	92,79	
40	0,425	48,6	120,5	12,09	87,91	
50	0,3	55,7	176,2	17,68	82,32	
60	0,25	36,2	212,4	21,31	78,69	
100	0,15	180,6	393,0	39,43	60,57	
200	0,075	360,2	753,2	75,58	24,42	
BANDEJA		243,4	996,6	100,00		
RESULTADOS						
TNM	0,425	Cu	2,67	Error Permitido	1,00%	
D10	0,06					
D30	0,084	Cc	0,74	Error Calculado	0,34%	
D60	0,16					
PORCENTAJE DE MATERIAL						
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)			
SUCS	0	75,58	24,42			
AASHTO	1,24	74,34	24,42			
Curva de Distribución Granulométrica						
						



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									
VÍA:	Ambato - Quisapincha	COORDENADAS							
ENSAYADO POR:	Karina Veloz	X: 9863624	Y: 761703						
ABSCISA:	Km 4+400	FECHA:	2/9/2021						
ID. DE MUESTRA:	M2 Subrasante	REVISADO POR:	Ing. Msc. Galo Núñez						
LÍMITE LÍQUIDO - COPA CASAGRANDE									
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	
N° RECIPIENTE	A	B	C	D	E	F	G	H	
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	11.38	11.07	11.32	10.91	11.04	11.75	11.11	10.90	
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r)(gr)	21.39	24.81	24.25	27.54	25.49	23.44	21.70	28.16	
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	19.43	22.12	21.76	24.34	22.86	21.33	19.86	25.16	
PESO AGUA (W_w) (gr)	1.96	2.69	2.49	3.20	2.63	2.11	1.84	3.00	
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	8.05	11.05	10.44	13.43	11.82	9.58	8.75	14.26	
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	24.35	24.34	23.85	23.83	22.25	22.03	21.03	21.04	
PROMEDIO W%	24.35		23.84		22.14		21.03		
NÚMERO DE GOLPES	5		11		23		36		
LÍMITE LÍQUIDO L.L (%)	21.92								
									
LÍMITE PLÁSTICO									
N° MUESTRA	1	2	3	4	5				
N° RECIPIENTE	A	B	C	D	E				
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	10.72	10.73	10.62	10.79	10.61				
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r)(gr)	12.32	12.86	12.31	12.71	12.45				
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	12.08	12.55	12.02	12.42	12.18				
PESO AGUA (W_w) (gr)	0.24	0.31	0.29	0.29	0.27				
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	1.36	1.82	1.40	1.63	1.57				
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	17.65	17.03	20.71	17.79	17.20				
PROMEDIO W%						18.08			
RESULTADOS									
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	21.92								
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	18.08								
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)	3.84								

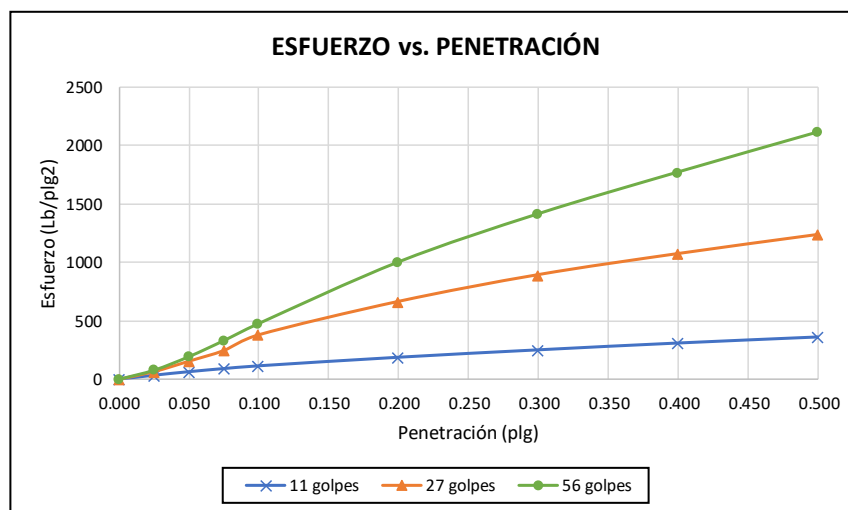
D – 9 Calicata 2: Proctor Modificado Tipo B

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B" NORMAS: AASHTO T - 180								
VÍA:	Ambato - Quisapincha	COORDENADAS						
ENSAYADO POR:	Karina Veloz	X: 9863624	Y: 761703					
ABSCISA:	Km 4+400	FECHA:						
ID MUESTRA:	M2 Subrasante	REVISADO POR:						
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO								
N° de Golpes:	56	N° capas:	5					
Altura de caída:	18' o 1.5ft	P. molde:	15363 gr					
Energía de compactación:	55986 lb/ft/ft3	Diámetro:	15.14 cm					
		P. martillo:	10 lb					
		Vol. molde:	2271.97 cm3					
		Altura:	12.62 cm					
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo número	1	2	3	4				
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000				
Humedad inicial añadida	10	15	20	25				
P. molde + suelo húmedo	19169	19422	19588	19522				
Peso suelo húmedo	3806	4059	4225	4159				
Peso unitario húmedo γ_m	1.675	1.787	1.860	1.831				
2. CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	87	102	1	H5	H1	82	30	46A
R. + Suelo húmedo	128.3	174.9	209.7	197.4	199.6	233.6	253.2	218.5
R. + Suelo seco	118.2	160.1	185.4	174.5	169.6	197.5	207.8	178.1
Peso agua	10.1	14.8	24.3	22.9	30	36.1	45.4	40.4
Peso recipiente	30.8	32.2	32.2	33.0	30.6	30.7	33.4	30.8
Peso suelo seco	87.4	127.9	153.2	141.5	139	166.8	174.4	147.3
Contenido humedad $\omega\%$	11.56%	11.57%	15.86%	16.18%	21.58%	21.64%	26.03%	27.43%
Cont. Humedad prom. $\omega\%$	11.56%		16.02%		21.61%		26.73%	
Densidad seca γ_d	1.50		1.54		1.53		1.44	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">Relación densidad vs contenido de humedad γ_d vs. $\omega\%$</p>  </div>								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
<p>La densidad máxima (γ_d máx) alcanzada según la gráfica corresponde a 1.548 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo (W ópt) de 17,70 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.</p>								

D – 10 Calicata 2: Ensayo de Compactación CBR

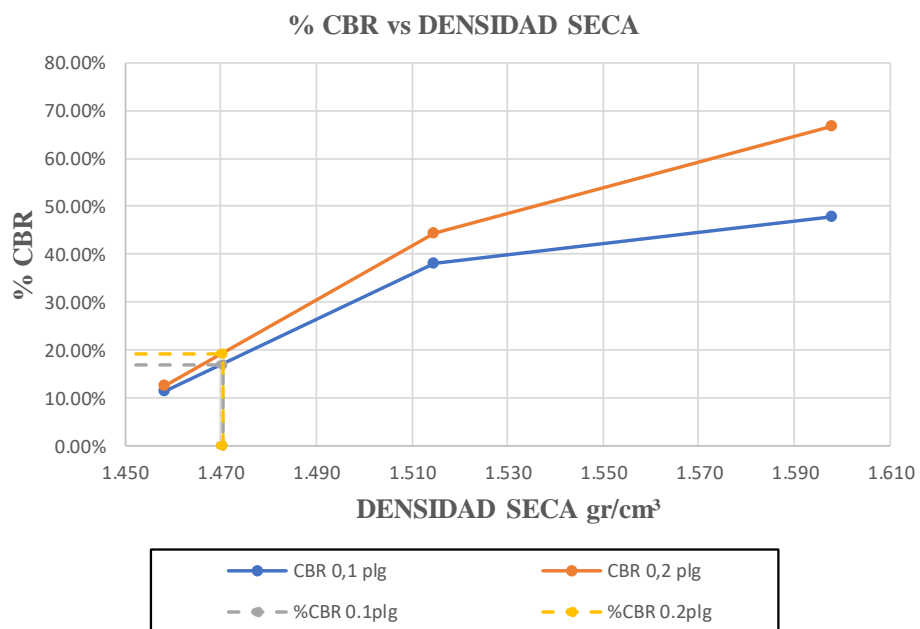
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NORMA: ASTM D-1883 						
VÍA:	Ambato - Quisapincha					
ENSAYADO POR:	Karina Veloz		COORDENADAS			
ABSCISA:	Km 4+400		X: 9863624		Y: 761703	
ID. DE MUESTRA:	M2 Subrasante		REVISADO POR:		Ing. Msc. Galo Núñez	
FECHA:	13/09/2021		Wópt:		17.7	
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15.27	Diámetro	15.17	Diámetro	15.14
	Altura	12.69	Altura	12.69	Altura	12.62
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	13671		12361		12708	
Masa Molde (gr)	9631		8205		8363	
Masa muestra húmeda (gr)	4040		4156		4345	
Volumen muestra (cm ³)	2323.90		2293.56		2271.89	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.738		1.812		1.913	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	30.30	32.20	30.60	30.10	30.70	30.80
Masa suelo hum+recip. (gr)	103.90	134.00	115.90	139.50	131.80	145.00
Masa suelo seco+recip. (gr)	92.20	117.40	102.10	121.30	115.10	126.30
Masa de agua (gr)	11.70	16.60	13.80	18.20	16.70	18.70
Masa suelo seco (gr)	61.90	85.20	71.50	91.20	84.40	95.50
Contenido de humedad W%	18.90%	19.48%	19.30%	19.96%	19.79%	19.58%
Promedio W%	19.19%		19.63%		19.68%	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.459		1.515		1.598	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	13802		12366		12665	
Masa Molde (gr)	9631		8205		8363	
Masa muestra húmeda (gr)	4171		4161		4302	
Volumen muestra (cm ³)	2323.90		2293.56		2271.89	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.795		1.814		1.894	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	30.80	32.20	30.10	30.60	31.00	30.60
Masa suelo hum+recip. (gr)	125.10	166.10	130.20	155.40	135.50	154.70
Masa suelo seco+recip. (gr)	105.40	140.20	111.70	131.40	116.40	133.50
Masa de agua (gr)	19.70	25.90	18.50	24.00	19.10	21.20
Masa suelo seco (gr)	74.60	108.00	81.60	100.80	85.40	102.90
Contenido de humedad W%	26.41%	23.98%	22.67%	23.81%	22.37%	20.60%
Promedio W%	25.19%		23.24%		21.48%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	103.3	34.43	196.2	65.40	233.6	77.87
0.050	193.8	64.60	463.6	154.53	582.2	194.07
0.075	273.6	91.20	738.3	246.10	993.8	331.27
0.100	343.8	114.60	1139.5	379.83	1431.2	477.07
0.200	563.6	187.87	1993.6	664.53	3008.6	1002.87
0.300	753.6	251.20	2677.3	892.43	4240.6	1413.53
0.400	928.6	309.53	3215.6	1071.87	5308.9	1769.63
0.500	1083.9	361.30	3703.6	1234.53	6333.5	2111.17
.						
N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	114.60	11.46%	1.459	187.87	12.52%	1.459
B	379.83	37.98%	1.515	664.53	44.30%	1.515
C	477.07	47.71%	1.598	1002.87	66.86%	1.598
Densidad Seca Máxima	1.548					
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
95%		1.47	47.7%	66.9%	66.9%	



RESULTADOS				
Densidad Seca Máxima		1.548		gr/cm ³
DSM		%CBR 0.1 plg		%CBR 0.2plg
95%	1.4706	16.80%		19.20%
%CBR Máx		19.20%		

GRÁFICA %CBR Vs DENSIDAD SECA



CALICATA 3

UBICACIÓN

ABSCISA: Km 5+400

COORDENADA NORTE: 9862692



COORDENADA ESTE: 761646

PROFUNDIDAD: 1.0m



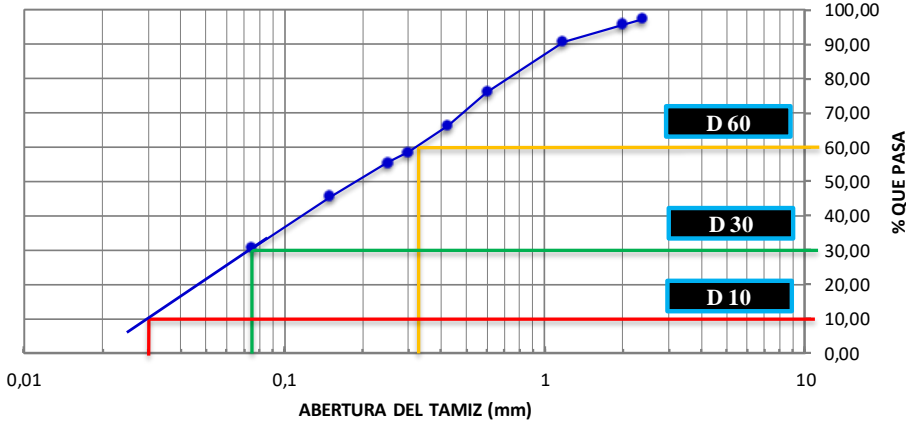
ENSAYOS:

- CONTENIDO DE HUMEDAD
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LÍMITES DE ATTERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR



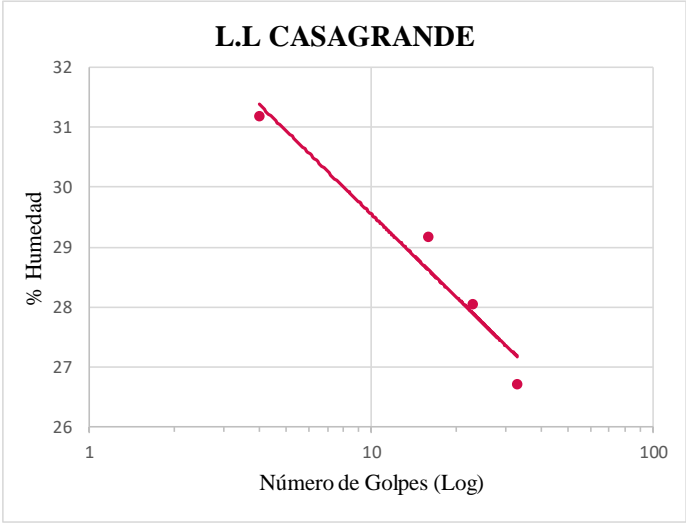
D – 11 Calicata 3: Contenido de Humedad

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA: AASHTO T 191 2014 			
VÍA:	Ambato - Quisapincha	ID MUESTRA:	M3 Subrasante
ENSAYADO POR:	Karina Veloz	REVISADO POR:	Ing. Msc. Galo Núñez
ABSCISA:	Km 5+400	COORDENADAS	X: 9862692
FECHA:	31/8/2021		Y: 761646
N° Recipiente		A	B
Masa suelo humedo + recipiente (gr)		184,64	165,50
Masa suelo seco + recipiente (gr)		170,08	153,09
Masa Recipiente (gr)		31,49	32,51
Masa de agua W_w (gr)		14,56	12,41
Masa suelo seco W_s (gr)		138,59	120,58
Contenido de humedad (W%)		10,51%	10,29%
W Promedio (%)		10,40%	



D – 12 Calicata 3: Análisis Granulométrico

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
NORMAS:		ASTM: D421-58 D-422-63		AASHTO: 7-87-70 7-88-70		
VÍA:		Ambato - Quisapincha		PROFUNDIDAD: 1,0 m		
ENSAYADO POR:		Karina Veloz		REVISADO POR: Ing. Msc. Galo Núñez		
ABSCISA:		Km 5+400	ID MUESTRA: M3 Subrasante	COORDENADAS:		
PESO MUESTRA:		1000 gr	FECHA: 1-sep-21	X: 9862692 Y: 761646		
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
8	2,36	27,1	27,1	2,72	97,28	
10	2	15,1	42,2	4,23	95,77	
16	1,18	49,2	91,4	9,17	90,83	
30	0,6	145,9	237,3	23,81	76,19	
40	0,425	99,6	336,9	33,80	66,20	
50	0,3	76,5	413,4	41,47	58,53	
60	0,25	30,2	443,6	44,50	55,50	
100	0,15	97,6	541,2	54,29	45,71	
200	0,075	150,3	691,5	69,37	30,63	
BANDEJA		305,3	996,8	100,00		
RESULTADOS						
TNM	1,18	Cu	11,00	Error Permitido	1,00%	
D10	0,03					
D30	0,075	Cc	0,57	Error Calculado	0,32%	
D60	0,33					
PORCENTAJE DE MATERIAL						
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)			
SUCS	0	69,37	30,63			
AASHTO	4,23	65,14	30,63			
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						
VÍA:	Ambato - Quisapincha	COORDENADAS						
ENSAYADO POR:	Karina Veloz	X: 9862692	Y: 761646					
ABSCISA:	Km 5+400	FECHA:		2/9/2021				
ID. DE MUESTRA:	M3 Subrasante	REVISADO POR:	Ing. Msc. Galo Núñez					
LÍMITE LÍQUIDO - COPA CASAGRANDE								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8
N° RECIPIENTE	A	B	C	D	E	F	G	H
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	10.83	11.18	10.97	11.13	11.25	10.83	11.64	11.24
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r)(gr)	18.52	20.41	24.12	24.34	22.54	25.72	23.76	23.08
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	16.69	18.22	21.15	21.36	20.06	22.47	21.20	20.59
PESO AGUA (W_w) (gr)	1.83	2.19	2.97	2.98	2.48	3.25	2.56	2.49
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	5.86	7.04	10.18	10.23	8.81	11.64	9.56	9.35
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	31.23	31.11	29.17	29.13	28.15	27.92	26.78	26.63
PROMEDIO W%	31.17		29.15		28.04		26.70	
NÚMERO DE GOLPES	4		16		23		33	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	27.73							
								
LÍMITE PLÁSTICO								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5			
N° RECIPIENTE	A	B	C	D	E			
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	10.76	10.75	10.66	10.61	10.59			
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r)(gr)	12.62	12.46	12.36	12.48	11.89			
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	12.26	12.12	12.02	12.10	11.62			
PESO AGUA (W_w) (gr)	0.36	0.34	0.34	0.38	0.27			
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	1.50	1.37	1.36	1.49	1.03			
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	24.00	24.82	25.00	25.50	26.21			
PROMEDIO W%	25.11							
RESULTADOS								
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	27.73							
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	25.11							
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)	2.62							

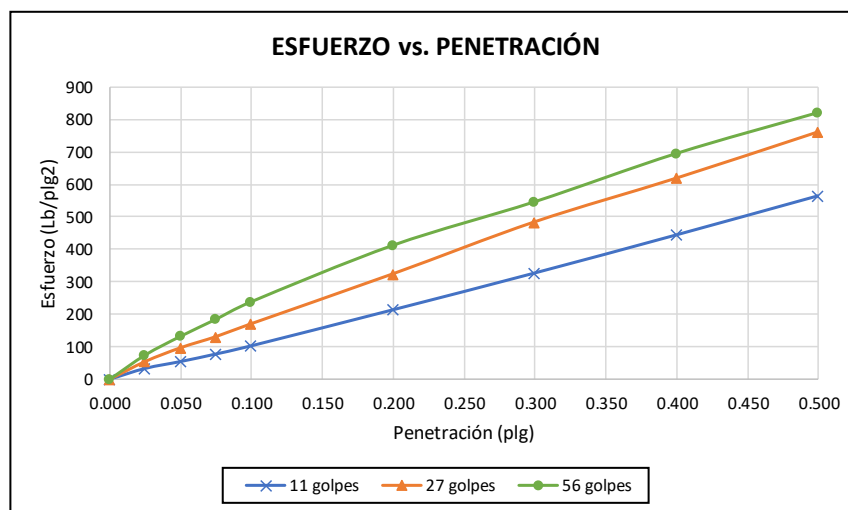
D – 14 Calicata 3: Proctor Modificado Tipo B

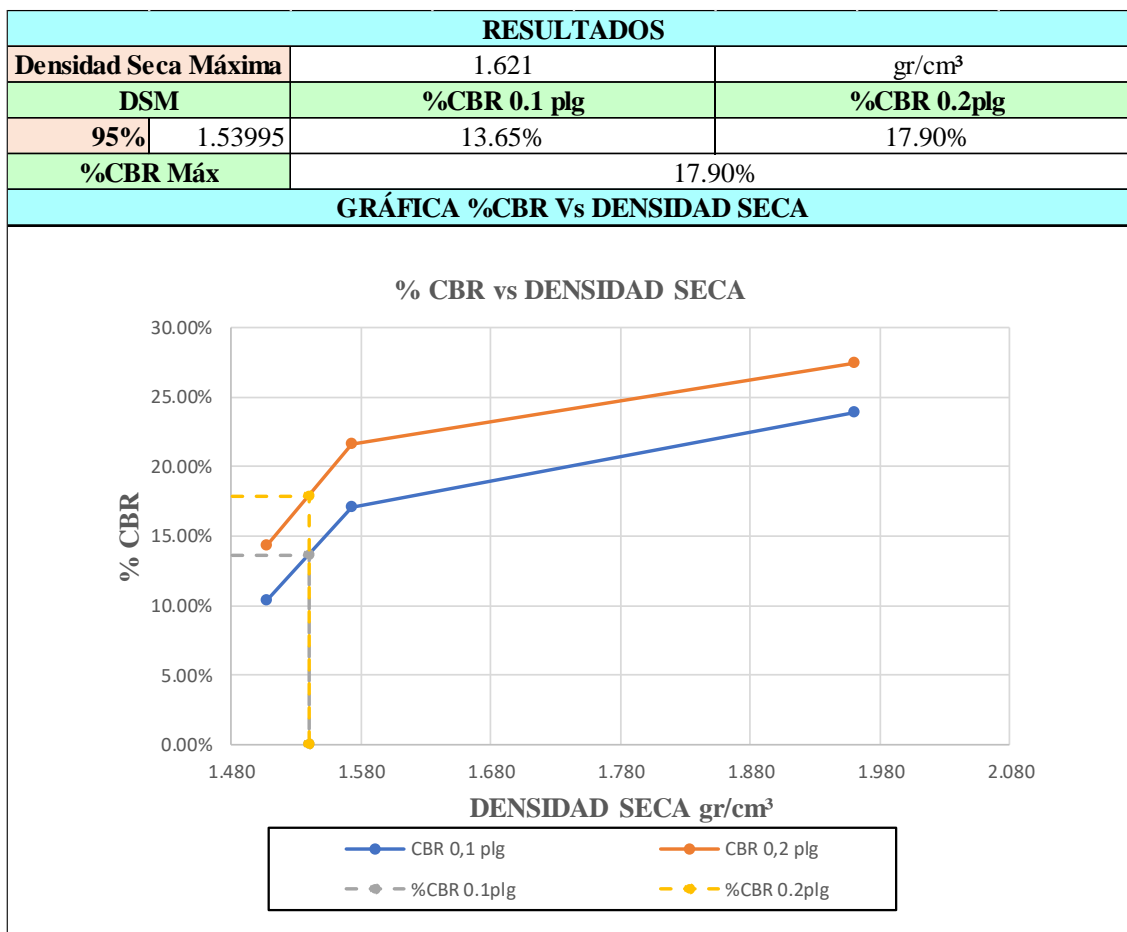
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B"								
NORMAS: AASHTO T - 180								
VÍA:	Ambato - Quisapincha	COORDENADAS						
ENSAYADO POR:	Karina Veloz	X: 9862692	Y: 761646					
ABSCISA:	Km 5+400	FECHA:	7/9/2021					
ID MUESTRA:	M3 Subrasante	REVISADO POR:	Ing. Msc. Galo Núñez					
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO								
N° de Golpes:	56	N° capas:	5					
Altura de caída:	18' o 1.5ft	P. molde:	15363 gr					
Energía de compactación:	55986 lb/ft/ft3	Diámetro:	15.14 cm					
		P. martillo:	10 lb					
		Vol. molde:	2271.97 cm3					
		Altura:	12.62 cm					
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo número	1	2	3	4				
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000				
Humedad inicial añadida	8	12	16	20				
P. molde + suelo húmedo	19379	19711	19619	19528				
Peso suelo húmedo	4016	4348	4256	4165				
Peso unitario húmedo γ_m	1.768	1.914	1.873	1.833				
2. CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	41	67	93	84	96	75	66	H4
R. + Suelo húmedo	142.4	153.3	216.0	139.5	248.6	173.7	196.5	208.2
R. + Suelo seco	130.2	139.4	190.8	124.6	210.8	149.7	164.1	173.1
Peso agua	12.2	13.9	25.2	14.9	37.8	24	32.4	35.1
Peso recipiente	31.10	30.30	33.52	30.90	31.46	30.65	30.90	31.06
Peso suelo seco	99.1	109.1	157.28	93.7	179.34	119.05	133.2	142.04
Contenido húmeda $\omega\%$	12.31%	12.74%	16.02%	15.90%	21.08%	20.16%	24.32%	24.71%
Cont. Humedad prom. $\omega\%$	12.53%		15.96%		20.62%		24.52%	
Densidad seca γ_d	1.57		1.65		1.55		1.47	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p style="text-align: center;">Relación densidad vs contenido de humedad γ_d vs. $\omega\%$</p>								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
<p>La densidad máxima (γ_d máx) alcanzada según la gráfica corresponde a 1.621 gr/cm3, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo (W ópt) de 16.6 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.</p>								

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-1883 						
VÍA:	Ambato - Quisapincha					
ENSAYADO POR:	Karina Veloz		COORDENADAS			
ABSCISA:	Km 5+400		X: 9862692		Y: 761646	
ID. DE MUESTRA:	M3 Subrasante		REVISADO POR:		Ing. Msc. Galo Núñez	
FECHA:	14/09/2021		Wópt:		16.6	
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15.17	Diámetro	15.13	Diámetro	15.21
	Altura	12.67	Altura	12.55	Altura	12.71
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	12362		10666		13644	
Masa Molde (gr)	8270		6444		8270	
Masa muestra húmeda (gr)	4092		4222		5374	
Volumen muestra (cm ³)	2289.94		2256.31		2309.30	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.787		1.871		2.327	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	33.50	30.70	30.70	30.90	30.90	31.50
Masa suelo hum+recip. (gr)	187.00	139.20	117.70	123.00	134.60	218.40
Masa suelo seco+recip. (gr)	163.00	122.20	103.80	108.30	118.20	189.00
Masa de agua (gr)	24.00	17.00	13.90	14.70	16.40	29.40
Masa suelo seco (gr)	129.50	91.50	73.10	77.40	87.30	157.50
Contenido de humedad W%	18.53%	18.58%	19.02%	18.99%	18.79%	18.67%
Promedio W%	18.56%		19.00%		18.73%	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.507		1.572		1.960	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	12630		10893		14061	
Masa Molde (gr)	8270		6444		8270	
Masa muestra húmeda (gr)	4360		4449		5791	
Volumen muestra (cm ³)	2289.94		2256.31		2309.30	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.904		1.972		2.508	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	31.40	33.50	32.30	33.40	30.60	30.60
Masa suelo hum+recip. (gr)	181.50	173.40	148.50	194.50	199.80	208.60
Masa suelo seco+recip. (gr)	155.40	150.00	129.20	167.30	171.90	179.10
Masa de agua (gr)	26.10	23.40	19.30	27.20	27.90	29.50
Masa suelo seco (gr)	124.00	116.50	96.90	133.90	141.30	148.50
Contenido de humedad W%	21.05%	20.09%	19.92%	20.31%	19.75%	19.87%
Promedio W%	20.57%		20.12%		19.81%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	99.9	33.30	163.6	54.53	223.5	74.50
0.050	163.7	54.57	290.8	96.93	396.6	132.20
0.075	233.5	77.83	393.6	131.20	553.8	184.60
0.100	309.6	103.20	513.3	171.10	715.8	238.60
0.200	643.2	214.40	973.6	324.53	1236.6	412.20
0.300	983.6	327.87	1453.3	484.43	1638.3	546.10
0.400	1336.6	445.53	1856.6	618.87	2083.8	694.60
0.500	1698.3	566.10	2283.2	761.07	2461.2	820.40
.						
N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	103.20	10.32%	1.507	214.40	14.29%	1.507
B	171.10	17.11%	1.572	324.53	21.64%	1.572
C	238.60	23.86%	1.960	412.20	27.48%	1.960
Densidad Seca Máxima	1.621					
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
95%		1.54	23.9%	27.5%	27.5%	





CALICATA 4

UBICACIÓN

ABSCISA: Km 6+400

COORDENADA NORTE: 9862141



COORDENADA ESTE: 761094

PROFUNDIDAD: 1.0m



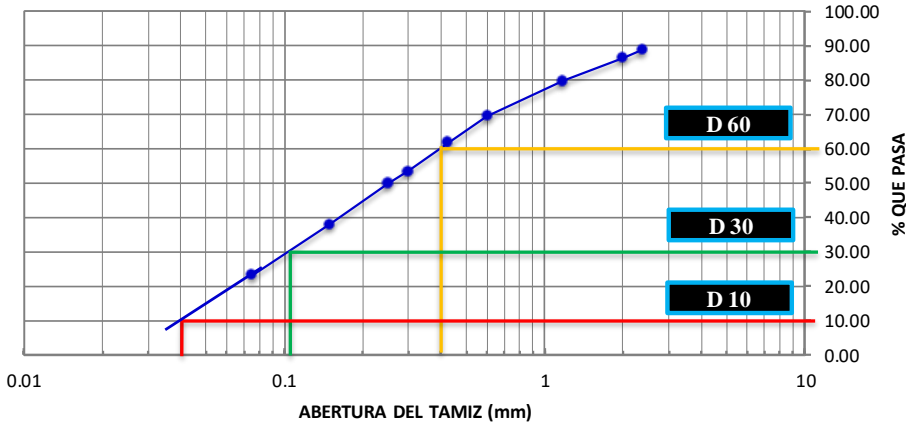
ENSAYOS:

- CONTENIDO DE HUMEDAD
- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- LÍMITES DE ATTERBERG
- PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR



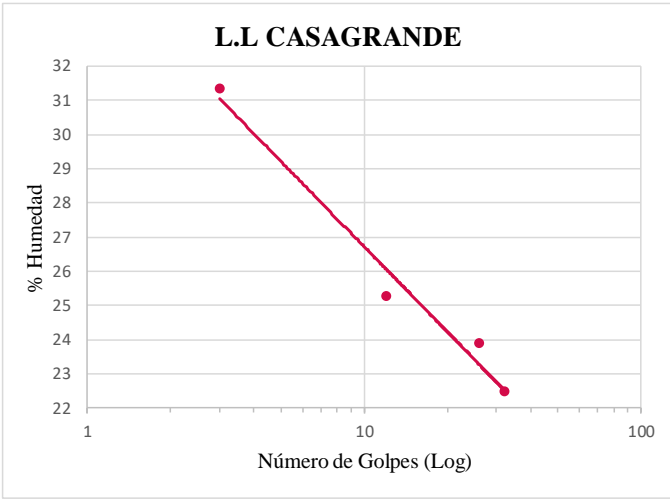
D – 16 Calicata 2: Contenido de Humedad

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA: AASHTO T 191 2014 			
VÍA:	Ambato - Quisapincha	ID MUESTRA:	M4 Subrasante
ENSAYADO POR:	Karina Veloz	REVISADO POR:	Ing. Msc. Galo Núñez
ABSCISA:	Km 6+400	COORDENADAS	X: 9862172
FECHA:	31/8/2021		Y: 761093
N° Recipiente		A	B
Masa suelo humedo + recipiente (gr)		190.66	135.94
Masa suelo seco + recipiente (gr)		178.68	128.18
Masa Recipiente (gr)		32.21	30.84
Masa de agua W_w (gr)		11.98	7.76
Masa suelo seco W_s (gr)		146.47	97.34
Contenido de humedad (W%)		8.18%	7.97%
W Promedio (%)		8.08%	



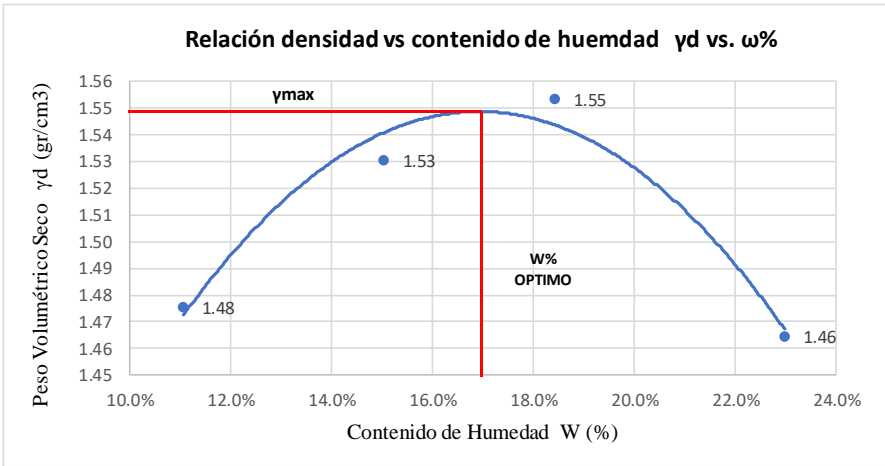
D – 17 Calicata 1: Análisis Granulométrico

		UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
NORMAS:		ASTM: D421-58 D-422-63		AASHTO: 7-87-70 7-88-70		
VÍA:		Ambato - Quisapincha		PROFUNDIDAD: 1,0 m		
ENSAYADO POR:		Karina Veloz		REVISADO POR: Ing. Msc. Galo Núñez		
ABSCISA:		Km 6+400	ID MUESTRA:	M4 Subrasante	COORDENADAS:	
PESO MUESTRA:		1000 gr	FECHA:	1-sep-21	X: 9862172 Y: 761093	
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
8	2.36	112.3	112.3	11.25	88.75	
10	2	22.2	134.5	13.47	86.53	
16	1.18	68.1	202.6	20.29	79.71	
30	0.6	101.8	304.4	30.49	69.51	
40	0.425	77.3	381.7	38.23	61.77	
50	0.3	82.7	464.4	46.52	53.48	
60	0.25	35.0	499.4	50.03	49.97	
100	0.15	118.6	618.0	61.91	38.09	
200	0.075	147.0	765.0	76.63	23.37	
BANDEJA		233.3	998.3	100.00		
RESULTADOS						
TNM	2	Cu	10.00	Error Permitido	1.00%	
D10	0.04					
D30	0.11	Cc	0.76	Error Calculado	0.17%	
D60	0.4					
PORCENTAJE DE MATERIAL						
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)			
SUCS	0	76.63	23.37			
AASHTO	13.47	63.16	23.37			
Curva de Distribución Granulométrica						
						



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									
VÍA:	Ambato - Quisapincha	COORDENADAS							
ENSAYADO POR:	Karina Veloz	X: 9862172	Y: 761093						
ABSCISA:	Km 6+400	FECHA:	2/9/2021						
ID. DE MUESTRA:	M4 Subrasante	REVISADO POR:	Ing. Msc. Galo Núñez						
LÍMITE LÍQUIDO - COPA CASAGRANDE									
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	
N° RECIPIENTE	A	B	C	D	E	F	G	H	
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	11.45	11.07	11.31	10.96	10.96	11.42	11.21	11.94	
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r)(gr)	34.18	32.43	27.19	30.74	29.11	22.41	27.94	29.49	
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	28.75	27.34	24.03	26.70	25.60	20.30	24.85	26.29	
PESO AGUA (W_w) (gr)	5.43	5.09	3.16	4.04	3.51	2.11	3.09	3.20	
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	17.30	16.27	12.72	15.74	14.64	8.88	13.64	14.35	
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	31.39	31.28	24.84	25.67	23.98	23.76	22.65	22.30	
PROMEDIO W%	31.34		25.25		23.87		22.48		
NÚMERO DE GOLPES	3		12		26		32		
LÍMITE LÍQUIDO L.L (%)	23.43								
L.L CASAGRANDE									
									
LÍMITE PLÁSTICO									
N° MUESTRA	1	2	3	4	5				
N° RECIPIENTE	A	B	C	D	E				
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	10.68	10.65	10.76	10.53	10.68				
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r)(gr)	13.17	13.33	12.76	12.81	12.80				
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	12.75	12.87	12.41	12.43	12.41				
PESO AGUA (W_w) (gr)	0.42	0.46	0.35	0.38	0.39				
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	2.07	2.22	1.65	1.90	1.73				
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	20.29	20.72	21.21	20.00	22.54				
PROMEDIO W%						20.95			
RESULTADOS									
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)						23.43			
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)						20.95			
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)						2.47			

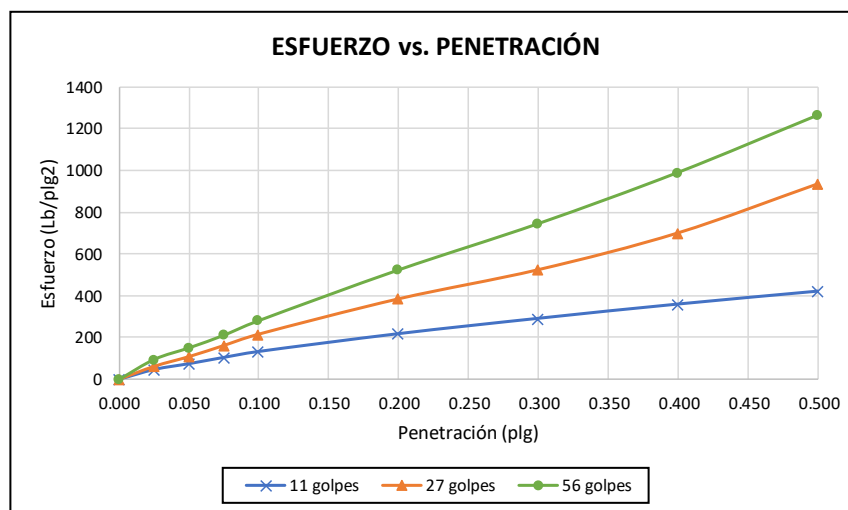
D – 19 Calicata 4: Proctor Modificado Tipo B

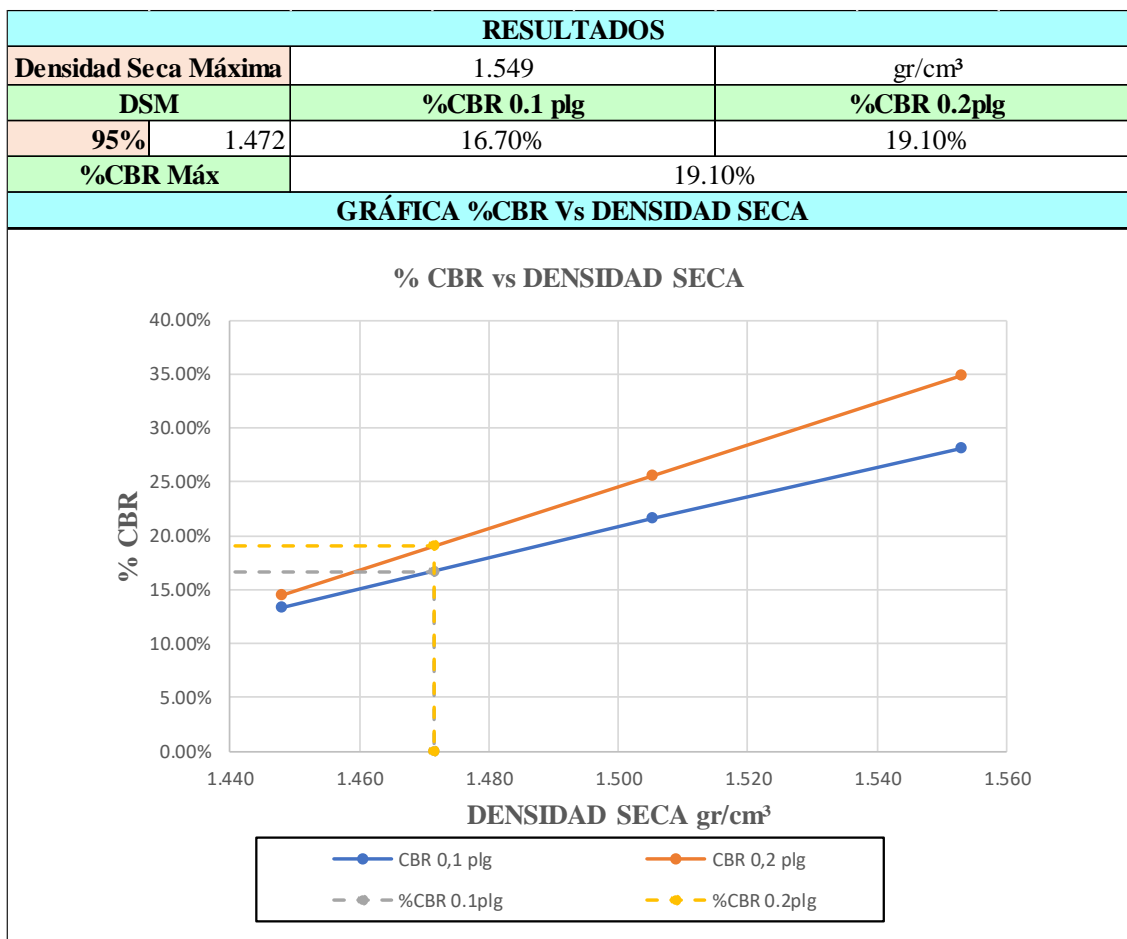
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "B" NORMAS: AASHTO T - 180								
VÍA:	Ambato - Quisapincha			COORDENADAS				
ENSAYADO POR:	Karina Veloz			X: 9862172	Y: 761093			
ABSCISA:	Km 6+400			FECHA:	7/9/2021			
ID MUESTRA:	M4 Subrasante			REVISADO POR:	Ing. Msc. Galo Núñez			
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO								
N° de Golpes:	56		N° capas:	5		P. martillo:	10 lb	
Altura de caída:	18' o 1.5ft		P. molde:	15524 gr	Vol. molde:	2291.82 cm ³		
Energía de compactación:	55986 lb/ft/ft ³	Diámetro:	15.17 cm	Altura:	12.68 cm			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo número	1	2	3	4				
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000				
Humedad inicial añadida	8	12	16	20				
P. molde + suelo húmedo	19280	19559	19740	19652				
Peso suelo húmedo	3756	4035	4216	4128				
Peso unitario húmedo γ_m	1.639	1.761	1.840	1.801				
2. CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	82	H5	87	30	1	H1	102	46A
R. + Suelo húmedo	216.7	165.4	135.1	198.6	215.3	194.8	206.1	201.7
R. + Suelo seco	198.2	152.2	121.4	177.1	186.0	170.0	173.7	169.7
Peso agua	18.5	13.2	13.7	21.5	29.3	24.8	32.4	32
Peso recipiente	30.7	33.0	30.8	33.4	32.3	30.6	32.3	30.8
Peso suelo seco	167.5	119.2	90.6	143.7	153.7	139.4	141.4	138.9
Contenido humeda $\omega\%$	11.04%	11.07%	15.12%	14.96%	19.06%	17.79%	22.91%	23.04%
Cont. Humedad prom. $\omega\%$	11.06%		15.04%		18.43%		22.98%	
Densidad seca γ_d	1.48		1.53		1.55		1.46	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p style="text-align: center;">Relación densidad vs contenido de humedad γ_d vs. $\omega\%$</p> 								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
La densidad máxima (γ_d máx) alcanzada según la gráfica corresponde a 1.549 gr/cm ³ , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo (W ópt) de 17,0 %, 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 						
VÍA:	Ambato - Quisapincha					
ENSAYADO POR:	Karina Veloz		COORDENADAS			
ABSCISA:	Km 6+400		X: 9862172		Y: 761093	
ID. DE MUESTRA:	M4 Subrasante		REVISADO POR:		Ing. Msc. Galo Núñez	
FECHA:	15/09/2021		Wópt:		17.0	
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15.27	Diámetro	15.17	Diámetro	15.14
	Altura	12.69	Altura	12.69	Altura	12.62
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	13672		12311		12562	
Masa Molde (gr)	9631		8205		8363	
Masa muestra húmeda (gr)	4041		4106		4199	
Volumen muestra (cm ³)	2323.90		2293.56		2271.89	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.739		1.790		1.848	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	30.5	30.1	30.8	30.4	32.3	30.8
Masa suelo hum+recip. (gr)	129.9	147.5	135.2	146.6	133.4	103.7
Masa suelo seco+recip. (gr)	114.1	126.9	118.5	128.2	117.2	92.1
Masa de agua (gr)	15.8	20.6	16.7	18.4	16.2	11.6
Masa suelo seco (gr)	83.6	96.8	87.7	97.8	84.9	61.3
Contenido de humedad W%	18.90%	21.28%	19.04%	18.81%	19.08%	18.92%
Promedio W%	20.09%		18.93%		19.00%	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.448		1.505		1.553	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	13765		12322		12553	
Masa Molde (gr)	9631		8205		8363	
Masa muestra húmeda (gr)	4134		4117		4190	
Volumen muestra (cm ³)	2323.90		2293.56		2271.89	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.779		1.795		1.844	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	30.90	33.00	30.70	30.60	31.00	30.60
Masa suelo hum+recip. (gr)	133.90	168.30	153.70	116.70	136.50	179.10
Masa suelo seco+recip. (gr)	113.80	142.90	132.30	102.00	118.10	153.10
Masa de agua (gr)	20.10	25.40	21.40	14.70	18.40	26.00
Masa suelo seco (gr)	82.90	109.90	101.60	71.40	87.10	122.50
Contenido de humedad W%	24.25%	23.11%	21.06%	20.59%	21.13%	21.22%
Promedio W%	23.68%		20.83%		21.17%	

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	139.6	46.53	185.5	61.83	285.1	95.03
0.050	223.6	74.53	325.4	108.47	451.4	150.47
0.075	313.9	104.63	485.2	161.73	633.1	211.03
0.100	398.7	132.90	647.5	215.83	843.1	281.03
0.200	653.9	217.97	1153.3	384.43	1570.5	523.50
0.300	873.8	291.27	1571.2	523.73	2235.2	745.07
0.400	1078.3	359.43	2099.2	699.73	2970.5	990.17
0.500	1263.2	421.07	2802.2	934.07	3793.1	1264.37
.						
N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	132.90	13.29%	1.448	217.97	14.53%	1.448
B	215.83	21.58%	1.505	384.43	25.63%	1.505
C	281.03	28.10%	1.553	523.50	34.90%	1.553
Densidad Seca Máxima	1.549					
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
95%		1.47	28.1%	34.9%	34.9%	

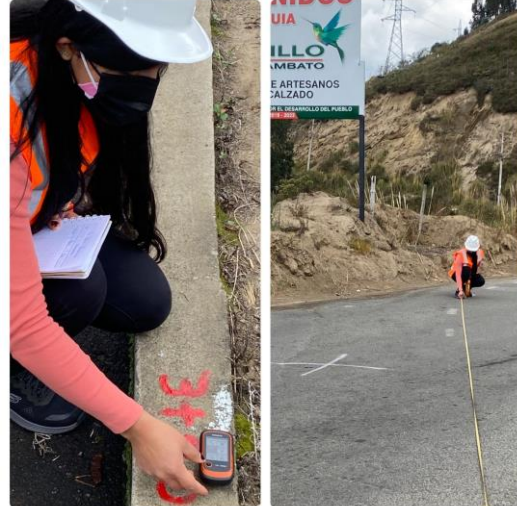




ANEXO E

FOTOGRAFÍAS

Anexo E-1: Fotografías

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL FOTOGRAFÍAS</p> 	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	
Fotografía 1	Fotografía 2
	
<p>Descripción: Abscisando la Vía Ambato – Quisapincha desde la abscisa Km 3+200 hasta el Km 6+400.</p>	<p>Descripción: Realizando el levantamiento topográfico con la ayuda de la cinta métrica y el GPS.</p>
EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS	
Fotografía 3	Fotografía 4
	
<p>Descripción: Realizando la excavación de las calicatas para la extracción de la muestra de suelo.</p>	<p>Descripción: Extrayendo las muestras de suelo para realizar los respectivos ensayos.</p>



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



CONTEO VEHICULAR

Fotografía 5



Descripción: Realizando el conteo vehicular en la abscisa Km 4+300, en la hora inicio de conteo.

Fotografía 6



Descripción: Realizando el conteo vehicular en la abscisa Km 4+300, en la hora final de conteo.

VIGA BENKELMAN

Fotografía 7



Descripción: Pesando la volqueta cargada para posteriormente realizar el ensayo con la Viga Benkelman.

Fotografía 8



Descripción: Armando la Viga Benkelman.



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



Fotografía 9



Descripción: Ubicación de la viga Benkelman y de la volqueta.

Fotografía 10



Descripción: Medición de las distancias en las que se ubicara los ejes de la volqueta.

Fotografía 11



Descripción: Tomando la lectura de la deflexión marcada por la Viga Benkelman y anotando los respectivos valores.

Fotografía 12



Descripción: Midiendo la temperatura del pavimento.



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



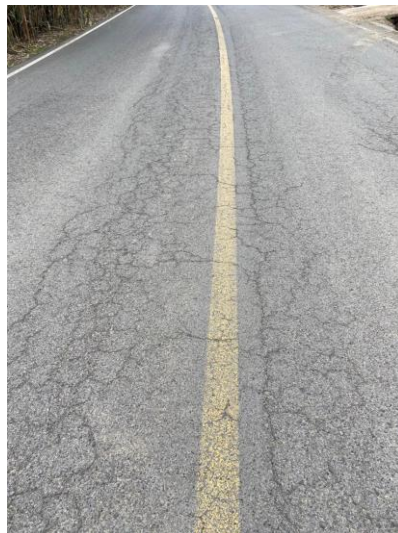
ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Fotografía 13



Descripción: Midiendo la longitud de las unidades de muestreo para realizar el PCI.

Fotografía 14



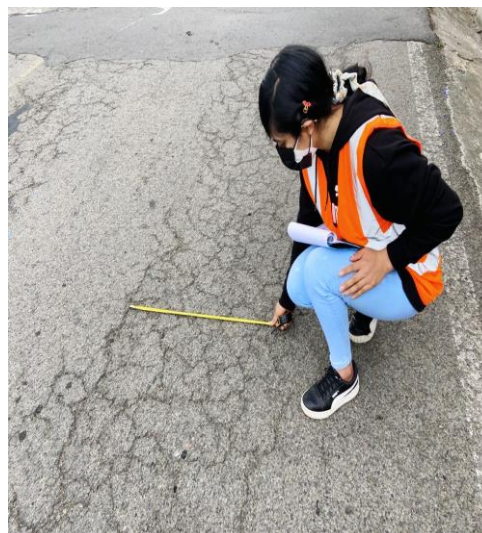
Descripción: Identificando los tipos de fallas existentes en el tramo de Vía en estudio.

Fotografía 15



Descripción: Tomando las medidas de la falla piel de cocodrilo existente en la capa de rodadura del tramo de vía en estudio.

Fotografía 16



Descripción: Midiendo la longitud de la falla agrietamiento en bloque existente en la capa de rodadura del tramo de vía en estudio.



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



ENSAYO DE SUELOS

Fotografía 17



Fotografía 18



Descripción: Secando las muestras de suelo para realizar los respectivos ensayos.

Descripción: Realizando el ensayo de análisis granulométrico de las muestras de suelo.

Fotografía 19



Descripción: Realizando el ensayo de límite líquido.

Fotografía 20



Descripción: Realizando el ensayo de límite plástico.



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



ENSAYO DE SUELOS

Fotografía 21



Descripción: tamizando y mezclando la muestra de suelo para el ensayo de Proctor modificado.

Fotografía 22



Descripción: Compactando la muestra de suelo.

Fotografía 23



Descripción: Colocando el molde en la cámara de curado para posteriormente ensayar en la máquina CBR.

Fotografía 24

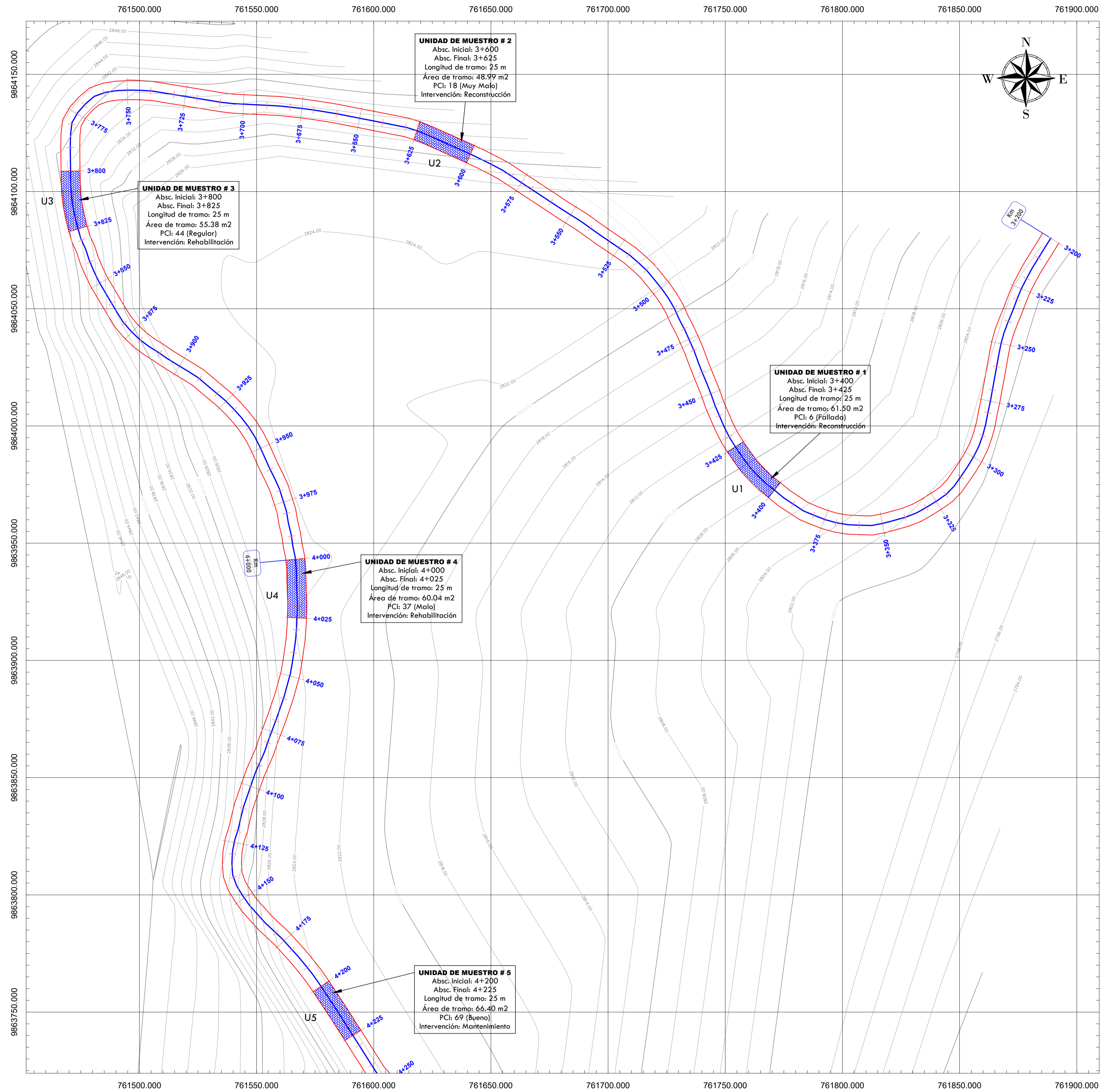


Descripción: Tomando los datos del ensayo CBR.

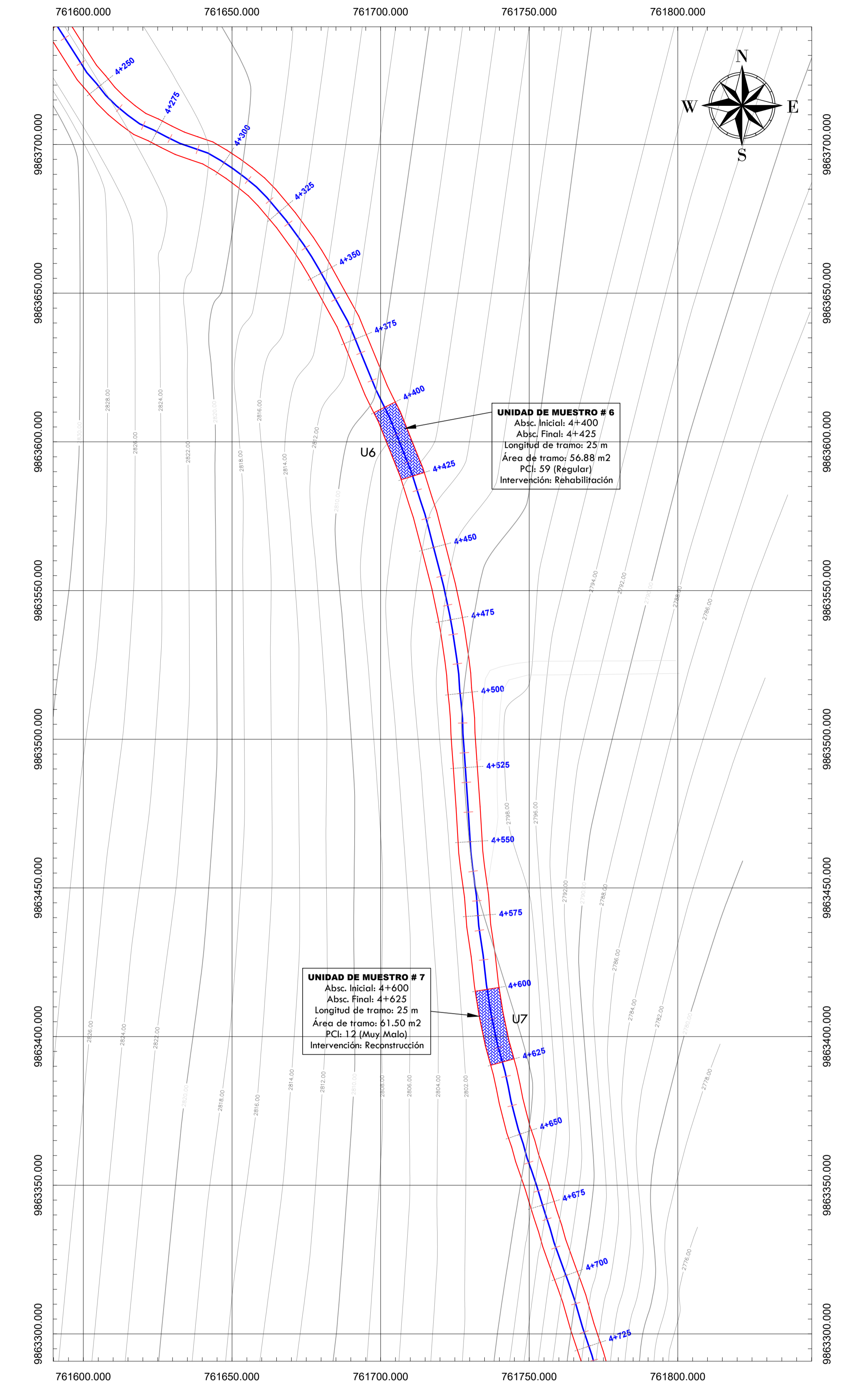
ANEXO F

PLANOS

TRAMO DE VÍA DESDE LA ABCISA 3+200 HASTA LA ABCISA 4+225



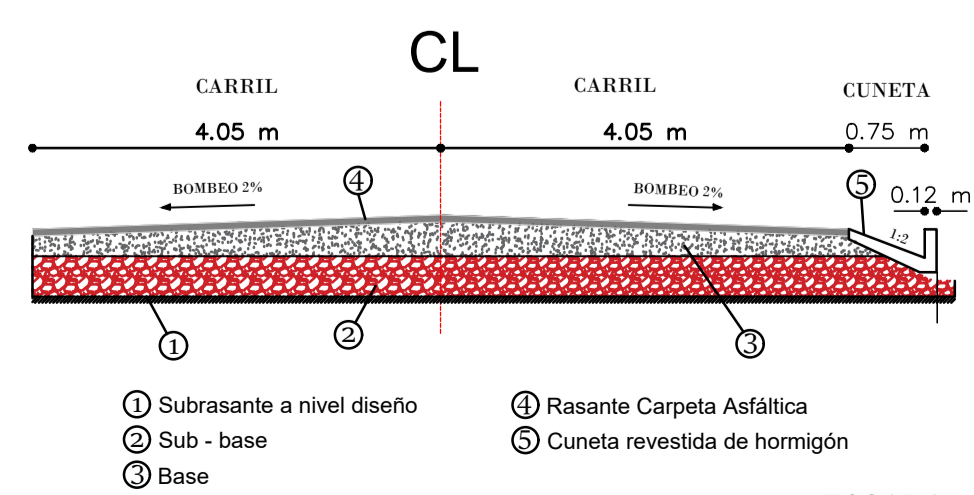
TRAMO DE VÍA DESDE LA ABCISA 4+250 HASTA LA ABCISA 4+725



SIMBOLOGÍA

	Ensayo PCI
--	------------

SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

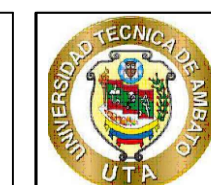
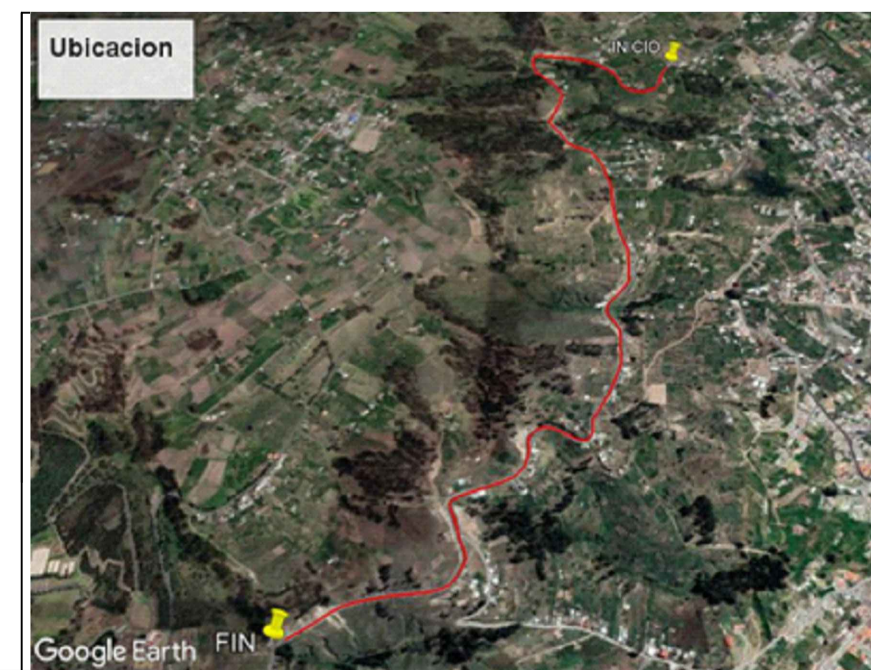


ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO TIPO DE FALLAS

AB	Agrietamiento en bloque
GLT	Grietas longitudinales y transversales
HU	Huecos
P	Parqueo
M	Meteorización
PC	Piel de Cocodrilo

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO UNIDADES DE MUESTREO

CÓDIGO	SIGNIFICADO	ABCISA
U1	U. de muestreo 1	Km 3+400
U2	U. de muestreo 2	Km 3+600
U3	U. de muestreo 3	Km 3+800
U4	U. de muestreo 4	Km 4+000
U5	U. de muestreo 5	Km 4+200
U6	U. de muestreo 6	Km 4+400
U7	U. de muestreo 7	Km 4+600



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



TEMA: Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Quisapincha, Ambato, Tungurahua, Ecuador

FECHA: Diciembre 2021

REALIZADO: Karina Veloz

REVISADO: Ing. Galo Núñez

CONTIENE: Levantamiento Vial Sección Típica

LONGITUD: 3.2 Km

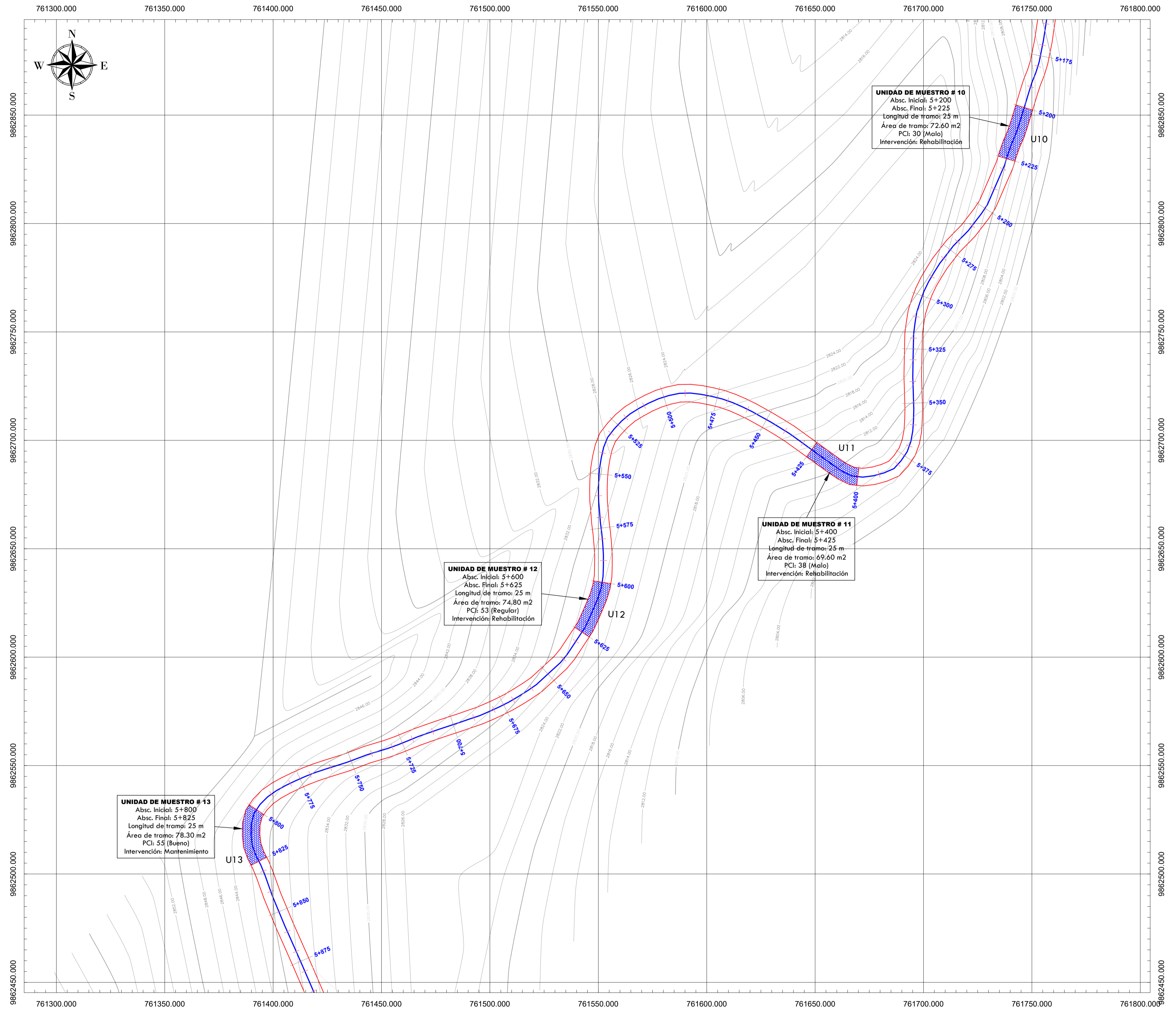
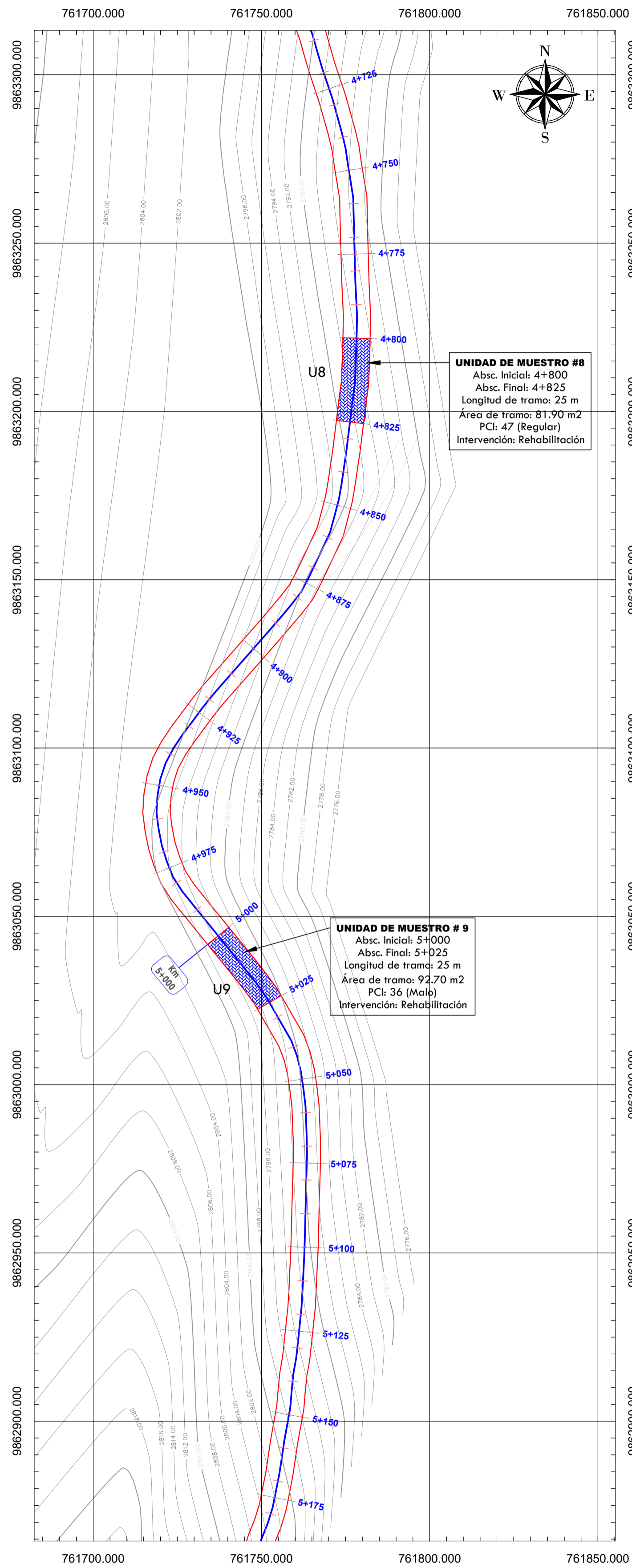
CATEGORÍA: Tipo I

ESCALA: 1:1000

LÁMINA: A1 1 de 6

TRAMO DE VÍA DESDE LA ABCISA 4+725 HASTA LA ABCISA 5+175

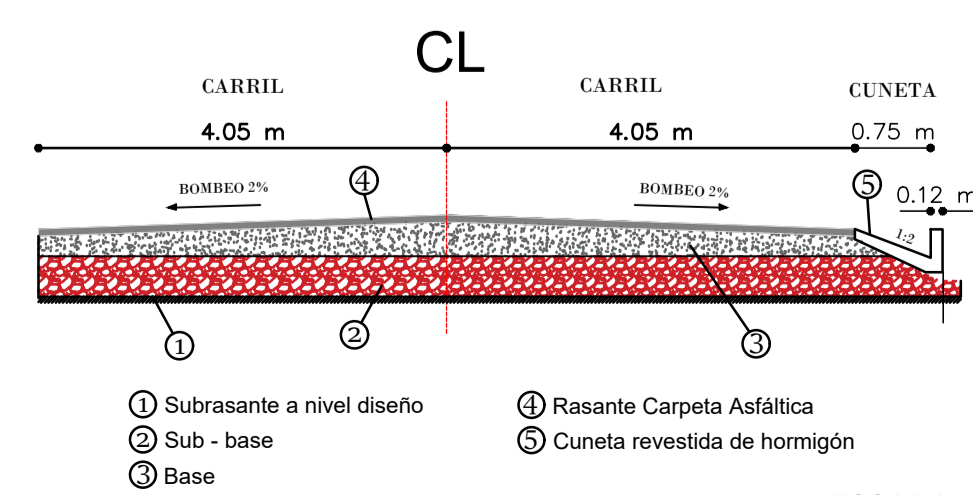
TRAMO DE VÍA DESDE LA ABCISA 5+175 HASTA LA ABCISA 5+875



SIMBOLOGÍA

	Ensayo PCI
--	------------

SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

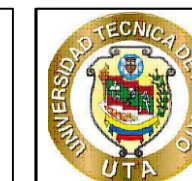


ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

TIPO DE FALLAS	AB	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE
GLT	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	
HU	HUECOS	
P	PARCHEO	
M	METEORIZACIÓN	
PC	PIEL DE COCODRILLO	

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

UNIDADES DE MUESTREO	CÓDIGO	SIGNIFICADO	ABCISA
U8	U. de muestreo 8		Km 4+800
U9	U. de muestreo 9		Km 5+000
U10	U. de muestreo 10		Km 5+200
U11	U. de muestreo 11		Km 5+400
U12	U. de muestreo 12		Km 5+600
U13	U. de muestreo 13		Km 5+800



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



TEMA: Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Quisapincha, Ambato, Tungurahua, Ecuador

FECHA: Diciembre 2021

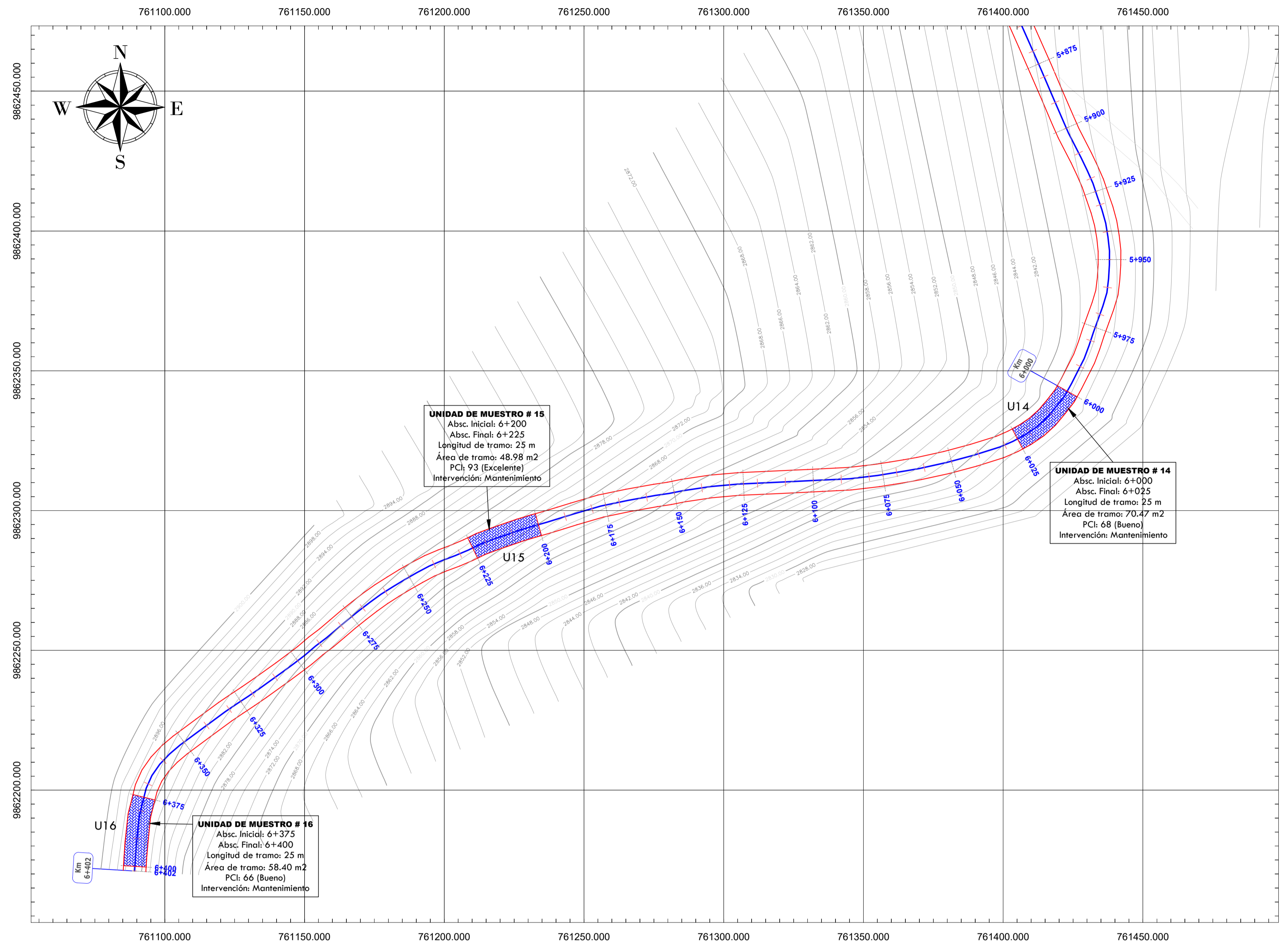
REALIZADO: Karina Veloz

REVISADO: Ing. Galo Núñez

CONTIENE: Levantamiento Vial Sección Típica

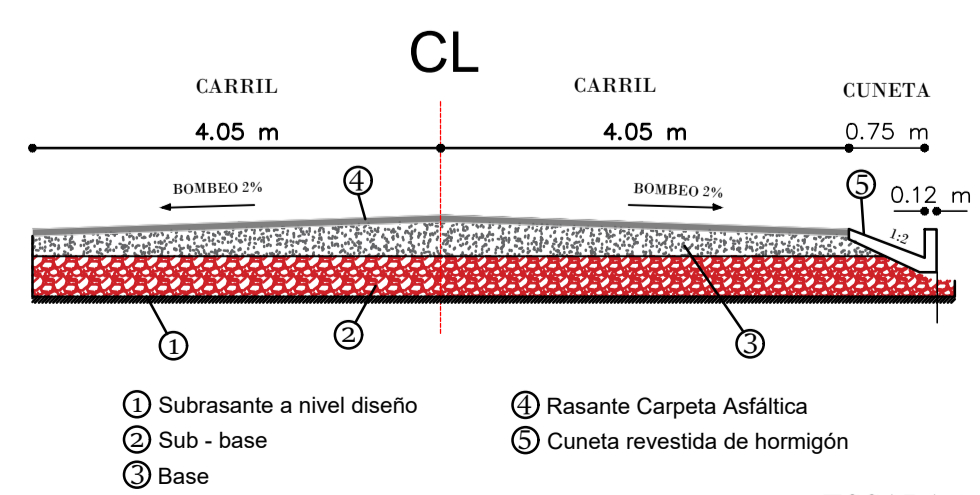
LONGITUD: 3.2 Km **CATEGORÍA:** Tipo I **ESCALA:** 1:1000 **LÁMINA:** A1 2 de 6

TRAMO DE VÍA DESDE LA ABCISA 5+875 HASTA LA ABCISA 6+400



SIMBOLOGÍA	
	Ensayo PCI

SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

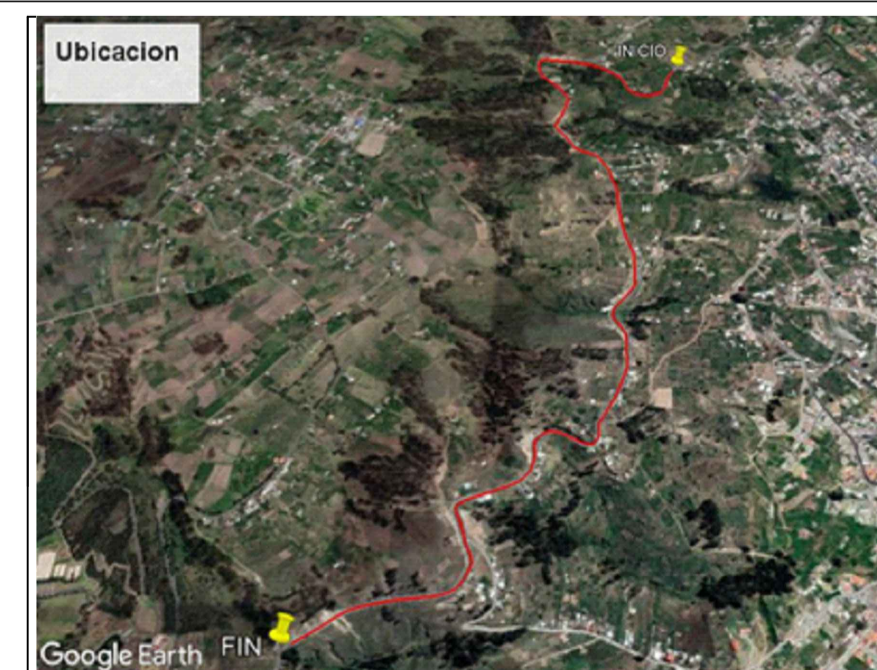


ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO TIPO DE FALLAS

AB	Agrietamiento en bloque
GLT	Grietas longitudinales y transversales
HU	Huecos
P	Parcheo
M	Meteorización
PC	Piel de Cocodrilo

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO UNIDADES DE MUESTREO

CÓDIGO	SIGNIFICADO	ABCISA
U14	U. de muestreo 14	Km 6+000
U15	U. de muestreo 15	Km 6+200
U16	U. de muestreo 16	Km 6+375



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



TEMA: Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Quisapincha, Ambato, Tungurahua, Ecuador

FECHA: Diciembre 2021

REALIZADO:

REVISADO:

CONTIENE:
 Levantamiento Vial
 Sección Típica

Karina Veloz

Ing. Galo Núñez

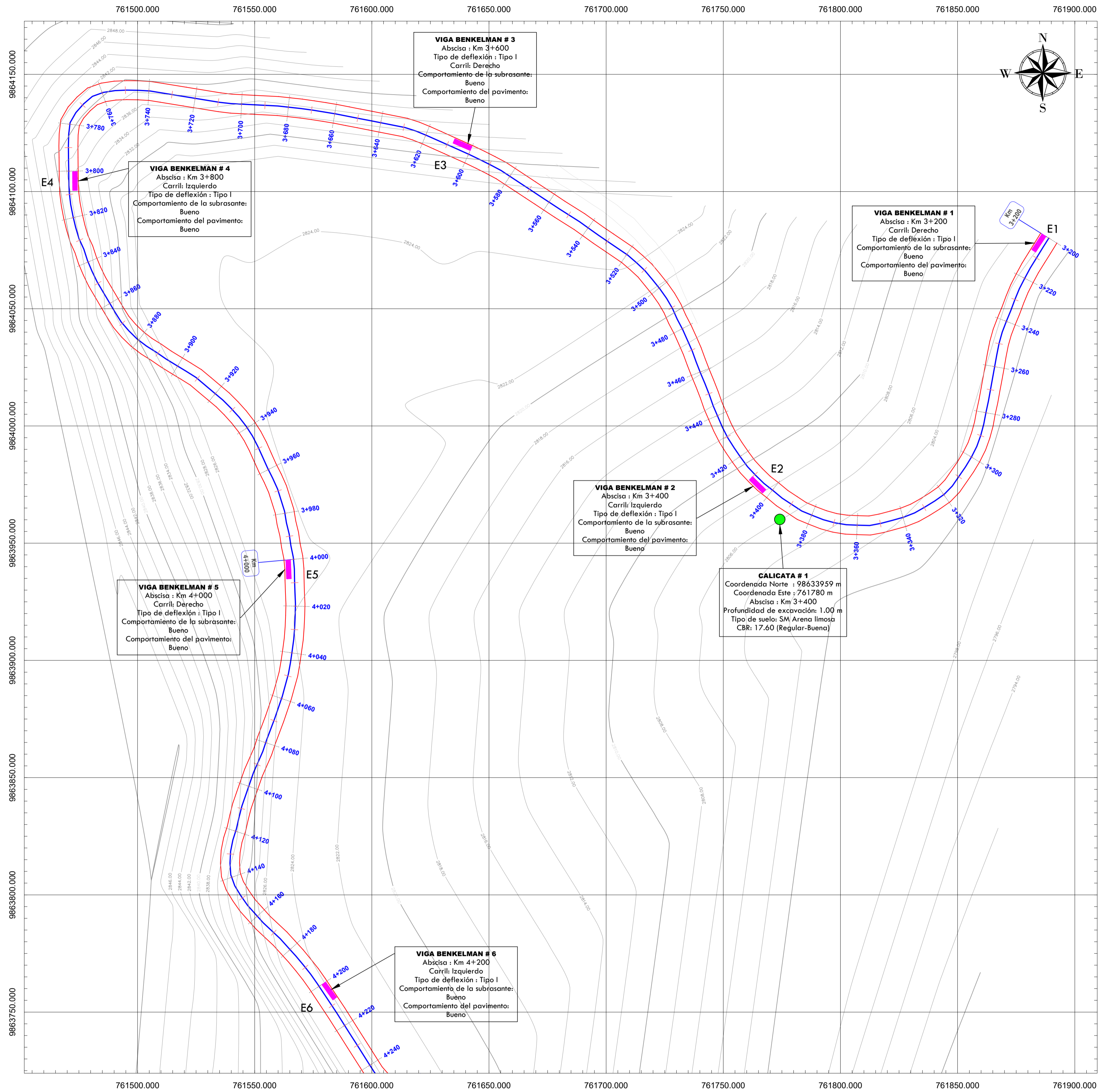
LONGITUD: 3.2 Km

CATEGORÍA: Tipo I

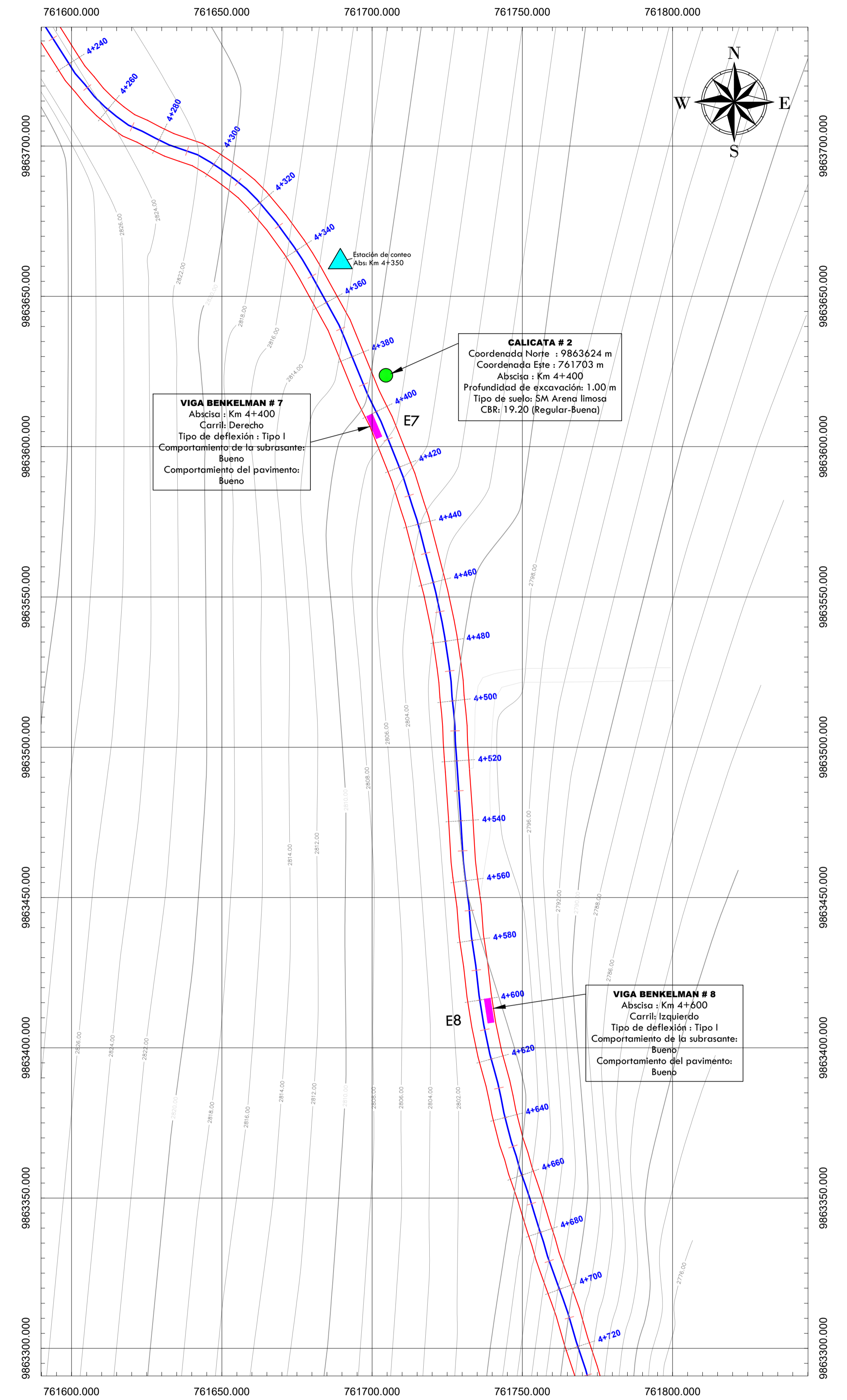
ESCALA: 1:1000

LÁMINA: A1 3 de 6

TRAMO DE VÍA DESDE LA ABCISA 3+200 HASTA LA ABCISA 4+240

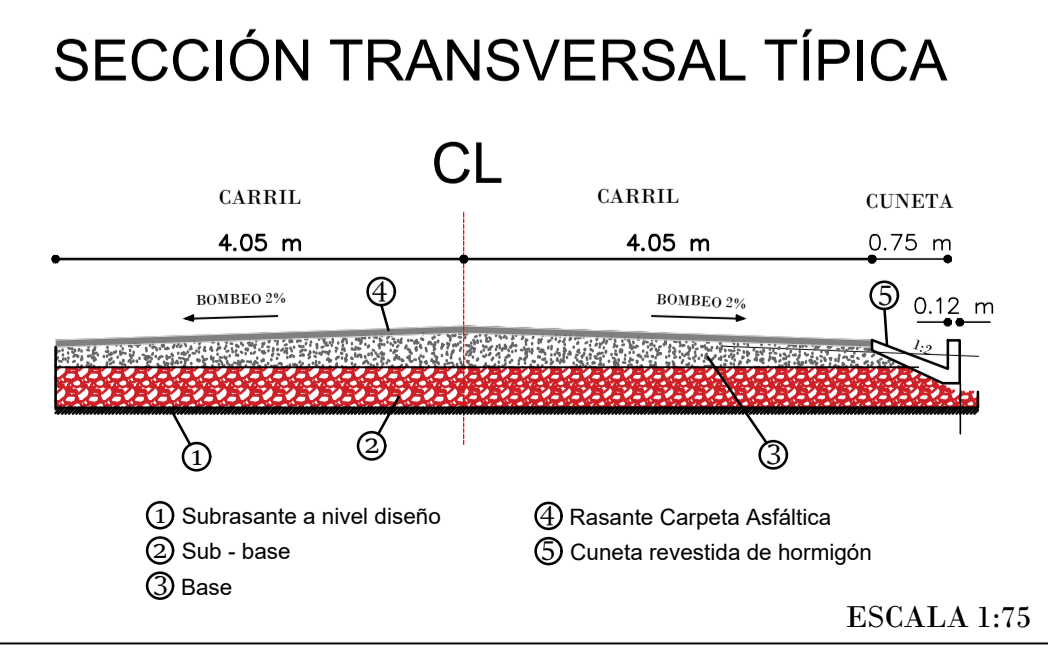


TRAMO DE VÍA DESDE LA ABCISA 4+240 HASTA LA ABCISA 4+720



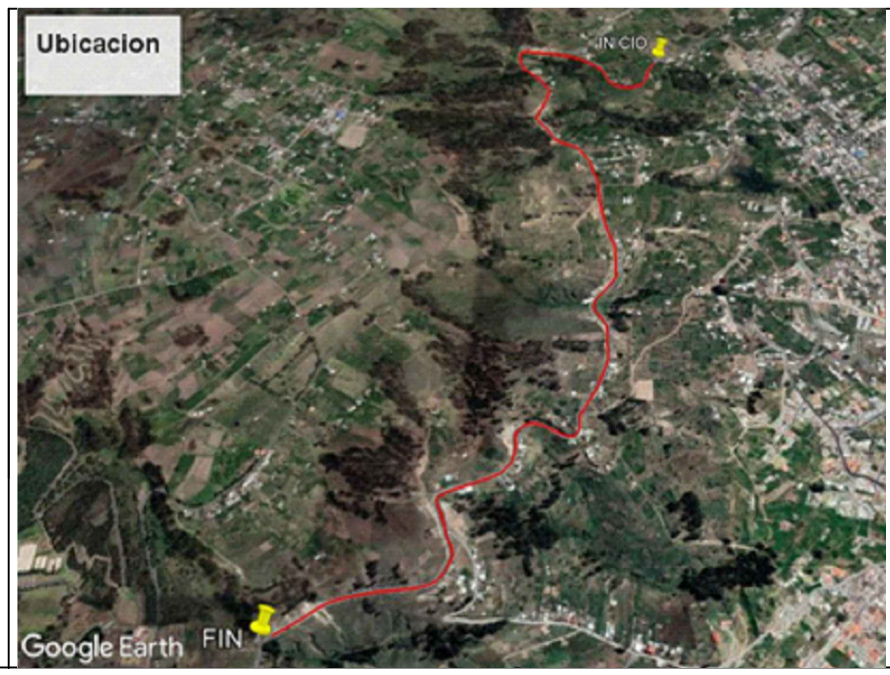
SIMBOLOGÍA

	Estación de conteo
	Ensayo Viga Benkelman
	Calicatas



VIGA BENKELMAN ESTACIONES

CÓDIGO	SIGNIFICADO	ABSCISA
E1	Estación 1	Km 3+200
E2	Estación 2	Km 3+400
E3	Estación 3	Km 3+600
E4	Estación 4	Km 3+800
E5	Estación 5	Km 4+000
E6	Estación 6	Km 4+200
E7	Estación 7	Km 4+400
E8	Estación 8	Km 4+600



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

TEMA: Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Quisapincha, Ambato, Tungurahua, Ecuador

FECHA: Diciembre 2021

REALIZADO: Karina Veloz

REVISADO: Ing. Galo Núñez

CONTIENE: Levantamiento Vial Sección Típica

LONGITUD: 3.2 Km

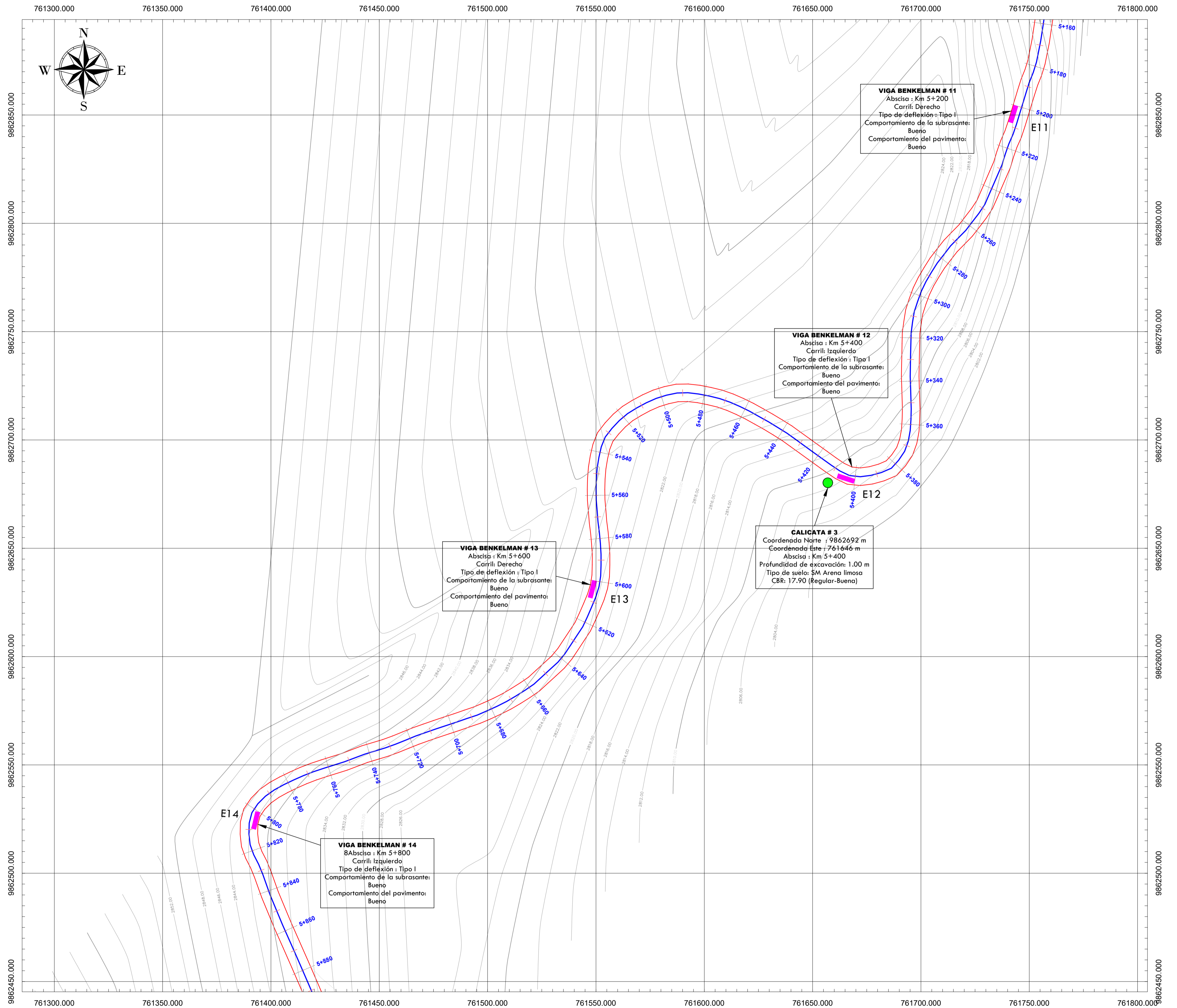
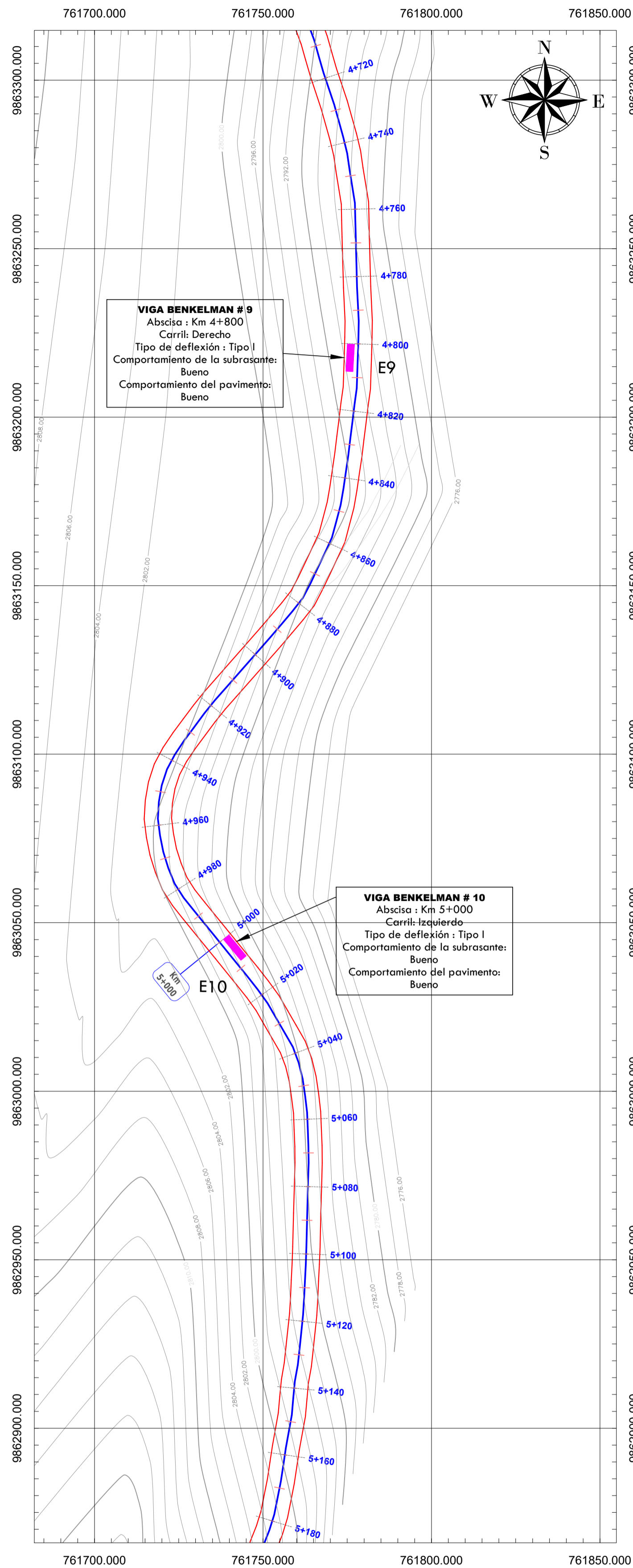
CATEGORÍA: Tipo I

ESCALA: 1:1000

LÁMINA: A1 4 de 6

TRAMO DE VÍA DESDE LA ABCISA 4+720 HASTA LA ABCISA 5+180

TRAMO DE VÍA DESDE LA ABCISA 5+160 HASTA LA ABCISA 5+880



VIGA BENKELMAN # 9
 Abscisa : Km 4+800
 Carril: Derecho
 Tipo de deflexión : Tipo I
 Comportamiento de la subrasante: Bueno
 Comportamiento del pavimento: Bueno

VIGA BENKELMAN # 10
 Abscisa : Km 5+000
 Carril: Izquierdo
 Tipo de deflexión : Tipo I
 Comportamiento de la subrasante: Bueno
 Comportamiento del pavimento: Bueno

VIGA BENKELMAN # 13
 Abscisa : Km 5+600
 Carril: Derecho
 Tipo de deflexión : Tipo I
 Comportamiento de la subrasante: Bueno
 Comportamiento del pavimento: Bueno

VIGA BENKELMAN # 14
 Abscisa : Km 5+800
 Carril: Izquierdo
 Tipo de deflexión : Tipo I
 Comportamiento de la subrasante: Bueno
 Comportamiento del pavimento: Bueno

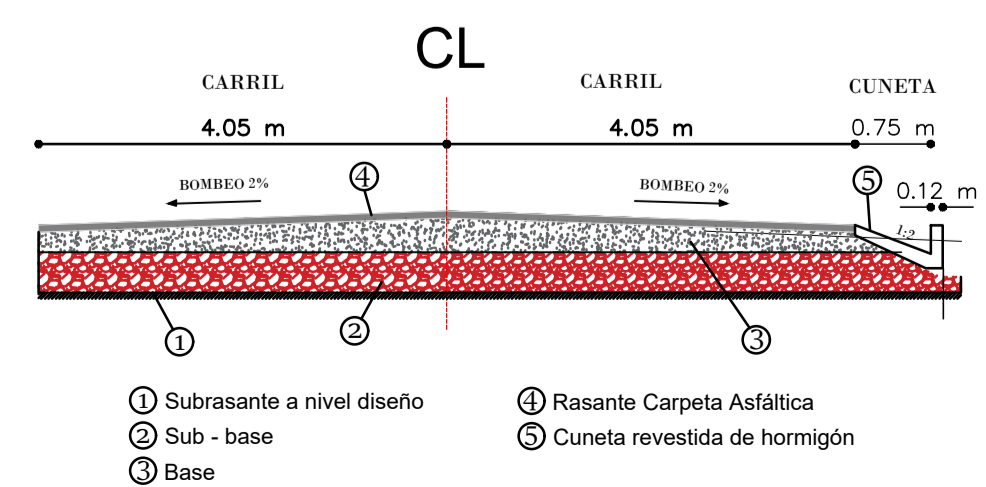
VIGA BENKELMAN # 12
 Abscisa : Km 5+400
 Carril: Izquierdo
 Tipo de deflexión : Tipo I
 Comportamiento de la subrasante: Bueno
 Comportamiento del pavimento: Bueno

CALICATA # 3
 Coordenada Norte : 9862692 m
 Coordenada Este : 761646 m
 Abscisa : Km 5+400
 Profundidad de excavación: 1.00 m
 Tipo de suelo: SM Arena limosa
 CBR: 17.90 (Regular-Buena)

SIMBOLOGÍA

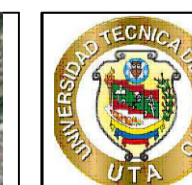
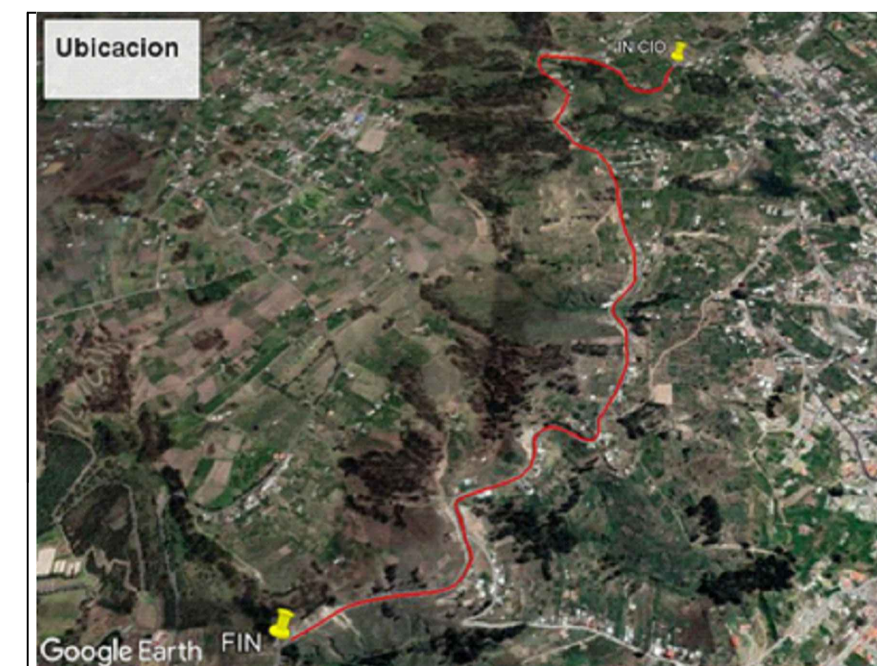
	Estación de conteo
	Ensayo Viga Benkelman
	Calicatas

SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA



VIGA BENKELMAN ESTACIONES

CÓDIGO	SIGNIFICADO	ABSCISA
E9	Estación 9	Km 4+800
E10	Estación 10	Km 5+000
E11	Estación 11	Km 5+200
E12	Estación 12	Km 5+400
E13	Estación 13	Km 5+600
E14	Estación 14	Km 5+800



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



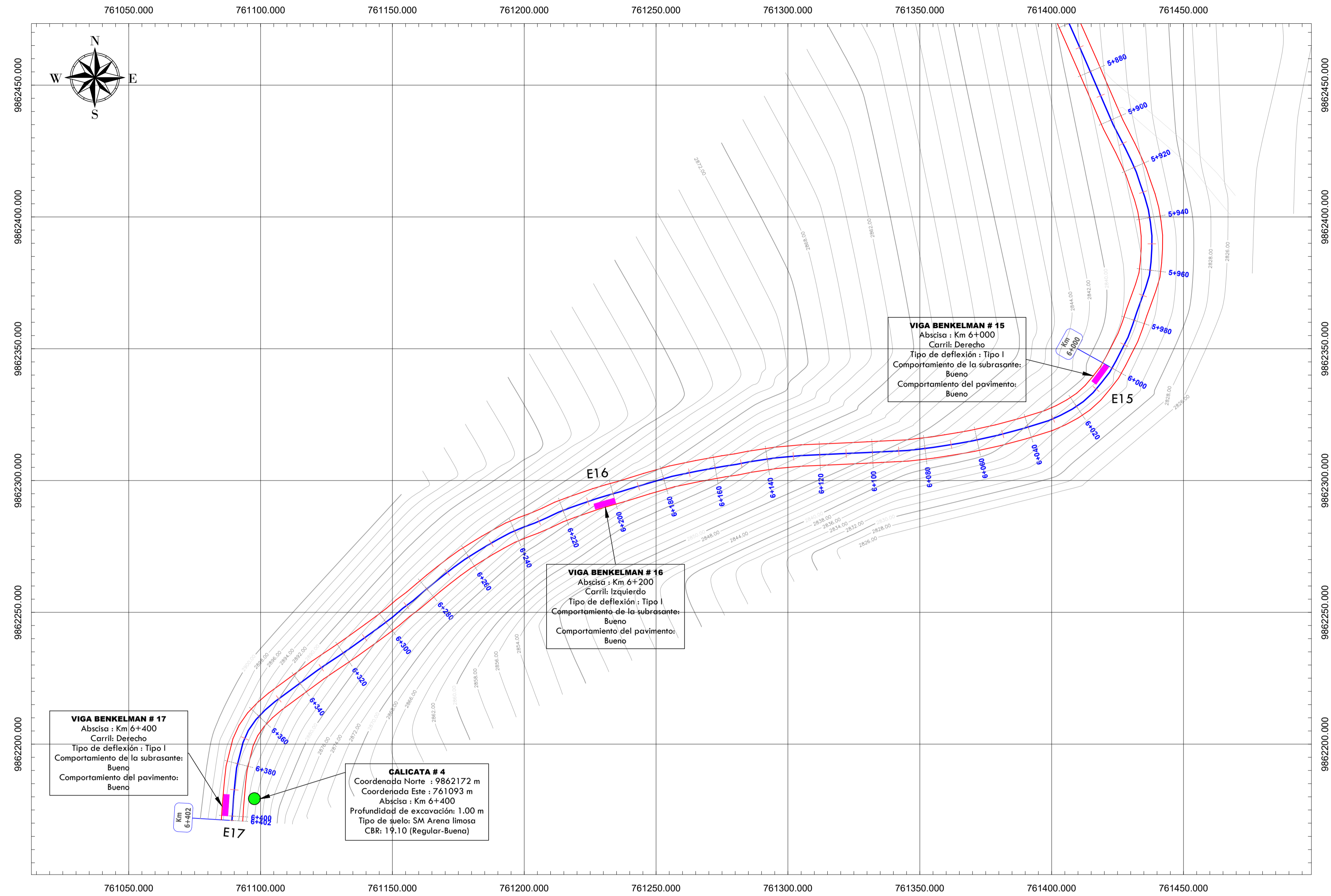
TEMA: Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua

UBICACIÓN: Quisapincha, Ambato, Tungurahua, Ecuador **FECHA:** Diciembre 2021

REALIZADO: Karina Veloz **REVISADO:** Ing. Galo Núñez **CONTIENE:** Levantamiento Vial Sección Típica

LONGITUD: 3.2 Km **CATEGORÍA:** Tipo I **ESCALA:** 1:1000 **LÁMINA:** A1 5 de 6

TRAMO DE VÍA DESDE LA ABCISA 5+880 HASTA LA ABCISA 6+400



VIGA BENKELMAN # 17
 Abscisa : Km 6+400
 Carril: Derecho
 Tipo de deflexión : Tipo I
 Comportamiento de la subrasante: Buena
 Comportamiento del pavimento: Buena

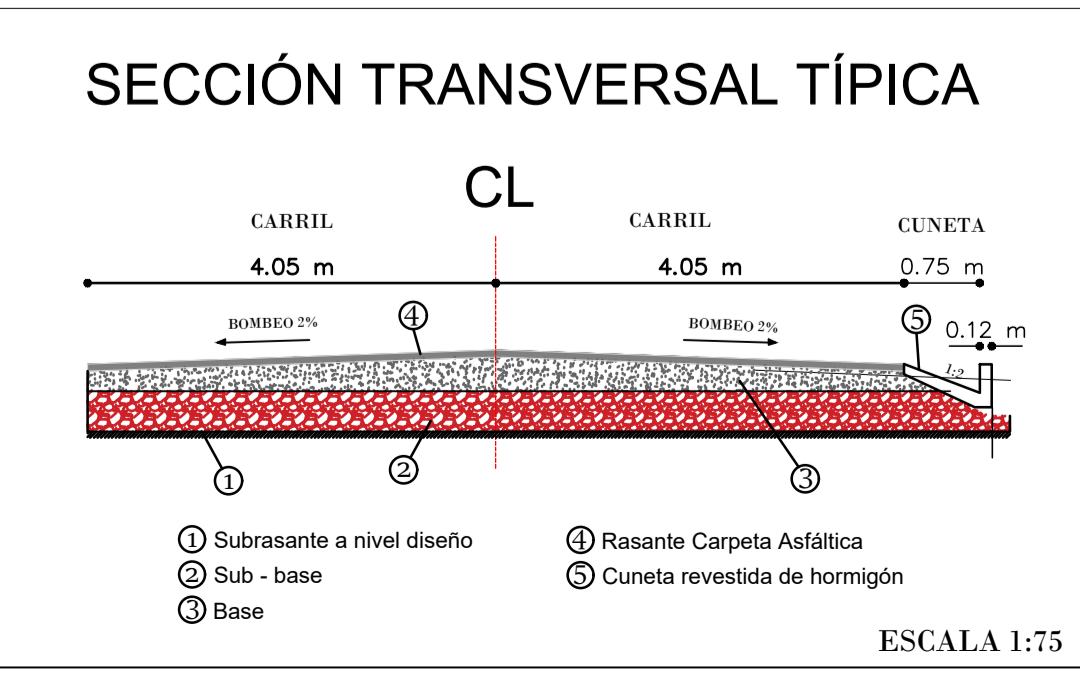
CALICATA # 4
 Coordenada Norte : 9862172 m
 Coordenada Este : 761093 m
 Abscisa : Km 6+400
 Profundidad de excavación: 1,00 m
 Tipo de suelo: SM Arena limosa
 CBR: 19,10 (Regular-Buena)

VIGA BENKELMAN # 16
 Abscisa : Km 6+200
 Carril: Izquierdo
 Tipo de deflexión : Tipo I
 Comportamiento de la subrasante: Buena
 Comportamiento del pavimento: Buena

VIGA BENKELMAN # 15
 Abscisa : Km 6+000
 Carril: Derecho
 Tipo de deflexión : Tipo I
 Comportamiento de la subrasante: Buena
 Comportamiento del pavimento: Buena

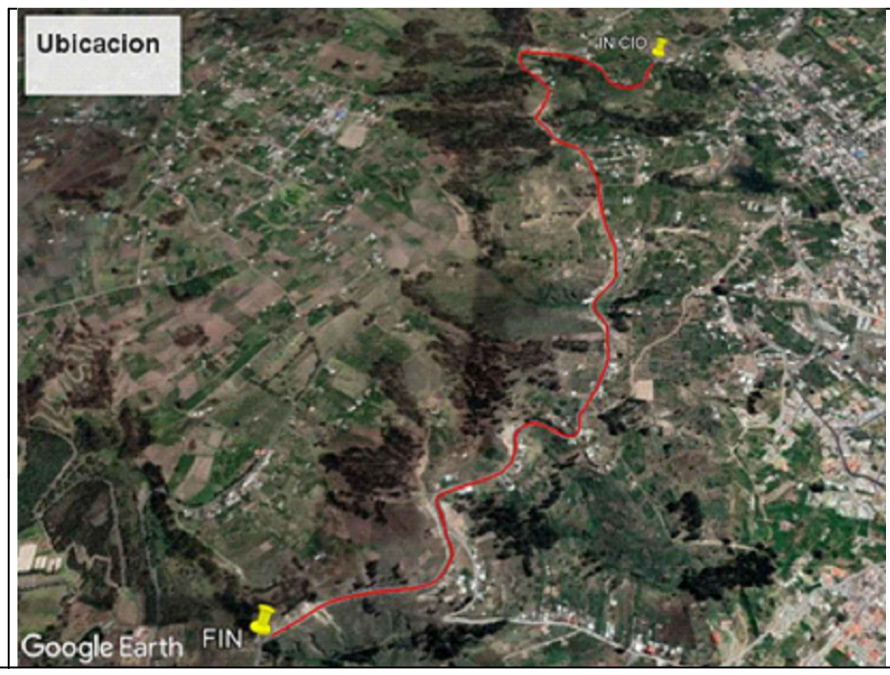
SIMBOLOGÍA

	Estación de conteo
	Ensayo Viga Benkelman
	Calicatas



VIGA BENKELMAN ESTACIONES

CÓDIGO	SIGNIFICADO	ABSCISA
E15	Estación 15	Km 6+000
E16	Estación 16	Km 6+200
E17	Estación 17	Km 6+400



<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p>	
<p>TEMA: Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Ambato - Quisapincha en el tramo de la abscisa Km 3+200 hasta la abscisa Km 6+400 de la provincia de Tungurahua</p>	
<p>UBICACIÓN: Quisapincha, Ambato, Tungurahua, Ecuador</p>	<p>FECHA: Diciembre 2021</p>
<p>REALIZADO: Karina Veloz</p>	<p>REVISADO: Ing. Galo Núñez</p>
<p>LONGITUD: 3.2 Km</p>	<p>CATEGORÍA: Tipo I</p>
<p>ESCALA: 1:1000</p>	<p>LÁMINA: A1 6 de 6</p>