



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

Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE
LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA
AMBATO – TISALEO SECTOR HUACHI LA MAGDALENA EN
EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+200 DE LA
PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

AUTOR: Edwin Andrés Jácome Mise

TUTOR: Ing. Mg. Rodrigo Iván Acosta Lozada

AMBATO – ECUADOR

Agosto - 2020

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Rodrigo Acosta, certifico que el presente Trabajo Técnico bajo el tema: “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO – TISALEO SECTOR HUACHI LA MAGDALENA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” es de Autoría del Sr. Edwin Andrés Jácome Mise, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

En todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, agosto 2020



Ing. Mg. Rodrigo Iván Acosta Lozada

Tutor

AUTORÍA DEL TRABAJO TÉCNICO

Yo, Edwin Andrés Jácome Mise con CI: 0503972093, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo con el tema: “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO – TISALEO SECTOR HUACHI LA MAGDALENA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” es de mi completa autoría, salvo conceptos, gráficas y tablas de origen bibliográfico.

Ambato, agosto 2020



Edwin Andrés Jácome Mise

C.I. 0503972093

Autor

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, agosto 2020



Edwin Andrés Jácome Mise

C.I. 0503972093

Autor

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO – TISALEO SECTOR HUACHI LA MAGDALENA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” del egresado Edwin Andrés Jácome Mise, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Ambato, agosto del 2020

Para constancia firman.



Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez Dr.



Ing. Mg. Diego Sebastián Cherez Gavilanes

DEDICATORIA

El presente trabajo técnico lo dedico a mi familia los cuales me forjaron como persona, me inculcaron buenos valores, aparte jamás trataron de truncar algún anhelo, sueño o meta que tuve, es más están ahí para apoyarme, si fallaba me daban las fuerzas para poder continuar hasta poder alcanzar lo que me propuse en un inicio, ellos no me dejarán solo, estarán presentes en mis acciones y decisiones.

Me siento demasiado orgulloso de decir que sin ninguna de sus enseñanzas no sería la persona que soy en la actualidad, todos los grandes logros que he tenido en mi corta vida se los debo, no me alcanzaré la vida para pagarles todo lo que hicieron por mí.

Tanta dedicación, preocupación y paciencia será bien recompensada. Prometo no fallarles y dar lo mejor de mí. Gracias, papá, mamá, hermana, tíos y abuelos me enseñaron lo maravillosa que es la vida y me enseñaron a vivirla adecuadamente.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por bendecirme, por guiarme a lo largo de mi existencia, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mi familia que con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

De igual manera mis agradecimientos a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, en la cual sus docentes quienes con sus enseñanzas y conocimientos hicieron que pueda desarrollarme profesionalmente.

De manera especial a mi tutor de tesis, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente.

A todos mis amigos y amigas, que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad. No ha sido sencillo el camino, pero gracias a sus aportes, a su cariño, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

| | |
|--|-------|
| PORTADA..... | I |
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR | II |
| AUTORÍA DEL TRABAJO TÉCNICO..... | III |
| DERECHOS DE AUTOR | IV |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO | V |
| DEDICATORIA | VI |
| AGRADECIMIENTO | VII |
| ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS..... | VIII |
| ÍNDICE DE TABLAS | XVI |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | XIX |
| RESUMEN EJECUTIVO | XXIII |
| ABSTRACT..... | XXIV |
| CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO | 1 |
| 1.1. Antecedentes Investigativos..... | 1 |
| 1.1.1. Antecedentes | 1 |
| 1.1.2. Justificación..... | 2 |
| 1.1.3. Fundamentación Teórica | 3 |
| 1.1.3.1. Levantamiento Georreferenciado..... | 3 |
| 1.1.3.2. Vía..... | 3 |
| 1.1.3.3. Pavimento | 4 |
| 1.1.3.3.1. Tipos de Pavimentos..... | 4 |
| 1.1.3.3.1.1. Pavimento Flexible | 4 |
| 1.1.3.3.1.2. Pavimento Rígido | 4 |
| 1.1.3.3.1.3. Pavimento Articulado | 5 |
| 1.1.3.3.2. Estructura de un Pavimento..... | 5 |

| | |
|--|----|
| 1.1.3.3.2.1. Sub Rasante..... | 5 |
| 1.1.3.3.2.2. Sub Rasante Mejorada | 5 |
| 1.1.3.3.2.3. Sub Base | 6 |
| 1.1.3.3.2.4. Base..... | 6 |
| 1.1.3.3.2.5. Capa(s) de Concreto Asfáltico..... | 6 |
| 1.1.3.3.3. Ciclo de Vida de los Pavimentos..... | 6 |
| 1.1.3.3.4. Fallas en los Pavimentos | 7 |
| 1.1.3.3.4.1. Fallas de Superficie..... | 7 |
| 1.1.3.3.4.2. Fallas Estructurales | 8 |
| 1.1.3.3.5. Mantenimiento Vial..... | 8 |
| 1.1.3.3.5.1. Mantenimiento Rutinario..... | 8 |
| 1.1.3.3.5.2. Mantenimiento Periódico..... | 9 |
| 1.1.3.4. Estudio de Tráfico..... | 10 |
| 1.1.3.4.1. Volumen del tránsito | 10 |
| 1.1.3.4.1.1. Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)..... | 11 |
| 1.1.3.4.1.2. Volumen de Hora Pico..... | 11 |
| 1.1.3.4.1.3. Volumen Horario de Diseño (VHD)..... | 11 |
| 1.1.3.4.1.4. Proyección de Tránsito | 11 |
| 1.1.3.4.2. Métodos de Muestreo | 11 |
| 1.1.3.4.2.1. Aforos Manuales..... | 11 |
| 1.1.3.4.2.2. Aforos Automáticos | 12 |
| 1.1.3.5. Estudio de Suelos..... | 12 |
| 1.1.3.5.1. Granulometría..... | 12 |
| 1.1.3.5.2. Límites Atterberg..... | 14 |
| 1.1.3.5.2.1. Límite Líquido | 14 |
| 1.1.3.5.2.2. Límite Plástico | 15 |
| 1.1.3.5.2.3. Índice Plástico..... | 15 |

| | |
|---|----|
| 1.1.3.5.3. Ensayo de Compactación Proctor..... | 15 |
| 1.1.3.5.4. Ensayo de Relación de Soporte California (CBR) | 15 |
| 1.1.3.6. Evaluación de la Condición Superficial del Pavimento Método PCI..... | 16 |
| 1.1.3.6.1. Unidades de Muestreo | 17 |
| 1.1.3.6.2. Determinación de Unidades de Muestreo..... | 17 |
| 1.1.3.6.3. Selección de Unidades de Muestreo | 18 |
| 1.1.3.6.4. Unidades de Muestreo Adicionales | 18 |
| 1.1.3.6.5. PCI por unidad de muestra | 19 |
| 1.1.3.6.5.1. Etapa 1. Cálculo de Valores Deducidos..... | 19 |
| 1.1.3.6.5.2. Etapa 2. Cálculo de Número Máximo Admisible de Valores Deducidos | 19 |
| 1.1.3.6.5.3. Etapa 3. Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido CDV | 20 |
| 1.1.3.6.5.4. Etapa 4. Cálculo del PCI de la Unidad Restando de 100 el Máximo CDV Obtenido en Etapa 3 | 20 |
| 1.1.3.6.6. Tipo de Fallas | 21 |
| 1.1.3.6.6.1. Piel de Cocodrilo | 22 |
| 1.1.3.6.6.2. Agrietamiento en Bloque | 22 |
| 1.1.3.6.6.3. Grieta de Borde | 23 |
| 1.1.3.6.6.4. Grieta de Reflexión de Junta..... | 23 |
| 1.1.3.6.6.5. Grietas Longitudinales y Transversales | 24 |
| 1.1.3.6.6.6. Cruce de Vía Férrea | 25 |
| 1.1.3.6.6.7. Grietas Parabólicas | 26 |
| 1.1.3.6.6.8. Abultamientos y Hundimientos | 26 |
| 1.1.3.6.6.9. Corrugación | 27 |
| 1.1.3.6.6.10. Depresión | 27 |
| 1.1.3.6.6.11. Ahuellamiento..... | 28 |
| 1.1.3.6.6.12. Desplazamiento..... | 28 |

| | |
|---|-----------|
| 1.1.3.6.6.13. Hinchamiento..... | 29 |
| 1.1.3.6.6.14. Huecos | 29 |
| 1.1.3.6.6.15. Desprendimiento de Agregados..... | 30 |
| 1.1.3.6.6.16. Exudación | 31 |
| 1.1.3.6.6.17. Pulimento de Agregados..... | 31 |
| 1.1.3.6.6.18. Desnivel de Carril / Berma | 31 |
| 1.1.3.6.6.19. Parcheo y Acometidas | 32 |
| 1.1.3.6.6.20. Unidades de Medidas de Tipo de Fallas | 32 |
| 1.1.3.7. Viga Benkelman..... | 33 |
| 1.2. Objetivos | 34 |
| 1.2.1. Objetivo General | 34 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos | 34 |
| CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA | 35 |
| 2.1. Materiales y Equipos..... | 37 |
| 2.2. Métodos..... | 43 |
| 2.2.1. Plan de Recolección de Datos | 43 |
| 2.2.2. Plan de Procesamiento y Análisis de Información..... | 44 |
| CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 45 |
| 3.1. Análisis y Discusión de Resultados | 45 |
| 3.1.1. Levantamiento Topográfico Georreferenciado | 45 |
| 3.1.2. Análisis de Tráfico | 46 |
| 3.1.2.1. Formato de Conteo Vehicular..... | 47 |
| 3.1.2.2. Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) por el método de la trigésima hora..... | 49 |
| 3.1.2.3. Cálculo del Factor de Hora Pico | 51 |
| 3.1.2.4. Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)..... | 51 |
| 3.1.2.5. Cálculo del Tráfico Atraído (T_{at}) | 52 |

| | |
|---|----|
| 3.1.2.6. Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Total | 52 |
| 3.1.2.7. Cálculo del Tráfico Futuro (Tf) | 54 |
| 3.1.2.8. Clasificación de la Vía en Función del Trafico Futuro..... | 56 |
| 3.1.2.9. Cálculo de Ejes Equivalentes..... | 56 |
| 3.1.3. Evaluación Superficial del Pavimento Asfaltico mediante el Índice de Condición de Pavimentos (PCI)..... | 59 |
| 3.1.3.1. Cálculo de Unidades de Muestreo | 59 |
| 3.1.3.1.1. Longitud de Unidad de Muestra | 59 |
| 3.1.3.1.2. Área Real del Tramo..... | 60 |
| 3.1.3.1.3. Número Total de Unidades de Muestreo en la Sección del Pavimento..... | 60 |
| 3.1.3.1.4. Número Mínimo de Unidades de Muestreo a Evaluar | 61 |
| 3.1.3.1.5. Intervalo de muestreo | 61 |
| 3.1.3.1.6. Corrección del Número de Unidades de Muestreo..... | 61 |
| 3.1.3.1.7. Secciones por Analizar y Determinar el PCI..... | 62 |
| 3.1.3.2. Formato de Evaluación por el Método de Índice de Condición de Pavimento (PCI) 62 | |
| 3.1.3.3. Resultados del Índice de Condición de Pavimento (PCI)..... | 65 |
| 3.1.4. Medición de Deflexiones con el Equipo “Viga Benkelman”..... | 65 |
| 3.1.4.1. Corrección por Relación de Brazos de Viga Benkelman..... | 66 |
| 3.1.4.2. Corrección de Deflexiones por Efectos de Temperatura | 67 |
| 3.1.4.3. Corrección por Efectos de Estacionalidad | 69 |
| 3.1.4.4. Cálculo del Radio de Curvatura..... | 70 |
| 3.1.4.5. Cálculo de Deflexión Característica | 71 |
| 3.1.4.6. Cálculo de Deflexión Admisible..... | 72 |
| 3.1.4.7. Cálculo de Deflexión Crítica | 72 |
| 3.1.4.8. Tipos de Deflexiones | 73 |
| 3.1.4.9. Resultados del Ensayo no Destructivo “Viga Benkelman” | 73 |

| | |
|--|-----------|
| 3.1.5. Estudio de Suelos | 75 |
| 3.1.5.1. Análisis Granulométrico | 76 |
| 3.1.5.2. Límites de Atterberg | 78 |
| 3.1.5.2.1. Límite Líquido..... | 78 |
| 3.1.5.2.2. Límite Plástico..... | 78 |
| 3.1.5.2.3. Resultados de Límites de Atterberg..... | 78 |
| 3.1.5.3. Proctor Modificado Tipo B..... | 79 |
| 3.1.5.4. Ensayo de Relación de Soporte California (CBR)..... | 79 |
| 3.1.6. Conservación Vial | 80 |
| 3.1.6.1. Plan de Conservación Vial según valores de PCI..... | 80 |
| 3.1.6.2. Plan de Conservación Vial según Deflexiones Dadas por Viga Benkelman..... | 84 |
| 3.1.7. Tipos de mantenimientos | 84 |
| 3.1.7.1. Mantenimiento Periódico..... | 85 |
| 3.1.7.2. Mantenimiento Rutinario | 85 |
| CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 87 |
| 4.1. Conclusiones | 87 |
| 4.2. Recomendaciones..... | 88 |
| Referencias Bibliográficas | 89 |
| Anexos | 93 |
| Anexo A. Levantamiento Topográfico Georreferenciado | 93 |
| A-1 Coordenadas Obtenidas en el Levantamiento Topográfico Georreferenciado ... | 94 |
| Anexo B. Conteo Vehicular Manual..... | 105 |
| B-1 Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Lunes 25 de noviembre del 2019..... | 106 |
| B-2 Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Martes 26 de noviembre del 2019 | 109 |

| | | |
|------|---|-----|
| B-3 | Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Miércoles 27 de noviembre del 2019..... | 112 |
| B-4 | Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Jueves 28 de noviembre del 2019..... | 115 |
| B-5 | Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Viernes 29 de noviembre del 2019 | 118 |
| B-6 | Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Sábado 30 de noviembre del 2019..... | 121 |
| B-7 | Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Domingo 01 de diciembre del 2019..... | 124 |
| | Anexo C. Índice de Condición del Pavimento | 127 |
| C-1 | Registro de la Unidad de Muestreo U1, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 128 |
| C-2 | Registro de la Unidad de Muestreo U2, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 132 |
| C-3 | Registro de la Unidad de Muestreo U3, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 135 |
| C-4 | Registro de la Unidad de Muestreo U4, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 138 |
| C-5 | Registro de la Unidad de Muestreo U5, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 141 |
| C-6 | Registro de la Unidad de Muestreo U6, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 145 |
| C-7 | Registro de la Unidad de Muestreo U7, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 148 |
| C-8 | Registro de la Unidad de Muestreo U8, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 151 |
| C-9 | Registro de la Unidad de Muestreo U9, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 154 |
| C-10 | Registro de la Unidad de Muestreo U10, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 157 |
| C-11 | Registro de la Unidad de Muestreo U11, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 160 |
| C-13 | Registro de la Unidad de Muestreo U13, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 164 |
| C-14 | Registro de la Unidad de Muestreo U14, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 166 |

| | |
|---|-----|
| C-15 Registro de la Unidad de Muestreo U15, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 168 |
| C-16 Registro de la Unidad de Muestreo U16, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo | 170 |
| Anexo D. Estudios de Suelos | 173 |
| D-1 Análisis Granulométrico Calicata 1 | 175 |
| D-2 Límites de Atterberg Calicata 1 | 176 |
| D-3 Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B Calicata 1 | 177 |
| D-4 Ensayo CBR Calicata 1 | 178 |
| D-5 Análisis Granulométrico Calicata 2 | 181 |
| D-6 Límites de Atterberg Calicata 2 | 182 |
| D-7 Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B Calicata 2 | 183 |
| D-8 Ensayo CBR Calicata 2..... | 184 |
| D-9 Análisis Granulométrico Calicata 3 | 187 |
| D-10 Límites de Atterberg Calicata 3 | 188 |
| D-11 Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B Calicata 3 | 189 |
| D-12 Ensayo CBR Calicata 3..... | 190 |
| D-13 Análisis Granulométrico Calicata 4..... | 193 |
| D-14 Límites de Atterberg Calicata 4 | 194 |
| D-15 Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B Calicata 4 | 195 |
| D-16 Ensayo CBR Calicata 4..... | 196 |
| Anexo E. Fotografías | 198 |
| E-1 Fotografías..... | 199 |
| Anexo F. Planos | 203 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Denominación de las Capas Asfálticas en Caliente de Graduación Continua | 6 |
| Tabla 2. Serie de Tamices Para Análisis Granulométrico..... | 13 |
| Tabla 3. Relación de Carga Unitaria Patrón con Penetración..... | 16 |
| Tabla 4. Rangos de Calificación del PCI..... | 17 |
| Tabla 5. Longitud de Unidades de Muestreo de Pavimentos Asfálticos..... | 17 |
| Tabla 6. Clasificación de Fallas Según PCI (Fisuras y Grietas)..... | 21 |
| Tabla 7. Clasificación de Fallas Según PCI (Deformaciones Superficiales)..... | 21 |
| Tabla 8. Clasificación de Fallas Según PCI (Desprendimientos)..... | 21 |
| Tabla 9. Clasificación de Fallas Según PCI (Otras Fallas)..... | 22 |
| Tabla 10. Niveles de Severidad Piel de Cocodrilo..... | 22 |
| Tabla 11. Niveles de Severidad Agrietamiento en Bloque..... | 23 |
| Tabla 12. Niveles de Severidad Grieta de Bloque..... | 23 |
| Tabla 13. Niveles de Severidad Grieta de Reflexión de Junta..... | 24 |
| Tabla 14. Niveles de Severidad Grietas Longitudinales y Transversales..... | 25 |
| Tabla 15. Niveles de Severidad Cruce de Vía Férrea..... | 25 |
| Tabla 16. Niveles de Severidad Grietas Parabólicas..... | 26 |
| Tabla 17. Niveles de Severidad Abultamientos y Hundimientos..... | 27 |
| Tabla 18. Niveles de Severidad Corrugación..... | 27 |
| Tabla 19. Niveles de Severidad Depresión..... | 28 |
| Tabla 20. Nivel de Severidad Ahuellamiento..... | 28 |
| Tabla 21. Nivel de Severidad Desplazamiento..... | 29 |
| Tabla 22. Nivel de Severidad Hinchamiento..... | 29 |
| Tabla 23. Niveles de Severidad Huecos..... | 30 |
| Tabla 24. Nivel de Severidad Hinchamiento..... | 30 |
| Tabla 25. Niveles de Severidad Exudación..... | 31 |
| Tabla 26. Niveles de Severidad Desnivel Carril/Berma..... | 32 |
| Tabla 27. Niveles de Severidad Parcheo y Acometidas..... | 32 |
| Tabla 28. Unidades de Medida de Tipo de Fallas..... | 32 |
| Tabla 29. Localización del Punto de Ensayo..... | 34 |
| Tabla 30. Coordenadas de la Estación de Conteo..... | 46 |
| Tabla 31. Resumen Semanal de Conteo Vehicular..... | 49 |
| Tabla 32. Hora con Mayor Aforo..... | 50 |

| | |
|--|----|
| Tabla 33. Coeficiente k | 51 |
| Tabla 34. Trafico Promedio Diario Anual de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | 52 |
| Tabla 35. Trafico Atraído de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | 52 |
| Tabla 36. Trafico Promedio Diario Anual Total de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | 53 |
| Tabla 37. Índice de Crecimiento Vehicular | 54 |
| Tabla 38. Tráfico Futuro | 55 |
| Tabla 39. Clasificación de Carreteras en Función al Tráfico Proyectado | 56 |
| Tabla 40. Factor de Daño de Acuerdo con la Clasificación de Vehículos Pesados... .. | 57 |
| Tabla 41. Factores de Distribución Direccional..... | 57 |
| Tabla 42. Porcentajes de W18 en Carril D1 | 58 |
| Tabla 43. Ejes Equivalentes de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | 58 |
| Tabla 44. Datos para el Cálculo de Unidades de Muestreo | 59 |
| Tabla 45. Muestras de Análisis para Determinar el PCI..... | 62 |
| Tabla 46. Resultados del Índice de Condición de Pavimento en la Vía Ambato Tisaleo/Tramo 1 | 65 |
| Tabla 47. Deflexiones obtenidas con la Viga Benkelman | 66 |
| Tabla 48. Deflexiones Corregidas por Relación de Brazos de La Viga Benkelman . | 67 |
| Tabla 49. Deflexiones Corregidas por Temperatura | 68 |
| Tabla 50. Factor de Corrección por Estacionalidad | 69 |
| Tabla 51. Deflexiones Corregidas por el Efecto Estacional | 69 |
| Tabla 52. Radios de Curvatura de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1..... | 70 |
| Tabla 53. Probabilidad del Área de Estudio($D > D_c$ %)..... | 71 |
| Tabla 54. Tipo de Deflexiones | 73 |
| Tabla 55. Tipo de Deflexiones en la Vía de Estudio..... | 74 |
| Tabla 56. Ubicación de Pozos a Cielo Abierto de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo1 .. | 76 |
| Tabla 57. Clasificación de Suelos según AASHTO M 145 | 77 |
| Tabla 58. Clasificación de Suelos Según AASHTO M 145 | 78 |
| Tabla 59. Resultados de Límites de Atterberg | 79 |
| Tabla 60. Resultados de Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B | 79 |
| Tabla 61. Clasificación de suelos en Base al CBR | 80 |
| Tabla 62. Resultados de CBR en la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | 80 |

| | |
|---|----|
| Tabla 63. Fallas Encontradas en el Primer Tramo de la Vía Ambato Tisaleo Iniciado Desde la Abscisa 0+000 hasta 1+420 | 81 |
| Tabla 64. Fallas Encontradas en el Tramo Final de la Vía Ambato Tisaleo iniciado desde la Abscisa 1+620 hasta 3+200 | 82 |
| Tabla 65. Soluciones Según el Tipo de Falla del Primer Tramo de la Vía Ambato Tisaleo Iniciado desde la Abscisa 0+000 hasta 1+420 | 82 |
| Tabla 66. Soluciones Según el Tipo de Falla del Tramo Final de la Vía Ambato Tisaleo Iniciado desde la Abscisa 1+620 hasta 3+200 | 83 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Gráfica 1. Curva Granulométrica..... | 13 |
| Gráfica 2. Estados de Consistencia..... | 14 |
| Gráfica 3. Curva de Esguerramiento..... | 14 |
| Gráfica 4. Esquema de Viga Benkelman..... | 33 |
| Gráfica 5. Ubicación del Proyecto..... | 36 |
| Gráfica 6. Modelo Digital de la Vía en Estudio..... | 45 |
| Gráfica 7. Ubicación de la Estación de Conteo..... | 46 |
| Gráfica 8. Formato de Conteo Manual..... | 48 |
| Gráfica 9. Histograma de Resumen Semanal de Conteo Vehicular..... | 50 |
| Gráfica 10. Tráfico Promedio Diario Anual Total por Tipo de Vehículos..... | 53 |
| Gráfica 11. Porcentaje de Participación de Tipos de Vehículos en el TPDA total.... | 54 |
| Gráfica 12. Formato utilizado para la Evaluación del Índice de Condición de Pavimento..... | 64 |
| Gráfica 13. Análisis Deflectométrico..... | 75 |
| Gráfica 14. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U1..... | 129 |
| Gráfica 15. Valores Deducidos para Huecos Severidad L Unidad de Muestreo U1 | 129 |
| Gráfica 16. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad L Unidad de Muestreo U1..... | 130 |
| Gráfica 17. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U1..... | 130 |
| Gráfica 18. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U1..... | 131 |
| Gráfica 19. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U2..... | 133 |
| Gráfica 20. Valores Deducidos para Huecos Severidad L Unidad de Muestreo U2 | 133 |
| Gráfica 21. Valores Deducidos para Meteorización/Desprendimiento de Agregados Severidad M Unidad de Muestreo U2..... | 134 |
| Gráfica 22. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U2..... | 134 |
| Gráfica 23. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U3..... | 136 |
| Gráfica 24. Valores Deducidos para Grietas Longitudinales y Transversales Severidad L Unidad de Muestreo U3..... | 136 |

| | |
|--|-----|
| Gráfica 25. Valores Deducidos para Huecos Severidad L Unidad de Muestreo U3 | 137 |
| Gráfica 26. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U3 | 137 |
| Gráfica 27. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U4..... | 139 |
| Gráfica 28. Valores Deducidos para Agrietamiento en Bloque Severidad M Unidad de Muestreo U4..... | 139 |
| Gráfica 29. Valores Deducidos para Huecos Severidad L Unidad de Muestreo U4 | 140 |
| Gráfica 30. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U4 | 140 |
| Gráfica 31. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad L Unidad de Muestreo U5..... | 142 |
| Gráfica 32. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U5..... | 142 |
| Gráfica 33. Valores Deducidos para Huecos Severidad L Unidad de Muestreo U5 | 143 |
| Gráfica 34. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U5..... | 143 |
| Gráfica 35. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U5 | 144 |
| Gráfica 36. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U6..... | 146 |
| Gráfica 37. Valores Deducidos para Agrietamiento en Bloque Severidad L Unidad de Muestreo U6..... | 146 |
| Gráfica 38. Valores Deducidos para Grietas Longitudinales y Transversales Severidad L Unidad de Muestreo U6..... | 147 |
| Gráfica 39. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U6 | 147 |
| Gráfica 40. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U7..... | 149 |
| Gráfica 41. Valores Deducidos para Agrietamiento en Bloque Severidad M Unidad de Muestreo U7..... | 149 |
| Gráfica 42. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U7 | 150 |
| Gráfica 43. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U8..... | 152 |
| Gráfica 44. Valores Deducidos para Grietas Longitudinales y Transversales Severidad L Unidad de Muestreo U8..... | 152 |

| | |
|---|-----|
| Gráfica 45. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U8..... | 153 |
| Gráfica 46. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U8 | 153 |
| Gráfica 47. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U9..... | 155 |
| Gráfica 48. Valores Deducidos para Grietas Longitudinales y Transversales Severidad L Unidad de Muestreo U9..... | 155 |
| Gráfica 49. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U9..... | 156 |
| Gráfica 50. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U9 | 156 |
| Gráfica 51. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad L Unidad de Muestreo U10..... | 158 |
| Gráfica 52. Valores Deducidos para Grietas Longitudinales y Transversales Severidad L Unidad de Muestreo U10..... | 158 |
| Gráfica 53. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U10 | 159 |
| Gráfica 54. Valores Deducidos para Grietas Parabólicas Severidad H Unidad de Muestreo U11..... | 161 |
| Gráfica 55. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U11 | 161 |
| Gráfica 56. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U12..... | 163 |
| Gráfica 57. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U12 | 163 |
| Gráfica 58. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U13..... | 165 |
| Gráfica 59. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U13 | 165 |
| Gráfica 60. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U14..... | 167 |
| Gráfica 61. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U14 | 167 |
| Gráfica 62. Valores Deducidos para Meteorización/Desprendimiento de Agregados Severidad M Unidad de Muestreo U15..... | 169 |
| Gráfica 63. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U15 | 169 |
| Gráfica 64. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad L Unidad de Muestreo U16..... | 171 |

| | |
|--|-----|
| Gráfica 65. Valores Deducidos para Grietas Longitudinales y Transversales Severidad L Unidad de Muestreo U16..... | 171 |
| Gráfica 66. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U16 | 172 |

RESUMEN EJECUTIVO

El presente Trabajo Técnico propone la implementación de un modelo de conservación vial, debido a que la vía Ambato-Tisaleo es un nexo de comunicación entre estos dos cantones y esta no cuenta con un plan de mantenimiento vial que sirva para postergar la vida útil de la estructura del pavimento.

Para el presente trabajo se realizó una evaluación visual de la superficie de la estructura, este método es conocido como Índice de Condición de Pavimentos (PCI), el cual permite evaluar el tipo de falla, clasificarla según el nivel de severidad y determinar en qué estado se encuentra la capa superficial del pavimento flexible.

La Viga Benkelman al ser un ensayo no destructivo, el cual mediante las deflexiones dadas por un dial del equipo, permite conocer el comportamiento del pavimento y de la subrasante. La vía Ambato-Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta la abscisa 3+200 consta con dos tipos de deflexiones las cuales son: Tipo I y Tipo III.

Al realizar 4 pozos a cielo abierto se extrajo 50 kg de suelo para realizar los siguientes ensayos: Límites de Atterberg, Granulometría, Proctor Modificado Tipo B y CBR, estos ensayos sirvieron para clasificar el tipo de suelo y determinar que el suelo está en un rango de Bueno a Regular para el uso de subrasante.

Al utilizar la metodología ya descrita con anterioridad se concluyó que se debe realizar un mantenimiento periódico desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+600, mientras que desde la abscisa 1+600 hasta la abscisa 3+200 se debe realizar un mantenimiento rutinario, esto se debe al estado actual de la misma.

ABSTRACT

The present technical work proposes the implementation of a road conservation model, because the Ambato-Tisaleo road is a communication link between these two cantons and it does not have a road maintenance plan that serves to postpone the useful life of the pavement structure.

For the present work a visual evaluation of the surface of the structure was carried out, this method is known as Pavement Condition Index (PCI), which allows to evaluate the type of failure, classify it according to the level of severity and determine in what state is the surface layer of the flexible pavement.

The Benkelman Beam being a non-destructive test, which by means of the deflections given by a team dial, allows to know the behavior of the pavement and the subgrade. The Ambato-Tisaleo route in the section given by abscissa 0 + 000 to abscissa 3 + 200 consists of two types of deflections which are: Type I and Type III.

When carrying out 4 open pit wells, 50 kg of soil was extracted to perform the following tests: Atterberg Limits, Granulometry, Modified Proctor Type B and CBR, these tests served to classify the soil type and determine that the soil is in a range Good to Regular for subgrade use.

When using the methodology already described above, it was concluded that periodic maintenance should be performed from abscissa 0 + 000 to abscissa 1 + 600, while from abscissa 1 + 600 to abscissa 3 + 200 a routine maintenance should be performed, this is due to the current state of it.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

1.1.1. Antecedentes

Actualmente, la importancia de mantener y conservar los pavimentos de las redes viales ha incrementado en los países. Por tal razón los sistemas de gestión vial deben ser eficientes. En Latinoamérica los gobiernos de varios países han propuesto un plan de conservación vial, el cual es preventivo. Debido a que el problema afecta a todos los usuarios de las redes viales en actividades tales como: transporte de productos, traslado de personas y acceso a servicios, se requiere tratar de forma inmediata, pero los tratamientos son de un elevado costo no obstante se hablaría de recursos disponibles, muchos de ellos son reducidos. Otro importante factor que provoca un impacto son los cortes de tránsito que se provocan cuando se realizan trabajos ya sean de rehabilitación o de mantención. [1]

Las carreteras van perdiendo su vida útil debido a la elevada transitabilidad o por un alto tráfico de vehículos ya sean livianos o pesados. El clima juega un papel trascendental, debido a que si el lugar en donde están las carreteras tiene un aumento progresivo en temperatura y a su vez una bajada rápida de la misma los pavimentos se atrofiarán de manera acelerada. La lluvia, derrumbes, desprendimientos de taludes, etc., además de una mala conservación vial tienen un rol primordial en el envejecimiento del pavimento. Debido a esto se debe tener una conservación vial, la cual este acorde al tipo de problemas que aparezcan en el pavimento. [2]

Al planificar un mantenimiento vial se deben separar por tramos, dependiendo de su estado se decidirá si deben ser reparados, o cuando se debe iniciar las reparaciones y que tipo de reparación o tratamiento será beneficioso para que la capa de rodadura de la vía. Debido a que los caminos son vitales para los pobladores, si estos no se encuentran en un nivel de servicio aceptable la economía del lugar por donde pasa la red vial se verá afectada, por tal motivo la red vial debe mantener todas sus propiedades tales como son: físicas químicas y mecánicas a un largo plazo. Los pavimentos al ser

diseñados para cierto tiempo (vida útil), y no tener los mantenimientos adecuados significara que el pavimento en un corto periodo de tiempo empezara a generar problemas y entregara un servicio mínimo el cual no estaba esperado. [3]

1.1.2. Justificación

La disponibilidad de vías es esencial para garantizar el crecimiento social y económico de los países como para mejorar el desarrollo local, productividad y la calidad de vida de los habitantes, pero a medida que las redes viales son utilizadas por transporte pesado y/o livianos, las vías se van deteriorando y así pierden la vida útil para las que fueron proyectadas al inicio del diseño, el deterioro puede alcanzar niveles que se requiera su reconstrucción en períodos relativamente cortos. [4]

Los pavimentos al estar expuestos a un deterioro físico, químico, climatológico empiezan a denotar un cambio en su carpeta asfáltica, esta perderá sus propiedades e iniciará a dar muestras tales: como grietas, fisuras, baches y similares. [5] En la actualidad se debe lidiar con el constante mantenimiento y conservación en los pavimentos de las redes viales, por tal motivo se debe tener un sistema eficiente de gestión vial. [6] Al existir fallas en el pavimento se deberá aplicar la metodología del Índice de la Condición del Pavimento (PCI) con la cual se podrá dar una evaluación y conservación al mismo. [7]

En la Norma Ecuatoriana Vial, se da a conocer que la rehabilitación del pavimento se basa en el conocimiento de los diferentes tipos de deterioros que se pueden presentar en los pavimentos flexibles, así como las causas, el inventario de deterioros permite la determinación de un Índice de deterioro superficial. En caso de la evaluación, la Norma Ecuatoriana Vial da a conocer que el pavimento evaluado se podrá dividir en tramos estructuralmente uniformes para así escoger las alternativas necesarias y que convengan al tratamiento del pavimento. [8]

Generalmente para conservar una calzada hay que tener en cuenta la experiencia del profesional a cargo, ya que no todos los entornos en los que se trabajan tendrán un mismo ambiente. En el caso de la Provincia de Tungurahua al estar ubicada en la zona central del Ecuador y tener redes viales las cuales son nexos de comunicación para las provincias aledañas de la zona, se deberá utilizar herramientas o técnicas las cuales permitan optimizar el proceso y agilizar la mantención de la vía. [9]

1.1.3. Fundamentación Teórica

1.1.3.1. Levantamiento Georreferenciado

La georreferenciación es un proceso que determina la posición de un objeto o elemento en un determinado sistema de coordenadas. La georreferenciación es un aspecto primordial en el análisis de datos geoespaciales. La georreferenciación principalmente se utiliza en sistemas de información geográfica o más conocidos como SIGs. Los mismos que permite relacionar información vectorial e imágenes raster de las que se desconoce la proyección cartográfica.

El sistema de coordenadas geográficas comúnmente utilizadas en nuestro medio es el World Geodetic System 84 (WGS84), las cuales están descritas en términos de latitud-longitud. El sistema de coordenadas proyectadas, referidas a un plano, la proyección de estas siempre tendrá una distorsión debido al cambio de una superficie elipsoidal a una superficie plana. Este sistema de coordenadas es restringido a regiones pequeñas para disminuir la distorsión, el sistema más común es el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM). [10]

1.1.3.2. Vía

Una vía es una infraestructura de transporte el cual tiene como objetivo permitir la circulación de vehículos, peatones, traslado de productos, etc., una vía tiene una importancia vital en la economía de las zonas por las cuales estas son atravesadas. Las vías deben contar con niveles adecuados de seguridad y comodidad. [11]

Una vía mantendrá sus condiciones dependiendo su clasificación, características geométricas y volúmenes de tránsito, deberán mantener un confort en la transitabilidad de los usuarios, no obstante, la seguridad de esta debe estar presente en todo ámbito por tal motivo el diseño deberá ser simple uniforme y consistente. [11]

La vía deberá ser cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente. La comodidad de la vía tendrá que ajustarse a las aceleraciones y variaciones de los vehículos circulantes, ya sea en tramos rectos o en curvaturas. La estética de una vía deberá adaptarse a la zona permitiendo que el usuario tenga un recorrido fácil y seguro, esto dependerá de la topografía del sitio en la que se realice la vía. Se deberá cumplir

con los objetivos previstos manteniendo una economía en su construcción y mantenimiento, durante toda la vida útil para la cual fue construida. La vía deberá ser amigable con el medio ambiente procurando mitigar o minimizar los impactos que la construcción de esta traiga. [11]

1.1.3.3.Pavimento

El pavimento al ser un elemento fundamental en la infraestructura vial debe permitir la circulación de vehículos teniendo una respuesta estructural adecuada. Un pavimento debe garantizar la seguridad y comodidad del usuario, esto se logra manteniendo una regularidad superficial ya sea de forma transversal como longitudinal, este debe tener una textura adecuada asegurando que no existan deslizamientos en las diferentes estaciones. Al hablar de estaciones el pavimento debe proteger a la subrasante de los efectos climáticos ya que podrían generar asentamientos y a su vez rupturas. [13]

1.1.3.3.1. Tipos de Pavimentos

1.1.3.3.1.1.Pavimento Flexible

Se caracterizan principalmente por contener mezcla bituminosa como capa la cual es apoyada a capas inferiores, dependiendo de la calidad de la subrasante y la necesidad que se tenga en obra se puede excluir las capas, su uso es mayor en zonas donde el tránsito es abundante. Además, un pavimento asfáltico es más económico en su construcción, el periodo de vida útil del pavimento oscila entre los 15 y 20 años, pero la vida se puede extender o reducirse dependiendo del mantenimiento que se le dé, a esto se lo representa como desventaja debido que debe ser constante y los costos que conlleva el mantenimiento. [14]

1.1.3.3.1.2.Pavimento Rígido

Pavimento compuesto fundamentalmente por losas de concreto hidráulico, pero en algunas ocasiones estas losas presentan un armado de acero. Al usar un pavimento rígido la distribución de cargas es mayormente absorbido por las losas de hormigón ya que la rigidez y el módulo de elasticidad es alto. Este pavimento tiene una vida útil superior al pavimento flexible teniendo un rango de 20 a 40 años, no obstante, el costo

inicial es elevado pero el mantenimiento que es requerido en este es mínimo. Por lo general el mantenimiento es realizado en las juntas de losas. [14]

1.1.3.3.1.3.Pavimento Articulado

Este pavimento es una de las más antiguas superficies que el hombre ha usado a lo largo de la historia para el rodamiento de vehículos. Están formados por un manto flexible de hormigo el mismo que es de alta resistencia, la capa superior está constituido por elementos prefabricados de pequeña dimensión llamados adoquines, los mismos que son elaborados para que tengan una excelente homogeneidad en sus dimensiones, forma, resistencia a la compresión, desgaste y absorción de agua, así asegurando una vida útil prolongada. [14]

1.1.3.3.2. Estructura de un Pavimento

La estructuración de un pavimento asfáltico común se encuentra constituida por una o varias capas las cuales transmiten los esfuerzos y cargas hacia la superficie de la zona.

1.1.3.3.2.1.Sub Rasante

Se la define como la capa de cimentación o capa superior de la explanación, en donde se ubicará el pavimento, puede ser el mismo suelo de la zona, este deberá estar perfilado y compactado o también se podrá usar material de préstamo si las condiciones del suelo de la zona no son las requeridas para el diseño. Es la. La finalidad de esta capa es ser usada como plataforma para la posterior elaboración del pavimento, este deberá soportar cargas por tal motivo no deberá sufrir deformaciones, ya que afectaran su comportamiento. [15]

1.1.3.3.2.2.Sub Rasante Mejorada

Capa que puede ser una modificación de la subrasante existente ya sea mediante la sustitución del material, estabilización con cemento, cal, aditivos químicos o por otras técnicas de estabilización. Esta capa también podrá ser una nueva capa construida sobre la subrasante existente, para así brindar un mayor soporte al terreno de fundación del pavimento. [15]

1.1.3.3.2.3.Sub Base

Esta capa es un material granular grueso, que se compone de un porcentaje de triturados, arena y una pequeña parte de materiales finos, está ubicada sobre la subrasante en un espesor que se lo obtiene mediante diseño. Esta previene la intrusión de suelos finos de subrasante dentro de la base, distribuye apropiadamente los esfuerzos causados por las cargas recibidas de tránsito, facilita el drenaje mediante dispositivos. [15]

1.1.3.3.2.4.Base

Esta capa es la que recibe la gran parte de los esfuerzos producidos por los vehículos. La capa(s) de concreto asfáltico es colocada sobre ella. Esta capa además de la compactación necesita un tipo de mejoramiento o de estabilización para que así las cargas de tránsito sean transmitidas y así no produzcan deformaciones. La función de esta capa es brindar una proporción significativa de la capacidad estructural del pavimento. [15]

1.1.3.3.2.5.Capa(s) de Concreto Asfáltico

Esta capa está constituida por los materiales de mejor calidad. El espesor o número de capas viene dado por el diseño estructural del pavimento. La tabla 1 muestra la denominación en su función de su posición dentro de la estructura. [15]

Tabla 1. Denominación de las Capas Asfálticas en Caliente de Graduación Continua

| Tipo de capa | Descripción |
|---------------------|---|
| Rodadura | Capa superior |
| Intermedia | Capa subyacente a la de rodadura, en estructuras con dos o más capas asfálticas. |
| Base asfáltica | Capa o capas subyacentes a la intermedia, en estructuras con tres o más capas asfálticas. |

Fuente: PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS. Guía práctica para los estudios y diseños. 2016

1.1.3.3.3. Ciclo de Vida de los Pavimentos

Al diseñar un pavimento este debe mantener una buena calidad de servicio a lo largo del tiempo para el cual fue proyectado (vida útil), por tal motivo el mantenimiento es

necesario es este tipo de proyectos. [16] Los deterioros se pueden presentar en cualquier momento ya sea desde, por tal razón se presenta 4 etapas que son:

-) **Construcción:** En esta etapa, el estado del pavimento es perfecto, cumple con los estándares de calidad. [16]
-) **Deterioro Imperceptible:** durante el tiempo que el pavimento está en uso, este sufre un desgaste progresivo en el transcurso del tiempo. La apreciabilidad del deterioro en esta etapa es mínima, por lo general el daño se produce en la superficie de la rodadura debido a las cargas de tránsito. Para disminuir el deterioro de la vía se debe aplicar medidas de mantenimiento y conservación vial. [16]
-) **Deterioro Acelerado:** el pavimento al ser circulado por un periodo de tiempo, este se va deteriorando cada vez más y así se van haciendo más notables las zonas dañadas, esta etapa es corta. [16]
-) **Deterioro Total:** en esta etapa se da un desgaste total del pavimento, la circulación de vehículos es reducida, estos experimentan daños en neumáticos, ejes, etc. [16]

1.1.3.3.4. Fallas en los Pavimentos

1.1.3.3.4.1. Fallas de Superficie

Se entiende como falla superficial a los defectos únicamente encontrados en la superficie de rodamiento estas no guardan relación con la estructura de la calzada. Al realizar una corrección de estas fallas, basta con regular, impermeabilizar y dar la respectiva rugosidad que necesita la superficie de rodamiento. Las fallas que comúnmente aparecen son:

- Ondulaciones
- Deformaciones
- Cambios de textura en la superficie [17]

1.1.3.3.4.2.Fallas Estructurales

Se entiende como falla estructural a los defectos de superficie de rodamiento los cuales están ligados con la estructura de alguna capa que conforma el pavimento, esta ocasiona de forma inmediata la disminución de la capacidad de carga para el cual fue diseñado, ocasionando problemas en el nivel de servicio. En la corrección de este tipo de fallas es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente para que el sistema estructural soporte las exigencias del tránsito presente y futuro estimado. [17] Las fallas pueden ser clasificadas tomando el elemento en la que se forman, estas son:

- Fallas atribuibles a la carpeta.
- Fallas originadas en la interfaz (carpeta-base).
- Fallas originadas en la base, sub-base o terracerías.
- Fallas originadas por la repetición de cargas.
- Fallas originadas por los agentes climatológicos.
- Fallas ocasionadas por madrigueras de algunos animales. [17]

1.1.3.3.5. Mantenimiento Vial

El mantenimiento de una vía no solo consta en ser realizado en el momento de la construcción, también se debe realizar un mantenimiento a lo largo de la vida útil para la cual fue proyectada la carretera. Las vías al estar a la intemperie están expuestas a diversos factores tales como: topografía, geología, clima, volumen de tránsito, diseños defectuosos, etc. Estos factores dañan en un ritmo lento o acelerado, dando notorias fallas en la vía por tal razón el mantenimiento es primordial. [18]

1.1.3.3.5.1.Mantenimiento Rutinario

Se entiende como mantenimiento rutinario al grupo de actividades ejecutadas permanentemente en la vía. Como principal objetivo es minimizar la cantidad de variaciones que exista en la capa de rodadura, nivelación de esta, espaldones, sistemas de drenaje, taludes y demás elementos; debe ser de carácter preventivo. [18] Las actividades que se realizan son:

- Limpieza de sistemas de drenajes.
- Limpieza de derrumbes menores.
- Limpieza de elementos derramados en la calzada.
- Desbroce de cunetas y áreas laterales.
- Reparación de señalética vertical.
- Repintado de señalética horizontal.
- Relleno de baches. [18]

1.1.3.3.5.2.Mantenimiento Periódico

Se entiende como mantenimiento periódico al grupo de actividades requeridas ocasionalmente que tienen por objetivo garantizar los límites de aceptabilidad para la circulación de usuarios viales. Se debe mantener o restablecer ciertas características de la capa de rodadura, evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores. [18]

Las actividades que se realizan son:

- Reconformación de las características de la superficie de rodadura.
- Sellado asfáltico.
- Capa de refuerzo asfáltico.
- Reposición de ripio.
- Perfilado y nivelado. [18]

1.1.3.3.5.3.Mantenimiento de Emergencia

Se entiendo como mantenimiento de emergencia al grupo de actividades realizadas en la carretera cuando está intransitable, este mantenimiento es de tipo correctivo. En este se realizan todo tipo de reparaciones, ya sea el caso de tener un mal diseño vial, construcciones deficientes, desastres naturales, etc. Por medio del mantenimiento de emergencia no se trata de remediar las fallas estructurales, pero en este se hace lo

posible para que la vía tenga una circulación vehicular por un periodo de tiempo [18]. Las actividades que comúnmente se realizan en este son:

-) Limpieza de derrumbes mayores.
-) Reposición de superficie vial.
-) Estabilización de taludes. [18]

1.1.3.4. Estudio de Tráfico

El estudio de tráfico es una herramienta la cual consta en conocer el funcionamiento de tráfico que circula en la vía en estudio. Este es usado para el diseño de la carretera o cualquier elemento de esta. El tránsito indica el servicio para el cual la vía será diseñada, con los datos de tránsito se establecen las cargas para el diseño geométrico. El estudio de tráfico tiene como objetivo primordial cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que circulan la zona por días del año o por horas del día. [19]

1.1.3.4.1. Volumen del tránsito

El volumen de tránsito es el número de vehículos transitados por un punto específico de la vía en un periodo de tiempo, por lo general se mide en vehículos por día, estos se deben considerar de forma dinámica. La importancia del volumen de tránsito radica en el estudio de las variaciones en el tráfico de la zona durante el día, por tal motivo se usa para estimar y plantear posibles soluciones a los problemas de tráfico. [20] Se los usa para:

-) Análisis de capacidad
-) Análisis de niveles de servicio
-) Identificación del flujo vehicular
-) Zonificación de velocidades
-) Estudio de aparcamientos
-) Aplicación de normas, etc. [20]

1.1.3.4.1.1.Trafico Promedio Diario Anual (TPDA)

Conocido comúnmente como TPDA es la representación al tránsito total que pasa por la carretera durante un año, el cual estará dividido en 365 días, al ser un promedio simple no se refleja las excesivas variaciones que puedan existir, este valor es usado para el análisis económico y para diseñar los elementos de la vía. [19]

1.1.3.4.1.2.Volumen de Hora Pico

Es el volumen de transito que circula por una carretera en la hora de transito mas intenso. [19]

1.1.3.4.1.3.Volumen Horario de Diseño (VHD)

Es el volumen horario usado para realizar el diseño, este compara la capacidad de la carretera en estudio. [19]

1.1.3.4.1.4.Proyeccion de Transito

Las obras viales deben estar proyectadas para ser capaces de cumplir con la vida útil para las cuales fueron diseñadas, por tal razón las nuevas vías o los mejoramientos de las que ya están es uso aplican este criterio. El diseño ejecutado debe adaptarse al volumen esperado. [19]

1.1.3.4.2. Métodos de Muestreo

Técnicas estadísticas que permiten seleccionar muestras las cual se utilizarán para conocer la composición vehicular, estas serán representativas y esenciales para el diseño vial. [21]

1.1.3.4.2.1.Aforos Manuales

Estos están a cargo de personas que usan fichas de trabajo ya establecidas o contadores electrónicos con teclados, en esta ficha o contador se puede clasificar a los vehículos por su tipo, los recuentos de este método se dividen en 30 o 15 minutos, se obtiene datos que mediante otros procedimientos no se podrían adquirir. La duración varía dependiendo del propósito del aforo, algunos pueden durar hasta 24 horas seguidas. Si en algunos lapsos del día el transito es alto se necesitará más de una persona para

efectuar los aforos y así tener una mayor exactitud y confiabilidad en los datos obtenidos. [21]

1.1.3.4.2. Aforos Automáticos

Instrumentos automáticos usados para el conteo vehicular, el más usado es el contador neumático, este es formado por un juego de dos mangueras flexibles conectado a una caja que registra impulsos de aire, estas deberán estar en ambos sentidos, colocadas de manera transversal y ancladas correctamente, la lectura será por cada dos impulsos de aire ocasionado por la presión del paso de los neumáticos se registrara un vehículo, no obstante con este método no se puede conocer la clasificación vehicular que circula en la vía. [21]

1.1.3.5. Estudio de Suelos

Los estudios de suelos son actividades que dan a conocer una determinada información del terreno en estudio, estas son de vital importancia para planificar, diseñar y ejecutar cualquier proyecto constructivo. Al existir diversos tipos de suelos el estudio de estos será un soporte en obras infraestructurales. [22]

1.1.3.5.1. Granulometría

Este ensayo determina los porcentajes en peso de diferentes tamaños de suelo, con estos datos se construye la curva granulométrica. La distribución de tamaños puede identificar propiedades físicas referentes del material. Para determinar los tamaños de las partículas gruesas el método comúnmente usado es el tamizado, pero si se lo realiza con partículas finas se debe realizar procedimientos por sedimentación. [23] [24]

Para realizar el tamizado se debe contar con tamices con una numeración específica la cual esta referenciada en la siguiente tabla.

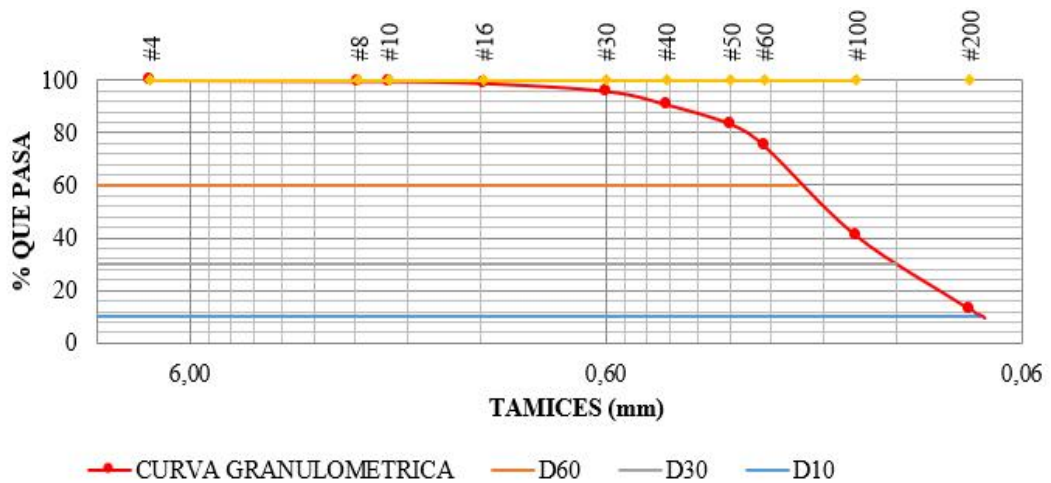
Tabla 2. Serie de Tamices Para Análisis Granulométrico

| Tamiz | Diámetro (mm) | Tamiz | Diámetro (mm) |
|-------|---------------|---------|---------------|
| 3" | 76.2000 | No. 10 | 2.000 |
| 2 ½" | 63.500 | No. 20 | 0.840 |
| 2" | 50.800 | No. 40 | 0.420 |
| 1 ½" | 38.100 | No. 50 | 0.297 |
| 1" | 25.400 | No. 60 | 0.250 |
| ¾" | 19.050 | No. 70 | 0.210 |
| ½" | 12.700 | No. 80 | 0.180 |
| ⅜" | 9.530 | No. 100 | 0.149 |
| No.4 | 4.750 | No. 200 | 0.075 |

Fuente: MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE SUELOS Y MEMORIA DE CÁLCULO. 2015

La construcción de la curva granulométrica radica en el porcentaje acumulado de partículas retenidas en los tamices de la tabla 2. La curva se interpreta dependiendo de las fracciones gruesas o conocidas como gravas estas serán las retenidas por el tamiz No. 10, mientras que el porcentaje que pasa serán fracciones finas (arcillas, limos). [23]

Gráfica 1. Curva Granulométrica

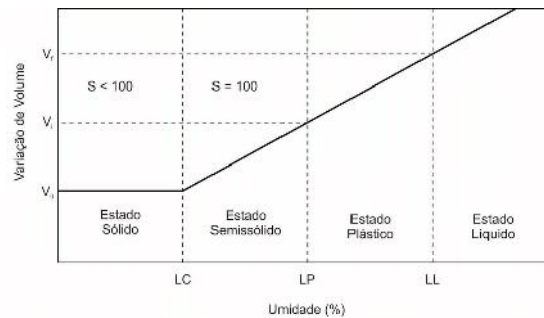


Fuente: Autor, 2019

1.1.3.5.2. Límites Atterber

Al tener un suelo limoso o arcilloso se puede comportar de forma distinta dependiendo de la cantidad de agua que este tenga ya sea líquido, plástico o sólido, por tal motivo se debe determinar el comportamiento de cada uno de estos estados. Estos límites se los conoce como límites de consistencia. [23]

Gráfica 2. Estados de Consistencia

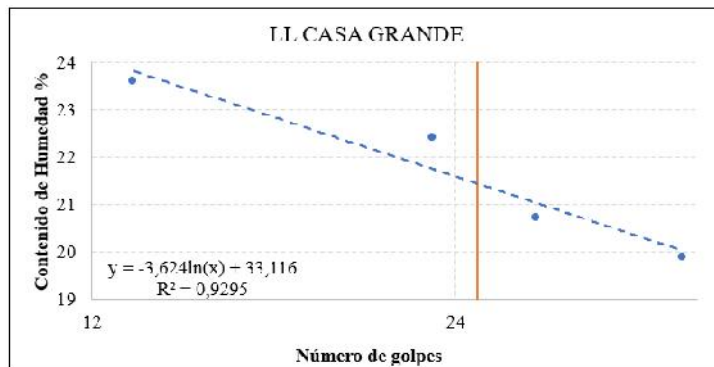


Fuente: Principios de ingeniería de cimentaciones.2008

1.1.3.5.2.1. Límite Líquido

Parámetro para clasificar los suelos, con este se estima el asentamiento por consolidación. Este permite presagiar la densidad máxima para compactación. Este límite se lo realiza con el equipo llamado “Aparato de Casa grande” el cual consiste en dar una repetida serie de golpes hasta que la muestra anteriormente hecha una ranura se cierre. [24] Este límite es determinado para obtener la curva de escurrimiento, esta curva es una relación entre el contenido de humedad, la cual esta expresada en una escala aritmética y el número de golpes que es dada en escala logarítmica. [25]

Gráfica 3. Curva de Ecurrimiento



Fuente: Autor. 2019

1.1.3.5.2.2.Límite Plástico

Es un límite entre el estado plástico y semisólido de la muestra, consta en realizar rollitos con la muestra hasta tener un diámetro de 3mm, si este empieza a agrietarse antes de llegar al diámetro ya dicho se considera que la muestra tiene una humedad menor al límite plástico y si no se agrieta la humedad es mayor al límite plástico. [23]

1.1.3.5.2.3.Índice Plástico

Es la diferencia numérica entre el límite líquido y plástico, este muestra el rango en el cual está el estado plástico, su principal uso se da en la carta de plasticidad. [23]

1.1.3.5.3. Ensayo de Compactación Proctor

Al aplicar a la muestra de suelo una determinada energía de compactación, el peso volumétrico varía acorde a su contenido de humedad, por este ensayo se puede obtener una curva en donde se presentará un grado de humedad donde se obtendrá el peso volumétrico máximo, a este contenido de agua se lo conoce como humedad óptima. El ensayo proctor se utiliza para determinar los valores para calcular la “Relación de Soporte California” (CBR) o “Valor Relativo del Soporte” (VRS). [26] Existen dos ensayos normalizados tipo proctor los cuales son:

-) Ensayo Proctor Standard.
-) Ensayo Proctor Modificado.

1.1.3.5.4. Ensayo de Relación de Soporte California (CBR)

El ensayo California Bearing Ratio o Relación de Soporte California (CBR), es comúnmente usado para la evaluación de sub-rasante, sub-base y base en una vía ya que mide la resistencia al corte del suelo en condiciones de humedad y densidad controlada, este valor es trascendental para diferentes métodos de diseño de pavimentos flexibles. Este ensayo se lo hace con muestras compactadas las cuales tengan el contenido óptimo de humedad de este. [27].

El CBR es la relación de la carga unitaria la cual consta en legar a una determinada profundidad en la penetración del pistón en condiciones controladas respecto a una carga unitaria requerida para obtener la misma profundidad. [27]

$$CBR = \frac{C_u}{C_{i_d p}} \times 100\% \quad \text{Ecuación 1.}$$

Dependiendo de esta relación se obtiene una relación de carga unitaria la cual esta expresada en la siguiente tabla.

Tabla 3. Relación de Carga Unitaria Patrón con Penetración.

| Penetración | | Carga Unitaria Patrón | |
|-------------|------|-----------------------|----------------------|
| mm | pulg | Penetración (MPA) | Carga Unitaria (PSI) |
| 2.5 | 0.10 | 6.9 | 1.000 |
| 5.0 | 0.20 | 10.3 | 1.500 |
| 7.5 | 0.30 | 13.0 | 1.900 |
| 10.0 | 0.40 | 16.0 | 2.300 |
| 12.7 | 0.50 | 18.0 | 2.600 |

Fuente: ASTM 1883-99, 2018

1.1.3.6. Evaluación de la Condición Superficial del Pavimento Método PCI

El Índice de Condición de Pavimentos evalúa pavimentos flexibles y rígidos dentro de modelos de gestión viales los cuales están disponibles en la actualidad. Mide la integridad estructural del pavimento como su condición superficial, con esto se verificará si hay la necesidad de realizar un mantenimiento o la reparación del pavimento. El daño estructural de un pavimento va en función de la clase de daño a la cual fue sometida, por tal razón se introducen valores con el fin de indicar el nivel de afectación que tiene el mismo. El valor numérico de PCI oscila desde 100 el cual da constancia que el pavimento está en perfecto estado (sin fallas) hasta un valor de 0 que consiste en que el pavimento está en un estado deplorable. [28]

Tabla 4. Rangos de Calificación del PCI

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

Fuente: Procedimiento estándar PCI según ASTM D 6433-03, 2014

1.1.3.6.1. Unidades de Muestreo

El índice de condición de pavimentos se lo realiza por medio de inspecciones visuales, la vía es dividida en tramos para facilitar el estudio, aquí se verificará la cantidad de fallas y la severidad de estas en un tramo establecido con ayuda de unidades de muestreo previamente realizadas. Estas unidades varían dependiendo del ancho de la calzada ya que la longitud podrá aumentar o disminuir dependiendo el caso, el área de muestreo debe tener un rango de $230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2$. [28]

Tabla 5. Longitud de Unidades de Muestreo de Pavimentos Asfálticos

| 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 |
| 7.30 (Valor Máximo) | 31.5 |

Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

1.1.3.6.2. Determinación de Unidades de Muestreo

Para determinar las unidades de muestreo de evaluación del proyecto se debe recalcar que se debería inspeccionar todas las unidades; pero al no poder realizarse, existe un número mínimo de unidades de muestreo las cuales se deberán evaluarse, este número

mínimo se obtiene mediante una ecuación que produce un estimado del PCI ± 5 por tal motivo habrá un 95% de confiabilidad del promedio total. [28]

$$n = \frac{N \cdot \sigma^2}{\frac{e}{4} \cdot (N-1) \cdot \sigma^2} \quad \text{Ecuación 2.}$$

Donde:

n: Número mínimo a evaluar de unidades de muestreo.

N: Número total en la sección del pavimento de unidades de muestreo.

e: Error admisible de la sección en el estimativo del PCI ($e = 5\%$)

s: Desviación estándar entre las unidades del PCI.

Al inspeccionar la desviación estándar (s) es asumida inicialmente como 10 para un pavimento asfáltico y 15 para pavimentos hidráulicos. En inspecciones posteriores la desviación estándar (s) será la real de la inspección previa. [28]

1.1.3.6.3. Selección de Unidades de Muestreo

Las unidades de muestreo deben tener el mismo espacio en todo el largo de la sección del pavimento, la primera muestra se debe escoger aleatoriamente.

- a. El intervalo de muestreo (i) es dado por:

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación 3.}$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior

- b. El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i. [28]

1.1.3.6.4. Unidades de Muestreo Adicionales

Al utilizar un método aleatorio se puede excluir ciertas franjas las cuales estén en un estado deplorable o existan daños únicamente en esta unidad, por tal motivo se deberá realizar una unidad adicional en vez de una muestra aleatoria, al incluir una nueva

muestra adicional el PCI se modifica de manera ligera, esto representara condiciones inusuales presentadas en la sección. [28]

1.1.3.6.5. PCI por unidad de muestra

1.1.3.6.5.1. Etapa 1. Cálculo de Valores Deducidos

- a) En el formato que se vaya a usar se registrara el tipo y nivel de severidad. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo. [28]
- b) Dividir los daños en cada nivel de severidad, entre la unidad usada según el daño, expresar en porcentaje, este dato será la densidad de daño. [28]
- c) Determine el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas Valor Deducido del Daño. [28]

1.1.3.6.5.2. Etapa 2. Cálculo de Número Máximo Admisible de Valores Deducidos

- a) Si alguno de los valores deducidos es mayor que 2, se usa el valor deducido total en vez del valor deducido corregido, CDV, este es obtenido en la etapa 4 caso contrario de deberá seguir los pasos b, c. [28]
- b) Listar los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- c) Determinar el número máximo admisible de valores deducidos (m), mediante:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{9} (100 - HDV_i) \text{ Ecuación 4}$$

Donde:

m_i : Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i .

HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i . [28]

- d) El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan. [28]

1.1.3.6.5.3.Etapa 3. Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido CDV

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- a) Determinar el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.
- b) Determinar el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- c) Determinar el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- d) Reducir a 2.0 el menor de los valores deducidos individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas **a.** a **c.** hasta que q sea igual a 1.
- e) El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso. [28]

1.1.3.6.5.4.Etapa 4. Cálculo del PCI de la Unidad Restando de 100 el Máximo CDV Obtenido en Etapa 3

El promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo mediante forma aleatoria será el PCI de la sección, pero al usar un muestreo adicional se realizará un promedio ponderado que es calculado con la siguiente ecuación. [28]

$$PCI_S = \frac{[(N-A)*P_R] + (A*P_A)}{N} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

PCI_S : PCI de la sección del pavimento.

PCI_R : PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCI_A : PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

N : Número total de unidades de muestreo en la sección.

A : Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas. [28]

1.1.3.6.6. Tipo de Fallas

El Método PCI considera 19 clases de fallas más comunes en el deterioro progresivo del pavimento flexible.

Tabla 6. Clasificación de Fallas Según PCI (Fisuras y Grietas)

| | |
|--------------------------|--|
| Fisuras y grietas | Piel de cocodrilo |
| | Agrietamiento en bloque |
| | Grieta de borde |
| | Grieta de reflexión de junta |
| | Grietas longitudinales y transversales |
| | Cruce de vía férrea |
| | Grietas parabólicas |

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

Tabla 7. Clasificación de Fallas Según PCI (Deformaciones Superficiales)

| | |
|------------------------------------|------------------------------|
| Deformaciones Superficiales | Abultamientos y Hundimientos |
| | Corrugación |
| | Depresión |
| | Ahuellamiento |
| | Desplazamiento |
| | Hinchamiento |

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

Tabla 8. Clasificación de Fallas Según PCI (Desprendimientos)

| | |
|-------------------------|------------------------------|
| Desprendimientos | Huecos |
| | Desprendimiento de Agregados |

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

Tabla 9. Clasificación de Fallas Según PCI (Otras Fallas)

| | |
|---------------------|----------------------------|
| Otras fallas | Exudación |
| | Pulimento de agregados |
| | Desnivel de Carril / Berma |
| | Parcheo y acometidas |

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

1.1.3.6.6.1. Piel de Cocodrilo

Grietas conectadas originadas por fatiga en la capa asfáltica la cual es causada por cargas de tránsito, se inicia en la base estabilizada, en donde los esfuerzos y deformaciones son mayores. Las grietas se transmiten a la superficie, estas son longitudinalmente paralelas. Al tener cargas cíclicas las grietas forman polígonos que se parecen a la piel de cocodrilo, de ahí su nombre. Esta falla es un daño estructural que viene de la mano por el ahuellamiento. [29]

Tabla 10. Niveles de Severidad Piel de Cocodrilo

| Niveles de Severidad | Descripción |
|-----------------------------|--|
| L (Low: Bajo) | Grietas superficiales las cuales son finas, formadas paralelamente teniendo pocas o ninguna interconexión entre ellas. Estas no presentan rotura en el material. |
| M (Medium: Medio) | Se desarrolla ya las grietas con forma de piel de cocodrilo, estas se notan ya un poco descascaradas |
| H (High Alto) | Las grietas son bien definidas, y los bordes están descascarados, al existir tránsito se puede notar una movilidad entre las piezas de esta falla. |

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

1.1.3.6.6.2. Agrietamiento en Bloque

Grietas interconectadas que tienen forma de bloques en un rango de 0.30m x 0.30m a 3.0m x 3.0m, este tipo de falla se origina por la contracción del pavimento debido al cambio de temperatura ambiental en el día. Estas comúnmente parecen en zonas en donde no exista tránsito, ya que no son formadas por ningún tipo de cargas. [29]

Tabla 11. Niveles de Severidad Agrietamiento en Bloque

| Niveles de Severidad | Descripción |
|-----------------------------|---|
| L (Low: Bajo) | Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define en grietas longitudinales y transversales. |
| M (Medium: Medio) | Bloques definidos por grietas de media severidad, como se define en grietas longitudinales y transversales. |
| H (High Alto) | Bloques definidos por grietas de alta severidad, como se define en grietas longitudinales y transversales. |

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

1.1.3.6.3. Grieta de Borde

Grietas paralelas que están a una distancia de 0.30 m a 0.60m del borde exterior del pavimento, estas grietas son causadas por acciones de cargas de tránsito, condiciones climáticas, o debilitamiento de la base o subrasante que están cercanas al borde del pavimento. [29]

Tabla 12. Niveles de Severidad Grieta de Bloque

| Niveles de Severidad | Descripción |
|-----------------------------|--|
| L (Low: Bajo) | Agrietamiento sin fragmentación o desprendimiento. |
| M (Medium: Medio) | Grietas con poca fragmentación o desprendimiento. |
| H (High Alto) | Existe fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde. |

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

1.1.3.6.4. Grieta de Reflexión de Junta

Es exclusivamente presentado en pavimentos con superficie asfáltica el cual fue construido sobre una losa de concreto. Son originadas por el movimiento de la losa de concreto ya sea por temperatura o humedad, el daño no se debe a cargas, pero las cargas pueden ocasionar una fractura en el asfalto cerca de la grieta. [29]

Tabla 13. Niveles de Severidad Grieta de Reflexión de Junta

| Niveles de Severidad | Descripción |
|----------------------|---|
| L (Low: Bajo) | <ul style="list-style-type: none">) Grieta sin relleno de ancho menor a 10.0mm) Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante). |
| M (Medium: Medio) | <ul style="list-style-type: none">) Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm) Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.) Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio. |
| H (High Alto) | <ul style="list-style-type: none">) Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.) Grietas sin relleno de más de 76.0 mm) Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada). |

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

1.1.3.6.6.5. Grietas Longitudinales y Transversales

Las grietas longitudinales son paralelas al eje de la vía estas son causas por:

-) La junta tiene una construcción pobre.
-) Contracción de superficie debido a bajas temperaturas.
-) Grieta de reflexión causada por agrietamiento bajo la capa de base. [28]

Las grietas transversales van a lo largo del pavimento en ángulos aproximados de 90°, estas grietas no están asociadas a cargas. [29]

Tabla 14. Niveles de Severidad Grietas Longitudinales y Transversales

| Niveles de Severidad | Descripción |
|----------------------|---|
| L (Low: Bajo) | <ul style="list-style-type: none">) Grieta sin relleno de ancho menor a 10.0mm) Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante). |
| M (Medium: Medio) | <ul style="list-style-type: none">) Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm) Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.) Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas. |
| H (High Alto) | <ul style="list-style-type: none">) Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.) Grietas sin relleno de más de 76.0 mm) Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas. |

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

1.1.3.6.6.Cruce de Vía Férrea

Las depresiones o abultamientos son comúnmente defectos encontrados entre los rieles o alrededor de los cruces de trenes. [28]

Tabla 15. Niveles de Severidad Cruce de Vía Férrea

| Niveles de Severidad | Descripción |
|----------------------|--|
| L (Low: Bajo) | Se produce baja severidad en la calidad de tránsito |
| M (Medium: Medio) | Se produce media severidad en la calidad de tránsito |
| H (High Alto) | Se produce alta severidad en la calidad de tránsito |

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

1.1.3.6.6.7. Grietas Parabólicas

Tiene forma de media luna, están son producidas por los neumáticos accionando una deformación superficial en el pavimento cuando estas giran o frenan, aparecen porque la mezcla asfáltica es de baja resistencia. [29]

Tabla 16. Niveles de Severidad Grietas Parabólicas

| Niveles de Severidad | Descripción |
|-----------------------------|---|
| L (Low: Bajo) | Ancho de la grieta es menor a 10.0 mm |
| M (Medium: Medio) |) Ancho promedio de grieta entre 10.0 y 38.0 mm) El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados. |
| H (High Alto) |) Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm) El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles. |

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

1.1.3.6.6.8. Abultamientos y Hundimientos

Los abultamientos son desplazamientos hacia arriba en la superficie de la capa de rodadura, estos son causados por:

-) Expansión por congelación.
-) Elevación del material en una grieta.
-) Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Pórtland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico. [28]

Los hundimientos son pequeños desplazamientos hacia debajo de la capa superficial, se presentan en áreas grandes, causando depresiones. [29]

Tabla 17. Niveles de Severidad Abultamientos y Hundimientos

| Niveles de Severidad | Descripción |
|-----------------------------|---|
| L (Low: Bajo) | Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad. |
| M (Medium: Medio) | Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de media severidad. |
| H (High Alto) | Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de alta severidad. |

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

1.1.3.6.6.9. Corrugación

Conocida también como lavadero es una serie de cimas y depresiones, estas ocurren en intervalos comúnmente de 3.0 m, las cimas son perpendiculares a la circulación del tránsito. Es causado por las cargas de tránsito y una carpeta asfáltica o base inestable. [29]

Tabla 18. Niveles de Severidad Corrugación

| Niveles de Severidad | Descripción |
|-----------------------------|---|
| L (Low: Bajo) | Calidad de transito de baja severidad. |
| M (Medium: Medio) | Calidad de transito de media severidad. |
| H (High Alto) | Calidad de transito de alta severidad. |

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

1.1.3.6.6.10. Depresión

Niveles en donde el pavimento es más bajo que en toda la sección del pavimento, estos son visibles en épocas de lluvias, debido a que el agua es almacenada en los baños de pájaros, al estar en épocas secas las depresiones se identifican por manchas de agua que están almacenadas, estas se forman por un asentamiento de la subrasante, originan rugosidades cuando son profundas. [28]

Tabla 19. Niveles de Severidad Depresión

| Niveles de Severidad | Descripción |
|-----------------------------|---|
| L (Low: Bajo) | Si la profundidad máxima está en el rango de 13.0 a 25.0 mm |
| M (Medium: Medio) | Si la profundidad máxima está en el rango de 25.0 a 51.0 mm |
| H (High Alto) | Si la profundidad máxima es mayor a 51.0 mm |

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

1.1.3.6.6.11. Ahuellamiento

Depresión en donde puede haber o no un levantamiento del pavimento al lado de la superficie de las huellas de ruedas de los vehículos, este es visible por lo general solo después de haber una lluvia, esta falla es una deformación permanente en las capas conformadas por el pavimento, si el ahuellamiento es de gran relevancia puede llevar a una falla estructural. Este se produce por movimientos ocasionados por cargas de tránsito o por consolidación. [29]

Tabla 20. Nivel de Severidad Ahuellamiento

| Niveles de Severidad | Descripción |
|-----------------------------|---|
| L (Low: Bajo) | La profundidad media está en el rango de 6.0 a 13.0 mm |
| M (Medium: Medio) | La profundidad media está en el rango de 13.0 a 25.0 mm |
| H (High Alto) | La profundidad media es mayor a 25.0 mm |

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

1.1.3.6.6.12. Desplazamiento

Deslizamiento longitudinal el cual es permanente en un área específica del pavimento, esto se produce por las cargas de tránsito ya que este ocasiona una onda corta y abrupta en la superficie debido a un empuje de carga y pavimento, esta falla ocurre en asfaltos de líquido inestables. [29]

Tabla 21. Nivel de Severidad Desplazamiento

| Niveles de Severidad | Descripción |
|-----------------------------|--|
| L (Low: Bajo) | Calidad de tránsito de severidad baja |
| M (Medium: Medio) | Calidad de tránsito de severidad media |
| H (High Alto) | Calidad de tránsito de severidad alta |

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

1.1.3.6.6.13. Hinchamiento

Pandeo hacia arriba en la superficie del pavimento tiene una longitud mayor a los 3 metros, este es acompañado de agrietamiento superficial, es causado por el congelamiento de la subrasante o por suelos expansivos. Es detectado cuando se está conduciendo en la sección del pavimento. [28]

Tabla 22. Nivel de Severidad Hinchamiento

| Niveles de Severidad | Descripción |
|-----------------------------|--|
| L (Low: Bajo) | Calidad de tránsito de severidad baja |
| M (Medium: Medio) | Calidad de tránsito de severidad media |
| H (High Alto) | Calidad de tránsito de severidad alta |

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

1.1.3.6.6.14. Huecos

Son depresiones diminutas que por lo general el diámetro es menor a 90 cm, estos tienen forma de tazón, la rapidez en que estos crecen se debe a la acumulación de agua, se generan por causa del tráfico, ya que al arrancar un vehículo este arrancara pequeños pedazos de la superficie, esta desintegración en el pavimento es por mezclas pobres o puntos de baja resistencia en la base o subrasante. Los huecos se los confunde desprendimiento o meteorización por estar asociados a una condición estructural. [29]

Tabla 23. 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: Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, 2002

1.1.3.6.6.15. Desprendimiento de Agregados

Es la pérdida de la superficie del pavimento, debido a la pérdida del material bituminoso o por partículas sueltas del agregado, este tipo de falla se causa por el paso de vehículos de orugas o por derramamiento de aceites los cuales ablandaran la superficie. [29]

Tabla 24. Nivel de Severidad Hinchamiento

| Niveles de Severidad | Descripción |
|----------------------|--|
| L (Low: Bajo) | Se pierde los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha de este, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda. |
| M (Medium: Medio) | Se pierde los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. Si se derrama aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda. |
| H (High Alto) | Se pierde de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto. |

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

1.1.3.6.6.16. Exudación

Capa fina de material bituminoso la cual está presente en la capa asfáltica, esta fina capa forma una brillante superficie la cual es cristalina, reflectora y pegajosa. Esta falla se da por un exceso de material bituminoso en la mezcla del pavimento o por existir un mínimo contenido de vacíos de aire. Esta falla se inicia al momento en que el asfalto empieza a expandirse por medio de las altas temperaturas ambientales y llena los vacíos. Ya que la exudación no es un proceso el cual se lo puede revertir en los periodos o zonas frías el material bituminoso se acumulará en la superficie de la carretera. [29]

Tabla 25. Niveles de Severidad Exudación

| Niveles de Severidad | Descripción |
|-----------------------------|---|
| L (Low: Bajo) | Notable en pocos días del año, el asfalto no se pega a los zapatos o vehículos. |
| M (Medium: Medio) | En ciertas semanas del año el asfalto se pega a los zapatos o vehículos. |
| H (High Alto) | En varias semanas del año existe una gran cantidad de asfalto el cual se pega en zapatos o vehículos. |

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

1.1.3.6.6.17. Pulimento de Agregados

Se ocasiona por cargas de tránsito deteriorando a los agregados de la superficie y haciendo que este tenga una textura lisa por lo mismo los neumáticos de los vehículos no tendrán la misma adherencia. Esta falla se la puede reconocer mediante el ensayo de resistencia al deslizamiento. [29]

1.1.3.6.6.18. Desnivel de Carril / Berma

Disconformidad de niveles entre la berma y el borde del pavimento debido a erosión o asentamiento de la berma o colocación de sobrecarpetas en la calzada. [29]

Tabla 26. Niveles de Severidad Desnivel Carril/Berma

| Niveles de Severidad | Descripción |
|-----------------------------|---|
| L (Low: Bajo) | La diferencia entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm |
| M (Medium: Medio) | La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm |
| H (High Alto) | La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm |

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

1.1.3.6.6.19. Parcheo y Acometidas

Área remplazada que tiene como finalidad reparar algún desperfecto de la sección, no obstante, a un parcheo se lo considera como daño debido a que el área adyacente no se comportara como el material original. [29]

Tabla 27. Niveles de Severidad Parcheo y Acometidas

| Niveles de Severidad | Descripción |
|-----------------------------|---|
| L (Low: Bajo) | El parche está en óptimas condiciones, la calidad del tránsito es baja severidad. |
| M (Medium: Medio) | El parche está moderadamente deteriorado, la calidad del tránsito es de severidad media. |
| H (High Alto) | El parche está deteriorado, la calidad del tránsito es de alta severidad, requiere una sustitución inmediata. |

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

1.1.3.6.6.20. Unidades de Medidas de Tipo de Fallas

Tabla 28. Unidades de Medida de Tipo de Fallas

| Tipo de Falla | Unidad de medida | |
|--|-------------------------|----------------|
| Piel de Cocodrilo | ft ² | m ² |
| Agrietamiento en bloque | ft ² | m ² |
| Grieta de borde | ft | m |
| Grieta de reflexión de junta | ft | m |
| Grietas longitudinales y transversales | ft | m |

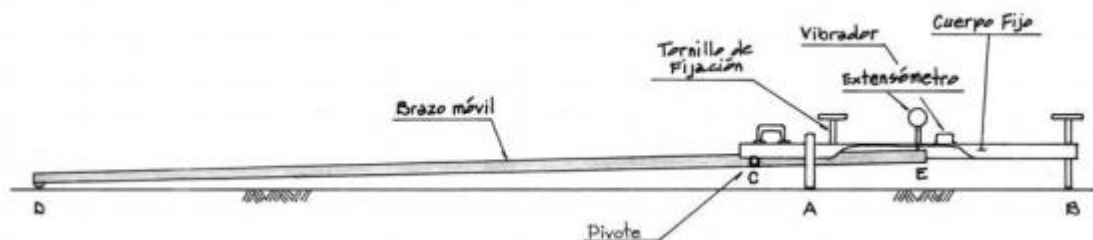
| | | |
|------------------------------|-----------------|----------------|
| Cruce de vía férrea | ft ² | m ² |
| Grietas parabólicas | ft ² | m ² |
| Abultamientos y Hundimientos | ft | m |
| Corrugación | ft ² | m ² |
| Depresión | ft ² | m ² |
| Ahuellamiento | ft ² | m ² |
| Desplazamiento | ft ² | m ² |
| Hinchamiento | ft ² | m ² |
| Huecos | Unidad | |
| Desprendimiento de Agregados | ft ² | m ² |
| Exudación | ft ² | m ² |
| Pulimento de agregados | ft ² | m ² |
| Desnivel de Carril / Berma | ft | m |
| Parqueo y acometidas | ft ² | m ² |

Fuente: Autor, 2020

1.1.3.7. Viga Benkelman

La viga Benkelman actúa con el principio de la palanca al ser un ensayo no destructivo el cual determina deflexiones verticales en la superficie del pavimento. La viga tiene dos partes. La primera parte comprende un cuerpo fijo que se sitúa en el terreno mediante tres apoyos, dos de ellos fijos en el punto “A” y uno trasero regulable en el punto “B”. La segunda parte consta de un brazo móvil, el cual se encuentra acoplado a una articulación de giro en el punto “C”, uno de los extremos de este brazo (DE) se encuentra en el punto “D” apoyado sobre el terreno, el otro extremo se encuentra en contacto con un extensómetro de movimiento vertical en el punto “E” [30]

Gráfica 4. Esquema de Viga Benkelman



Fuente: Evaluación estructural usando Viga Benkelman aplicado a un pavimento, 2017

La carga puntual usada para este ensayo es transmitida por los neumáticos de doble eje los cuales tendrán un peso estático de 81.75 KN. Para este ensayo se deberá tener una distancia del punto de ensayo de acuerdo con el ancho del carril en la que se realice este ensayo. [30]

Tabla 29. Localización del Punto de Ensayo

| Ancho de Carril | Distancia del Punto de Ensayo Desde el Borde del Pavimento |
|------------------------|---|
| 2.70 m | 0.45 m |
| 3.00 m | 0.60 m |
| 3.30 m | 0.75 m |
| 3.60 m o mayor | 0.90 m |

Fuente: Evaluación estructural usando Viga Benkelman aplicado a un pavimento, 2017

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 – Tisaleo sector Huachi La Magdalena en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+200 de la provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos Específicos

-) Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía Ambato – Tisaleo sector Huachi La Magdalena en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+200.
-) Conocer la movilidad vehicular en la vía Ambato – Tisaleo sector Huachi La Magdalena en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+200.
-) Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Ambato – Tisaleo sector Huachi La Magdalena en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+200.
-) Proponer el sistema de gestión de conservación vial adecuado de la vía Ambato – Tisaleo en el sector Huachi La Magdalena en el tramo de la abscisa 0+000 hasta la abscisa 3+200 de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Descripción de la Metodología

Se debe tener en cuenta que se usara más de un tipo de investigación ya que el proyecto técnico tiene varias etapas para así obtener la información necesaria generando un análisis y así determinar resultados óptimos que convenga a todas las partes involucradas generando un óptimo proyecto para que este sirva como referencia para similares investigaciones futuras.

Tipo de Investigación

Investigación Exploratoria

Una de las tantas investigaciones usadas será la investigación exploratoria debido a que se realizará un reconocimiento de la vía; obtención de datos topográficos, conteo vehicular, deflexiones verticales del pavimento, extracción de muestras de suelos para ensayarlas posteriormente y evaluación de la vía según el Índice de Condición de Pavimento (PCI).

Investigación de Laboratorio

Al tener muestras de suelo las cuales fueron extraídas a lo largo de la vía, estas se las desplazara al laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, para ser ensayadas y así determinar las propiedades del suelo. Los ensayos que se deberán realizar serán:

-) Granulometría
-) Límites de Atterber
 - o Limite Plástico
 - o Limite Líquido
-) Ensayo de Relación de Soporte California (CBR)

Estos ensayos están dados por la norma ASTM, para granulometría se usará ASTM: C136, para Limite plástico ASTM: D-424-59-74, para limite liquido ASTM D-424-71 y para el Ensayo de Relación de Soporte California ASTM: D 1883.

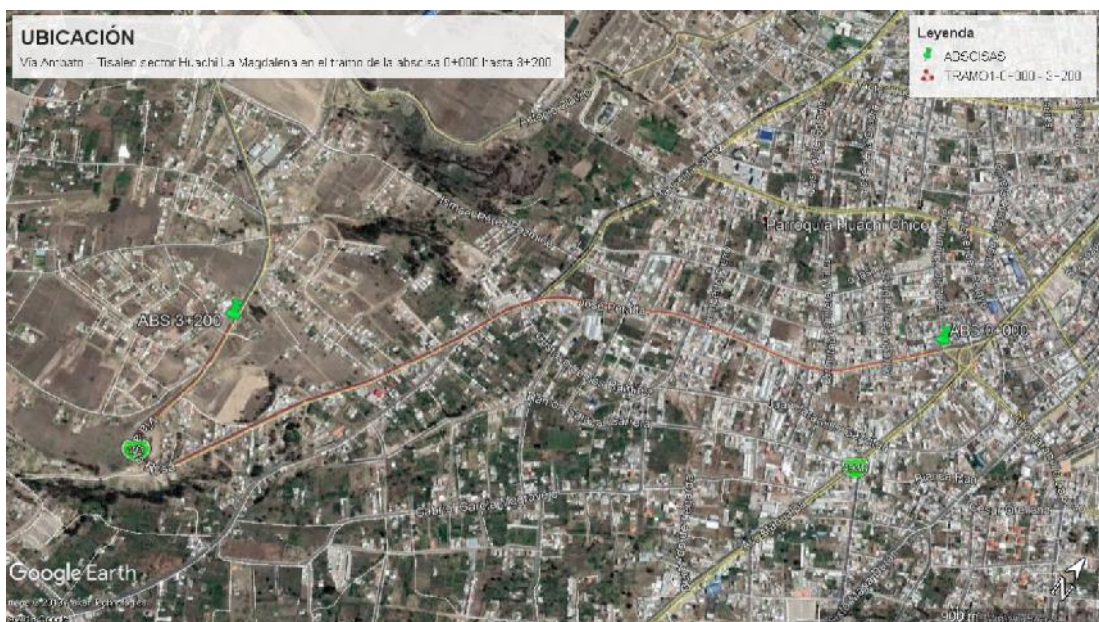
Investigación Descriptiva

La predominancia de este tipo de investigación consta en el método visual de reconocimiento establecido por el Índice de Condición de Pavimento, ya que al solo reconocer las fallas y no buscar por qué se iniciaron estas. Al tener una ficha establecida en la que se inspecciona la capa superficial de rodadura se detalla la magnitud del tipo de falla según su índice de severidad, la locación, unidad de medida, área de muestra, etc.

Población

El presente proyecto técnico consta en estudiar la conservación de la capa de rodadura de la vía Ambato – Tisaleo sector Huachi La Magdalena en el tramo de la abscisa 0+000 hasta 3+200

Gráfica 5. Ubicación del Proyecto



Fuente: Google Earth Pro, 2020

Muestra

El proyecto técnico analizará diferentes aspectos, el levantamiento topográfico el cual constará en un abscisado cada 20 metros en tramos rectos, para curvas se lo realizará cada 5 metros, con esto se tendrá curvas de nivel y el posicionamiento exacto de la vía. Las muestras de suelos serán recolectadas cada kilómetro, se realizarán calicatas de una profundidad de 80cm a 100cm con dimensiones de 100cm x 100cm, con las cuales se obtendrá la subrasante aledaña a la vía, y así obteniendo información acerca de la resistencia del suelo.

Otro aspecto importante será conocer las cargas transitadas por la vía por lo que se procede a realizar un conteo manual para conocer el TPDA, este conteo se lo realizara en 7 días los cuales no exista ninguna bifurcación en el tránsito, se obtendrán datos de circulación vehicular de 12 horas seguidas por día.

Al usar la Viga Benkelman las deflexiones del pavimento se verán reflejadas en datos preliminares dados por el equipo, el cual constara en usarlo a una distancia de 90 cm del borde del pavimento y medir las deflexiones dadas por una volqueta la de 8 m³ la cual este completamente cargada, teniendo un peso total de 18 toneladas aproximadamente, no obstante, al realizarse el método del PCI que consiste en una inspección visual se conocerá en totalidad el tipo de daño, cantidad, clase y severidad para lograr conocer el estado de la vía en estudio, se utilizara fichas previamente realizadas.

2.1.Materiales y Equipos

) Levantamiento topográfico georreferenciado

Materiales:

- Clavos de hierro
- Libreta de campo
- Pintura

Equipo:

- Estación Total
- Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
- Prisma Topográfico
- Bastón de Prisma
- Trípode topográfico
- Radio de comunicación
- Cinta métrica
- Flexómetro
- Computadora

) **Medición de Deflexiones**

Materiales:

- Libreta de campo
- Agua
- Tiza o pintura
- Chaleco reflectivo

Equipo:

- Viga Benkelman
- Punta
- Combo
- Cinta métrica
- Flexómetro
- Termómetro

- Volqueta de 8 m³ completamente cargada

) Método de Índice de condición de Pavimento

Materiales:

- Formato preestablecido de recolección de datos.
- Flexómetro

Equipo:

- Manual de identificación de fallas

) Trafico Promedio Diario Anual

Materiales:

- Formato de contabilización de vehículos

Equipo:

- Computador

) Pozo a cielo abierto

Materiales:

- Muestra en situ
- Costales

Equipo:

- Pala
- Pico
- Barra
- Flexómetro
- Norma AASHTO T 87-70

) **Granulometría**

Materiales:

- Muestra en situ cuarteada

Equipo:

- Tamizadora
- Juego de Tamices
- Brocha
- Recipientes
- Balanza Electrónica
- Norma AASHTO T 88 2013

) **Limite Líquido (Copa Casagrande)**

Materiales:

- 150 gramos de muestra de suelo pasada por el tamiz # 40
- Agua

Equipo:

- Equipo de Copa de Casa Grande
- Espátula
- Acanalador
- Recipientes metálicos
- Horno
- Balanza electrónica
- Norma AASHTO T 89 2013

) **Limite Plástico**

Materiales:

- 150 gramos de muestra de suelo pasada por el tamiz # 40
- Agua

Equipo:

- Placa de vidrio
- Fuente de mezclado
- Calibrador Pie de Rey
- Recipientes Metálicos
- Horno
- Balanza electrónica
- Norma AASHTO T 90 2016

) **Proctor Modificado tipo B**

Materiales:

- 24 kilogramos de muestra de suelo pasada por el tamiz # 4
- Agua

Equipo:

- Bandeja metálica cuadrada
- Martillo de compactación
- Molde 6" con extensión y base
- Probeta graduada

- Palustre
- Regleta metálica
- Recipientes metálicos
- Horno
- Balanza electrónica
- Norma AASHTO T 180 2018

) **California Bearing Ratio (CBR)**

Materiales:

- 18 kilogramos de muestra de suelo pasada por el tamiz # 4
- Agua

Equipo:

- Bandeja metálica cuadrada
- Martillo de compactación
- Molde 6" con extensión y base
- Probeta graduada
- Palustre
- Regleta metálica
- Disco espaciador de metal
- Pesos de sobrecarga
- MULTISPEED 34-V1172
- Recipientes metálicos

- Horno
- Balanza electrónica

2.2.Métodos

2.2.1. Plan de Recolección de Datos

-)] Levantamiento y estudio topográfico, en donde se detallará las características de la zona, esto se realizará mediante estación total, la longitud del tramo es de 3200 metros.
-)] Obtención de cargas de tránsito en la zona por medio de un conteo manual con una duración de una semana (7 días). Se inicio el lunes 25 de noviembre y se culminó el domingo 1 de diciembre de 2019 en un horario de 6h00 a 18h00. El conteo fue facilitado por la ficha de registro en donde se clasifica los vehículos circulantes de la vía. Este esta dividido en intervalos de 15 minutos para así facilitar el conteo.
-)] La inspección visual mediante el método de PCI da a conocer que la vía tiene una sola sección ya que su pavimento es constante y no existen tramos en donde exista presencia de recapeo, además el ancho es constante.
-)] La Viga Benkelman al ser un equipo el cual usa el principio de palanca es usado para detectar las deflexiones en el pavimento, estos resultados se los lee en un dial el cual es parte del equipo. Los puntos se los realizara cada 200 metros alternando el lado del carril con una separación del borde de 90 cm ya que el ancho de vía es mayor a 3.60m. las deflexiones serán tomadas a 0cm, 25cm, 50cm, 100cm, 500 cm y 800cm
-)] Para evaluar las propiedades del suelo se realizó calicatas con dimensiones de 0.80m x 0.80m con una profundidad de 0.80 m a 1.00 m, en un rango de 1 km de separación, al tener 3200 metros se extrajo 4 muestras siguiendo lo señalado en la norma AASHTO T 87-70.
-)] Para realizar el ensayo de granulometría se aplica la siguiente norma dada en AASHTO T 88-2013

- J Para realizar el ensayo de granulometría se aplica la siguiente norma dada en AASHTO T 88-2013
- J Para realizar el ensayo de Límite Líquido (Copa de Casagrande) se aplica la norma dada en AASHTO T 89-2013
- J Para realizar el ensayo de Límite Plástico se aplica la norma dada en AASHTO T 90-2016
- J Para realizar el ensayo de Proctor Modificado tipo B se aplica la norma dada en AASHTO T 180-2018
- J Para realizar el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) se aplica la norma dada en AASHTO T 193-2013

2.2.2. Plan de Procesamiento y Análisis de Información

Al iniciar el plan de procesamiento y análisis se debe seguir con el siguiente proceso:

- J Investigar sobre el método usado para la evaluación de la capa superficial del pavimento (capa de rodadura).
- J Investigar la metodología usada para obtener deflexiones con ayuda del equipo “Viga Benkelman”
- J Realizar el levantamiento topográfico de la vía en estudio, utilizando la estación total, para así tener datos confiables.
- J Determinar el TPDA mediante un conteo manual del tramo en estudio, para así analizar el tipo de vehículos que circulan en un tiempo determinado por la vía.
- J Reconocer las fallas existentes a lo largo la vía, dadas por el Método de Índice de Condición de Pavimento (PCI), mediante una inspección visual a lo largo de la vía.
- J Extracción de muestras de suelo, realizando calicatas.
- J Obtener las propiedades físicas y mecánicas del suelo extraído mediante ensayos de laboratorio.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

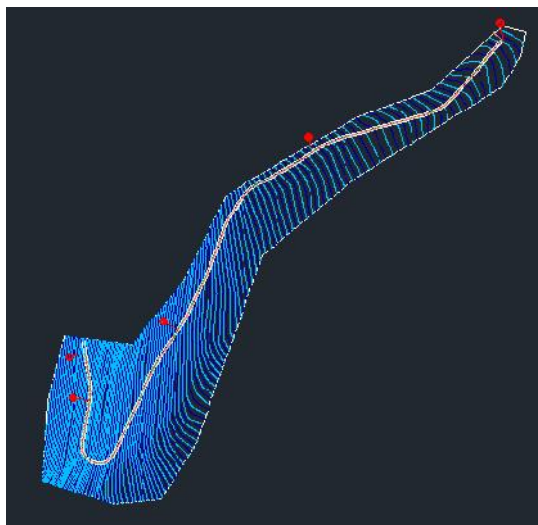
3.1. Análisis y Discusión de Resultados

3.1.1. Levantamiento Topográfico Georreferenciado

Para realizar un proyecto técnico en la rama de vías de la carrera de Ingeniería Civil se debe realizar un levantamiento topográfico el cual sirve como fase inicial de un estudio técnico y descriptivo, es decir se examina la superficie del terreno. Este se realizó con una estación total para así tener puntos lo más precisos posibles y los materiales necesarios, al concluir con el levantamiento topográfico se obtuvo un total de 435 puntos los cuales fueron a ambos lados del borde de la vía. [10]

Para facilitar el procesamiento de los datos obtenidos en campo se exporta los puntos dados por la estación a una hoja de cálculo de Excel, en esta se ordenarán las celdas a conveniencia del usuario (Numero de punto, Coordenada en este, Coordenada en norte, Elevación). El archivo se lo guardará en extensión Texto (delimitado por tabulaciones) (*.txt), para así proceder a exportar al programa AutoCAD Civil 3D versión estudiantil 2020, con este se representará la vía dando como longitud total del tramo de 3.2 kilómetros y un ancho de carril promedio de 11.20 metros.

Gráfica 6. Modelo Digital de la Vía en Estudio



Fuente: Autor, 2020

3.1.2. Análisis de Tráfico

Al realizar un análisis de tráfico este permite obtener la cantidad de vehículos que circulan en la vía Ambato – Tisaleo, con el TPDA se determinará el tipo de carretera, por tal razón se realizó un conteo manual por 7 días seguidos con una duración de 12 horas por día en el horario que inicio en 6H00 y culmino a las 18h00. La vía al tener un aforo constante en ambos sentidos fue necesario la presencia de dos observadores, los cuales llenaron la ficha previamente realizada. La estación de conteo vehicular se situó en la abscisa 1+050 ya que en esta se contaba con un espacio en donde no se interrumpiría la circulación vehicular y en especial un tramo recto en donde no existían salidas considerables de vehículos los cuales puedan afectar con el estudio.

Tabla 30. Coordenadas de la Estación de Conteo

| Coordenadas de la Estación de Conteo | |
|--------------------------------------|---------|
| Coordenadas en Este | 762787 |
| Coordenadas en Norte | 9858358 |

Fuente: Autor, 2020

Gráfica 7. Ubicación de la Estación de Conteo





Fuente: Autor, 2020

3.1.2.1. Formato de Conteo Vehicular

Al utilizar un formato de conteo vehicular el cual ya este previamente establecido facilitara la recolección y tabulación de los datos registrados en los días designados. Este cuenta con 5 secciones las cuales se detallarán a continuación:

-) En la sección # 1 la cual esta detallada en la gráfica # 8 se detalla el encabezado, en donde estará el nombre del proyecto para el cual está destinada la recolección de datos, la fecha y el día que se realizó el conteo, la ubicación en donde se señalara la abscisa en donde esta plantada la estación de conteo manual, el sentido del carril y como punto final el responsable a cargo de la recolección de datos.
-) En la sección # 2 la cual esta detallada en la gráfica # 8 se distribuye las 12 horas que consiste la recolección de datos, no obstante, cada hora se dividirá en intervalos de 15 minutos para facilitar el proceso.
-) En la sección # 3 la cual esta detallada en la gráfica # 8 se detalla los vehículos circulantes en la vía estos pueden ser: “livianos” que está dividido en automóviles, camionetas y motocicletas, “buses” los cuales son livianos, medianos y pesados, “camiones” estos se dividen por su número de ejes y “otros”
-) En la sección # 4 la cual esta detallada en la gráfica # 8 representa la sumatoria de cada tipo de vehículo visualizado a lo largo de la hora.
-) En la sección # 5 la cual esta detallada en la gráfica # 8 detalla la sumatoria total de vehículos circulantes a lo largo de la hora.

Gráfica 8. Formato de Conteo Manual



| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------------|---|---|---|---------|----------|----------|----------|-----------|------------|-----------------------|---------|
|  PROYECTO: Via Ambato-Tiroleo/Tramo 1 FECHA: 25 de noviembre de 2019 | | ESTACIÓN No: 1 DIA: Lunes | UBICACIÓN: Abscisa ESTADO DEL TIEMPO: Parcialmente Nublado | SENTIDO: Ambos RESPONSABLE: Andrés Micozzi | HORA No: 1  | | | | | | | | |
| HORA | LIVIANOS | | | BUSES | | | CAMIONES | | | | OTROS | SUMATORIA POR HORA | |
| | AUTOMOVILES | CAMIONETAS | MOTOS | LIVIANOS | MEDIANOS | PESADOS | LIVIANOS | DOS EJES | MEDIANOS | TRES EJES | >TRES EJES | | No EJES |
| 6H00 | 6H00-6H15 6H15-6H30 6H30-6H45 6H45-7H00 | | | | | | | | | | | | |
| | SUM PARCIAL | | | | | | | | | | | | |
| 7H00 | 7H00-7H15 7H15-7H30 7H30-7H45 7H45-8H00 | | | | | | | | | | | | |
| | SUM PARCIAL | | | | | | | | | | | | |
| 8H00 | 8H00-8H15 8H15-8H30 8H30-8H45 8H45-9H00 | | | | | | | | | | | | |
| | SUM PARCIAL | | | | | | | | | | | | |
| 9H00 | 9H00-9H15 9H15-9H30 9H30-9H45 9H45-10H00 | | | | | | | | | | | | |
| | SUM PARCIAL | | | | | | | | | | | | |
| 10H00 | 10H00-10H15 10H15-10H30 10H30-10H45 10H45-11H00 | | | | | | | | | | | | |
| | SUM PARCIAL | | | | | | | | | | | | |
| 11H00 | 11H00-11H15 11H15-11H30 11H30-11H45 11H45-12H00 | | | | | | | | | | | | |
| | SUM PARCIAL | | | | | | | | | | | | |
| 12H00 | 12H00-12H15 12H15-12H30 12H30-12H45 12H45-13H00 | | | | | | | | | | | | |
| | SUM PARCIAL | | | | | | | | | | | | |
| 13H00 | 13H00-13H15 13H15-13H30 13H30-13H45 13H45-14H00 | | | | | | | | | | | | |
| | SUM PARCIAL | | | | | | | | | | | | |
| 14H00 | 14H00-14H15 14H15-14H30 14H30-14H45 14H45-15H00 | | | | | | | | | | | | |
| | SUM PARCIAL | | | | | | | | | | | | |
| 15H00 | 15H00-15H15 15H15-15H30 15H30-15H45 15H45-16H00 | | | | | | | | | | | | |
| | SUM PARCIAL | | | | | | | | | | | | |
| 16H00 | 16H00-16H15 16H15-16H30 16H30-16H45 16H45-17H00 | | | | | | | | | | | | |
| | SUM PARCIAL | | | | | | | | | | | | |
| 17H00 | 17H00-17H15 17H15-17H30 17H30-17H45 17H45-18H00 | | | | | | | | | | | | |
| | SUM PARCIAL | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Autor, 2020

3.1.2.2. Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) por el método de la trigésima hora.

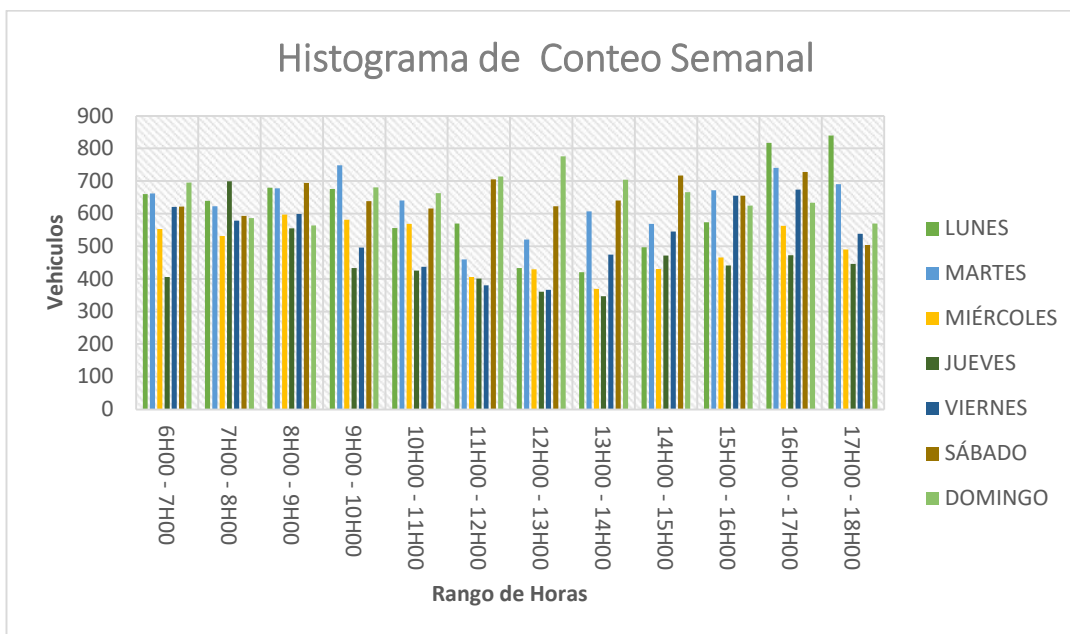
Al determinar el Tráfico Promedio Diario Anual se tuvo que registrar la cantidad total de vehículos circulantes en la vía Ambato-Tisaleo tramo 1 el cual está dando en la abscisa 0+000 hasta la 3+200 en un lapso de 7 días por 12 horas diarias en ambos sentidos de carril, esto se detalla más claramente en el Anexo B Conteo Vehicular Diario.

Tabla 31. Resumen Semanal de Conteo Vehicular

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | |  |
|---|---|--------|-----------|--------|---------|---------------------------------------|---|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | |
| Provincia: Tungurahua | | | | | | Cantón: Ambato | |
| Fecha: 25/11/2019 | | | | | | Vía: Ambato- Tisaleo / Tramo # 1 | |
| Realizado por: Andrés Jácome | | | | | | Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta | |
| RESUMEN SEMANAL DE CONTEO VEHICULAR | | | | | | | |
| Hora \ Día | LUNES | MARTES | MIÉRCOLES | JUEVES | VIERNES | SÁBADO | DOMINGO |
| 6H00 - 7H00 | 660 | 662 | 553 | 406 | 621 | 622 | 695 |
| 7H00 - 8H00 | 639 | 623 | 531 | 699 | 578 | 593 | 586 |
| 8H00 - 9H00 | 680 | 678 | 597 | 555 | 599 | 694 | 564 |
| 9H00 - 10H00 | 676 | 748 | 581 | 433 | 496 | 638 | 681 |
| 10H00 - 11H00 | 556 | 640 | 569 | 425 | 437 | 616 | 663 |
| 11H00 - 12H00 | 570 | 460 | 406 | 401 | 380 | 705 | 714 |
| 12H00 - 13H00 | 433 | 521 | 429 | 361 | 366 | 623 | 776 |
| 13H00 - 14H00 | 420 | 607 | 369 | 347 | 474 | 640 | 704 |
| 14H00 - 15H00 | 497 | 569 | 430 | 471 | 545 | 717 | 666 |
| 15H00 - 16H00 | 574 | 672 | 466 | 441 | 655 | 655 | 625 |
| 16H00 - 17H00 | 817 | 740 | 563 | 472 | 674 | 728 | 633 |
| 17H00 - 18H00 | 840 | 690 | 490 | 446 | 538 | 504 | 570 |

Fuente: Autor, 2020



Gráfica 9. Histograma de Resumen Semanal de Conteo Vehicular



Fuente: Autor, 2020

Como se puede observar en la tabla 31 y en la gráfica 9 la hora pico o trigésima hora de la semana se refleja el lunes 25 de noviembre de 2019 a las 17h00 a 18h00. Por tal razón se detalla en la siguiente tabla el número de vehículos circulantes clasificado por tipo de la hora pico.

Tabla 32. Hora con Mayor Aforo

|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | |  | |
|---|-------------|---|---------|--|-----|-----|-------|---|-----|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | |
| | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| Provincia: Tungurahua | | | | Cantón: Ambato | | | | | |
| Fecha: 6/01/2020 | | | | Vía: Ambato- Tisaleo / Tramo # 1 | | | | | |
| Realizado por: Andrés Jácome | | | | Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | | | | |
| Hora con Mayor Aforo Vehicular de la Semana | | | | | | | | | |
| Hora | Livianos | Buses | Pesados | | | | Total | Total Acumulado | |
| | | | C-2-L | C-2-P | C-3 | C>3 | | | |
| 17H00-18H00 | 17H00-17H15 | 246 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 | 255 | 255 |
| | 17H15-17H30 | 206 | 4 | 3 | 0 | 1 | 1 | 215 | 470 |
| | 17H30-17H45 | 204 | 8 | 5 | 2 | 1 | 3 | 223 | 693 |
| | 17H45-18H00 | 137 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 147 | 840 |
| Subtotal | | 793 | 29 | 9 | 3 | 2 | 4 | | |
| Total | | 793 | 29 | 18 | | | | 840 | |

Fuente: Autor, 2020

3.1.2.3.Cálculo del Factor de Hora Pico

$$F_1 = \frac{Q}{4*Q_m} \text{ Ecuación 6.}$$

Donde:

Q: Total de vehículos en la hora pico.

Q_{max}: Flujo máximo en intervalos de 15 minutos de la hora pico. [19]

$$F_1 = \frac{840 \text{ v h}}{4 * 255 \text{ v h}}$$

$$F_1 = 0.824$$

$$F_1 > 1$$

$$\therefore F_1 = 1$$

3.1.2.4.Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

$$T_A = \frac{V * F}{k} \text{ Ecuación 7.}$$

Donde:

TPDA Actual: Tráfico Promedio Diario Anual Actual.

VPH: Volumen en hora pico.

k: Proyeccion de TPDA en 1 año en función de la 30va hora de diseño, representado en porcentaje. [19]

) El coeficiente “k” viene dado para zonas urbanas y rurales

Tabla 33. Coeficiente k

| Coeficiente k | |
|---------------|-----------|
| Zona | Rango |
| Zona urbana | 8% - 12% |
| Zona Rural | 12% - 18% |

Fuente: MTOP, 2013

∴ A s i u z u e c i k u l s i d 10%

Tabla 34. Trafico Promedio Diario Anual de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1

| Tipo de Vehículo | Volumen Vehicular en Hora Pico (VHP) Veh/día | Coefficiente k para Zona Urbana | Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _{actual}) Veh/día |
|------------------|--|---------------------------------|---|
| Livianos | 793 | 10% | 7930 |
| Buses | 29 | 10% | 290 |
| Camiones | 18 | 10% | 180 |
| Total | | | 8400 |

Fuente: Autor, 2020

3.1.2.5. Cálculo del Tráfico Atraído (T_{at})

$$T_{at} = 10 \% \text{ TPDA Actual Ecuación 8.}$$

Donde:

T_{at}: Tráfico Atraído para la vía Ambato - Tisaleo / Tramo 1.

TPDA Actual: Tráfico Promedio Diario Anual Actual. [19]

Tabla 35. Trafico Atraído de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1

| Tipo de Vehículo | Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _{actual}) Veh/día | Trafico Atraído (T _{at}) Veh/día |
|------------------|---|--|
| Livianos | 7930 | 793 |
| Buses | 290 | 29 |
| Camiones | 180 | 18 |
| Total | | 840 |

Fuente: Autor, 2020

3.1.2.6. Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Total

$$T_t = T_a + T_a \text{ Ecuación 9.}$$

Donde:

T_{total}: Tráfico Promedio Diario Anual Total de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1.

TPDA_{actual}: Tráfico Promedio Diario Anual Actual de la Vía Ambato-Tisaleo

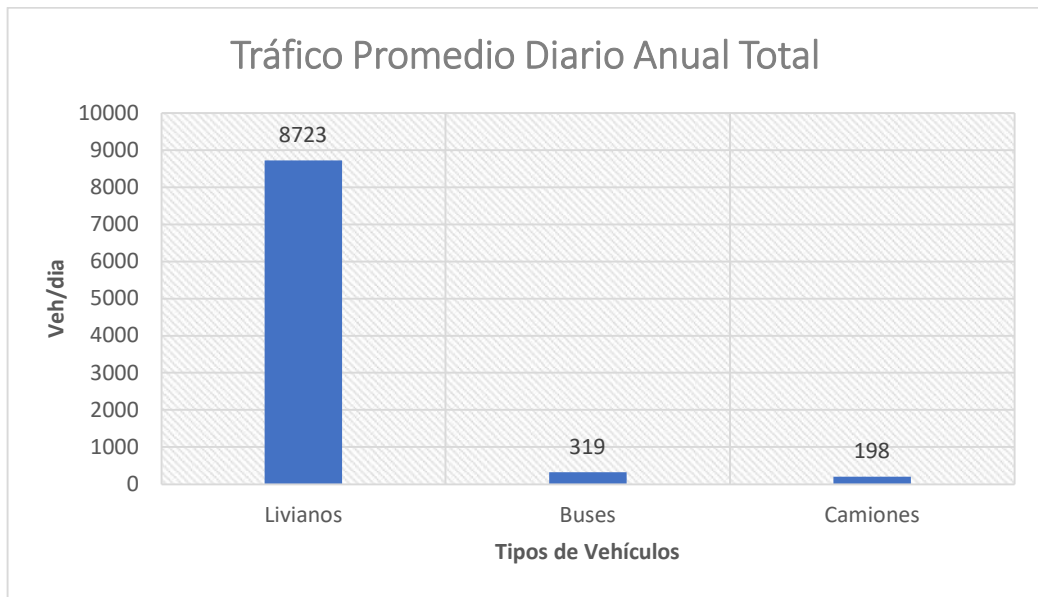
T_{at} : Tráfico Atraído de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1. [19]

Tabla 36. Tráfico Promedio Diario Anual Total de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1

| Tipo de Vehículo | Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA actual) Veh/día | Traffic Atraído (T_{at}) Veh/día | Tráfico Promedio Diario Anual Total TPDA total Veh/día | Porcentaje del TPDA total (%) |
|------------------|---|--------------------------------------|--|-------------------------------|
| Livianos | 7930 | 793 | 8723 | 94.405 |
| Buses | 290 | 29 | 319 | 3.452 |
| Camiones | 180 | 18 | 198 | 2.143 |
| Total | | | 9240 | 100.000 |

Fuente: Autor, 2020

Gráfica 10. Tráfico Promedio Diario Anual Total por Tipo de Vehículos



Fuente: Autor, 2020

Gráfica 11. Porcentaje de Participación de Tipos de Vehículos en el TPDA total



Fuente: Autor, 2020

3.1.2.7. Cálculo del Tráfico Futuro (Tf)

El tráfico futuro de la vía Ambato-Tisaleo tramo 1 con abscisas 0+000 hasta 3+200, será realizado para una proyección de 20 años el cual iniciará en el año 2019 terminando en el 2039.

$$Tf = TPDA \text{ total } (1+i)^n \text{ Ecuación 10.}$$

Donde:

Tf: tráfico futuro

TPDA total: Tráfico Promedio Diario Anual Total.

i: Índice de Crecimiento Vehicular.



n: Número de Años a Futuro. [19]

Tabla 37. Índice de Crecimiento Vehicular

| Período | Tipo de vehículos | | |
|-------------|-------------------|-------|----------|
| | Livianos | Buses | Camiones |
| 2015 - 2020 | 3.97 | 1.97 | 1.94 |
| 2020 - 2025 | 3.57 | 1.78 | 1.74 |
| 2025 - 2030 | 3.25 | 1.62 | 1.58 |
| 2030 - 2035 | 3.25 | 1.62 | 1.58 |
| 2035 - 2040 | 3.25 | 1.62 | 1.58 |

Fuente: MTOP, 2011

Tabla 38. Tráfico Futuro

|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | |  |
|---|------|---|-------|----------|-----------------------------|--|----------|---|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | |
| | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | |
| Provincia: Tungurahua | | | | | | Cantón: Ambato | | |
| Fecha: 07/01/2020 | | | | | | Vía: Ambato- Tisaleo / Tramo # 1 | | |
| Realizado por: Andrés Jácome | | | | | | Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | |
| Tráfico Futuro | | | | | | | | |
| n | Año | Tasa de Crecimiento % | | | Tráfico Futuro (Tf) Veh/día | | | Tráfico Futuro Total Veh/día |
| | | Livianos | Buses | Camiones | Livianos | Buses | Camiones | |
| 0 | 2019 | 3.97 | 1.97 | 1.94 | 8723 | 319 | 198 | 9240 |
| 1 | 2020 | 3.97 | 1.97 | 1.95 | 9069 | 325 | 202 | 9596 |
| 2 | 2021 | 3.57 | 1.78 | 1.74 | 9357 | 330 | 205 | 9892 |
| 3 | 2022 | 3.57 | 1.78 | 1.74 | 9691 | 336 | 209 | 10236 |
| 4 | 2023 | 3.57 | 1.78 | 1.74 | 10037 | 342 | 212 | 10591 |
| 5 | 2024 | 3.57 | 1.78 | 1.74 | 10395 | 348 | 216 | 10959 |
| 6 | 2025 | 3.57 | 1.78 | 1.74 | 10766 | 355 | 220 | 11341 |
| 7 | 2026 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 10912 | 357 | 221 | 11490 |
| 8 | 2027 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 11266 | 363 | 224 | 11853 |
| 9 | 2028 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 11633 | 369 | 228 | 12230 |
| 10 | 2029 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 12011 | 375 | 232 | 12618 |
| 11 | 2030 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 12401 | 381 | 235 | 13017 |
| 12 | 2031 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 12804 | 387 | 239 | 13430 |
| 13 | 2032 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 13220 | 393 | 243 | 13856 |
| 14 | 2033 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 13650 | 399 | 247 | 14296 |
| 15 | 2034 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 14093 | 406 | 250 | 14749 |
| 16 | 2035 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 14551 | 413 | 254 | 15218 |
| 17 | 2036 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 15024 | 419 | 258 | 15701 |
| 18 | 2037 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 15513 | 426 | 263 | 16202 |
| 19 | 2038 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 16017 | 433 | 267 | 16717 |
| 20 | 2039 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 16537 | 440 | 271 | 17248 |

Fuente: Autor, 2020

3.1.2.8. Clasificación de la Vía en Función del Tráfico Futuro

Tabla 39. Clasificación de Carreteras en Función al Tráfico Proyectado

| Clasificación de Carreteras en Función al Tráfico Proyectado | | | |
|--|-------------------------|---|-----------------|
| Descripción | Clasificación Funcional | Tráfico Promedio Diario Anual (al año de horizonte o de diseño) | |
| | | Límite Inferior | Límite Superior |
| Autopista | AP2 | 80000 | 120000 |
| | AP1 | 50000 | 80000 |
| Autovía o Carretera Multicarril | AV2 | 26000 | 50000 |
| | AV1 | 8000 | 26000 |
| Carretera de 2 Carriles | C1 | 1000 | 8000 |
| | C2 | 500 | 1000 |
| | C3 | 0 | 500 |

Fuente: MTOP, 2013

La vía Ambato-Tisaleo en el tramo inicial dada por la abscisa 0+000 hasta 3+200 cuenta con un Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de 9240 vehículos/día, no obstante, al proyectar el tráfico para un periodo de 20 años, se obtuvo un valor de tráfico futuro de 17248 vehículos/día. Con este dato se da a conocer que la vía debería ser diseñada acorde a las características de una Autovía o Carretera Multicarril “AV1”, ya que con estas condiciones se logrará satisfacer las necesidades de los usuarios que transitan por la misma.

3.1.2.9. Cálculo de Ejes Equivalentes

Al existir diferentes tipos de vehículos pesados los cuales circulan por la vía en estudio, se deberá transformarlos a ejes equivalentes los cuales serán de ayuda para futuros cálculos en este proyecto.

$$W = ((\sum_{i=1}^m FD * TPDA) * 365) * Fd * DI \quad \text{Ecuación 11.}$$

Donde:

W18: Número de ejes equivalentes para el periodo de diseño establecido

TPDA: Tráfico promedio diario anual para el periodo de diseño establecido

FD: Factor de daño.

Fd: Factor de distribución direccional .

D1: Porcentaje de W18 en el carril D1. [19]

En las tablas que se presentaran a continuación se detallaran los Factores de daño para cada tipo de vehículo pesado, los factores de distribución direccional y el porcentaje de W18 por carril.

Tabla 40. Factor de Daño de Acuerdo con la Clasificación de Vehículos Pesados

| Tipo | Simple | | Simple Doble | | Tandem | | Tridem | | Factor de daño (FD) |
|-------------|--------|--------------------------------|--------------|--------------------------------|--------|--------------------------------|--------|------------------------------|---------------------|
| | Tons | $\left(\frac{p}{6.6}\right)^4$ | Tons | $\left(\frac{p}{8.2}\right)^4$ | Tons | $\left(\frac{p}{1.0}\right)^4$ | Tons | $\left(\frac{p}{2}\right)^4$ | |
| Bus | 4 | 0.13 | 8 | 0.91 | - | - | - | - | 1.04 |
| 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: Norma AASHTO 93 Diseño de Estructuras de Pavimentos, 2014

Tabla 41. Factores de Distribución Direccional

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



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

Tabla 42. Porcentajes de W18 en Carril D1

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

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

Tabla 43. Ejes Equivalentes de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1

|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | |  | | |
|---|---|---|----------|-----|-----|---------------------------------------|---|---------------|----------------|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | |
| | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | |
| Provincia: Tungurahua | | | | | | Cantón: Ambato | | | |
| Fecha: 09/01/2020 | | | | | | Vía: Ambato- Tisaleo / Tramo # 1 | | | |
| Realizado por: Andrés Jácome | | | | | | Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | | |
| Ejes Equivalentes | | | | | | | | | |
| Año | Tráfico Futuro por 20 años de Periodo de Diseño | | | | | | w18 por año | w18 acumulado | w18 por carril |
| | Livianos | Buses | Camiones | | | | | | |
| C-2-L | | | C-2-G | C-3 | C-4 | | | | |
| 2019 | 8723 | 319 | 99 | 33 | 22 | 44 | 135245 | 135245 | 67623 |
| 2020 | 9069 | 325 | 101 | 34 | 22 | 45 | 137950 | 273195 | 136598 |
| 2021 | 9357 | 330 | 102 | 34 | 23 | 46 | 140018 | 413213 | 206607 |
| 2022 | 9691 | 336 | 104 | 35 | 23 | 46 | 142343 | 555556 | 277778 |
| 2023 | 10037 | 342 | 106 | 35 | 24 | 47 | 144836 | 700392 | 350196 |
| 2024 | 10395 | 348 | 108 | 36 | 24 | 48 | 147540 | 847932 | 423966 |
| 2025 | 10766 | 355 | 110 | 37 | 24 | 49 | 150435 | 998367 | 499184 |
| 2026 | 10912 | 357 | 110 | 37 | 25 | 49 | 151318 | 1149685 | 574843 |
| 2027 | 11266 | 363 | 112 | 37 | 25 | 50 | 153307 | 1302992 | 651496 |
| 2028 | 11633 | 369 | 114 | 38 | 25 | 51 | 156012 | 1459004 | 729502 |
| 2029 | 12011 | 375 | 116 | 39 | 26 | 51 | 158841 | 1617845 | 808923 |
| 2030 | 12401 | 381 | 118 | 39 | 26 | 52 | 160830 | 1778675 | 889338 |
| 2031 | 12804 | 387 | 119 | 40 | 27 | 53 | 163803 | 1942478 | 971239 |
| 2032 | 13220 | 393 | 121 | 40 | 27 | 54 | 165792 | 2108270 | 1054135 |
| 2033 | 13650 | 399 | 123 | 41 | 27 | 55 | 168497 | 2276767 | 1138384 |
| 2034 | 14093 | 406 | 125 | 42 | 28 | 56 | 171895 | 2448662 | 1224331 |
| 2035 | 14551 | 413 | 127 | 42 | 28 | 57 | 174074 | 2622736 | 1311368 |
| 2036 | 15024 | 419 | 129 | 43 | 29 | 57 | 176903 | 2799639 | 1399820 |
| 2037 | 15513 | 426 | 131 | 44 | 29 | 58 | 179797 | 2979436 | 1489718 |
| 2038 | 16017 | 433 | 133 | 44 | 30 | 59 | 182480 | 3161916 | 1580958 |
| 2039 | 16537 | 440 | 135 | 45 | 30 | 60 | 185374 | 3347290 | 1673645 |

Fuente: Autor, 2020

El número de ejes equivalentes para el año 2039 será de 1673645 para la vía Ambato-Tisaleo, tramo 1 dado por las abscisas 0+000 hasta la 3+200

3.1.3. Evaluación Superficial del Pavimento Asfáltico mediante el Índice de Condición de Pavimentos (PCI)

Al ser un método de análisis visual el Índice de Condición de Pavimentos consta en un trabajo en campo y oficina, debido a que se deberá recolectar datos a lo largo de la vía, como paso siguiente se procederá a realizar cálculos procedentes al tema.

3.1.3.1. Cálculo de Unidades de Muestreo

Para iniciar con el cálculo se debe tener presente que la vía Ambato-Tisaleo en el tramo dado por las abscisas de 0+000 hasta 3+200 consta con una sola sección, debido a que está conformada con una capa de rodadura de pavimento flexible a lo largo de la misma, su ancho de calzada promedio es 11.20 m, para los respectivos cálculos se debe tener en cuenta que el área del tramo está en un rango de $230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2$, por tal motivo se presentan los siguientes datos para iniciar el procedimiento:

Tabla 44. Datos para el Cálculo de Unidades de Muestreo

| Datos | |
|---|--------------------------------------|
| Descripción | Valor |
| Ancho de Calzada (Av) | 11.20 m |
| Longitud del Tramo (Lt) | 3200 m |
| Área de Tramo (A) | $230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2$ |
| Error Admisible Estimado para el PCI de la Sección (e) | 5% |
| Desviación Estándar del PCI para Pavimentos Asfálticos (σ) | 10 |

Fuente: Autor, 2020

3.1.3.1.1. Longitud de Unidad de Muestra

$$L = \frac{A}{e} \text{ Ecuación 12.}$$

Donde:

L: Longitud de la Unidad de Muestra.

A: Área de Muestreo.

Av: Ancho de Vía. [28]

$$L = \frac{230 \text{ m}^2}{11.20 \text{ m}}$$

$$L = 20.536 \text{ m} \approx 20 \text{ m}$$

3.1.3.1.2. Área Real del Tramo

$$A = A * l \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

L: Longitud de la Unidad de Muestra.

A: Área de Muestreo.

Av: Ancho de Vía. [28]

$$A = 11.20 \text{ m} * 20 \text{ m}$$

$$A = 224 \text{ m}^2$$

∴ El área real a utilizar es de 224 m² y por lo tanto el error

$$\text{de } 230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2 \text{ se calcula como sigue}$$

3.1.3.1.3. Número Total de Unidades de Muestreo en la Sección del Pavimento

$$N = \frac{L}{l} \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

N: número total de unidades de muestreo.

Lt: longitud del tramo vial en estudio.

L: longitud de cada unidad muestral. [28]

$$N = \frac{3200 \text{ m}}{20.536 \text{ m}}$$

$$N = 155.83 \text{ u} \quad \approx 156 \text{ u}$$

3.1.3.1.4. Número Mínimo de Unidades de Muestreo a Evaluar

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

Donde:

n: Número Mínimo de Unidades de Muestreo a Evaluar.

e: Error Admisible Estimado para el PCI de la Sección.

σ : Desviación Estándar del PCI para Pavimentos Asfálticos [28]

$$n = \frac{156 \cdot 10^2}{\frac{5^2}{4} \cdot (156 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14.59 \quad u \quad 15 \quad u$$

3.1.3.1.5. Intervalo de muestreo

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

i: Intervalo de Muestreo.

N: Número Total de Unidades de Muestreo.

n: Número Mínimo de Unidades de Muestreo. [28]

$$i = \frac{156 \quad u}{15 \quad ur}$$

$$i = 10.4 \quad 10$$

3.1.3.1.6. Corrección del Número de Unidades de Muestreo

$$n = \frac{N}{i} \quad \text{Ecuación 15.}$$

Donde:

nc: Número Corregido de Unidades de Muestreo.

N: Número Total de Unidades de Muestreo.

n: Número Mínimo de Unidades de Muestreo. [28]

$$n = \frac{156 u}{10}$$

nc = 15.6 unidades 16 unidades

3.1.3.1.7. Secciones por Analizar y Determinar el PCI

Al tener una longitud total de 3200 m, esta se dividió en 156 unidades de muestreo de las cuales se analizan 16, cada una tiene una longitud de 20 m, por tal razón se realizará en intervalos de 10. El estudio se dará inicio la abscisa 0+000 y seguirá como lo señala la siguiente tabla.

Tabla 45. Muestras de Análisis para Determinar el PCI

| N° de Muestra | Abscisa Inicial | Abscisa Final |
|---------------|-----------------|---------------|
| 1 | 0+000 | 0+020 |
| 2 | 0+220 | 0+240 |
| 3 | 0+420 | 0+440 |
| 4 | 0+620 | 0+640 |
| 5 | 0+820 | 0+840 |
| 6 | 1+020 | 1+040 |
| 7 | 1+220 | 1+240 |
| 8 | 1+420 | 1+440 |
| 9 | 1+620 | 1+640 |
| 10 | 1+820 | 1+840 |
| 11 | 2+020 | 2+040 |
| 12 | 2+220 | 2+240 |
| 13 | 2+420 | 2+440 |
| 14 | 2+620 | 2+640 |
| 15 | 2+820 | 2+840 |
| 16 | 3+020 | 3+040 |

Fuente: Autor, 2020



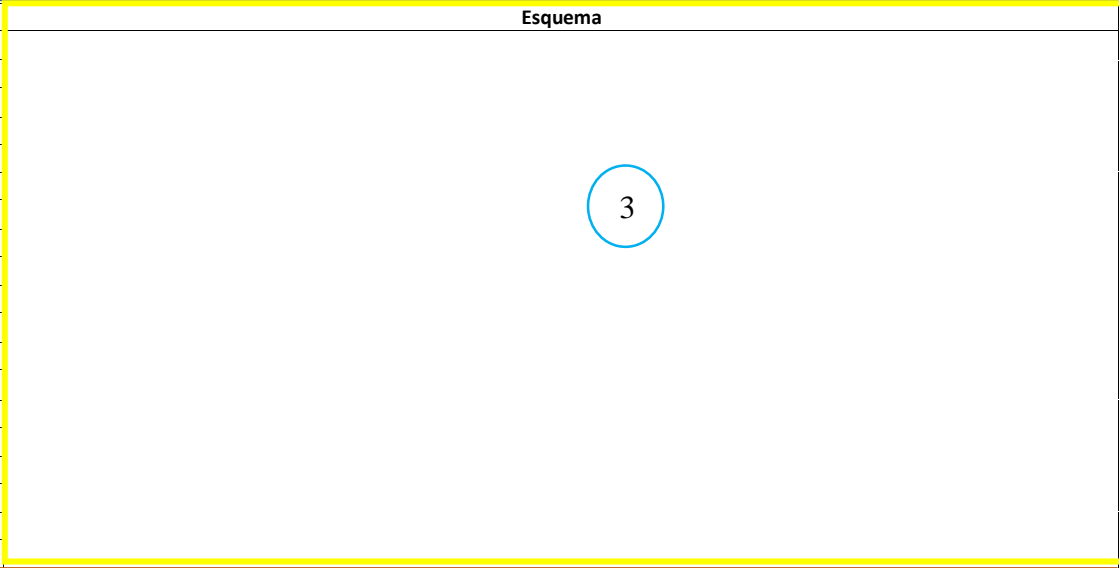
3.1.3.2. Formato de Evaluación por el Método de Índice de Condición de Pavimento (PCI)

Al haber obtenido las unidades de muestreo se procede a obtener la información en campo, el cual consiste en identificar de manera visual todas las fallas existentes en la capa de rodadura, estas se las deberá clasificar mediante su nivel de severidad. Por tal

razón para facilitar la recolección se preparó un formato de registro que se presenta a en la gráfica 12. El formato ha sido dividido en 4 secciones las cuales son:

-) La sección 1 detallada en la gráfica 12 consta en el encabezado e información pertinente al proyecto. En la sección está presente la Universidad, Facultad y Carrera. Seguido a esto se verán los datos los cuales ayudarán al evaluador a distribuir los datos del proyecto. Estos son el nombre del proyecto, abscisa inicial de la unidad de muestreo, abscisa final de la unidad de muestreo, la unidad de muestreo que va a ser evaluada, el responsable a cargo de la evaluación, el revisor a cargo del proyecto, el área de muestreo del tramo, el ancho de carril y por último la fecha en la que se realizó la evaluación del Índice de Condición de Pavimento
-) La sección 2 detallada en la gráfica 12 consta en dar a conocer los diferentes tipos de fallas existentes en un pavimento flexible, para facilidad del usuario se detalla la unidad y el número que se utilizara en la sección siguiente.
-) La sección 3 detallada en la gráfica 12 consta en detallar el esquema de la sección en estudio, esta servirá para ubicar el tipo de fallas encontradas.
-) La sección 4 detallada en la gráfica 12 consta en determinar el nivel de severidad de la falla, obteniendo las cantidades parciales que presenta la misma, el total de las cantidades parciales, la densidad dada en porcentaje, el valor deducido y por último la determinación del Índice de Condición de Pavimento (PCI)

Gráfica 12. Formato utilizado para la Evaluación del Índice de Condición de Pavimento

| | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------|--|-----------------------------|--|--|--------------------------------------|---|-----------------------|-------------|
|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | |  | | |
| | Proyecto: Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | Responsable: Andrés Jácome | | Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: 11.20 metros | | | |
| | Abscisa Inicial: | Abscisa Final: | Unidad de Muestreo: | | Área de Muestreo: 224 m ² | Fecha de Evaluación: 11/12/2019 | | | | |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | Esquema | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² |  | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | m ² | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | Total | Densidad | Valor Deducido | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | |
| | | | | 4 | | | | | | |
| | | | | | | | Valor Deducido Total (VDT) | | | |
| | | | | | | | Cálculo PCI | PCI= | 100-VDT | PCI= |

Fuente: Autor, 2020

3.1.3.3. Resultados del Índice de Condición de Pavimento (PCI)

Al obtener los datos de las 16 unidades de muestreo se obtiene un promedio del Índice de Condición de Pavimento (PCI) este será para todo el tramo de la vía en estudio.

Tabla 46. Resultados del Índice de Condición de Pavimento en la Vía Ambato Tisaleo/Tramo 1

| N° de Muestra | Abscisa Inicial | Abscisa Final | Área del Tramo (m ²) | PCI por Muestra | Clasificación | Intervención |
|-------------------------|-----------------|---------------|----------------------------------|-----------------|---------------|----------------|
| 1 | 0+000 | 0+020 | 224 | 44 | Regular | Rehabilitación |
| 2 | 0+220 | 0+240 | 224 | 45 | Regular | Rehabilitación |
| 3 | 0+420 | 0+440 | 224 | 47 | Regular | Rehabilitación |
| 4 | 0+620 | 0+640 | 224 | 52 | Regular | Rehabilitación |
| 5 | 0+820 | 0+840 | 224 | 52 | Regular | Rehabilitación |
| 6 | 1+020 | 1+040 | 224 | 55 | Regular | Rehabilitación |
| 7 | 1+220 | 1+240 | 224 | 54 | Regular | Rehabilitación |
| 8 | 1+420 | 1+440 | 224 | 68 | Bueno | Rehabilitación |
| 9 | 1+620 | 1+640 | 224 | 70 | Muy bueno | Mantenimiento |
| 10 | 1+820 | 1+840 | 224 | 91 | Excelente | Mantenimiento |
| 11 | 2+020 | 2+040 | 224 | 78 | Muy bueno | Mantenimiento |
| 12 | 2+220 | 2+240 | 224 | 92 | Excelente | Mantenimiento |
| 13 | 2+420 | 2+440 | 224 | 90 | Excelente | Mantenimiento |
| 14 | 2+620 | 2+640 | 224 | 91 | Excelente | Mantenimiento |
| 15 | 2+820 | 2+840 | 224 | 88 | Excelente | Mantenimiento |
| 16 | 3+020 | 3+040 | 224 | 91 | Excelente | Mantenimiento |
| Promedio Sección | | | | 69.25 | Bueno | Rehabilitación |

Fuente: Autor, 2020

A lo largo de toda la sección se muestra un PCI promedio de 69.25 el cual da a conocer la calidad de la vía en estudio. La vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 consta con una calidad buena del pavimento, al dividir en dos secciones de la misma longitud se da a conocer que la primera mitad dada por las abscisas 0+000 hasta 1+600 necesita una rehabilitación, mientras que la segunda mitad desde las abscisas 1+600 hasta 3+200 solo necesita un mantenimiento ya que el estado de vía no cuenta con fallas excesivas.

3.1.4. Medición de Deflexiones con el Equipo “Viga Benkelman”

La Viga Benkelman al ser un dispositivo el cual es usado en pruebas de pavimentos debido a que es un método no destructivo (no altera el pavimento). Este permite medir

las deflexiones en la capa superficial del pavimento causadas por una carga aplicada a 0cm, 25cm, 50cm, 100cm, 500cm y 800 cm. El ensayo se debe realizar cada 200m a lo largo de todo el tramo, este debe alternarse el lado del carril. Al tener un ancho de vía mayor a 3.60 m el ensayo se debe realizar 0.90m de distancia del borde del pavimento [30]. Los datos obtenidos con este equipo se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 47. Deflexiones obtenidas con la Viga Benkelman

| Estación | Abscisa | Carril Izquierdo | Carril Derecho | Lectura del Deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm) | | | | | | Temperatura (°C) |
|----------|---------|------------------|----------------|--|-----|-----|------|------|------|------------------|
| | | | | D0 | D25 | D50 | D100 | D500 | D800 | |
| 1 | 0+000 | | x | 0 | 27 | 49 | 73 | 82 | 82 | 23 |
| 2 | 0+200 | x | | 0 | 36 | 57 | 82 | 90 | 90 | 22 |
| 3 | 0+400 | | x | 0 | 19 | 28 | 36 | 43 | 43 | 28 |
| 4 | 0+600 | x | | 0 | 28 | 45 | 54 | 59 | 59 | 30 |
| 5 | 0+800 | | x | 0 | 20 | 36 | 47 | 57 | 57 | 31 |
| 6 | 1+000 | x | | 0 | 19 | 46 | 62 | 73 | 73 | 36 |
| 7 | 1+200 | | x | 0 | 23 | 39 | 51 | 62 | 62 | 34 |
| 8 | 1+400 | x | | 0 | 30 | 50 | 60 | 67 | 67 | 33 |
| 9 | 1+600 | | x | 0 | 22 | 43 | 55 | 61 | 61 | 31 |
| 10 | 1+800 | x | | 0 | 4 | 11 | 19 | 24 | 24 | 30 |
| 11 | 2+000 | | x | 0 | 5 | 14 | 27 | 31 | 31 | 33 |
| 12 | 2+200 | x | | 0 | 6 | 13 | 18 | 26 | 26 | 35 |
| 13 | 2+400 | | x | 0 | 6 | 15 | 21 | 32 | 32 | 36 |
| 14 | 2+600 | x | | 0 | 6 | 10 | 12 | 14 | 14 | 36 |
| 15 | 2+800 | | x | 0 | 7 | 12 | 15 | 21 | 21 | 38 |
| 16 | 3+000 | x | | 0 | 4 | 10 | 23 | 28 | 28 | 39 |
| 17 | 3+200 | | x | 0 | 9 | 16 | 23 | 28 | 28 | 39 |

Fuente: Autor, 2020

3.1.4.1. Corrección por Relación de Brazos de Viga Benkelman

Al registrar las deflexiones se debe aplicar las correcciones ya que al tener la Viga Benkelman se deberá determinar los valores reales, debido a que el extensómetro del equipo sigue la relación de 1:2 se usará la siguiente ecuación para determinar la corrección.

$$D = R (D - D) \text{ Ecuación 16.}$$

Donde:

D: Deflexión calculada

Df: Deflexión final a una distancia de 800 cm.

Do: Deflexión inicial en cada punto marcado.

RB: Relación de brazos de la viga Benkelman 1:2. [30]

Tabla 48. Deflexiones Corregidas por Relación de Brazos de La Viga Benkelman

| Estación | Abscisa | carril izquierdo | carril derecho | Deflexiones Corregidas | | | | | | Temperatura (°C) |
|----------|---------|------------------|----------------|------------------------|-----|-----|------|------|------|------------------|
| | | | | (x 10e-2 mm) | | | | | | |
| | | | | D0 | D25 | D50 | D100 | D500 | D800 | |
| 1 | 0+000 | | x | 164 | 110 | 66 | 18 | 0 | 0 | 23 |
| 2 | 0+200 | x | | 180 | 108 | 66 | 16 | 0 | 0 | 22 |
| 3 | 0+400 | | x | 86 | 48 | 30 | 14 | 0 | 0 | 28 |
| 4 | 0+600 | x | | 118 | 62 | 28 | 10 | 0 | 0 | 30 |
| 5 | 0+800 | | x | 114 | 74 | 42 | 20 | 0 | 0 | 31 |
| 6 | 1+000 | x | | 146 | 108 | 54 | 22 | 0 | 0 | 36 |
| 7 | 1+200 | | x | 124 | 78 | 46 | 22 | 0 | 0 | 34 |
| 8 | 1+400 | x | | 134 | 74 | 34 | 14 | 0 | 0 | 33 |
| 9 | 1+600 | | x | 122 | 78 | 36 | 12 | 0 | 0 | 31 |
| 10 | 1+800 | x | | 48 | 40 | 26 | 10 | 0 | 0 | 30 |
| 11 | 2+000 | | x | 62 | 52 | 34 | 8 | 0 | 0 | 33 |
| 12 | 2+200 | x | | 52 | 40 | 26 | 16 | 0 | 0 | 35 |
| 13 | 2+400 | | x | 64 | 52 | 34 | 22 | 0 | 0 | 36 |
| 14 | 2+600 | x | | 28 | 16 | 8 | 4 | 0 | 0 | 36 |
| 15 | 2+800 | | x | 42 | 28 | 18 | 12 | 0 | 0 | 38 |
| 16 | 3+000 | x | | 56 | 48 | 36 | 10 | 0 | 0 | 39 |
| 17 | 3+200 | | x | 56 | 38 | 24 | 10 | 0 | 0 | 39 |

Fuente: Autor, 2020

3.1.4.2. Corrección de Deflexiones por Efectos de Temperatura

Al registrar datos a lo largo de toda la vía, estos se verán afectados por la temperatura por tal razón, se debe corregir estas deflexiones y dejarlas en la temperatura estándar la cual es de 20 °C. La temperatura fue tomada en cada punto con la ayuda de un termómetro realizando una pequeña perforación de aproximadamente 4 cm en el pavimento con un cincel, en el agujero realizado se vertió agua y se dejó reposar el termómetro durante toda la medición de deflexiones, sin retirar el termómetro de la perforación se tomó el dato de temperatura. El espesor promedio de la capa asfáltica a

lo largo del tramo de la vía en estudio fue de 6.5 cm. Para la respectiva corrección de temperatura se realiza con la siguiente ecuación.

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = \frac{D}{[1 + 3 \times \frac{1}{e} \times \frac{1}{100} (T - 20^{\circ}\text{C})] + 1} \quad \text{Ecuación 17.}$$

Donde:

$D_{(20^{\circ}\text{C})}$: Deflexión corregida para la temperatura estándar de 20°C.

D_t : Deflexión corregida por relación de brazos.

e : Espesor de la capa de rodadura (cm).

T : temperatura del pavimento (°C). [30]

Tabla 49. Deflexiones Corregidas por Temperatura

| Abscisa | Carril izquierdo | Carril derecho | Deflexiones Corregidas por Temperatura | | | | | | Espesor cm |
|---------|------------------|----------------|--|--------|-------|-------|------|------|------------|
| | | | (x 10e-2 mm) | | | | | | |
| | | | D0 | D25 | D50 | D100 | D500 | D800 | |
| 0+000 | | x | 160.86 | 107.90 | 64.74 | 17.66 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 0+200 | x | | 177.69 | 106.61 | 65.15 | 15.79 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 0+400 | | x | 81.75 | 45.63 | 28.52 | 13.31 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 0+600 | x | | 110.80 | 58.22 | 26.29 | 9.39 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 0+800 | | x | 106.39 | 69.06 | 39.20 | 18.67 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 1+000 | x | | 132.25 | 97.83 | 48.91 | 19.93 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 1+200 | | x | 113.66 | 71.49 | 42.16 | 20.16 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 1+400 | x | | 123.56 | 68.23 | 31.35 | 12.91 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 1+600 | | x | 113.86 | 72.80 | 33.60 | 11.20 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 1+800 | x | | 45.07 | 37.56 | 24.41 | 9.39 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 2+000 | | x | 57.17 | 47.95 | 31.35 | 7.38 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 2+200 | x | | 47.38 | 36.45 | 23.69 | 14.58 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 2+400 | | x | 57.97 | 47.10 | 30.80 | 19.93 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 2+600 | x | | 25.36 | 14.49 | 7.25 | 3.62 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 2+800 | | x | 37.60 | 25.07 | 16.11 | 10.74 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 3+000 | x | | 49.84 | 42.72 | 32.04 | 8.90 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |
| 3+200 | | x | 49.84 | 33.82 | 21.36 | 8.90 | 0.00 | 0.00 | 6.5 |

Fuente: Autor, 2020

3.1.4.3. Corrección por Efectos de Estacionalidad

Tabla 50. Factor de Corrección por 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: Comportamiento estructural del pavimento flexible en la vía de evitamiento sur – Cajamarca utilizando las deflexiones medidas con la Viga Benkelman, 2017

Al realizar el ensayo no destructivo conocido como “Viga Benkelman”, el Consorcio de Rehabilitación Vial de Perú (CONREVIAl), especifica un rango de factores los cuales son usados para la corrección por efectos de estacionalidad, para el presente proyecto técnico se utilizará el valor de 1.2 ya que es el promedio del factor especificado en la tabla 50, para una estación seca con un tipo de suelo Arenoso-Permeable. [30]

Tabla 51. Deflexiones Corregidas por el Efecto Estacional

| Estación | Abscisa | Carril Izquierdo | Carril Derecho | Deflexiones Corregidas por Efecto de Estacionalidad | | | | | |
|----------|---------|------------------|----------------|---|--------|-------|-------|------|------|
| | | | | (x 10e-2 mm) | | | | | |
| | | | | D0 | D25 | D50 | D100 | D500 | D800 |
| 1 | 0+000 | | x | 193.04 | 129.48 | 77.69 | 21.19 | 0 | 0 |
| 2 | 0+200 | x | | 213.23 | 127.94 | 78.18 | 18.95 | 0 | 0 |
| 3 | 0+400 | | x | 98.10 | 54.75 | 34.22 | 15.97 | 0 | 0 |
| 4 | 0+600 | x | | 132.96 | 69.86 | 31.55 | 11.27 | 0 | 0 |
| 5 | 0+800 | | x | 127.67 | 82.87 | 47.04 | 22.40 | 0 | 0 |
| 6 | 1+000 | x | | 158.70 | 117.39 | 58.70 | 23.91 | 0 | 0 |
| 7 | 1+200 | | x | 136.39 | 85.79 | 50.60 | 24.20 | 0 | 0 |
| 8 | 1+400 | x | | 148.27 | 81.88 | 37.62 | 15.49 | 0 | 0 |
| 9 | 1+600 | | x | 136.63 | 87.35 | 40.32 | 13.44 | 0 | 0 |
| 10 | 1+800 | x | | 54.08 | 45.07 | 29.30 | 11.27 | 0 | 0 |
| 11 | 2+000 | | x | 68.60 | 57.54 | 37.62 | 8.85 | 0 | 0 |
| 12 | 2+200 | x | | 56.86 | 43.74 | 28.43 | 17.49 | 0 | 0 |
| 13 | 2+400 | | x | 69.57 | 56.52 | 36.96 | 23.91 | 0 | 0 |
| 14 | 2+600 | x | | 30.43 | 17.39 | 8.70 | 4.35 | 0 | 0 |
| 15 | 2+800 | | x | 45.12 | 30.08 | 19.34 | 12.89 | 0 | 0 |
| 16 | 3+000 | x | | 59.81 | 51.27 | 38.45 | 10.68 | 0 | 0 |
| 17 | 3+200 | | x | 59.81 | 40.59 | 25.63 | 10.68 | 0 | 0 |

Fuente: Autor, 2020

3.1.4.4. Cálculo del Radio de Curvatura

El radio de curvatura determina la magnitud de la deformación lineal por tracción que sufren las capas elásticas al flexionar debido a cargas de tránsito [31]. Este se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$R = \frac{1}{2(D_0 - D_2)} \quad \text{Ecuación 18.}$$

Donde:

Rc: Radio de curvatura.

D0: Deflexión en el punto de 0 cm.

D25: Deflexión en el punto de 25 cm. [30]

Tabla 52. Radios de Curvatura de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1

| Estación | Abscisa | Carril Izquierdo | Carril Derecho | Deflexiones Corregidas | | Radio de Curvatura |
|-----------------|---------|------------------|----------------|------------------------|--------|--------------------|
| | | | | (x 10e-2 mm) | | |
| | | | | D0 | D25 | |
| 1 | 0+000 | | x | 193.04 | 129.48 | 49.17 |
| 2 | 0+200 | x | | 213.23 | 127.94 | 36.64 |
| 3 | 0+400 | | x | 98.10 | 54.75 | 72.09 |
| 4 | 0+600 | x | | 132.96 | 69.86 | 49.53 |
| 5 | 0+800 | | x | 127.67 | 82.87 | 69.76 |
| 6 | 1+000 | x | | 158.70 | 117.39 | 75.66 |
| 7 | 1+200 | | x | 136.39 | 85.79 | 61.76 |
| 8 | 1+400 | x | | 148.27 | 81.88 | 47.07 |
| 9 | 1+600 | | x | 136.63 | 87.35 | 63.42 |
| 10 | 1+800 | x | | 54.08 | 45.07 | 346.68 |
| 11 | 2+000 | | x | 68.60 | 57.54 | 282.42 |
| 12 | 2+200 | x | | 56.86 | 43.74 | 238.17 |
| 13 | 2+400 | | x | 69.57 | 56.52 | 239.58 |
| 14 | 2+600 | x | | 30.43 | 17.39 | 239.58 |
| 15 | 2+800 | | x | 45.12 | 30.08 | 207.78 |
| 16 | 3+000 | x | | 59.81 | 51.27 | 365.72 |
| 17 | 3+200 | | x | 59.81 | 40.59 | 162.54 |
| Promedio | | | | | | 153.39 |

Fuente: Autor, 2020

3.1.4.5.Cálculo de Deflexión Característica

La deflexión característica, se emplea para una caracterización representativa del pavimento. Para la obtención de esta se lo realiza por medio de procesos estadísticos. [31] La misma se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$D = \bar{D} + t \sigma \quad \text{Ecuación 19.}$$

Donde:

Dc: Deflexión característica.

\bar{D} : Deflexión promedio D0.

t: Probabilidad de existir deflexiones superiores a la deflexión característica.

σ : Desviación estándar. [30]

Para la obtención de la deflexión característica se debe tomar en cuenta la probabilidad (t) de encontrar deflexiones superiores a la ya mencionada. El método del Consorcio de Rehabilitación Vial de Perú (CONREVIAl), menciona que se debe trabajar con un valor de diseño de 95% de probabilidad, teniendo solo un 5% de probabilidad de superación del área de estudio el cual es que la deflexión sea superior a la deflexión característica.

Tabla 53. Probabilidad del Área de Estudio(D>Dc%)

| Valor de Diseño | Dc | Área D > Dc % |
|-----------------|-------------------|---------------|
| 50 | D | 50 |
| 75 | $\bar{D} + 0.674$ | 25 |
| 85 | $\bar{D} +$ | 15 |
| 90 | $\bar{D} + 1.3$ | 10 |
| 95 | $\bar{D} + 1.645$ | 5 |
| 98 | $\bar{D} + 2$ | 2 |
| 99 | $\bar{D} + 2.33$ | 1 |

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

$$Dc = \bar{D} + t \sigma$$

$$D_c = 105.25 + 1.645 \cdot 5$$

$$D_c = 113.48 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.4.6. Cálculo de Deflexión Admisible

Esta deflexión se calcula mediante el tráfico circulante de la vía, este dato es transformado en función de ejes equivalentes. Con esta deflexión se determinará el comportamiento de todo el tramo.

$$D_{ad} = \left(\frac{1.1}{W} \right)^{\frac{1}{4}} \cdot 1 \quad \text{Ecuación 20.}$$

Donde:

D adm: Deflexión Admisible

W18: Número de ejes equivalentes para un periodo de 20 años [30]

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{0.1673645} \right)^{\frac{1}{4}} \cdot 100$$

$$D_{adm} = 161.90 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.4.7. Cálculo de Deflexión Crítica

Deflexión mediante la cual se determina la finalización del periodo de servicio del pavimento.

$$D_c = \left(\frac{1.9}{W_1} \right)^{\frac{1}{5.3}} \cdot 100 \quad \text{Ecuación 21.}$$

Donde:

D cr: Deflexión crítica.

W18: Número de ejes equivalentes para un periodo de 20 años. [30]

$$D_c = \left(\frac{1.90}{0.1673645} \right)^{\frac{1}{5.3}} \cdot 100$$

$$D_c = 158.15 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.4.8. Tipos de Deflexiones

Al calcular los valores del radio de curvatura y la deflexión admisible estos datos se comparan para así determinar el tipo de deflexión existente a lo largo de la vía, para esto el método de CONREVIAl presenta la siguiente tabla.

Tabla 54. Tipo de Deflexiones

| Tipo de deflexión | Datos deflectométricos | Calidad estructural | Estudios complementarios | Criterio para refuerzo | Medidas correctivas |
|-------------------|--|---|--------------------------|------------------------------|----------------------------|
| I | $\frac{D_p}{R} \geq \frac{D_{adm}}{100}$ | Buena | No | | Correcciones de superficie |
| II | $\frac{D_p}{R} > \frac{D_a}{100}$ | SI $\frac{D_p}{R} < 3 \frac{D_{adm}}{100}$ Regular | No | Deflectométrico | Refuerzo |
| | | SI $\frac{D_p}{R} > 3 \frac{D_{adm}}{100}$ Mala | Si | Deflectométrico, Resistencia | Refuerzo o reconstrucción |
| III | $\frac{D_p}{R} < \frac{D_{adm}}{100}$ | Regular a mala | Si | Resistencia | Refuerzo o reconstrucción |
| IV | $\frac{D_p}{R} < \frac{D_{adm}}{100}$ | 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

3.1.4.9. Resultados del Ensayo no Destructivo “Viga Benkelman”

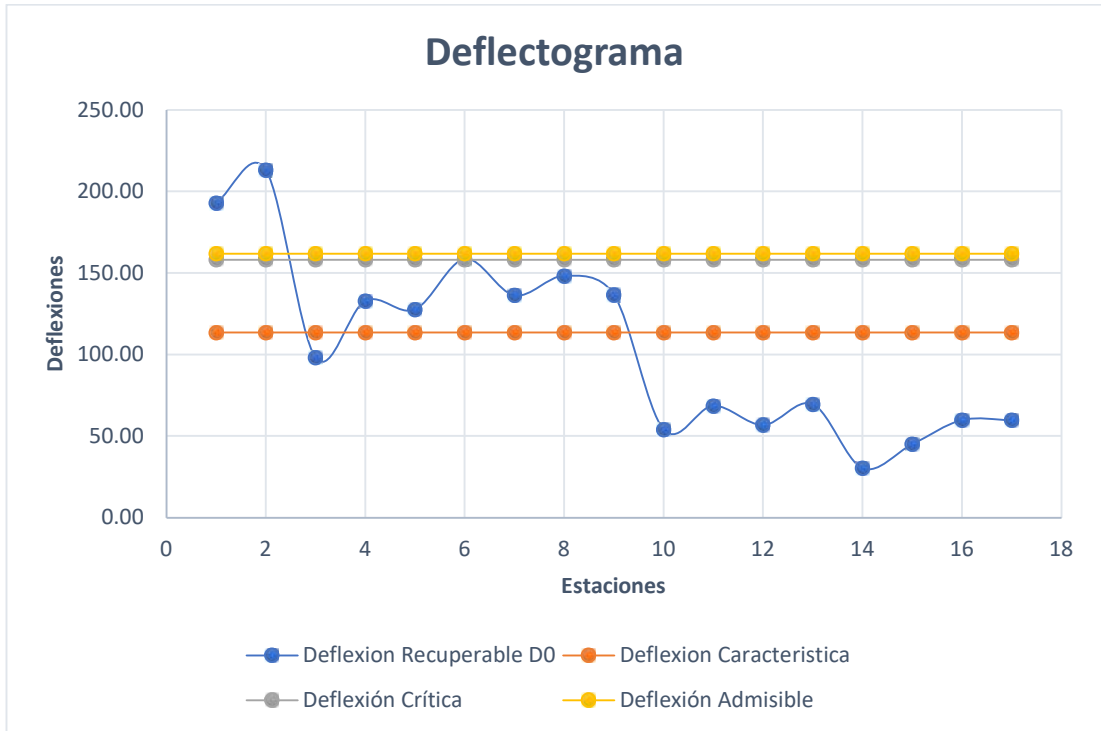
En la siguiente tabla se detallará las estaciones, deflexiones calculadas, radio de curvatura y el tipo de deflexión existente en cada estación.

Tabla 55. Tipo de Deflexiones en la Vía de Estudio

| Estación | Abscisa | Carril Izquierdo | Carril Derecho | D0 | Deflexión Característica | Deflexión Crítica | Deflexión Admisible | Radio de Curvatura | Tipo de Deflexión | Comportamiento de la Subrasante | Comportamiento del Pavimento |
|----------|---------|------------------|----------------|--------|--------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1 | 0+000 | | x | 193.04 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 49.17 | TIPO III | BUENO | MALO |
| 2 | 0+200 | x | | 213.23 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 36.64 | TIPO III | BUENO | MALO |
| 3 | 0+400 | | x | 98.10 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 72.09 | TIPO III | BUENO | MALO |
| 4 | 0+600 | x | | 132.96 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 49.53 | TIPO III | BUENO | MALO |
| 5 | 0+800 | | x | 127.67 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 69.76 | TIPO III | BUENO | MALO |
| 6 | 1+000 | x | | 158.70 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 75.66 | TIPO III | BUENO | MALO |
| 7 | 1+200 | | x | 136.39 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 61.76 | TIPO III | BUENO | MALO |
| 8 | 1+400 | x | | 148.27 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 47.07 | TIPO III | BUENO | MALO |
| 9 | 1+600 | | x | 136.63 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 63.42 | TIPO III | BUENO | MALO |
| 10 | 1+800 | x | | 54.08 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 346.68 | TIPO I | BUENO | BUENO |
| 11 | 2+000 | | x | 68.60 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 282.42 | TIPO I | BUENO | BUENO |
| 12 | 2+200 | x | | 56.86 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 238.17 | TIPO I | BUENO | BUENO |
| 13 | 2+400 | | x | 69.57 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 239.58 | TIPO I | BUENO | BUENO |
| 14 | 2+600 | x | | 30.43 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 239.58 | TIPO I | BUENO | BUENO |
| 15 | 2+800 | | x | 45.12 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 207.78 | TIPO I | BUENO | BUENO |
| 16 | 3+000 | x | | 59.81 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 365.72 | TIPO I | BUENO | BUENO |
| 17 | 3+200 | | x | 59.81 | 113.48 | 158.15 | 161.90 | 162.54 | TIPO I | BUENO | BUENO |

Fuente: Autor, 2020

Gráfica 13. Análisis Deflectométrico



Fuente: Autor, 2020

A lo largo del tramo de la vía estudiada el tipo de deflexión que caracteriza es de Tipo I, la misma que se caracteriza por tener un buen comportamiento de la subrasante y del pavimento. También se halló la deflexión de Tipo III la cual tiene un comportamiento bueno de la subrasante pero el comportamiento del pavimento es malo. El Tipo III está dado desde la abscisa 0+000 hasta la 1+600 mientras que la Tipo I inicia desde la abscisa 1+800 hasta 3+200.

3.1.5. Estudio de Suelos

En una obra vial se debe conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo, por tal motivo en el trabajo técnico se realizaron pozos a cielo abierto con una dimensión de 1.0m x1.0m con una profundidad aproximada de 0.80m a 1.0m, de estos se retiró 50 kg de material, al existir acera a todo el largo de la vía, viviendas cercanas a la vía y en ciertos casos cortes de una considerable longitud se optó por obtener las muestras de terrenos baldíos que estuviesen junto a la acera de la vía, por este inconveniente se extrajo solo una capa la cual es la subrasante. Las calicatas fueron hechas cada kilómetro, así obteniendo un total de 4 muestras. Para cada muestra se realizó ensayos

granulométricos, limite líquido, limite plástico, proctor modifica tipo B y el Ensayo de Soporte California (CBR).

Tabla 56. Ubicación de Pozos a Cielo Abierto de la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo1

| Calicatas | Abscisa | Coordenadas | | Profundidad |
|-----------|---------|-------------|--------|-------------|
| | | Norte | Este | |
| 1 | 0+280 | 9858667 | 763481 | 1.10 m |
| 2 | 1+520 | 9858063 | 762435 | 0.90 m |
| 3 | 2+400 | 9857271 | 762061 | 0.80 m |
| 4 | 3+170 | 9857493 | 761842 | 1.00 m |

Fuente: Autor, 2020

3.1.5.1. Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico se usa principalmente para clasificar el suelo, ya que este divide las partículas dependiendo de su tamaño, este método de clasificación se lo realiza en dos partes una para separar el suelo grueso con el fino, para el suelo grueso se necesita el juego de tamices que vienen dados por el 2" hasta el #4, al realizar el proceso de tamizado de las 4 muestras para suelos gruesos no se obtuvo retención de la muestra en los mismos, por tal motivo realizo el segundo proceso de tamizado el cual consiste en clasificar el suelo fino, para este proceso se realizó el tamizado con el juego completo de tamices para así tener una mejor presentación de los resultados, con estos resultados se dio a conocer que las 4 muestras tienen una misma graduación en sus partículas. Para representar la granulometría de las muestras se realiza una gráfica la cual está en escala logarítmica. [23] Para clasificar el suelo se usará el método dado por la AASHTO M 145. El cual se representa en la tabla 57.

Tabla 57. Clasificación de Suelos según AASHTO M 145

| Clasificación | Materiales granulares (más 35% retenido tamiz 200) | | | | | | Materiales laminares (más del 35% pasa tamiz 200) | | | | | |
|-----------------------|---|---------|--------------------------------------|---------|---------|---------|--|-------------------|---------|-------------------|---------|---------|
| | A-1 | | A-2 | | | | A-3 | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 | |
| Subgrupos | A-1-a | A-1-b | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | | | | | A-7-5 | A-7-6 |
| % Pasa Tamiz | | | | | | | | | | | | |
| # 10 (2mm) | 50 máx. | | | | | | | | | | | |
| #40 (0,425mm) | 30 máx. | 50 máx. | | | | | 51 mín. | | | | | |
| # 200 (0,075mm) | 15 máx. | 25 máx. | 35 máx. | | | | 10 máx. | 36 mín. | | | | |
| Límite líquido | | | 40 máx. | 41 mín. | 40 máx. | 41 mín. | NP | 40 máx. | 41 mín. | 40 máx. | 41 mín. | 41 mín. |
| Índice de plasticidad | 6 máx. | | 10 máx. | 10 máx. | 11 mín. | 11 mín. | | 10 máx. | 10 máx. | | 11 mín. | 11 mín. |
| Índice de grupo | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 máx. | 4 máx. | 0 | 8 máx. | 12 máx. | 11 mín. – 16 máx. | 20 máx. | |
| Tipos de material | Fragmentos de roca, grava y arena | | Gravas y arenas arcillosas y limosas | | | | Arena fina | Suelos limosos | | Suelos arcillosos | | |
| Terreno de fundación | Excelente a bueno | | Excelente a bueno | | Regular | | Excelente a bueno | De regular a malo | | | | |

Fuente: Principles of Geotechnical Engineering, Braja M. Das, 1998

La tabla 58 da a conocer la clasificación según el método AASHTO M 145 de las muestras obtenidas.

Tabla 58. Clasificación de Suelos Según AASHTO M 145

| Muestra | Clasificación | Grupo | Subgrupo | Tipo de material |
|------------------|---------------|-------|----------|---|
| Muestra 1 | Subrasante | A-2 | A-2-4 | Gravas, Arenas Arcillosas y Limosas |
| Muestra 2 | | | | |
| Muestra 3 | | | | |
| Muestra 4 | | | | |

Fuente: Autor, 2020

3.1.5.2. Límites de Atterberg

Mediante estos ensayos se determina el rango de humedad en donde es suelo está en un estado plástico.

3.1.5.2.1. Límite Líquido

Este ensayo se lo realizo mediante el método de Copa de Casagrande, en este se utiliza el equipo con el mismo nombre, para este ensayo se debe obtener una muestra de 250 gramos el cual pase por el tamiz #40. En una vasija se debe mezclar el suelo con cierta cantidad de agua, este se procede a esparcir en la copa de manera uniforme, ya esparcido con ayuda de un acanalador se divide la muestra en la mitad, este tiene que ser de forma vertical. El ensayo terminara cuando la muestra separada se vuelva a unir después de tener un cierto número de golpes. [23]

3.1.5.2.2. Límite Plástico

En este método se obtiene una muestra de 250 gramos la misma debe pasar el tamiz #40. Se realiza rollos con un diámetro de aproximadamente 3mm, estos se lo realizan en una superficie lisa. Al tener ya los rollitos se debe proceder a determinar el contenido de humedad. [23]

3.1.5.2.3. Resultados de Limites de Atterberg

En la tabla 59 se presentan los resultados obtenidos en el laboratorio se muestra el Límite Líquido, Límite Plástico, Índice de Plástico e Índice de Liquidez.

Tabla 59. Resultados de Límites de Atterberg

| Muestra | Límite Líquido (%) | Límite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) |
|------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|
| Muestra 1 | 20.57 | 21.43 | -0.87 |
| Muestra 2 | 21.34 | 22.17 | -0.84 |
| Muestra 3 | 21.21 | 25.57 | -4.35 |
| Muestra 4 | 21.00 | 25.38 | -4.38 |

Fuente: Autor, 2020

3.1.5.3. Proctor Modificado Tipo B

Este ensayo de compactación consiste en determinar el contenido de humedad óptimo de la muestra, el cual se lo realiza con 6000 gramos de muestra seca que pase por el tamiz #4, para así proceder a mezclar con un porcentaje de agua el cual se lo colocará en un cilindro metálico en 5 capas, cada capa deberá ser compactada por 56 golpes con un martillo de 10 lb. Al obtener 4 puntos dados por la cantidad de agua y el peso volumétrico seco. con la obtención de la humedad optima se realizará el ensayo de CBR. [23]

Tabla 60. Resultados de Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B

| Muestra | Densidad Seca (d) | Humedad óptima (w%) |
|------------------|---------------------|---------------------|
| Muestra 1 | 1.682 | 13.0 |
| Muestra 2 | 1.731 | 16.3 |
| Muestra 3 | 1.660 | 15.0 |
| Muestra 4 | 1.739 | 15.0 |

Fuente: Autor, 2020

3.1.5.4. Ensayo de Relación de Soporte California (CBR)

Este determina la resistencia del suelo frente a un esfuerzo de corte, al realizar este ensayo la muestra debe estar en las condiciones determinadas anteriormente por el Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B, las cuales dieron a conocer la humedad optima de cada muestra y la densidad máxima. [23] Al obtener el CBR se podrá clasificar al suelo y determinar el uso de este para el proyecto realizado.

Tabla 61. 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 62. Resultados de CBR en la Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1

| Muestra | % CBR | Clasificación del suelo según el %CBR | Usos |
|------------------|--------------|--|-------------|
| Muestra 1 | 15.75 | Regular - Buena | Subrasante |
| Muestra 2 | 12.31 | Regular - Buena | Subrasante |
| Muestra 3 | 13.42 | Regular - Buena | Subrasante |
| Muestra 4 | 16.09 | Regular - Buena | Subrasante |

Fuente: Autor, 2020

3.1.6. Conservación Vial

Al tener una vía en el centro del país la cual une a dos cantones de la provincia de Tungurahua los cuales son Ambato y Tisaleo se considera dividir en tramos los cuales estén en una peor condición, para así iniciar un plan de conservación vial. En este plan se dispondrá a plantear las actividades necesarias para que la vía cumpla con las condiciones necesarias para la circulación de los usuarios viales.

3.1.6.1. Plan de Conservación Vial según valores de PCI

De acuerdo con el Índice de Condición de Pavimento (PCI), se optó por dividir el tramo total en 2 subtramos. El primer tramo inicia en la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+440 el cual tiene un valor promedio de PCI de 52.13 dando a mostrar una calificación según el método de “regular”, presentando una intervención de “rehabilitación”. Mientras que el segundo tramo iniciado en la abscisa 1+620 hasta la abscisa 3+200 tiene un valor promedio de 86.38 con una calificación “excelente”

teniendo una intervención de “mantenimiento”. En la tabla 63 y 64 se muestran las fallas encontradas en los tramos con su unidad de intervención.

Tabla 63. Fallas Encontradas en el Primer Tramo de la Vía Ambato Tisaleo Iniciado Desde la Abscisa 0+000 hasta 1+420

| Tipo de Falla | Abscisas | | Unidad de Intervención |
|---|-----------------|---------------|------------------------|
| | Abscisa Inicial | Abscisa Final | |
| Piel de Cocodrilo | 0+000 | 0+020 | 44.09 m ² |
| | 0+220 | 0+240 | 23.13 m ² |
| | 0+420 | 0+440 | 10.74 m ² |
| | 0+620 | 0+640 | 20.94 m ² |
| | 0+820 | 0+840 | 34.69 m ² |
| | 1+020 | 1+040 | 24.92 m ² |
| | 1+220 | 1+240 | 28.14 m ² |
| | 1+420 | 1+440 | 9.67 m ² |
| Agrietamiento en Bloque | 0+620 | 0+640 | 2.56 m ² |
| | 1+020 | 1+040 | 4.83 m ² |
| | 1+220 | 1+240 | 14.36 m ² |
| Grietas Longitudinales y Transversales | 0+420 | 0+440 | 3.14 m |
| | 1+020 | 1+040 | 4.19 m |
| | 1+420 | 1+440 | 0.57 m |
| Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos | 0+000 | 0+020 | 4.80 m ² |
| | 0+820 | 0+840 | 2.84 m ² |
| | 1+420 | 1+440 | 2.29 m ² |
| Huecos | 0+000 | 0+020 | 4 u |
| | 0+220 | 0+240 | 2 u |
| | 0+420 | 0+440 | 4 u |
| | 0+620 | 0+640 | 2 u |
| | 0+820 | 0+840 | 3 u |
| Meteorización/ Desprendimiento de Agregado | 0+220 | 0+240 | 3.59 m ² |

Fuente: Autor, 2020

Tabla 64. Fallas Encontradas en el Tramo Final de la Vía Ambato Tisaleo iniciado desde la Abcisa 1+620 hasta 3+200

| Tipo de Falla | Abcisas | | Unidad de Intervención |
|---|----------------|--------------|------------------------|
| | Abcisa Inicial | Abcisa Final | |
| Piel de Cocodrilo | 1+620 | 1+640 | 8.72 m ² |
| | 1.820 | 1.840 | 1.71 m ² |
| | 3+020 | 3+040 | 1.65 m ² |
| Grietas Longitudinales y Transversales | 1+620 | 1+640 | 0.57 m |
| | 1+820 | 1+840 | 0.93 m |
| | 3+020 | 3+040 | 1.38 m |
| Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos | 1+620 | 1+640 | 2.29 m ² |
| | 2+220 | 2+240 | 1.95 m ² |
| | 2+420 | 2+440 | 2.59 m ² |
| | 2+620 | 2+640 | 1.73 m ² |
| Grietas Parabólicas | 2+020 | 2+040 | 3.04 m ² |
| Meteorización/ Desprendimiento de Agregado | 2+820 | 2+840 | 8.75 m ² |

Fuente: Autor, 2020

Tabla 65. Soluciones Según el Tipo de Falla del Primer Tramo de la Vía Ambato Tisaleo Iniciado desde la Abcisa 0+000 hasta 1+420

| Tipo de Falla | Abcisas | | Unidad de Intervención | Solución |
|-------------------|----------------|--------------|------------------------|---|
| | Abcisa Inicial | Abcisa Final | | |
| Piel de Cocodrilo | 0+000 | 0+020 | 44.09 m ² | Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta o reconstrucción |
| | 0+220 | 0+240 | 23.13 m ² | |
| | 0+420 | 0+440 | 10.74 m ² | |
| | 0+620 | 0+640 | 20.94 m ² | |
| | 0+820 | 0+840 | 34.69 m ² | |
| | 1+020 | 1+040 | 24.92 m ² | |
| | 1+220 | 1+240 | 28.14 m ² | |
| | 1+420 | 1+440 | 9.67 m ² | |

| | | | | |
|---|-------|-------|----------------------|---|
| Agrietamiento en Bloque | 0+620 | 0+640 | 2.56 m ² | Sellado de superficie afectada con material bituminoso con recubrimiento de agregado pétreo |
| | 1+020 | 1+040 | 4.83 m ² | |
| | 1+220 | 1+240 | 14.36 m ² | |
| Grietas Longitudinales y Transversales | 0+420 | 0+440 | 3.14 m | Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta |
| | 1+020 | 1+040 | 4.19 m | |
| | 1+420 | 1+440 | 0.57 m | |
| Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | 0+000 | 0+020 | 4.80 m ² | Sustitución del parche |
| | 0+820 | 0+840 | 2.84 m ² | |
| | 1+420 | 1+440 | 2.29 m ² | |
| Huecos | 0+000 | 0+020 | 4 u | Parqueo parcial o profundo |
| | 0+220 | 0+240 | 2 u | |
| | 0+420 | 0+440 | 4 u | |
| | 0+620 | 0+640 | 2 u | |
| | 0+820 | 0+840 | 3 u | |
| Meteorización/ Desprendimiento de Agregado | 0+220 | 0+240 | 3.59 m ² | Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta |

Fuente: Autor, 2020

Tabla 66. Soluciones Según el Tipo de Falla del Tramo Final de la Vía Ambato Tisaleo Iniciado desde la Abscisa 1+620 hasta 3+200

| Tipo de Falla | Abscisas | | Unidad de Intervención | Solución |
|---|------------------------|----------------------|-------------------------------|--|
| | Abscisa Inicial | Abscisa Final | | |
| Piel de Cocodrilo | 1+620 | 1+640 | 8.72 m ² | Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta o reconstrucción |
| | 1.820 | 1.840 | 1.71 m ² | |
| | 3+020 | 3+040 | 1.65 m ² | |
| Grietas Longitudinales y Transversales | 1+620 | 1+640 | 0.57 m | Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta |
| | 1+820 | 1+840 | 0.93 m | |
| | 3+020 | 3+040 | 1.38 m | |
| | 1+620 | 1+640 | 2.29 m ² | Sustitución del parche |

| | | | | |
|---|-------|-------|---------------------|--|
| Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | 2+220 | 2+240 | 1.95 m ² | |
| | 2+420 | 2+440 | 2.59 m ² | |
| | 2+620 | 2+640 | 1.73 m ² | |
| Grietas Parabólicas | 2+020 | 2+040 | 3.04 m ² | Parqueo Parcial |
| Meteorización/ Desprendimiento de Agregado | 2+820 | 2+840 | 8.75 m ² | Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta |

Fuente: Autor, 2020

3.1.6.2. Plan de Conservación Vial según Deflexiones Dadas por Viga Benkelman

Al evaluar la estructura del pavimento a todo lo largo de la vía Ambato Tisaleo en el tramo 1 dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200, se utilizará el método de CONREVIAL. Este consta en comparar la deflexión máxima y el radio de curvatura. La tabla 54 presenta los 5 tipos de deflexiones y sus condiciones, por lo tanto en la tabla 55 del presente proyecto se detalla que desde la abscisa 0+000 hasta la 1+600 tiene un tipo III de deflexión, mientras que desde la abscisa 1+800 hasta 3+200 la deflexión es tipo I.

-) **Deflexión I:** curva extensa de poca profundidad la cual dice que existe un buen pavimento y una buena subrasante.
-) **Deflexión II:** curva extensa la cual es profunda que consiste en tener un buen pavimento y una mala subrasante.
-) **Deflexión III:** curva corta de poca profundidad la cual dice que existe un mal pavimento y una buena subrasante.
-) **Deflexión IV:** curva corta profunda la cual dice que existe un mal pavimento y una mala subrasante.

3.1.7. Tipos de mantenimientos

Al analizar los datos obtenidos con el ensayo no destructivo conocido como Viga Benkelman y con la metodología visual llamada Índice de Condición de Pavimento se optó por dividir el tramo completo en 2 partes con la misma dimensión, ya que el inicio del tramo presenta fallas notables obtenidas por el método del PCI mientras que con

el método de la Viga Benkelman se lo clasifica en una deflexión de Tipo III que necesita un refuerzo o reconstrucción por tal motivo se necesita un mantenimiento periódico, mientras que el tramo final tiene fallas pequeñas y una deflexión Tipo I demostrando que la calidad estructural del tramo es buena, por lo tanto necesita corrección superficiales las cuales consisten en un mantenimiento rutinario.

3.1.7.1.Mantenimiento Periódico

-) **Bacheo asfáltico:** se debe reparar con asfalto en frío, equipo liviano o manual pequeñas áreas de carpeta deterioradas, recuperando el espesor del pavimento. [18]
-) **Lechada asfáltica (slurry seal):** se debe reparar con emulsión asfáltica con el fin de resanar las fisuras transversales y longitudinales, de esta forma impedir el ingreso de agua a la estructura del pavimento y posterior deterioro. [18]
-) **Recapeo:** se colocará mezcla asfáltica en caliente o en frío, sobre la carpeta de rodadura existente con el objetivo de recuperar los espesores parciales y reforzar estructuralmente el pavimento. [18]
-) **Reconstrucción:** esto se orienta a una reconstrucción total, esto se lo realizara cuando demande un cambio significativo de la vía. [18]

3.1.7.2.Mantenimiento Rutinario

-) **Limpieza de cunetas y cunetas de coronación:** Las cunetas deben permanecer limpias y sin obstrucciones con la finalidad de evitar estancamiento de agua que afecten al pavimento. [18]
-) **Limpieza de alcantarillas:** Mantener todos los elementos de las alcantarillas como son, cauces de entrada y salida, tubería de conducción limpios y trabajando eficientemente para que el agua fluya libremente y no afecte a la estructura del pavimento. [18]
-) **Desmonte, poda, corte y retiro de árboles y arbustos:** No se permitirán árboles que obstaculicen el tránsito o afecten a la visibilidad de los conductores. [18]
-) **Arborización:** Siembra de árboles propios del sitio con fines ornamentales y paisajísticos y también para evitar la erosión del suelo que posteriormente puede afectar la seguridad vial. [18]

-) **Conservación de señales verticales:** Todas las señales verticales deben permanecer siempre limpias y en buen estado. [18]
-) **Limpieza de la demarcación o señalización horizontal:** La demarcación o señalización horizontal debe permanecer siempre limpia con el fin de dar un claro entendimiento de lo que se puede hacer en una vía. [18]
-) **Conservación y reposición de guardavías:** Los guardavías permanecerán en perfecto estado de limpieza y visibilidad. En caso de daño deben arreglarse o reponerse. [18]
-) **Limpieza de la carpeta asfáltica:** Se deberá hacer la remoción de materiales extraños del pavimento con el fin de mantener libre de objetos que afecten a la seguridad. [18]

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

-) Al desarrollar un levantamiento topográfico a lo largo del tramo dado por la abscisa 0+000 hasta abscisa 3+200 de la vía Ambato-Tisaleo, se obtuvo 435 puntos con sus respectivas coordenadas y elevaciones, las cuales sirvieron para realizar un modelo digital de la vía en estudio.
-) El tramo dado por la abscisa 0+000 hasta la abscisa 3+200 de la vía Ambato-Tisaleo cuenta con una Trafico Promedio Diario Anual de 9240 vehículos/día, al ser proyectado para 20 años, se obtuvo un tráfico futuro de 17248 vehículos/día el cual la clasifica en “Carretera Multicarril (AV1)”.
-) Según el método de Índice de Condición de Pavimento (PCI) se determinó 16 unidades de muestreo de las cuales las 8 primeras unidades de muestreo tienen un promedio de PCI de 52.13 el cual está en un rango “regular”, mientras que las siguientes 8 unidades de muestreo constan con un promedio de PCI de 86.38 el cual está en un rango excelente según el método.
-) Al evaluar la capa de rodadura mediante el método no destructivo “Viga Benkelman” el tramo fue dividido desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+600 ya que esta costa con una deflexión de Tipo III, mientras que los datos obtenidos desde la abscisa 1+800 hasta 3+200 muestran un resultado de una deflexión de Tipo I.
-) Mediante la ensayos granulométricos y límites de atterberg se obtuvo un tipo de material “gravas y arenas arcillosas y limosas” A-2-4(0) según AASHTO M 145 para las 4 muestras extraídas de subrasante, teniendo un rango de excelente a bueno como terreno de fundición.
-) Al determinar el CBR de las 4 muestras las cuales están en un rango de 12% - 17% la subrasante presenta una clasificación de buena a regular, siendo un material usado para subrasante.
-) Obtenidos los datos mediante los métodos de PCI y Viga Benkelman se determinó implementar un mantenimiento periódico desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+600 debido a su estado actual.

-) Obtenidos los datos mediante los métodos de PCI y Viga Benkelman se determinó implementar un mantenimiento rutinario desde la abscisa 1+800 hasta la abscisa 3+200 debido a su estado actual.

4.2. Recomendaciones

-) Realizar una calibración de los equipos usados en campo, ya que con los datos obtenidos se tomarán las medidas de intervención necesarias para la vía
-) Realizar inventarios viales debido a que estos darán un punto de partida para conocer el comportamiento estructural del pavimento y posibles causas de las fallas presentadas en investigaciones o visitas futuras.
-) Construir cunetas en las zonas no existentes de la vía en estudio.
-) Incluir estudios de mantenimiento vial en cualquier obra vial ya que estos ayudaran a que la vía se conserve y cumpla con su periodo de diseño, sin la necesidad de una rehabilitación apresurada.

Referencias Bibliográficas

- [1] A. Alvarez, ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LA RED VIAL PAVIMENTADA DE LA I REGIÓN UTILIZANDO EL SISTEMA COMPUTACIONAL dTIMS, Santiago de Chile, 2008.
- [2] A. Cabrera, SISTEMA DE GESTIÓN DE CONSERVACIÓN, Lima, 2017.
- [3] E. Montoya, Implementación del Sistema de Gestión de Pavimentos, Lima, 2007.
- [4] CAF, Mantenimiento Vial. Informe Sectorial, Corporación Andina de Fomento, 2010.
- [5] F. Leiva Villacorta, J. P. Aguiar Moya y E. Camacho Garita, «Simulación de variables climáticas en ensayos de daño acelerado de pavimentos a escala natural,» *Infraestructura Vial/LanammeUCR*, vol. 18, n° 32, pp. 20-29, 2016.
- [6] I. VERA, G. THENOUX, H. SOLMINIHAC y T. ECHAVEGUREN, «Modelo de evaluación técnica del desempeño del mantenimiento de pavimentos flexibles,» *Revista de la construcción*, vol. 9, n° 2, pp. 76-88, 2010.
- [7] W. Nauñay, Modelo de evaluación y mantenimiento para la Rehabilitación de la Capa de Rodadura de la Vía Pelileo, Universidad Técnica de Ambato, 2011.
- [8] I. H. Mariño Rodríguez y W. O. Nauñay Pérez, Modelo de evaluación y mantenimiento para la Rehabilitación de la Capa de Rodadura de la Vía Pelileo, Quito, 2013.
- [9] G. I. Beltrán Calvo y M. P. Romo Organista , «Evaluación de pavimentos y decisiones de conservación con base en sistemas de inferencia difusos,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. 15, n° 3, pp. 391-402, 2014.
- [10] F. Dávila y E. Camacho, «GEORREFERENCIACIÓN DE DOCUMENTOS CARTOGRÁFICOS PARA LA GESTIÓN DE ARCHIVOS Y CARTOTECAS

"PROPUESTA METODOLÓGICA",» *Revista Caralana de Geografía*, vol. XVII, n° 46, 2012.

- [11] J. Cárdenas, *Diseño Geométrico de Carreteras*, Bogota: Ecoe Ediciones, 2013.
- [12] A. Montejó, *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*, Bogota: Ediciones y Publicaciones, 2002.
- [13] V. Gonzales y L. Lasso, "ESTUDIO DEL MODELO DE GESTION PARA EL MANTENIMIENTO DE CALLES Y AVENIDAS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO", Quito, 2014.
- [14] . W. G. Villacís Machuca, *Manual Práctico de Optimización Para la Revisión de Estudio de Diseño de*, Quito, 2014.
- [15] F. Sánchez Sabogal y S. X. Campognoli Martínez, *PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS. Guia Practica para los estudios y diseños*, Bogota: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2016.
- [16] A. E. BECERRA DELGADO y P. S. SÁNCHEZ REINOSO, *EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DEL SECTOR EL VALLE Y SU MARCO SOSTENIBLE*, Cuenca, 2018.
- [17] V. L. Huilcapi Baldeón y K. M. Pucha Rojas, *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN FUNCIONAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LAS VÍAS GARCÍA MORENO Y PANAMERICANA SUR DEL CANTÓN COLTA-PROVINCIA DE CHIMBORAZO*, Riobamba, 2015.
- [18] W. P. Navarro Batallas, *MODELO DE GESTIÓN DE CONSERVACIÓN VIAL PARA LA RED VIAL*, Quito, 2016.
- [19] MTOP, *Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP*, Quito, 2013.
- [20] E. Naranjo y P. Garcés, *Análisis de los estudios de impacto de tráfico vigentes en la ciudad de Quito Bajo el enfoque del modelo de Manheim*, Quito, 2013.

- [21] K. N. Villegas Villa, Medición de Aforos en carreteras en México. Comparación de los resultados entre aforo automático y aforo manual, Mexico D.F, 2013.
- [22] O. H. Guamán Iler, ESTUDIO DE LA CORRELACIÓN DEL CBR CON RESPECTO AL ENSAYO PENETRÓMETRO CÓNICO ESTÁTICO EN DIFERENTES TIPOS DE SUELOS, Ambato, 2016.
- [23] A. Arango Velez, Manual de laboratorio de Mécanica de suelos, Medellín: Universidad Nacional de Colombia Seccional de Medellin, 2006.
- [24] W. A. Botía Diaz, Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos y Memoria de Cálculo, Bogota D.C., 2015.
- [25] J. T. Fiallos Condo, ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO COHESIVO (ARCILLOSO) POR TRES MÉTODOS QUÍMICOS CAL, CLORURO DE CALCIO Y SULFATO DE CALCIO (YESO)., Ambato, 2016.
- [26] C. Crespo Villalaz, Mécanica de suelos y cimentaciones, México: Limusa, 2017.
- [27] A. O. MANOTOA SANTANA, “ESTUDIO DE LA CORRELACIÓN ENTRE LOS ENSAYOS (DCP) PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO Y (CBR) RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN LOS DIFERENTES TIPOS DE SUELOS, Ambato, 2016.
- [28] E. B. TACZA HERRERA y B. O. RODRIGUEZ PAEZ, Evaluación de fallas mediante el método PCI y planeamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado, Lima, 2018.
- [29] P. D. Cayambe Manyá y J. Y. Santillán Villagrán, EVALUACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES POR EL METODO PAVER Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO VIAL INTEGRAL DE LA CARRETERA COLTA-ALASI DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, Riobamba, 2015.

- [30] J. Balarezo, EVALUACIÓN ESTRUCTURAL USANDO VIGA BENKELMAN APLICADA A UN PAVIMENTO, Piura, 2017.
- [31] R. B. Cubas de la Torre, COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO SUR - CAJAMARCA UTILIZANDO LAS DEFLEXIONES MEDIDAS CON LA VIGA BENKELMAN, Cajamarca, 2017.

ANEXO A



LEVANTAMIENTO

TOPOGRÁFICO

GEORREFERENCIADO

**COORDENADAS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
GEORREFERENCIADO**

A-1 Coordenadas Obtenidas en el Levantamiento Topográfico Georreferenciado

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | |  |
|---|--|--|---|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | |
| Provincia: Tungurahua | | Cantón: Ambato | |
| Fecha: | | Vía: Ambato- Tisaleo / Tramo # 1 | |
| Realizado por: Andrés Jácome | | Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta | |
| LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO GEORREFERENCIADO | | | |
| Punto # | Coordenada en Este | Coordenada en Norte | Elevación |
| 1 | 763649.629 | 9858892.845 | 2764.492 |
| 2 | 763639.378 | 9858882.079 | 2765.037 |
| 3 | 763625.902 | 9858866.092 | 2765.901 |
| 4 | 763617.948 | 9858856.657 | 2766.411 |
| 5 | 763610.801 | 9858848.116 | 2766.919 |
| 6 | 763598.638 | 9858833.580 | 2767.490 |
| 7 | 763585.033 | 9858817.518 | 2768.054 |
| 8 | 763566.760 | 9858795.944 | 2768.756 |
| 9 | 763551.507 | 9858777.651 | 2769.324 |
| 10 | 763538.661 | 9858762.244 | 2769.789 |
| 11 | 763530.017 | 9858751.977 | 2770.099 |
| 12 | 763520.865 | 9858741.106 | 2770.426 |
| 13 | 763512.962 | 9858731.718 | 2770.708 |
| 14 | 763501.403 | 9858718.214 | 2771.162 |
| 15 | 763493.330 | 9858708.782 | 2771.563 |
| 16 | 763481.891 | 9858695.418 | 2772.121 |
| 17 | 763468.953 | 9858680.154 | 2772.733 |
| 18 | 763460.725 | 9858670.446 | 2773.190 |
| 19 | 763452.796 | 9858661.092 | 2773.770 |
| 20 | 763445.082 | 9858652.355 | 2774.309 |
| 21 | 763434.042 | 9858640.869 | 2774.965 |
| 22 | 763426.919 | 9858633.991 | 2775.417 |
| 23 | 763419.327 | 9858627.190 | 2775.879 |
| 24 | 763411.887 | 9858621.194 | 2776.267 |
| 25 | 763401.139 | 9858612.906 | 2776.714 |
| 26 | 763387.947 | 9858603.575 | 2777.268 |
| 27 | 763372.196 | 9858594.308 | 2777.901 |
| 28 | 763365.303 | 9858590.191 | 2778.175 |
| 29 | 763351.289 | 9858583.752 | 2778.699 |

| | | | |
|----|------------|-------------|----------|
| 30 | 763342.061 | 9858579.440 | 2779.046 |
| 31 | 763334.572 | 9858576.318 | 2779.331 |
| 32 | 763322.907 | 9858572.278 | 2779.759 |
| 33 | 763306.917 | 9858567.582 | 2780.356 |
| 34 | 763294.409 | 9858564.149 | 2780.822 |
| 35 | 763285.084 | 9858561.760 | 2781.170 |
| 36 | 763256.273 | 9858553.797 | 2782.288 |
| 37 | 763226.431 | 9858545.725 | 2783.512 |
| 38 | 763200.546 | 9858538.597 | 2784.576 |
| 39 | 763178.814 | 9858532.613 | 2785.358 |
| 40 | 763149.701 | 9858524.635 | 2786.302 |
| 41 | 763135.626 | 9858520.760 | 2786.748 |
| 42 | 763121.551 | 9858516.884 | 2787.136 |
| 43 | 763105.862 | 9858512.331 | 2787.531 |
| 44 | 763086.542 | 9858506.901 | 2788.014 |
| 45 | 763066.106 | 9858501.252 | 2788.457 |
| 46 | 763047.482 | 9858496.047 | 2789.006 |
| 47 | 763018.899 | 9858488.164 | 2790.158 |
| 48 | 762991.652 | 9858480.521 | 2791.202 |
| 49 | 762958.746 | 9858470.828 | 2792.568 |
| 50 | 762945.567 | 9858466.982 | 2793.159 |
| 51 | 762929.798 | 9858461.142 | 2793.890 |
| 52 | 762920.447 | 9858457.679 | 2794.359 |
| 53 | 762907.794 | 9858452.176 | 2795.036 |
| 54 | 762895.141 | 9858446.672 | 2795.665 |
| 55 | 762875.905 | 9858436.472 | 2796.435 |
| 56 | 762859.717 | 9858427.098 | 2797.185 |
| 57 | 762844.897 | 9858417.744 | 2798.270 |
| 58 | 762828.941 | 9858407.411 | 2799.359 |
| 59 | 762813.592 | 9858397.386 | 2800.294 |
| 60 | 762800.255 | 9858388.633 | 2801.122 |
| 61 | 762787.192 | 9858380.012 | 2801.790 |
| 62 | 762772.678 | 9858370.661 | 2802.588 |
| 63 | 762755.094 | 9858359.112 | 2804.004 |
| 64 | 762740.772 | 9858350.498 | 2805.078 |
| 65 | 762731.283 | 9858344.783 | 2805.714 |
| 66 | 762719.782 | 9858337.857 | 2806.626 |
| 67 | 762706.943 | 9858330.548 | 2807.477 |
| 68 | 762694.579 | 9858323.480 | 2808.206 |
| 69 | 762676.886 | 9858314.078 | 2809.465 |
| 70 | 762656.635 | 9858303.451 | 2810.930 |
| 71 | 762642.636 | 9858296.197 | 2812.049 |
| 72 | 762616.297 | 9858282.708 | 2814.112 |
| 73 | 762598.771 | 9858273.535 | 2815.781 |

| | | | |
|------------|------------|-------------|----------|
| 74 | 762590.796 | 9858269.327 | 2816.525 |
| 75 | 762576.547 | 9858260.062 | 2817.999 |
| 76 | 762560.078 | 9858248.452 | 2819.686 |
| 77 | 762552.618 | 9858241.942 | 2820.382 |
| 78 | 762547.726 | 9858237.342 | 2820.784 |
| 79 | 762542.834 | 9858232.742 | 2821.316 |
| 80 | 762535.718 | 9858225.541 | 2822.282 |
| 81 | 762528.601 | 9858218.339 | 2823.102 |
| 82 | 762510.666 | 9858193.910 | 2826.138 |
| 83 | 762507.148 | 9858189.119 | 2826.673 |
| 84 | 762495.768 | 9858171.425 | 2828.178 |
| 85 | 762487.902 | 9858159.194 | 2829.095 |
| 86 | 762479.808 | 9858146.895 | 2830.254 |
| 87 | 762471.649 | 9858134.496 | 2831.449 |
| 88 | 762465.687 | 9858125.437 | 2832.293 |
| 89 | 762459.865 | 9858116.589 | 2833.102 |
| 90 | 762452.623 | 9858099.415 | 2834.027 |
| 91 | 762447.834 | 9858085.791 | 2834.684 |
| 92 | 762440.959 | 9858065.819 | 2836.563 |
| 93 | 762435.533 | 9858049.318 | 2837.667 |
| 94 | 762429.603 | 9858032.227 | 2838.643 |
| 95 | 762423.392 | 9858014.252 | 2839.651 |
| 96 | 762418.005 | 9857998.926 | 2840.527 |
| 97 | 762412.032 | 9857983.438 | 2841.571 |
| 98 | 762406.503 | 9857969.102 | 2842.538 |
| 99 | 762400.394 | 9857953.261 | 2843.819 |
| 100 | 762393.657 | 9857935.794 | 2845.114 |
| 101 | 762385.713 | 9857917.416 | 2846.244 |
| 102 | 762380.436 | 9857905.210 | 2846.934 |
| 103 | 762368.115 | 9857879.457 | 2848.412 |
| 104 | 762359.544 | 9857861.920 | 2849.278 |
| 105 | 762350.161 | 9857842.562 | 2850.520 |
| 106 | 762342.117 | 9857825.525 | 2851.648 |
| 107 | 762334.101 | 9857808.546 | 2852.696 |
| 108 | 762324.591 | 9857788.333 | 2853.811 |
| 109 | 762316.932 | 9857772.035 | 2854.672 |
| 110 | 762308.850 | 9857754.838 | 2855.551 |
| 111 | 762298.637 | 9857733.105 | 2856.599 |
| 112 | 762285.965 | 9857706.349 | 2858.422 |
| 113 | 762271.757 | 9857678.387 | 2860.357 |
| 114 | 762265.603 | 9857667.064 | 2861.105 |
| 115 | 762255.460 | 9857650.386 | 2862.296 |
| 116 | 762246.611 | 9857637.177 | 2863.657 |
| 117 | 762238.071 | 9857624.708 | 2864.879 |

| | | | |
|------------|------------|-------------|----------|
| 118 | 762227.950 | 9857610.103 | 2866.360 |
| 119 | 762213.903 | 9857589.981 | 2868.472 |
| 120 | 762201.538 | 9857572.378 | 2870.494 |
| 121 | 762191.093 | 9857556.734 | 2872.319 |
| 122 | 762181.760 | 9857542.756 | 2873.802 |
| 123 | 762171.595 | 9857527.533 | 2875.336 |
| 124 | 762168.150 | 9857522.374 | 2875.929 |
| 125 | 762153.692 | 9857497.753 | 2878.268 |
| 126 | 762143.615 | 9857480.594 | 2879.828 |
| 127 | 762132.796 | 9857458.633 | 2881.422 |
| 128 | 762124.226 | 9857440.590 | 2882.660 |
| 129 | 762117.649 | 9857426.514 | 2883.609 |
| 130 | 762110.056 | 9857409.786 | 2884.677 |
| 131 | 762101.966 | 9857391.803 | 2885.802 |
| 132 | 762095.714 | 9857377.973 | 2886.737 |
| 133 | 762088.790 | 9857362.778 | 2887.820 |
| 134 | 762081.730 | 9857347.286 | 2888.953 |
| 135 | 762074.592 | 9857331.741 | 2890.115 |
| 136 | 762067.331 | 9857315.980 | 2891.319 |
| 137 | 762057.375 | 9857294.372 | 2892.758 |
| 138 | 762047.954 | 9857274.225 | 2893.777 |
| 139 | 762038.838 | 9857254.564 | 2894.693 |
| 140 | 762028.066 | 9857230.206 | 2896.288 |
| 141 | 762020.163 | 9857212.483 | 2897.609 |
| 142 | 762011.474 | 9857194.271 | 2899.077 |
| 143 | 762002.623 | 9857175.268 | 2900.284 |
| 144 | 761990.650 | 9857149.341 | 2901.803 |
| 145 | 761979.675 | 9857125.762 | 2903.076 |
| 146 | 761973.884 | 9857113.320 | 2904.741 |
| 147 | 761967.371 | 9857100.085 | 2905.798 |
| 148 | 761959.982 | 9857088.475 | 2906.820 |
| 149 | 761956.512 | 9857083.170 | 2907.260 |
| 150 | 761952.176 | 9857078.394 | 2907.957 |
| 151 | 761945.291 | 9857071.645 | 2908.883 |
| 152 | 761941.531 | 9857068.744 | 2909.496 |
| 153 | 761937.536 | 9857066.037 | 2910.213 |
| 154 | 761933.393 | 9857063.652 | 2910.999 |
| 155 | 761927.987 | 9857061.075 | 2911.914 |
| 156 | 761924.219 | 9857059.596 | 2912.569 |
| 157 | 761918.999 | 9857057.918 | 2913.534 |
| 158 | 761911.393 | 9857056.324 | 2915.078 |
| 159 | 761905.896 | 9857056.255 | 2916.253 |
| 160 | 761900.291 | 9857056.675 | 2917.528 |
| 161 | 761896.109 | 9857057.279 | 2918.399 |

| | | | |
|------------|------------|-------------|----------|
| 162 | 761889.814 | 9857058.696 | 2919.651 |
| 163 | 761886.027 | 9857059.613 | 2920.363 |
| 164 | 761878.864 | 9857062.483 | 2922.185 |
| 165 | 761875.176 | 9857064.262 | 2923.256 |
| 166 | 761870.195 | 9857067.392 | 2924.799 |
| 167 | 761864.520 | 9857071.679 | 2926.658 |
| 168 | 761859.574 | 9857076.107 | 2928.366 |
| 169 | 761855.318 | 9857080.640 | 2930.089 |
| 170 | 761851.099 | 9857086.190 | 2930.971 |
| 171 | 761846.475 | 9857093.440 | 2932.368 |
| 172 | 761843.297 | 9857099.459 | 2933.599 |
| 173 | 761839.924 | 9857109.712 | 2935.358 |
| 174 | 761838.321 | 9857118.316 | 2936.113 |
| 175 | 761837.794 | 9857124.796 | 2936.512 |
| 176 | 761838.017 | 9857131.618 | 2936.740 |
| 177 | 761838.683 | 9857139.928 | 2936.917 |
| 178 | 761839.557 | 9857147.744 | 2937.020 |
| 179 | 761841.572 | 9857159.146 | 2936.985 |
| 180 | 761843.647 | 9857171.069 | 2936.956 |
| 181 | 761846.431 | 9857183.943 | 2936.787 |
| 182 | 761849.245 | 9857197.173 | 2936.625 |
| 183 | 761852.397 | 9857215.115 | 2936.571 |
| 184 | 761855.191 | 9857231.779 | 2936.556 |
| 185 | 761858.024 | 9857246.908 | 2936.468 |
| 186 | 761861.837 | 9857265.520 | 2936.276 |
| 187 | 761865.335 | 9857283.969 | 2936.157 |
| 188 | 761868.770 | 9857305.043 | 2936.162 |
| 189 | 761871.066 | 9857324.147 | 2936.374 |
| 190 | 761872.502 | 9857338.048 | 2936.594 |
| 191 | 761873.319 | 9857358.376 | 2937.241 |
| 192 | 761872.561 | 9857384.024 | 2938.522 |
| 193 | 761871.669 | 9857395.860 | 2939.228 |
| 194 | 761870.800 | 9857404.361 | 2939.749 |
| 195 | 761869.414 | 9857415.088 | 2940.472 |
| 196 | 761868.158 | 9857424.808 | 2941.109 |
| 197 | 761866.745 | 9857434.708 | 2941.702 |
| 198 | 761865.120 | 9857444.283 | 2942.328 |
| 199 | 761863.318 | 9857454.903 | 2943.041 |
| 200 | 761861.818 | 9857464.058 | 2943.767 |
| 201 | 761860.522 | 9857472.359 | 2944.410 |
| 202 | 761858.818 | 9857483.264 | 2945.261 |
| 203 | 761857.078 | 9857494.409 | 2946.116 |
| 204 | 761855.595 | 9857503.471 | 2946.825 |
| 205 | 761854.505 | 9857510.129 | 2947.337 |

| | | | |
|-----|------------|-------------|----------|
| 206 | 761852.517 | 9857522.280 | 2948.274 |
| 207 | 761852.041 | 9857525.187 | 2948.498 |
| 208 | 763650.832 | 9858877.868 | 2765.010 |
| 209 | 763645.002 | 9858871.374 | 2765.367 |
| 210 | 763637.124 | 9858862.028 | 2765.872 |
| 211 | 763629.711 | 9858853.235 | 2766.347 |
| 212 | 763624.579 | 9858847.129 | 2766.677 |
| 213 | 763617.846 | 9858839.082 | 2766.999 |
| 214 | 763609.325 | 9858828.900 | 2767.421 |
| 215 | 763593.627 | 9858810.334 | 2768.104 |
| 216 | 763578.859 | 9858792.899 | 2768.698 |
| 217 | 763566.386 | 9858778.006 | 2769.169 |
| 218 | 763551.337 | 9858759.757 | 2769.717 |
| 219 | 763541.945 | 9858748.755 | 2770.051 |
| 220 | 763530.274 | 9858734.892 | 2770.470 |
| 221 | 763520.450 | 9858723.243 | 2770.822 |
| 222 | 763510.399 | 9858711.500 | 2771.248 |
| 223 | 763500.836 | 9858700.328 | 2771.703 |
| 224 | 763493.181 | 9858691.384 | 2772.063 |
| 225 | 763480.599 | 9858676.572 | 2772.658 |
| 226 | 763468.914 | 9858662.786 | 2773.326 |
| 227 | 763459.455 | 9858651.712 | 2774.015 |
| 228 | 763449.126 | 9858640.401 | 2774.733 |
| 229 | 763441.973 | 9858632.957 | 2775.190 |
| 230 | 763435.468 | 9858626.676 | 2775.480 |
| 231 | 763428.522 | 9858620.389 | 2775.783 |
| 232 | 763418.821 | 9858612.398 | 2776.195 |
| 233 | 763409.170 | 9858604.956 | 2776.596 |
| 234 | 763396.239 | 9858595.722 | 2777.132 |
| 235 | 763379.183 | 9858585.424 | 2777.845 |
| 236 | 763370.528 | 9858580.266 | 2778.200 |
| 237 | 763357.570 | 9858574.312 | 2778.684 |
| 238 | 763346.800 | 9858569.292 | 2779.091 |
| 239 | 763329.909 | 9858562.850 | 2779.722 |
| 240 | 763311.740 | 9858557.325 | 2780.379 |
| 241 | 763299.694 | 9858553.951 | 2780.829 |
| 242 | 763287.242 | 9858550.737 | 2781.296 |
| 243 | 763262.110 | 9858543.791 | 2782.261 |
| 244 | 763242.985 | 9858538.600 | 2783.016 |
| 245 | 763224.977 | 9858533.708 | 2783.799 |
| 246 | 763205.580 | 9858528.367 | 2784.620 |
| 247 | 763186.620 | 9858523.145 | 2785.304 |
| 248 | 763168.051 | 9858518.051 | 2785.906 |
| 249 | 763151.383 | 9858513.481 | 2786.438 |

| | | | |
|-----|------------|-------------|----------|
| 250 | 763143.938 | 9858511.298 | 2786.667 |
| 251 | 763129.378 | 9858507.422 | 2787.100 |
| 252 | 763113.301 | 9858502.828 | 2787.549 |
| 253 | 763096.024 | 9858497.899 | 2788.032 |
| 254 | 763080.213 | 9858493.536 | 2788.433 |
| 255 | 763067.958 | 9858490.140 | 2788.738 |
| 256 | 763055.902 | 9858486.771 | 2789.074 |
| 257 | 763041.761 | 9858482.819 | 2789.634 |
| 258 | 763029.473 | 9858479.445 | 2790.046 |
| 259 | 763016.280 | 9858475.826 | 2790.488 |
| 260 | 763003.460 | 9858472.213 | 2790.919 |
| 261 | 762993.092 | 9858469.291 | 2791.397 |
| 262 | 762982.784 | 9858466.239 | 2791.914 |
| 263 | 762972.142 | 9858463.088 | 2792.449 |
| 264 | 762958.416 | 9858459.064 | 2793.041 |
| 265 | 762949.085 | 9858456.341 | 2793.446 |
| 266 | 762936.857 | 9858451.813 | 2794.013 |
| 267 | 762924.629 | 9858447.285 | 2794.603 |
| 268 | 762915.447 | 9858443.291 | 2795.095 |
| 269 | 762902.821 | 9858437.800 | 2795.770 |
| 270 | 762897.556 | 9858435.276 | 2796.015 |
| 271 | 762885.326 | 9858428.790 | 2796.505 |
| 272 | 762870.109 | 9858420.346 | 2797.213 |
| 273 | 762853.795 | 9858410.159 | 2798.401 |
| 274 | 762839.493 | 9858400.917 | 2799.306 |
| 275 | 762830.117 | 9858394.802 | 2799.903 |
| 276 | 762817.905 | 9858386.826 | 2800.682 |
| 277 | 762802.512 | 9858376.703 | 2801.535 |
| 278 | 762786.952 | 9858366.525 | 2802.328 |
| 279 | 762779.170 | 9858361.520 | 2802.740 |
| 280 | 762764.922 | 9858352.180 | 2803.926 |
| 281 | 762752.188 | 9858344.296 | 2804.982 |
| 282 | 762735.354 | 9858334.161 | 2806.112 |
| 283 | 762725.443 | 9858328.192 | 2806.904 |
| 284 | 762715.876 | 9858322.745 | 2807.481 |
| 285 | 762706.240 | 9858317.245 | 2808.033 |
| 286 | 762693.695 | 9858310.327 | 2808.812 |
| 287 | 762682.805 | 9858304.444 | 2809.563 |
| 288 | 762675.235 | 9858300.537 | 2810.065 |
| 289 | 762665.788 | 9858295.579 | 2810.732 |
| 290 | 762657.477 | 9858291.273 | 2811.385 |
| 291 | 762647.733 | 9858286.225 | 2812.139 |
| 292 | 762632.163 | 9858278.374 | 2813.332 |
| 293 | 762621.901 | 9858273.000 | 2814.149 |

| | | | |
|-----|------------|-------------|----------|
| 294 | 762607.019 | 9858265.224 | 2815.514 |
| 295 | 762595.545 | 9858259.089 | 2816.558 |
| 296 | 762587.522 | 9858254.088 | 2817.353 |
| 297 | 762578.231 | 9858247.715 | 2818.356 |
| 298 | 762571.695 | 9858243.055 | 2819.056 |
| 299 | 762563.057 | 9858236.187 | 2819.881 |
| 300 | 762558.219 | 9858231.835 | 2820.274 |
| 301 | 762550.656 | 9858224.724 | 2820.896 |
| 302 | 762543.900 | 9858217.887 | 2821.781 |
| 303 | 762537.144 | 9858211.050 | 2822.531 |
| 304 | 762530.198 | 9858201.590 | 2823.515 |
| 305 | 762521.456 | 9858189.682 | 2824.803 |
| 306 | 762513.875 | 9858178.873 | 2826.138 |
| 307 | 762506.094 | 9858166.775 | 2827.306 |
| 308 | 762498.585 | 9858155.276 | 2828.184 |
| 309 | 762488.759 | 9858140.122 | 2829.382 |
| 310 | 762479.835 | 9858126.561 | 2830.614 |
| 311 | 762469.785 | 9858111.291 | 2832.042 |
| 312 | 762463.076 | 9858095.379 | 2833.075 |
| 313 | 762458.363 | 9858081.969 | 2833.755 |
| 314 | 762455.412 | 9858073.574 | 2834.160 |
| 315 | 762450.132 | 9858057.863 | 2834.896 |
| 316 | 762445.535 | 9858043.883 | 2836.245 |
| 317 | 762440.545 | 9858029.590 | 2837.360 |
| 318 | 762436.906 | 9858019.167 | 2837.961 |
| 319 | 762433.391 | 9858008.875 | 2838.513 |
| 320 | 762428.996 | 9857996.300 | 2839.205 |
| 321 | 762425.175 | 9857986.392 | 2839.819 |
| 322 | 762420.669 | 9857974.708 | 2840.511 |
| 323 | 762416.518 | 9857963.946 | 2841.190 |
| 324 | 762412.729 | 9857954.121 | 2841.842 |
| 325 | 762407.593 | 9857940.803 | 2842.683 |
| 326 | 762403.543 | 9857930.436 | 2843.393 |
| 327 | 762397.332 | 9857916.068 | 2844.581 |
| 328 | 762391.237 | 9857901.969 | 2845.556 |
| 329 | 762381.152 | 9857880.636 | 2846.850 |
| 330 | 762374.043 | 9857866.070 | 2847.712 |
| 331 | 762366.328 | 9857850.299 | 2848.422 |
| 332 | 762357.718 | 9857832.334 | 2849.294 |
| 333 | 762349.179 | 9857814.249 | 2850.403 |
| 334 | 762341.822 | 9857798.667 | 2851.358 |
| 335 | 762332.142 | 9857778.069 | 2852.634 |
| 336 | 762324.520 | 9857761.849 | 2853.509 |
| 337 | 762315.130 | 9857741.867 | 2854.549 |

| | | | |
|-----|------------|-------------|----------|
| 338 | 762307.425 | 9857725.493 | 2855.388 |
| 339 | 762299.596 | 9857708.963 | 2856.148 |
| 340 | 762289.107 | 9857687.339 | 2857.255 |
| 341 | 762281.115 | 9857672.152 | 2858.526 |
| 342 | 762275.416 | 9857661.665 | 2859.368 |
| 343 | 762266.162 | 9857646.379 | 2860.566 |
| 344 | 762256.950 | 9857632.461 | 2861.849 |
| 345 | 762247.024 | 9857617.962 | 2863.409 |
| 346 | 762235.084 | 9857600.809 | 2865.099 |
| 347 | 762223.269 | 9857583.838 | 2866.849 |
| 348 | 762214.693 | 9857571.565 | 2868.142 |
| 349 | 762204.361 | 9857556.437 | 2869.731 |
| 350 | 762197.219 | 9857545.740 | 2870.900 |
| 351 | 762189.099 | 9857533.579 | 2872.351 |
| 352 | 762177.645 | 9857516.424 | 2874.125 |
| 353 | 762171.833 | 9857506.527 | 2874.901 |
| 354 | 762161.881 | 9857489.580 | 2876.550 |
| 355 | 762156.903 | 9857481.105 | 2877.365 |
| 356 | 762152.112 | 9857472.497 | 2878.105 |
| 357 | 762148.186 | 9857464.529 | 2878.679 |
| 358 | 762142.435 | 9857452.855 | 2879.533 |
| 359 | 762137.664 | 9857442.892 | 2880.224 |
| 360 | 762131.434 | 9857429.558 | 2881.120 |
| 361 | 762126.021 | 9857417.973 | 2881.895 |
| 362 | 762122.500 | 9857410.146 | 2882.392 |
| 363 | 762117.755 | 9857399.601 | 2883.060 |
| 364 | 762113.926 | 9857391.088 | 2883.600 |
| 365 | 762106.123 | 9857373.806 | 2884.695 |
| 366 | 762098.684 | 9857357.481 | 2886.127 |
| 367 | 762091.279 | 9857341.231 | 2887.249 |
| 368 | 762087.531 | 9857333.060 | 2887.850 |
| 369 | 762082.475 | 9857322.086 | 2888.665 |
| 370 | 762079.162 | 9857314.895 | 2889.180 |
| 371 | 762072.853 | 9857301.201 | 2890.008 |
| 372 | 762067.864 | 9857290.372 | 2890.681 |
| 373 | 762059.131 | 9857271.677 | 2891.907 |
| 374 | 762048.799 | 9857249.396 | 2893.259 |
| 375 | 762038.756 | 9857226.685 | 2894.251 |
| 376 | 762029.672 | 9857206.404 | 2895.587 |
| 377 | 762021.626 | 9857189.541 | 2896.872 |
| 378 | 762012.839 | 9857170.676 | 2898.349 |
| 379 | 762004.308 | 9857152.158 | 2899.562 |
| 380 | 761995.743 | 9857133.740 | 2900.683 |
| 381 | 761987.653 | 9857116.361 | 2901.682 |

| | | | |
|------------|------------|-------------|----------|
| 382 | 761981.033 | 9857102.482 | 2902.407 |
| 383 | 761974.007 | 9857089.318 | 2903.456 |
| 384 | 761969.332 | 9857082.303 | 2904.462 |
| 385 | 761961.371 | 9857071.197 | 2905.851 |
| 386 | 761953.172 | 9857063.630 | 2906.995 |
| 387 | 761941.046 | 9857054.982 | 2908.810 |
| 388 | 761930.678 | 9857049.992 | 2910.753 |
| 389 | 761923.749 | 9857047.575 | 2912.007 |
| 390 | 761915.913 | 9857045.620 | 2913.546 |
| 391 | 761912.176 | 9857045.131 | 2914.312 |
| 392 | 761907.289 | 9857045.079 | 2915.326 |
| 393 | 761901.700 | 9857045.221 | 2916.522 |
| 394 | 761895.058 | 9857046.106 | 2917.840 |
| 395 | 761887.262 | 9857047.791 | 2919.438 |
| 396 | 761878.476 | 9857050.572 | 2921.210 |
| 397 | 761874.343 | 9857052.229 | 2922.362 |
| 398 | 761869.746 | 9857054.446 | 2923.722 |
| 399 | 761861.648 | 9857059.720 | 2926.242 |
| 400 | 761859.321 | 9857061.367 | 2926.954 |
| 401 | 761855.366 | 9857064.789 | 2928.327 |
| 402 | 761851.287 | 9857068.506 | 2930.479 |
| 403 | 761848.562 | 9857071.355 | 2931.041 |
| 404 | 761845.212 | 9857075.372 | 2932.009 |
| 405 | 761841.142 | 9857080.873 | 2933.350 |
| 406 | 761838.438 | 9857085.125 | 2934.617 |
| 407 | 761834.966 | 9857091.116 | 2935.691 |
| 408 | 761832.817 | 9857095.501 | 2936.472 |
| 409 | 761830.909 | 9857100.856 | 2937.253 |
| 410 | 761828.270 | 9857109.789 | 2938.268 |
| 411 | 761827.172 | 9857117.239 | 2938.843 |
| 412 | 761826.627 | 9857125.978 | 2939.336 |
| 413 | 761827.024 | 9857135.417 | 2939.624 |
| 414 | 761827.711 | 9857145.068 | 2939.849 |
| 415 | 761830.166 | 9857158.961 | 2939.809 |
| 416 | 761833.766 | 9857178.236 | 2939.708 |
| 417 | 761837.407 | 9857195.352 | 2939.509 |
| 418 | 761840.685 | 9857213.494 | 2939.434 |
| 419 | 761843.295 | 9857228.681 | 2939.404 |
| 420 | 761847.256 | 9857250.153 | 2939.307 |
| 421 | 761850.849 | 9857267.688 | 2939.143 |
| 422 | 761854.042 | 9857283.368 | 2939.000 |
| 423 | 761856.485 | 9857298.124 | 2939.000 |
| 424 | 761858.643 | 9857314.583 | 2939.131 |
| 425 | 761860.836 | 9857333.190 | 2939.336 |

| | | | |
|------------|------------|-------------|----------|
| 426 | 761862.036 | 9857351.525 | 2939.760 |
| 427 | 761861.876 | 9857369.104 | 2940.469 |
| 428 | 761860.924 | 9857389.404 | 2941.395 |
| 429 | 761858.908 | 9857408.995 | 2942.418 |
| 430 | 761856.224 | 9857429.765 | 2943.764 |
| 431 | 761852.423 | 9857452.165 | 2945.588 |
| 432 | 761849.374 | 9857471.157 | 2947.079 |
| 433 | 761846.488 | 9857489.631 | 2948.481 |
| 434 | 761842.792 | 9857512.353 | 2950.223 |
| 435 | 761841.129 | 9857522.517 | 2950.998 |










Fuente: Autor, 2020

ANEXO B

CONTEO VEHICULAR

MANUAL

B-1 Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Lunes 25 de noviembre del 2019


|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |  | |
|---|---|---|---|--|---|--------------|---------------|---|---|---|-----|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | |
| | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | Estación No: | 1 | Ubicación: | Abscisa 0+000 | Sentido | Ambos | Hoja No: | 1 | | |
| Fecha: | 25/11/19 | Día | Lunes | Estado de Tiempo: | Parcialmente nublado | Responsable: | Andrés Jácome | | | | |
| CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO | | | | | | | | | | | |
| Hora | Livianos | | | Buses | | Camiones | | | | Sumatoria Total por Hora | |
| | Automóviles | Camionetas | Motos | Livianos | Pesados | Dos Ejes | | Tres Ejes | > Tres Ejes | | |
| |  |  |  |  |  | Livianos | Medianos |  |  | | |
| 6H00 | 6H00-6H15 | 57 | 7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 660 |
| | 6H15-6H30 | 43 | 43 | 0 | 3 | 3 | 2 | 2 | 0 | 1 | |
| | 6H30-6H45 | 38 | 38 | 1 | 2 | 4 | 3 | 0 | 1 | 1 | |
| | 6H45-7H00 | 79 | 79 | 0 | 3 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 405 | 217 | 1 | 9 | 12 | 7 | 3 | 2 | 4 | |
| 7H00 | 7H00-7H15 | 52 | 52 | 0 | 1 | 5 | 2 | 1 | 0 | 1 | 639 |
| | 7H15-7H30 | 59 | 59 | 2 | 2 | 6 | 3 | 1 | 2 | 0 | |
| | 7H30-7H45 | 55 | 55 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| | 7H45-8H00 | 42 | 42 | 3 | 3 | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 386 | 208 | 5 | 7 | 20 | 6 | 2 | 3 | 2 | |
| 8H00 | 8H00-8H15 | 52 | 52 | 1 | 0 | 6 | 2 | 0 | 1 | 0 | 680 |
| | 8H15-8H30 | 54 | 54 | 0 | 1 | 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------|------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----|
| | 8H30-8H45 | 52 | 52 | 0 | 0 | 7 | 2 | 2 | 0 | 0 | |
| | 8H45-9H00 | 65 | 65 | 0 | 0 | 6 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 415 | 223 | 1 | 1 | 25 | 8 | 4 | 3 | 0 | |
| 9H00 | 9H00-9H15 | 64 | 64 | 0 | 2 | 7 | 5 | 0 | 0 | 1 | 676 |
| | 9H15-9H30 | 61 | 61 | 2 | 1 | 6 | 6 | 0 | 1 | 1 | |
| | 9H30-9H45 | 43 | 43 | 0 | 0 | 6 | 6 | 0 | 2 | 0 | |
| | 9H45-10H00 | 47 | 47 | 0 | 0 | 7 | 6 | 1 | 1 | 2 | |
| | Sumatoria Parcial | 398 | 215 | 2 | 3 | 26 | 23 | 1 | 4 | 4 | |
| 10H00 | 10H00-10H15 | 54 | 54 | 0 | 0 | 4 | 5 | 1 | 1 | 2 | 556 |
| | 10H15-10H30 | 37 | 37 | 4 | 2 | 5 | 3 | 0 | 1 | 1 | |
| | 10H30-10H45 | 32 | 32 | 0 | 0 | 6 | 1 | 2 | 0 | 0 | |
| | 10H45-11H00 | 53 | 53 | 0 | 0 | 7 | 4 | 1 | 0 | 1 | |
| | Sumatoria Parcial | 329 | 176 | 4 | 2 | 22 | 13 | 4 | 2 | 4 | |
| 11H00 | 11H00-11H15 | 52 | 52 | 0 | 1 | 5 | 3 | 1 | 1 | 0 | 570 |
| | 11H15-11H30 | 42 | 42 | 2 | 0 | 6 | 2 | 2 | 1 | 0 | |
| | 11H30-11H45 | 55 | 55 | 0 | 0 | 7 | 2 | 2 | 0 | 1 | |
| | 11H45-12H00 | 36 | 36 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 342 | 185 | 2 | 1 | 23 | 9 | 5 | 2 | 1 | |
| 12H00 | 12H00-12H15 | 37 | 37 | 0 | 2 | 5 | 2 | 0 | 0 | 2 | 433 |
| | 12H15-12H30 | 32 | 32 | 1 | 3 | 5 | 4 | 2 | 1 | 2 | |
| | 12H30-12H45 | 31 | 31 | 0 | 4 | 5 | 4 | 1 | 2 | 1 | |
| | 12H45-13H00 | 31 | 31 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 | 0 | 2 | |
| | Sumatoria Parcial | 244 | 131 | 1 | 10 | 22 | 12 | 3 | 3 | 7 | |
| 13H00 | 13H00-13H15 | 19 | 19 | 0 | 1 | 4 | 2 | 1 | 0 | 2 | 420 |
| | 13H15-13H30 | 28 | 28 | 2 | 3 | 6 | 3 | 4 | 0 | 1 | |
| | 13H30-13H45 | 49 | 49 | 0 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | |
| | 13H45-14H00 | 31 | 31 | 0 | 1 | 6 | 5 | 0 | 0 | 2 | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|-----|-----|---|---|----|----|---|---|---|-----|
| Sumatoria Parcial | | 236 | 127 | 2 | 7 | 20 | 14 | 6 | 2 | 6 | |
| 14H00 | 14H00-14H15 | 49 | 49 | 0 | 0 | 6 | 4 | 2 | 0 | 3 | 497 |
| | 14H15-14H30 | 41 | 41 | 4 | 1 | 5 | 4 | 1 | 0 | 0 | |
| | 14H30-14H45 | 40 | 40 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 2 | 1 | |
| | 14H45-15H00 | 27 | 27 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2 | 1 | 2 | |
| Sumatoria Parcial | | 289 | 157 | 4 | 1 | 20 | 12 | 5 | 3 | 6 | |
| 15H00 | 15H00-15H15 | 50 | 50 | 0 | 0 | 5 | 5 | 2 | 0 | 1 | 574 |
| | 15H15-15H30 | 23 | 23 | 0 | 0 | 6 | 3 | 3 | 0 | 2 | |
| | 15H30-15H45 | 52 | 52 | 1 | 1 | 6 | 3 | 2 | 0 | 5 | |
| | 15H45-16H00 | 54 | 54 | 0 | 0 | 6 | 6 | 0 | 2 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 335 | 179 | 1 | 1 | 23 | 17 | 7 | 2 | 9 | |
| 16H00 | 16H00-16H15 | 53 | 53 | 0 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 817 |
| | 16H15-16H30 | 52 | 52 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | |
| | 16H30-16H45 | 108 | 108 | 0 | 0 | 5 | 2 | 1 | 0 | 1 | |
| | 16H45-17H00 | 57 | 57 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 | 2 | 3 | |
| Sumatoria Parcial | | 504 | 270 | 1 | 1 | 16 | 10 | 5 | 4 | 6 | |
| 17H00 | 17H00-17H15 | 86 | 86 | 0 | 1 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 840 |
| | 17H15-17H30 | 71 | 71 | 2 | 0 | 4 | 3 | 0 | 1 | 1 | |
| | 17H30-17H45 | 71 | 71 | 0 | 3 | 5 | 5 | 2 | 1 | 3 | |
| | 17H45-18H00 | 48 | 48 | 0 | 2 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 515 | 276 | 2 | 6 | 23 | 9 | 3 | 2 | 4 | |

Fuente: Autor, 2020

B-2 Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Martes 26 de noviembre del 2019

|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | |  | | |
|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|-----------------------------|-----|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | |
| | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | Estación No: | 1 | Ubicación: | Abscisa 0+000 | Sentido | Ambos | Hoja No: 1 | | | |
| Fecha: | 26/11/19 | Día | Martes | Estado de Tiempo: | Parcialmente nublado | Responsable: | Andrés Jácome | | | | |
| CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO | | | | | | | | | | | |
| Hora | Livianos | | | Buses | | Camiones | | | | Sumatoria Total por Hora | |
| | Automóviles | Camionetas | Motos | Livianos | Pesados | Dos Ejes | | Tres Ejes | > Tres Ejes | | |
| | | | | | | Livianos | Medianos | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | | | |
| 6H00 | 6H00-6H15 | 63 | 77 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 2 | 1 | 662 |
| | 6H15-6H30 | 63 | 77 | 2 | 2 | 3 | 4 | 0 | 0 | 1 | |
| | 6H30-6H45 | 54 | 67 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 | |
| | 6H45-7H00 | 101 | 123 | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 281 | 344 | 2 | 4 | 12 | 12 | 0 | 2 | 5 | |
| 7H00 | 7H00-7H15 | 45 | 56 | 1 | 3 | 5 | 2 | 0 | 2 | 1 | 623 |
| | 7H15-7H30 | 77 | 94 | 1 | 2 | 6 | 3 | 1 | 1 | 0 | |
| | 7H30-7H45 | 67 | 83 | 1 | 2 | 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| | 7H45-8H00 | 70 | 85 | 0 | 1 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 259 | 318 | 3 | 8 | 22 | 7 | 1 | 4 | 1 | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|-----|-----|---|----|----|----|---|---|---|-----|
| 8H00 | 8H00-8H15 | 60 | 74 | 3 | 1 | 5 | 2 | 2 | 0 | 0 | 678 |
| | 8H15-8H30 | 89 | 109 | 0 | 0 | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 8H30-8H45 | 74 | 90 | 0 | 1 | 6 | 3 | 1 | 1 | 1 | |
| | 8H45-9H00 | 59 | 72 | 1 | 0 | 6 | 2 | 2 | 2 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 282 | 345 | 4 | 2 | 24 | 8 | 6 | 4 | 3 | |
| 9H00 | 9H00-9H15 | 64 | 79 | 0 | 0 | 7 | 4 | 3 | 2 | 0 | 748 |
| | 9H15-9H30 | 73 | 89 | 2 | 0 | 5 | 3 | 2 | 2 | 1 | |
| | 9H30-9H45 | 73 | 89 | 0 | 3 | 6 | 3 | 1 | 2 | 2 | |
| | 9H45-10H00 | 100 | 122 | 0 | 0 | 7 | 0 | 2 | 2 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 310 | 379 | 2 | 3 | 25 | 10 | 8 | 8 | 3 | |
| 10H00 | 10H00-10H15 | 107 | 131 | 0 | 1 | 6 | 0 | 1 | 3 | 1 | 640 |
| | 10H15-10H30 | 62 | 75 | 2 | 0 | 5 | 2 | 0 | 1 | 1 | |
| | 10H30-10H45 | 49 | 61 | 0 | 1 | 7 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| | 10H45-11H00 | 49 | 61 | 0 | 1 | 6 | 3 | 0 | 0 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 267 | 328 | 2 | 3 | 24 | 6 | 1 | 5 | 4 | |
| 11H00 | 11H00-11H15 | 42 | 52 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 2 | 0 | 460 |
| | 11H15-11H30 | 48 | 59 | 4 | 1 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | |
| | 11H30-11H45 | 52 | 64 | 0 | 0 | 7 | 3 | 4 | 0 | 2 | |
| | 11H45-12H00 | 41 | 51 | 0 | 1 | 5 | 0 | 2 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 183 | 226 | 4 | 2 | 25 | 6 | 8 | 3 | 3 | |
| 12H00 | 12H00-12H15 | 44 | 54 | 5 | 3 | 7 | 1 | 2 | 1 | 1 | 521 |
| | 12H15-12H30 | 60 | 74 | 0 | 4 | 5 | 5 | 4 | 2 | 0 | |
| | 12H30-12H45 | 44 | 54 | 2 | 2 | 5 | 2 | 0 | 1 | 1 | |
| | 12H45-13H00 | 56 | 69 | 0 | 2 | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| Sumatoria Parcial | | 204 | 251 | 7 | 11 | 22 | 9 | 8 | 5 | 4 | |
| 13H00 | 13H00-13H15 | 69 | 84 | 1 | 4 | 6 | 2 | 1 | 0 | 1 | 607 |
| | 13H15-13H30 | 70 | 85 | 0 | 1 | 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----|
| | 13H30-13H45 | 52 | 64 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| | 13H45-14H00 | 62 | 75 | 1 | 2 | 5 | 5 | 3 | 1 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 253 | 308 | 2 | 8 | 20 | 8 | 5 | 1 | 2 | |
| 14H00 | 14H00-14H15 | 62 | 75 | 0 | 1 | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 569 |
| | 14H15-14H30 | 65 | 79 | 0 | 0 | 7 | 3 | 0 | 2 | 1 | |
| | 14H30-14H45 | 59 | 72 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | |
| | 14H45-15H00 | 50 | 62 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 236 | 288 | 1 | 2 | 22 | 12 | 5 | 2 | 1 | |
| 15H00 | 15H00-15H15 | 63 | 77 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 1 | 672 |
| | 15H15-15H30 | 69 | 84 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | 15H30-15H45 | 88 | 107 | 1 | 0 | 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| | 15H45-16H00 | 69 | 84 | 0 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 289 | 352 | 1 | 2 | 18 | 4 | 4 | 1 | 1 | |
| 16H00 | 16H00-16H15 | 77 | 94 | 0 | 2 | 6 | 4 | 0 | 0 | 0 | 740 |
| | 16H15-16H30 | 65 | 80 | 0 | 0 | 7 | 2 | 1 | 1 | 0 | |
| | 16H30-16H45 | 80 | 97 | 1 | 0 | 6 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| | 16H45-17H00 | 91 | 111 | 0 | 1 | 6 | 2 | 0 | 3 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 313 | 382 | 1 | 3 | 25 | 8 | 1 | 6 | 1 | |
| 17H00 | 17H00-17H15 | 76 | 92 | 0 | 1 | 6 | 4 | 0 | 0 | 0 | 690 |
| | 17H15-17H30 | 74 | 90 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | |
| | 17H30-17H45 | 81 | 99 | 0 | 2 | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 | |
| | 17H45-18H00 | 62 | 76 | 0 | 3 | 5 | 0 | 1 | 2 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 293 | 357 | 0 | 6 | 20 | 7 | 5 | 2 | 0 | |

Fuente: Autor, 2020

B-3 Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Miércoles 27 de noviembre del 2019










|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |  | |
|---|---|---|--|---|---|---|---|---|-------------|---|-----|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | |
| | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | Estación No: | 1 | Ubicación: | Abscisa 0+000 | Sentido | Ambos | Hoja No: 1 | | | |
| Fecha: | 27/11/19 | Día | Miércoles | Estado de Tiempo: | Parcialmente nublado | Responsable: | Andrés Jácome | | | | |
| CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO | | | | | | | | | | | |
| Hora | Livianos | | | Buses | | Camiones | | | | Sumatoria Total por Hora | |
| | Automóviles | Camionetas | Motos | Livianos | Pesados | Dos Ejes | | Tres Ejes | > Tres Ejes | | |
| | | | | | | Livianos | Medianos | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | | | |
| 6H00 | 6H00-6H15 | 63 | 51 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 553 |
| | 6H15-6H30 | 59 | 49 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| | 6H30-6H45 | 67 | 55 | 0 | 3 | 4 | 2 | 0 | 1 | 1 | |
| | 6H45-7H00 | 97 | 79 | 0 | 3 | 5 | 3 | 0 | 0 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 286 | 234 | 1 | 6 | 15 | 7 | 1 | 1 | 2 | |
| 7H00 | 7H00-7H15 | 86 | 71 | 0 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 531 |
| | 7H15-7H30 | 56 | 45 | 0 | 1 | 7 | 5 | 2 | 0 | 1 | |
| | 7H30-7H45 | 65 | 54 | 0 | 3 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | |
| | 7H45-8H00 | 61 | 50 | 0 | 1 | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 268 | 220 | 0 | 7 | 18 | 10 | 6 | 0 | 2 | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|-----|-----|---|----|----|----|---|---|---|-----|
| 8H00 | 8H00-8H15 | 71 | 58 | 0 | 1 | 4 | 2 | 1 | 0 | 1 | 597 |
| | 8H15-8H30 | 72 | 59 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 | |
| | 8H30-8H45 | 72 | 59 | 1 | 0 | 5 | 3 | 1 | 1 | 0 | |
| | 8H45-9H00 | 89 | 73 | 0 | 0 | 7 | 5 | 1 | 0 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 304 | 249 | 1 | 1 | 21 | 13 | 5 | 1 | 2 | |
| 9H00 | 9H00-9H15 | 80 | 65 | 0 | 0 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 581 |
| | 9H15-9H30 | 80 | 65 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| | 9H30-9H45 | 62 | 51 | 0 | 0 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 | |
| | 9H45-10H00 | 75 | 62 | 1 | 1 | 8 | 2 | 1 | 1 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 297 | 243 | 1 | 1 | 21 | 9 | 5 | 2 | 2 | |
| 10H00 | 10H00-10H15 | 68 | 56 | 0 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 569 |
| | 10H15-10H30 | 68 | 56 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| | 10H30-10H45 | 75 | 62 | 4 | 0 | 5 | 3 | 3 | 0 | 0 | |
| | 10H45-11H00 | 78 | 64 | 0 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 289 | 238 | 4 | 2 | 21 | 7 | 5 | 1 | 2 | |
| 11H00 | 11H00-11H15 | 54 | 44 | 0 | 0 | 4 | 2 | 2 | 0 | 1 | 406 |
| | 11H15-11H30 | 41 | 34 | 1 | 0 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | |
| | 11H30-11H45 | 57 | 46 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| | 11H45-12H00 | 56 | 45 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 208 | 169 | 1 | 1 | 14 | 6 | 3 | 1 | 3 | |
| 12H00 | 12H00-12H15 | 51 | 42 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 429 |
| | 12H15-12H30 | 67 | 54 | 0 | 2 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| | 12H30-12H45 | 50 | 40 | 0 | 5 | 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| | 12H45-13H00 | 41 | 34 | 4 | 3 | 6 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 209 | 170 | 4 | 15 | 24 | 1 | 2 | 2 | 2 | |
| 13H00 | 13H00-13H15 | 46 | 37 | 3 | 3 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 369 |
| | 13H15-13H30 | 48 | 39 | 0 | 1 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----|
| | 13H30-13H45 | 34 | 28 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | |
| | 13H45-14H00 | 58 | 48 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 186 | 152 | 3 | 6 | 16 | 1 | 4 | 0 | 1 | |
| 14H00 | 14H00-14H15 | 59 | 49 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 | 1 | 0 | 430 |
| | 14H15-14H30 | 47 | 38 | 0 | 1 | 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| | 14H30-14H45 | 65 | 54 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | 14H45-15H00 | 50 | 40 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 221 | 181 | 1 | 3 | 16 | 3 | 2 | 2 | 1 | |
| 15H00 | 15H00-15H15 | 64 | 52 | 0 | 1 | 5 | 1 | 2 | 0 | 0 | 466 |
| | 15H15-15H30 | 50 | 40 | 2 | 0 | 4 | 3 | 1 | 1 | 0 | |
| | 15H30-15H45 | 44 | 36 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | |
| | 15H45-16H00 | 80 | 65 | 0 | 2 | 4 | 2 | 0 | 1 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 238 | 193 | 2 | 3 | 17 | 6 | 5 | 2 | 0 | |
| 16H00 | 16H00-16H15 | 65 | 54 | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 563 |
| | 16H15-16H30 | 83 | 67 | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 16H30-16H45 | 81 | 66 | 0 | 1 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 16H45-17H00 | 65 | 54 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 294 | 241 | 2 | 3 | 20 | 3 | 0 | 0 | 0 | |
| 17H00 | 17H00-17H15 | 67 | 54 | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 490 |
| | 17H15-17H30 | 75 | 62 | 0 | 0 | 4 | 1 | 2 | 0 | 0 | |
| | 17H30-17H45 | 53 | 43 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 17H45-18H00 | 58 | 48 | 0 | 6 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 253 | 207 | 1 | 7 | 15 | 4 | 2 | 1 | 0 | |

Fuente: Autor, 2020

B-4 Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Jueves 28 de noviembre del 2019










|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |  | |
|---|---|---|---|--|---|--------------|---------------|---|---|---|-----|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | |
| | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | Estación No: | 1 | Ubicación: | Abscisa 0+000 | Sentido | Ambos | Hoja No: 1 | | | |
| Fecha: | 28/11/19 | Día | Jueves | Estado de Tiempo: | Parcialmente nublado | Responsable: | Andrés Jácome | | | | |
| CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO | | | | | | | | | | | |
| Hora | Livianos | | | Buses | | Camiones | | | | Sumatoria Total por Hora | |
| | Automóviles | Camionetas | Motos | Livianos | Pesados | Dos Ejes | | Tres Ejes | > Tres Ejes | | |
| |  |  |  |  |  | Livianos | Medianos |  |  | | |
| 6H00 | 6H00-6H15 | 54 | 45 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 406 |
| | 6H15-6H30 | 40 | 32 | 1 | 3 | 3 | 0 | 2 | 0 | 1 | |
| | 6H30-6H45 | 45 | 37 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | 6H45-7H00 | 69 | 56 | 0 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 208 | 170 | 1 | 8 | 13 | 1 | 3 | 0 | 2 | |
| 7H00 | 7H00-7H15 | 122 | 99 | 0 | 1 | 6 | 0 | 2 | 0 | 0 | 699 |
| | 7H15-7H30 | 67 | 55 | 0 | 2 | 10 | 2 | 2 | 0 | 0 | |
| | 7H30-7H45 | 75 | 62 | 2 | 1 | 8 | 2 | 0 | 0 | 1 | |
| | 7H45-8H00 | 93 | 76 | 0 | 1 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 357 | 292 | 2 | 5 | 31 | 7 | 4 | 0 | 1 | |
| 8H00 | 8H00-8H15 | 91 | 74 | 0 | 0 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 555 |
| | 8H15-8H30 | 84 | 68 | 0 | 2 | 6 | 0 | 1 | 0 | 2 | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------|------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----|
| | 8H30-8H45 | 53 | 44 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 8H45-9H00 | 54 | 45 | 1 | 0 | 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | |
| | Sumatoria Parcial | 282 | 231 | 1 | 2 | 27 | 4 | 4 | 1 | 3 | |
| 9H00 | 9H00-9H15 | 50 | 41 | 0 | 2 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 | 433 |
| | 9H15-9H30 | 63 | 51 | 0 | 0 | 8 | 2 | 1 | 0 | 0 | |
| | 9H30-9H45 | 43 | 35 | 0 | 1 | 8 | 0 | 0 | 1 | 2 | |
| | 9H45-10H00 | 56 | 45 | 1 | 0 | 9 | 4 | 1 | 0 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 212 | 172 | 1 | 3 | 32 | 7 | 3 | 1 | 2 | |
| 10H00 | 10H00-10H15 | 50 | 41 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 425 |
| | 10H15-10H30 | 42 | 34 | 0 | 2 | 11 | 2 | 1 | 0 | 1 | |
| | 10H30-10H45 | 50 | 41 | 0 | 0 | 6 | 3 | 1 | 0 | 1 | |
| | 10H45-11H00 | 65 | 53 | 2 | 1 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 207 | 169 | 2 | 3 | 32 | 7 | 3 | 0 | 2 | |
| 11H00 | 11H00-11H15 | 53 | 44 | 0 | 1 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 401 |
| | 11H15-11H30 | 37 | 31 | 1 | 0 | 7 | 4 | 0 | 1 | 1 | |
| | 11H30-11H45 | 50 | 41 | 0 | 1 | 6 | 4 | 0 | 0 | 0 | |
| | 11H45-12H00 | 54 | 45 | 0 | 0 | 8 | 2 | 1 | 1 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 194 | 161 | 1 | 2 | 27 | 12 | 1 | 2 | 1 | |
| 12H00 | 12H00-12H15 | 45 | 37 | 0 | 4 | 8 | 1 | 1 | 1 | 0 | 361 |
| | 12H15-12H30 | 42 | 34 | 2 | 1 | 6 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| | 12H30-12H45 | 43 | 35 | 0 | 3 | 9 | 2 | 0 | 0 | 1 | |
| | 12H45-13H00 | 36 | 29 | 2 | 3 | 8 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 166 | 135 | 4 | 11 | 31 | 7 | 3 | 3 | 1 | |
| 13H00 | 13H00-13H15 | 32 | 27 | 0 | 2 | 9 | 4 | 0 | 0 | 0 | 347 |
| | 13H15-13H30 | 24 | 20 | 1 | 4 | 8 | 2 | 2 | 0 | 1 | |
| | 13H30-13H45 | 51 | 42 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 | 1 | |
| | 13H45-14H00 | 49 | 40 | 3 | 1 | 8 | 4 | 2 | 1 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|-----|-----|---|---|----|----|---|---|---|-----|
| Sumatoria Parcial | | 156 | 129 | 4 | 7 | 32 | 12 | 4 | 1 | 2 | |
| 14H00 | 14H00-14H15 | 62 | 50 | 0 | 0 | 7 | 2 | 2 | 0 | 2 | 471 |
| | 14H15-14H30 | 56 | 45 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 | 1 | 0 | |
| | 14H30-14H45 | 64 | 52 | 1 | 0 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | 14H45-15H00 | 55 | 45 | 0 | 0 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 237 | 192 | 1 | 1 | 29 | 6 | 2 | 1 | 2 | |
| 15H00 | 15H00-15H15 | 64 | 52 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 441 |
| | 15H15-15H30 | 43 | 35 | 1 | 0 | 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| | 15H30-15H45 | 45 | 37 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| | 15H45-16H00 | 71 | 58 | 3 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 223 | 182 | 4 | 0 | 26 | 3 | 0 | 2 | 1 | |
| 16H00 | 16H00-16H15 | 47 | 38 | 0 | 0 | 6 | 3 | 2 | 0 | 0 | 472 |
| | 16H15-16H30 | 57 | 46 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| | 16H30-16H45 | 61 | 49 | 2 | 0 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | 16H45-17H00 | 73 | 60 | 0 | 0 | 6 | 2 | 1 | 1 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 238 | 193 | 2 | 0 | 27 | 6 | 3 | 2 | 1 | |
| 17H00 | 17H00-17H15 | 57 | 47 | 0 | 4 | 8 | 2 | 1 | 0 | 0 | 446 |
| | 17H15-17H30 | 59 | 49 | 4 | 1 | 7 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| | 17H30-17H45 | 25 | 21 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | |
| | 17H45-18H00 | 77 | 63 | 0 | 1 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 218 | 180 | 4 | 6 | 28 | 7 | 2 | 1 | 0 | |

Fuente: Autor, 2020

B-5 Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Viernes 29 de noviembre del 2019










|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |  | |
|---|---|---|---|--|---|--------------|---------------|---|---|---|-----|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | |
| | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | Estación No: | 1 | Ubicación: | Abscisa 0+000 | Sentido | Ambos | Hoja No: | 1 | | |
| Fecha: | 29/11/19 | Día | Viernes | Estado de Tiempo: | Parcialmente nublado | Responsable: | Andrés Jácome | | | | |
| CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO | | | | | | | | | | | |
| Hora | Livianos | | | Buses | | Camiones | | | | Sumatoria Total por Hora | |
| | Automóviles | Camionetas | Motos | Livianos | Pesados | Dos Ejes | | Tres Ejes | > Tres Ejes | | |
| |  |  |  |  |  | Livianos | Medianos |  |  | | |
| 6H00 | 6H00-6H15 | 66 | 80 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 621 |
| | 6H15-6H30 | 64 | 79 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 6H30-6H45 | 70 | 85 | 0 | 4 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | |
| | 6H45-7H00 | 67 | 81 | 2 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 267 | 325 | 3 | 5 | 16 | 2 | 2 | 1 | 0 | |
| 7H00 | 7H00-7H15 | 85 | 103 | 0 | 1 | 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 578 |
| | 7H15-7H30 | 72 | 88 | 3 | 2 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 7H30-7H45 | 40 | 50 | 0 | 4 | 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| | 7H45-8H00 | 43 | 52 | 1 | 1 | 8 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 240 | 293 | 4 | 8 | 28 | 2 | 0 | 3 | 0 | |
| 8H00 | 8H00-8H15 | 70 | 85 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 1 | 1 | 599 |
| | 8H15-8H30 | 44 | 54 | 1 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 | 1 | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------|------------|------------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----|
| | 8H30-8H45 | 82 | 101 | 0 | 0 | 8 | 2 | 1 | 0 | 0 | |
| | 8H45-9H00 | 56 | 68 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 1 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 252 | 308 | 1 | 0 | 27 | 4 | 3 | 2 | 2 | |
| 9H00 | 9H00-9H15 | 58 | 72 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 496 |
| | 9H15-9H30 | 52 | 63 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 9H30-9H45 | 47 | 57 | 0 | 0 | 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| | 9H45-10H00 | 51 | 62 | 0 | 0 | 8 | 1 | 0 | 2 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 208 | 254 | 0 | 0 | 28 | 2 | 1 | 2 | 1 | |
| 10H00 | 10H00-10H15 | 43 | 52 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 1 | 1 | 437 |
| | 10H15-10H30 | 48 | 59 | 0 | 3 | 8 | 0 | 2 | 1 | 0 | |
| | 10H30-10H45 | 51 | 62 | 1 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | 10H45-11H00 | 38 | 47 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | Sumatoria Parcial | 180 | 220 | 1 | 3 | 26 | 1 | 2 | 2 | 2 | |
| 11H00 | 11H00-11H15 | 53 | 65 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 380 |
| | 11H15-11H30 | 34 | 42 | 0 | 1 | 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| | 11H30-11H45 | 31 | 39 | 0 | 0 | 8 | 2 | 0 | 0 | 1 | |
| | 11H45-12H00 | 37 | 45 | 0 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 155 | 191 | 0 | 1 | 27 | 4 | 0 | 1 | 1 | |
| 12H00 | 12H00-12H15 | 27 | 32 | 1 | 5 | 6 | 1 | 0 | 0 | 1 | 366 |
| | 12H15-12H30 | 31 | 37 | 0 | 1 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | 12H30-12H45 | 37 | 45 | 0 | 1 | 8 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| | 12H45-13H00 | 51 | 62 | 0 | 1 | 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 146 | 176 | 1 | 8 | 28 | 3 | 2 | 1 | 1 | |
| 13H00 | 13H00-13H15 | 38 | 47 | 0 | 1 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 474 |
| | 13H15-13H30 | 53 | 65 | 2 | 1 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| | 13H30-13H45 | 53 | 65 | 0 | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | 13H45-14H00 | 51 | 62 | 0 | 2 | 8 | 1 | 0 | 1 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|-----|-----|---|---|----|---|---|---|---|-----|
| Sumatoria Parcial | | 195 | 239 | 2 | 5 | 28 | 2 | 0 | 2 | 1 | |
| 14H00 | 14H00-14H15 | 44 | 54 | 0 | 2 | 6 | 2 | 2 | 1 | 0 | 545 |
| | 14H15-14H30 | 53 | 65 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | 14H30-14H45 | 63 | 78 | 3 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | 14H45-15H00 | 64 | 79 | 0 | 0 | 8 | 1 | 1 | 1 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 224 | 276 | 3 | 2 | 28 | 7 | 3 | 2 | 0 | |
| 15H00 | 15H00-15H15 | 52 | 63 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 655 |
| | 15H15-15H30 | 84 | 102 | 0 | 2 | 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| | 15H30-15H45 | 61 | 74 | 0 | 0 | 7 | 2 | 1 | 0 | 0 | |
| | 15H45-16H00 | 82 | 101 | 1 | 0 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 279 | 340 | 1 | 2 | 25 | 3 | 2 | 2 | 1 | |
| 16H00 | 16H00-16H15 | 63 | 78 | 0 | 0 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 674 |
| | 16H15-16H30 | 89 | 108 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | 16H30-16H45 | 62 | 76 | 0 | 0 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | 16H45-17H00 | 72 | 88 | 0 | 3 | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 286 | 350 | 0 | 3 | 28 | 4 | 1 | 1 | 1 | |
| 17H00 | 17H00-17H15 | 57 | 70 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 538 |
| | 17H15-17H30 | 62 | 76 | 0 | 5 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 17H30-17H45 | 36 | 43 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | 17H45-18H00 | 71 | 87 | 0 | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 226 | 276 | 0 | 7 | 27 | 2 | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Autor, 2020

B-6 Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Sábado 30 de noviembre del 2019










|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |  | |
|---|---|---|---|--|---|--------------|---------------|---|---|---|-----|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | |
| | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | Estación No: | 1 | Ubicación: | Abscisa 0+000 | Sentido | Ambos | Hoja No: 1 | | | |
| Fecha: | 30/11/19 | Día | Sábado | Estado de Tiempo: | Parcialmente nublado | Responsable: | Andrés Jácome | | | | |
| CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO | | | | | | | | | | | |
| Hora | Livianos | | | Buses | | Camiones | | | | Sumatoria Total por Hora | |
| | Automóviles | Camionetas | Motos | Livianos | Pesados | Dos Ejes | | Tres Ejes | > Tres Ejes | | |
| |  |  |  |  |  | Livianos | Medianos |  |  | | |
| 6H00 | 6H00-6H15 | 68 | 83 | 0 | 0 | 6 | 4 | 0 | 0 | 1 | 622 |
| | 6H15-6H30 | 57 | 69 | 0 | 0 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | 6H30-6H45 | 55 | 67 | 2 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | 6H45-7H00 | 83 | 102 | 0 | 1 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 263 | 321 | 2 | 1 | 26 | 7 | 1 | 0 | 1 | |
| 7H00 | 7H00-7H15 | 30 | 37 | 0 | 0 | 9 | 2 | 1 | 1 | 0 | 593 |
| | 7H15-7H30 | 73 | 89 | 1 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 7H30-7H45 | 63 | 77 | 0 | 2 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | 7H45-8H00 | 80 | 97 | 0 | 0 | 10 | 2 | 0 | 0 | 1 | |
| Sumatoria Parcial | | 246 | 300 | 1 | 2 | 35 | 6 | 1 | 1 | 1 | |
| 8H00 | 8H00-8H15 | 56 | 69 | 2 | 0 | 9 | 2 | 0 | 0 | 1 | 694 |
| | 8H15-8H30 | 66 | 80 | 0 | 2 | 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------|------------|------------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----|
| | 8H30-8H45 | 82 | 101 | 0 | 0 | 9 | 2 | 0 | 0 | 1 | |
| | 8H45-9H00 | 86 | 106 | 0 | 0 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 290 | 356 | 2 | 2 | 34 | 5 | 2 | 1 | 2 | |
| 9H00 | 9H00-9H15 | 73 | 89 | 0 | 0 | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 | 638 |
| | 9H15-9H30 | 77 | 94 | 1 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | 9H30-9H45 | 63 | 77 | 0 | 2 | 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| | 9H45-10H00 | 55 | 67 | 0 | 0 | 9 | 2 | 0 | 1 | 1 | |
| | Sumatoria Parcial | 268 | 327 | 1 | 2 | 31 | 5 | 1 | 1 | 2 | |
| 10H00 | 10H00-10H15 | 56 | 69 | 1 | 0 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 616 |
| | 10H15-10H30 | 40 | 48 | 0 | 2 | 9 | 2 | 1 | 1 | 0 | |
| | 10H30-10H45 | 73 | 89 | 0 | 0 | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | 10H45-11H00 | 85 | 104 | 1 | 0 | 10 | 0 | 2 | 0 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 254 | 310 | 2 | 2 | 39 | 5 | 3 | 1 | 0 | |
| 11H00 | 11H00-11H15 | 54 | 65 | 0 | 0 | 7 | 1 | 0 | 0 | 1 | 705 |
| | 11H15-11H30 | 30 | 37 | 0 | 1 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | 11H30-11H45 | 104 | 127 | 2 | 0 | 8 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| | 11H45-12H00 | 111 | 136 | 0 | 0 | 7 | 1 | 2 | 0 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 299 | 365 | 2 | 1 | 30 | 4 | 2 | 0 | 2 | |
| 12H00 | 12H00-12H15 | 80 | 97 | 0 | 0 | 9 | 1 | 1 | 0 | 0 | 623 |
| | 12H15-12H30 | 76 | 92 | 0 | 0 | 9 | 2 | 0 | 0 | 1 | |
| | 12H30-12H45 | 67 | 83 | 1 | 3 | 9 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| | 12H45-13H00 | 36 | 43 | 0 | 0 | 9 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 259 | 315 | 1 | 3 | 36 | 4 | 2 | 1 | 2 | |
| 13H00 | 13H00-13H15 | 64 | 79 | 0 | 3 | 11 | 2 | 0 | 0 | 0 | 640 |
| | 13H15-13H30 | 67 | 83 | 0 | 0 | 8 | 0 | 2 | 1 | 0 | |
| | 13H30-13H45 | 70 | 85 | 1 | 0 | 10 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| | 13H45-14H00 | 64 | 79 | 0 | 0 | 7 | 1 | 0 | 1 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|-----|-----|---|---|----|---|---|---|---|-----|
| Sumatoria Parcial | | 265 | 326 | 1 | 3 | 36 | 4 | 2 | 2 | 1 | |
| 14H00 | 14H00-14H15 | 74 | 91 | 0 | 0 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 717 |
| | 14H15-14H30 | 60 | 74 | 0 | 0 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | 14H30-14H45 | 84 | 102 | 0 | 0 | 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| | 14H45-15H00 | 85 | 104 | 0 | 0 | 9 | 2 | 3 | 1 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 303 | 371 | 0 | 0 | 34 | 4 | 4 | 1 | 0 | |
| 15H00 | 15H00-15H15 | 45 | 56 | 0 | 1 | 9 | 2 | 0 | 0 | 1 | 655 |
| | 15H15-15H30 | 86 | 106 | 0 | 0 | 9 | 1 | 2 | 2 | 0 | |
| | 15H30-15H45 | 70 | 85 | 0 | 0 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | 15H45-16H00 | 73 | 89 | 0 | 0 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 274 | 336 | 0 | 1 | 34 | 5 | 2 | 2 | 1 | |
| 16H00 | 16H00-16H15 | 66 | 80 | 0 | 2 | 9 | 2 | 0 | 0 | 0 | 728 |
| | 16H15-16H30 | 85 | 104 | 1 | 0 | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | 16H30-16H45 | 77 | 94 | 0 | 0 | 8 | 3 | 1 | 0 | 0 | |
| | 16H45-17H00 | 78 | 96 | 0 | 0 | 9 | 1 | 2 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 306 | 374 | 1 | 2 | 34 | 7 | 4 | 0 | 0 | |
| 17H00 | 17H00-17H15 | 26 | 32 | 0 | 0 | 9 | 1 | 2 | 1 | 0 | 504 |
| | 17H15-17H30 | 58 | 70 | 0 | 0 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | 17H30-17H45 | 49 | 61 | 1 | 3 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | 17H45-18H00 | 74 | 90 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 207 | 253 | 1 | 3 | 33 | 4 | 2 | 1 | 0 | |

Fuente: Autor, 2020

B-7 Conteo Vehicular Manual de la Vía Ambato Tisaleo en el tramo dado por la abscisa 0+000 hasta 3+200. Domingo 01 de diciembre del 2019

|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |  | |
|---|---|---|---|--|---|--------------|---------------|---|---|---|-----|
| | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | |
| | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | Estación No: | 1 | Ubicación: | Abscisa 0+000 | Sentido | Ambos | Hoja No: 1 | | | |
| Fecha: | 01/12/19 | Día | Domingo | Estado de Tiempo: | Parcialmente nublado | Responsable: | Andrés Jácome | | | | |
| CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO | | | | | | | | | | | |
| Hora | Livianos | | | Buses | | Camiones | | | | Sumatoria Total por Hora | |
| | Automóviles | Camionetas | Motos | Livianos | Pesados | Dos Ejes | | Tres Ejes | > Tres Ejes | | |
| |  |  |  |  |  | Livianos | Medianos |  |  | | |
| 6H00 | 6H00-6H15 | 90 | 74 | 0 | 2 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 695 |
| | 6H15-6H30 | 72 | 58 | 0 | 0 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | 6H30-6H45 | 70 | 58 | 2 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 6H45-7H00 | 131 | 107 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 363 | 297 | 2 | 2 | 27 | 3 | 1 | 0 | 0 | |
| 7H00 | 7H00-7H15 | 28 | 22 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 586 |
| | 7H15-7H30 | 112 | 92 | 1 | 1 | 6 | 0 | 2 | 1 | 0 | |
| | 7H30-7H45 | 74 | 60 | 2 | 0 | 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | |
| | 7H45-8H00 | 89 | 73 | 0 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 303 | 247 | 3 | 1 | 24 | 3 | 3 | 2 | 0 | |
| 8H00 | 8H00-8H15 | 95 | 78 | 0 | 0 | 6 | 2 | 1 | 0 | 1 | 564 |
| | 8H15-8H30 | 68 | 55 | 3 | 0 | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------|------------|------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----|
| | 8H30-8H45 | 51 | 41 | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 8H45-9H00 | 75 | 62 | 1 | 0 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 289 | 236 | 4 | 1 | 24 | 6 | 3 | 0 | 1 | |
| 9H00 | 9H00-9H15 | 128 | 105 | 0 | 0 | 9 | 3 | 1 | 0 | 0 | 681 |
| | 9H15-9H30 | 65 | 54 | 4 | 0 | 9 | 5 | 1 | 0 | 1 | |
| | 9H30-9H45 | 98 | 81 | 0 | 2 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | 9H45-10H00 | 51 | 41 | 0 | 0 | 8 | 4 | 1 | 1 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 342 | 281 | 4 | 2 | 34 | 13 | 3 | 1 | 1 | |
| 10H00 | 10H00-10H15 | 101 | 82 | 0 | 1 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 663 |
| | 10H15-10H30 | 65 | 54 | 2 | 0 | 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| | 10H30-10H45 | 98 | 81 | 0 | 0 | 5 | 3 | 1 | 1 | 0 | |
| | 10H45-11H00 | 79 | 65 | 0 | 0 | 7 | 2 | 2 | 0 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 343 | 282 | 2 | 1 | 23 | 6 | 4 | 2 | 0 | |
| 11H00 | 11H00-11H15 | 134 | 109 | 0 | 0 | 9 | 1 | 1 | 1 | 0 | 714 |
| | 11H15-11H30 | 78 | 63 | 1 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | 11H30-11H45 | 74 | 60 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| | 11H45-12H00 | 89 | 73 | 0 | 1 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | Sumatoria Parcial | 375 | 305 | 1 | 1 | 23 | 4 | 2 | 2 | 1 | |
| 12H00 | 12H00-12H15 | 84 | 68 | 0 | 0 | 10 | 2 | 1 | 0 | 0 | 776 |
| | 12H15-12H30 | 131 | 108 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | 12H30-12H45 | 130 | 106 | 0 | 2 | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | 12H45-13H00 | 56 | 46 | 0 | 0 | 8 | 2 | 0 | 2 | 1 | |
| | Sumatoria Parcial | 401 | 328 | 0 | 2 | 34 | 5 | 2 | 2 | 2 | |
| 13H00 | 13H00-13H15 | 97 | 79 | 0 | 2 | 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 704 |
| | 13H15-13H30 | 84 | 68 | 1 | 0 | 5 | 1 | 2 | 1 | 0 | |
| | 13H30-13H45 | 118 | 97 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | 13H45-14H00 | 70 | 57 | 0 | 0 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|-----|-----|---|---|----|---|---|---|---|-----|
| Sumatoria Parcial | | 369 | 301 | 1 | 2 | 22 | 3 | 5 | 1 | 0 | |
| 14H00 | 14H00-14H15 | 118 | 97 | 2 | 0 | 9 | 3 | 2 | 0 | 0 | 666 |
| | 14H15-14H30 | 97 | 79 | 0 | 1 | 8 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| | 14H30-14H45 | 47 | 38 | 0 | 0 | 9 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | 14H45-15H00 | 80 | 65 | 0 | 0 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 342 | 279 | 2 | 1 | 33 | 6 | 2 | 1 | 0 | |
| 15H00 | 15H00-15H15 | 101 | 82 | 0 | 0 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 625 |
| | 15H15-15H30 | 72 | 59 | 0 | 0 | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | 15H30-15H45 | 56 | 46 | 4 | 3 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | 15H45-16H00 | 91 | 74 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 320 | 261 | 4 | 3 | 32 | 3 | 2 | 0 | 0 | |
| 16H00 | 16H00-16H15 | 101 | 82 | 0 | 0 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 633 |
| | 16H15-16H30 | 107 | 88 | 1 | 0 | 10 | 3 | 1 | 1 | 0 | |
| | 16H30-16H45 | 58 | 48 | 0 | 1 | 9 | 2 | 1 | 1 | 0 | |
| | 16H45-17H00 | 52 | 43 | 1 | 0 | 8 | 2 | 2 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 318 | 261 | 2 | 1 | 37 | 7 | 5 | 2 | 0 | |
| 17H00 | 17H00-17H15 | 103 | 84 | 0 | 0 | 8 | 5 | 0 | 0 | 0 | 570 |
| | 17H15-17H30 | 35 | 28 | 1 | 0 | 9 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| | 17H30-17H45 | 78 | 63 | 0 | 2 | 7 | 1 | 3 | 0 | 0 | |
| | 17H45-18H00 | 73 | 59 | 1 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Sumatoria Parcial | | 289 | 234 | 2 | 2 | 32 | 6 | 4 | 1 | 0 | |



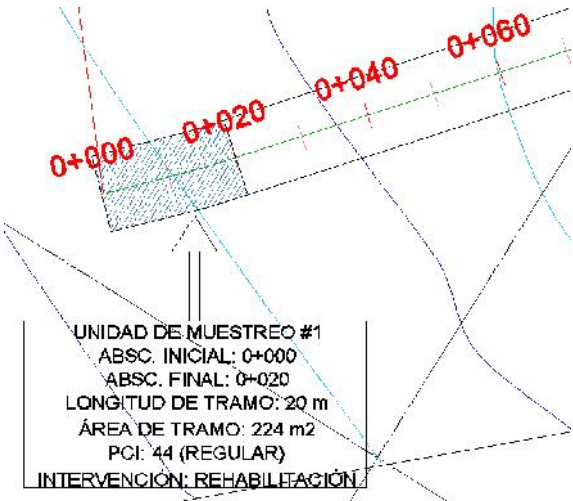
Fuente: Autor, 2020

ANEXO C

ÍNDICE DE CONDICIÓN

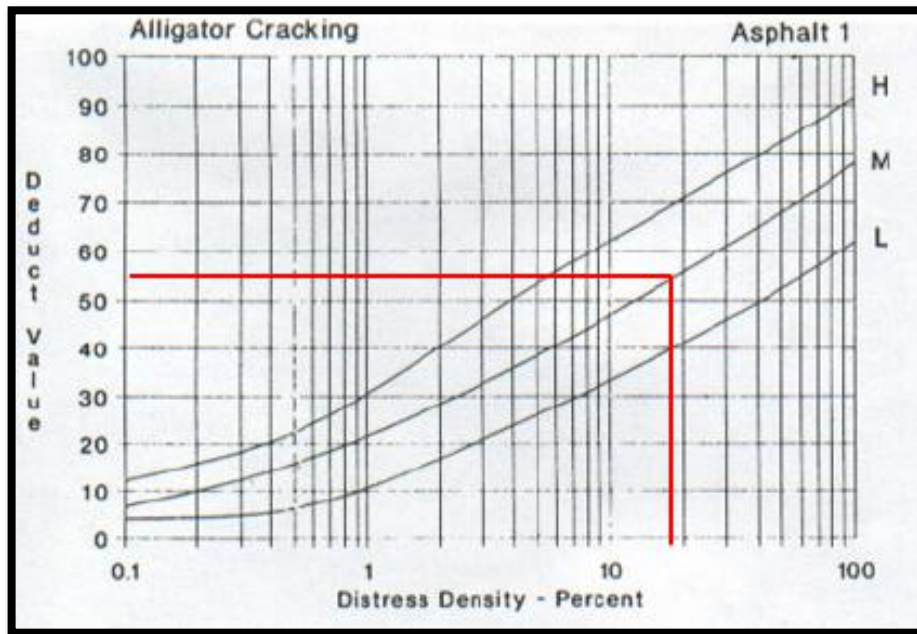
DEL PAVIMENTO

C-1 Registro de la Unidad de Muestreo U1, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | |  |
|---|--|----------------------------|----------|---|------|---------------|-----------------------------------|----------------------|----------------|-------------------------|---|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | |
| | Información: | | | | | | | | | | |
| Proyecto: | | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | Responsable: | | Andrés Jácome | | Revisado por: | | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | |
| Abscisa Inicial: | | 0+000 | | Abscisa Final: | | 0+020 | | Unidad de Muestreo: | | 1 | |
| | | | | | | | | Área de Muestreo: | | 224 m ² | |
| | | | | | | | | Ancho de Carril: | | 11.20 metros | |
| | | | | | | | | Fecha de Evaluación: | | 11/12/2019 | |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | | Esquema | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² | |  | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | m ² | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | Total | Densidad | Valor Deducido | | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | |
| 1 | | X | | 12.78 | 3.45 | | 44.09 | 19.68 | 55 | | |
| 13 | X | | | 4 | | | 4.00 | 1.79 | 29 | | |
| 11 | X | | | 1.54 | 1.98 | | 3.05 | 1.36 | 2 | | |
| 11 | | X | | 1.62 | 1.08 | | 1.75 | 0.78 | 9 | | |
| | | | | | | | Valor Deducido Total (VDT) | | 95 | | |
| Número de Deducción >2 (q)= | | | | 4 | | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | 55 | | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | 5.13 | | | | | | | |
| No. | Valores Deducidos | | | Total | mi | VDC | | | | | |
| 1 | 55 | 29 | 9 | 2 | | | 95 | 4 | 54 | | |
| 2 | 55 | 29 | 2 | 2 | | | 88 | 3 | 56 | | |
| 3 | 55 | 2 | 2 | 2 | | | 61 | 2 | 45 | | |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 8 | 1 | 9 | | |
| | | | | | | | Máx (VDC) | | 56 | | |
| Cálculo PCI | | | | PCI= | | 100-VDT | | PCI= | | 44 | |

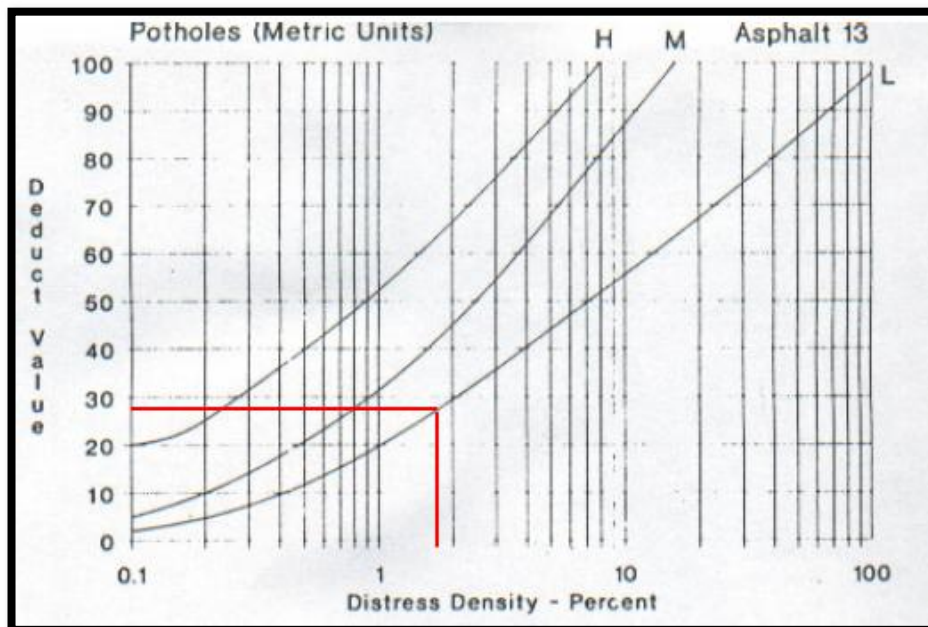
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 14. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U1



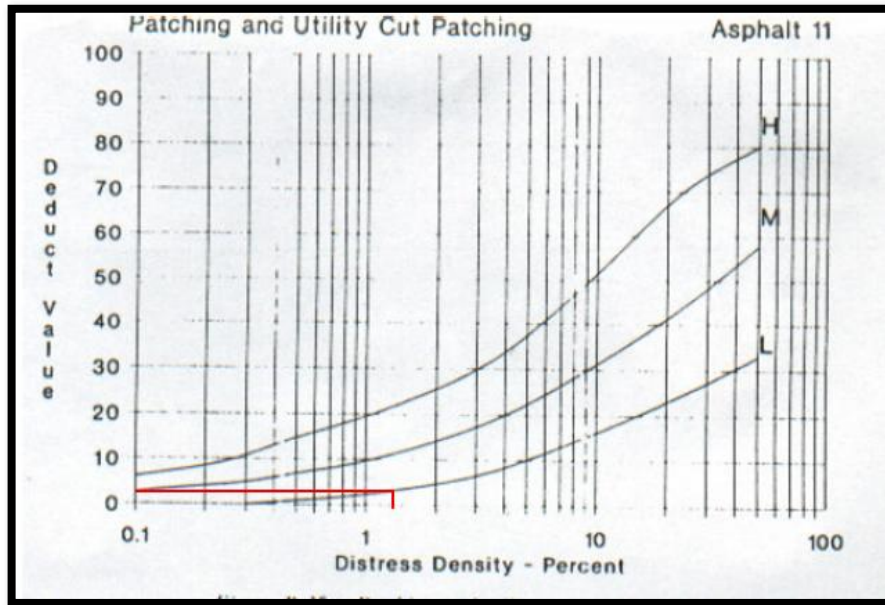
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 15. Valores Deducidos para Huecos Severidad L Unidad de Muestreo U1



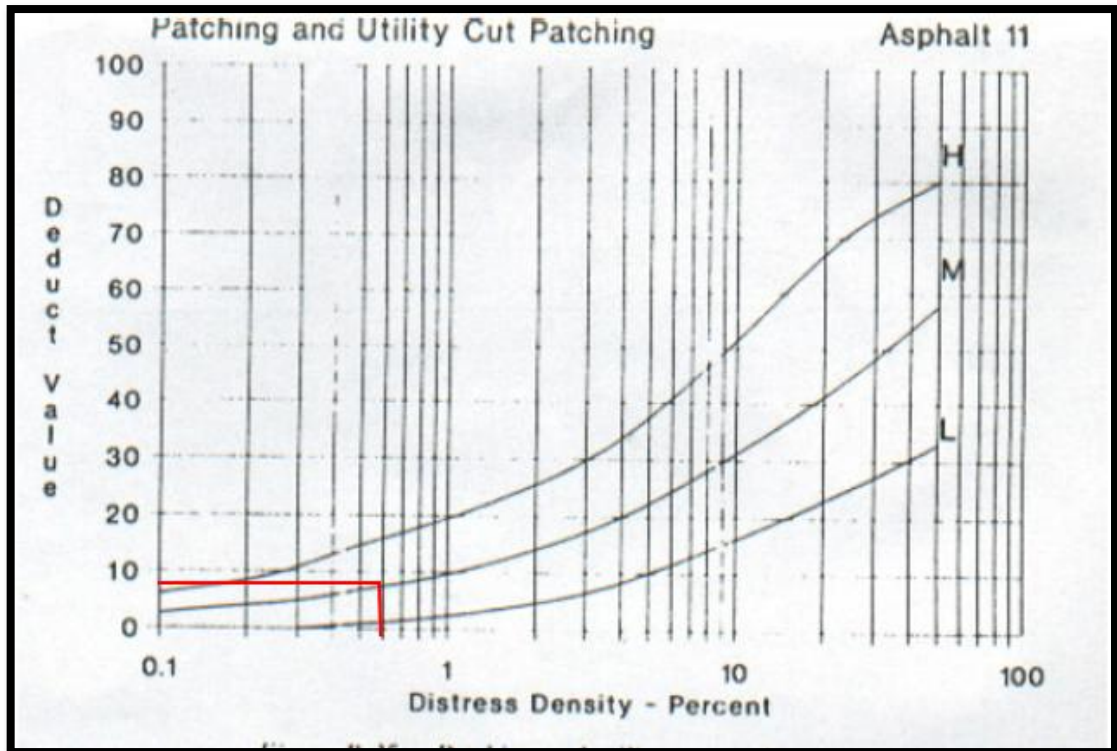
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 16. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad L Unidad de Muestreo U1



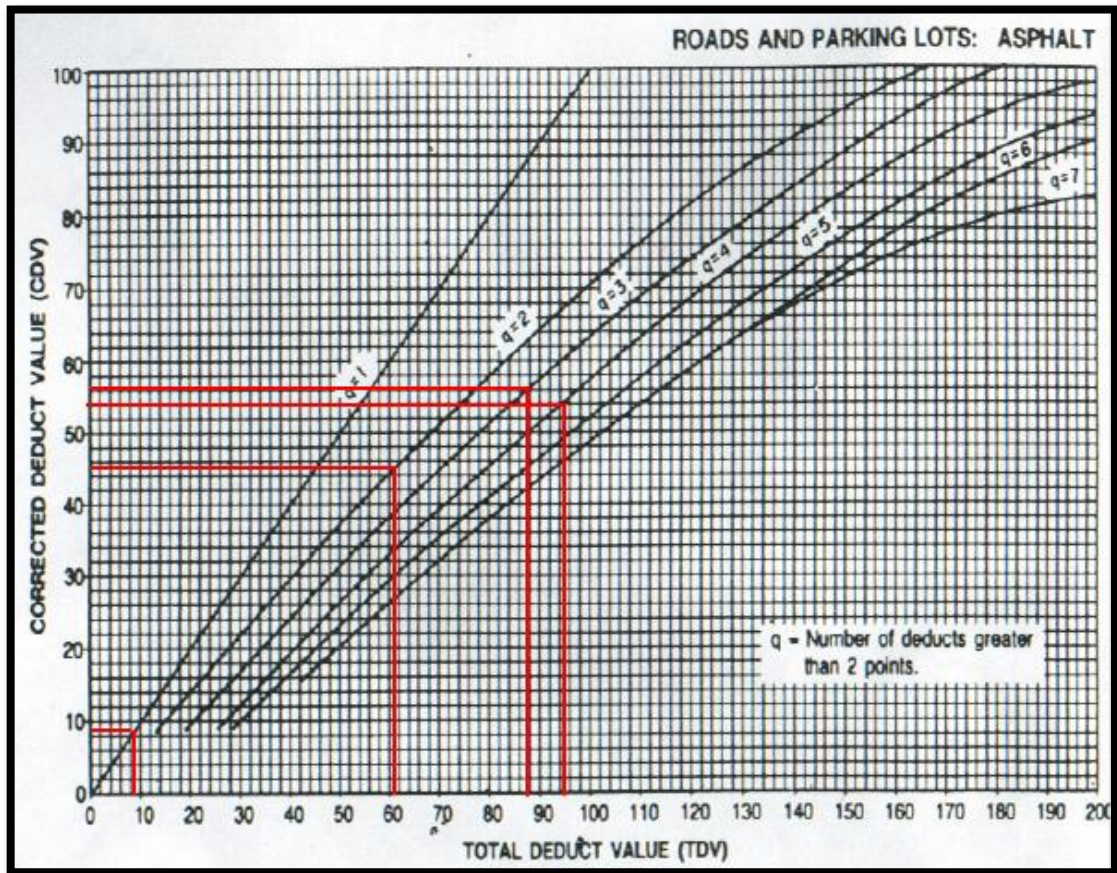
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 17. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U1





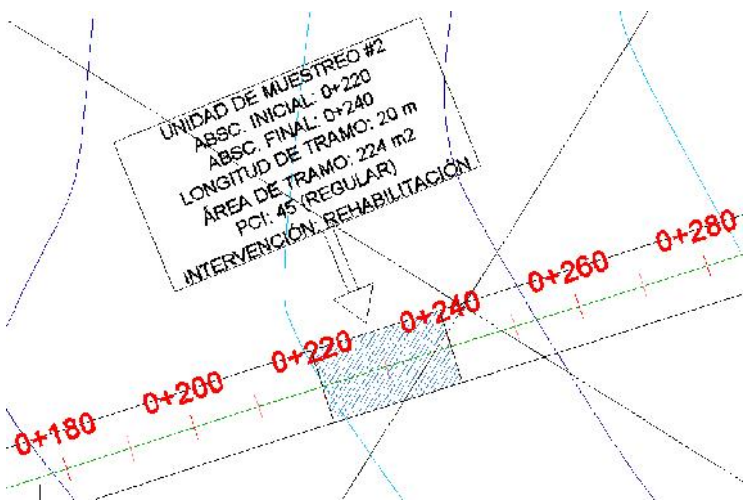
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 18. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U1



Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-2 Registro de la Unidad de Muestreo U2, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | |  |
|---|--|----------------------------|---|----------------------|-------|---------------|-----------------------------------|----------------------|----------------|-------------------------|---|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | |
| | Información: | | | | | | | | | | |
| Proyecto: | | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | Responsable: | | Andrés Jácome | | Revisado por: | | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | |
| Abscisa Inicial: | | 0+220 | | Abscisa Final: | | 0+240 | | Unidad de Muestreo: | | 2 | |
| | | | | | | | | Área de Muestreo: | | 224 m ² | |
| | | | | | | | | Ancho de Carril: | | 11.20 metros | |
| | | | | | | | | Fecha de Evaluación: | | 11/12/2019 | |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | Esquema | | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² |  | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | | |
| 11 | Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | m ² | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | Total | Densidad | Valor Deducido | | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | |
| 1 | | X | | 8.41 | 2.75 | | 23.13 | 10.32 | 50 | | |
| 13 | x | | | 2 | | | 2.00 | 0.89 | 19 | | |
| 19 | | X | | 3.78 | 0.95 | | 3.59 | 1.60 | 16 | | |
| | | | | | | | Valor Deducido Total (VDT) | | 85 | | |
| Número de Deducción >2 (q)= | | | | 3 | | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | 50 | | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | 5.59 | | | | | | | |
| Falla No. | Valores Deducidos | | | | Total | mi | VDC | | | | |
| 1 | 50 | 19 | 16 | | 85 | 3 | 55 | | | | |
| 2 | 50 | 19 | 2 | | 71 | 2 | 52 | | | | |
| 3 | 2 | 2 | 2 | | 6 | 1 | 6 | | | | |
| | | | | | | | Máx (VDC) | | 55 | | |
| | | | | Cálculo PCI | | PCI= | 100-VDT | PCI= | 45 | | |

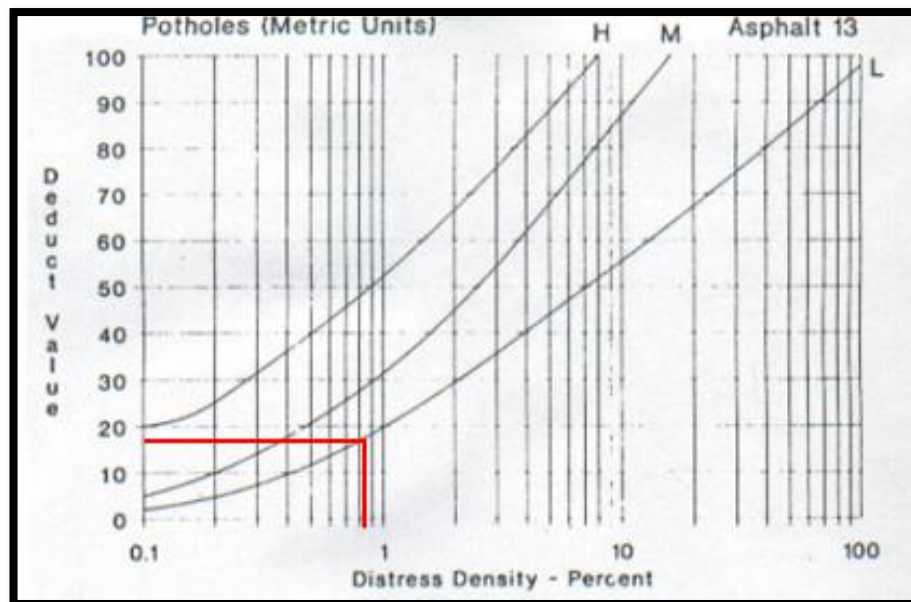
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 19. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U2



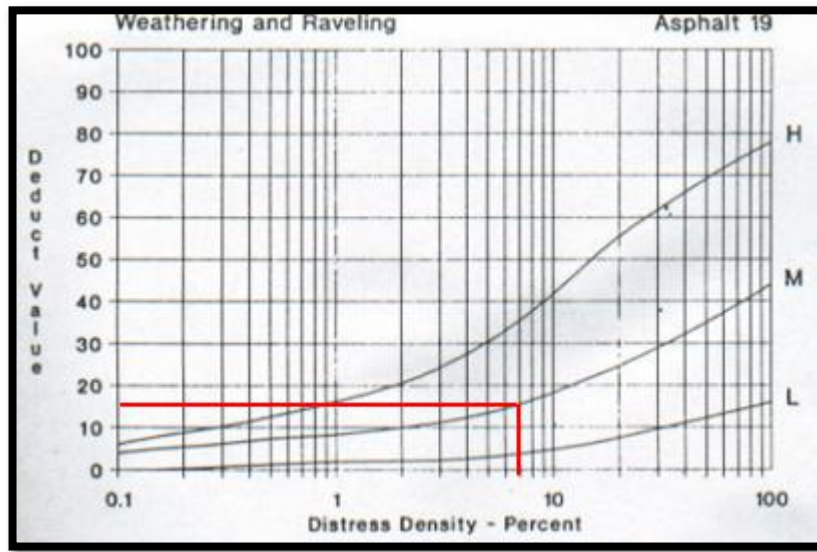
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 20. Valores Deducidos para Huecos Severidad L Unidad de Muestreo U2



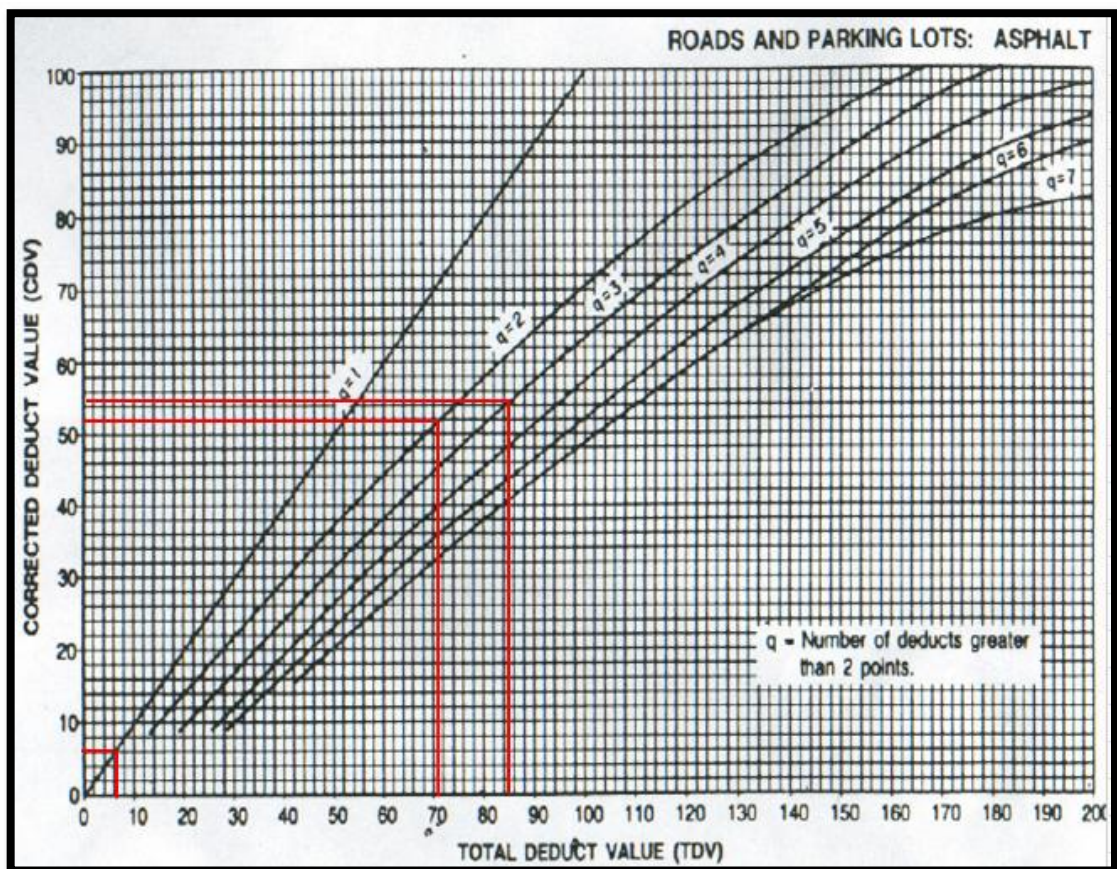
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 21. Valores Deducidos para Meteorización/Desprendimiento de Agregados Severidad M Unidad de Muestreo U2






Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 22. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U2



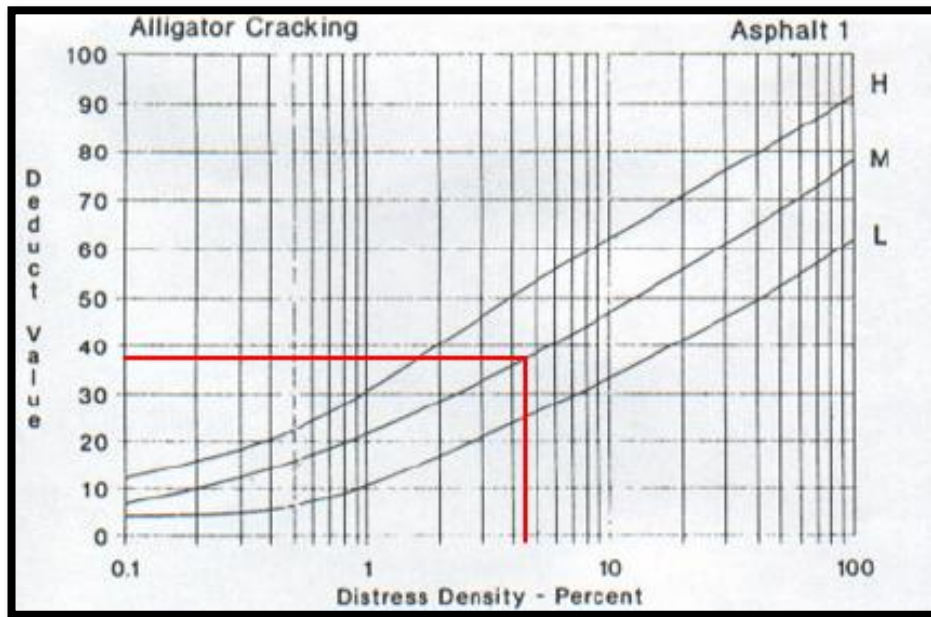
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-3 Registro de la Unidad de Muestreo U3, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |  | | | |
|---|--|----------------------------|----------|---|---------------|--|---------------------|-------------------------|---|-------------------|--------------------|--|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | |
| Información: | Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | Responsable: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: | 11.20 metros | |
| | Abscisa Inicial: | 0+420 | | Abscisa Final: | 0+440 | | Unidad de Muestreo: | 3 | | Área de Muestreo: | 224 m ² | |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | | Esquema | | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² | |  | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | | Total | Densidad | Valor Deducido | | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | | |
| 1 | | X | | 7.41 | 1.45 | | | 10.74 | 4.80 | 38 | | |
| 10 | X | | | 3.14 | | | | 3.14 | 1.40 | 0 | | |
| 13 | X | | | 4 | | | | 4.00 | 1.79 | 28 | | |
| Valor Deducido Total (VDT) | | | | | | | | | | 66 | | |
| Número de Dedución >2 (q)= | | | | 3 | | | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | 38 | | | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | 6.69 | | | | | | | | |
| Falla No. | Valores Deducidos | | | Total | | | | mi | VDC | | | |
| 1 | 38 | 28 | 0 | 66 | | | | 2 | 48 | | | |
| 2 | 50 | 2 | 0 | 52 | | | | 1 | 53 | | | |
| Máx (VDC) | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo PCI | | | | PCI= | | | | 100-VDT | PCI= | | 47 | |

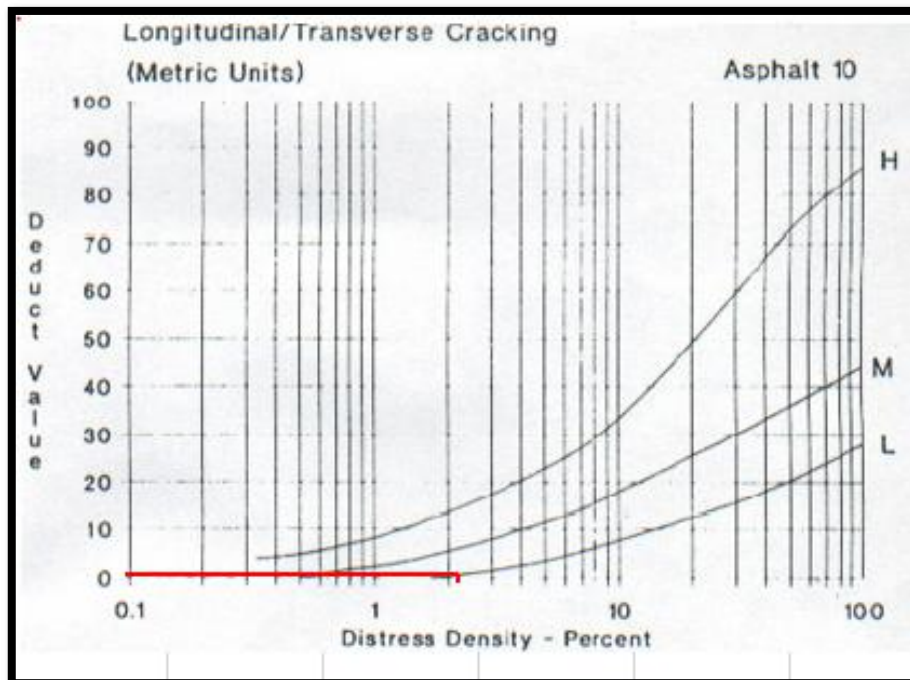
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 23. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U3



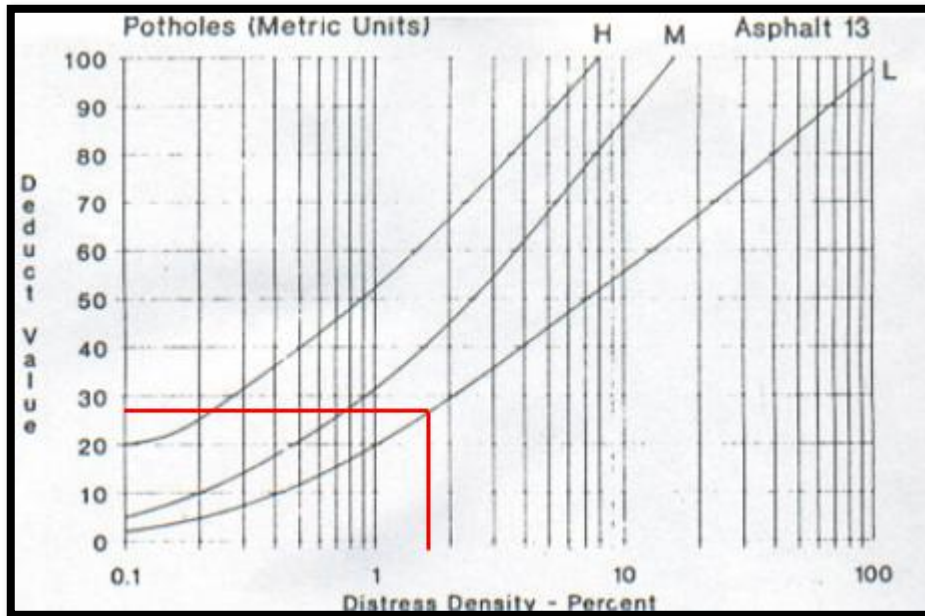
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 24. Valores Deducidos para Grietas Longitudinales y Transversales Severidad L Unidad de Muestreo U3



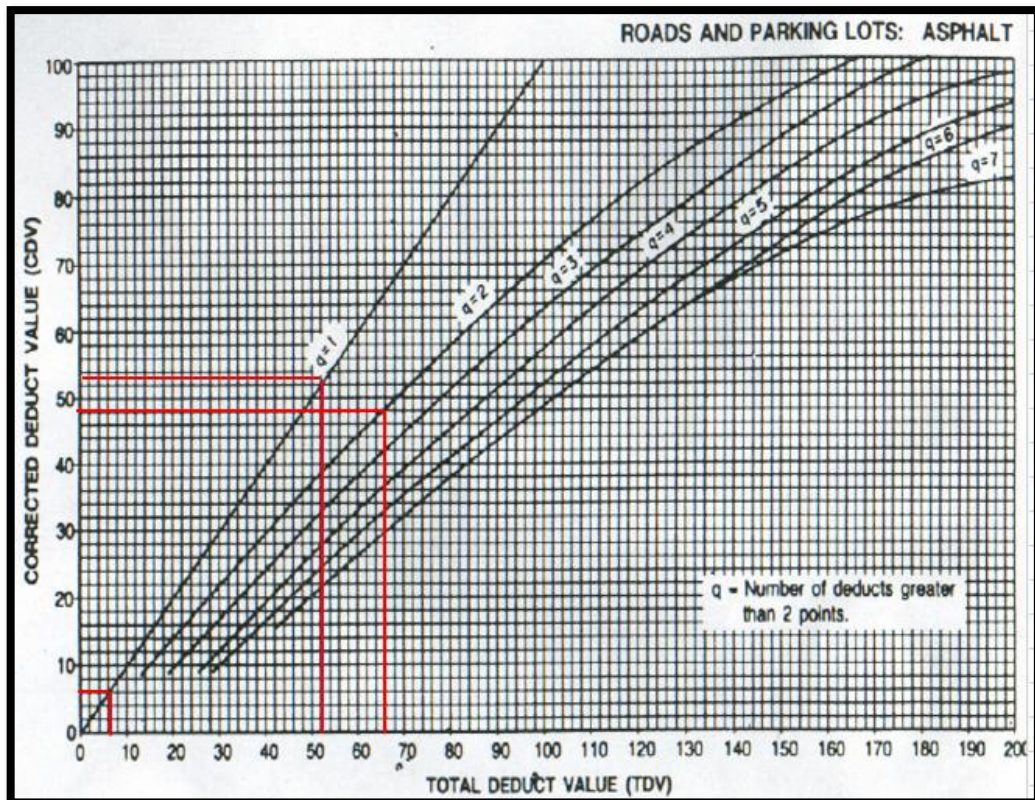
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 25. Valores Deducidos para Huecos Severidad L Unidad de Muestreo U3






Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 26. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U3



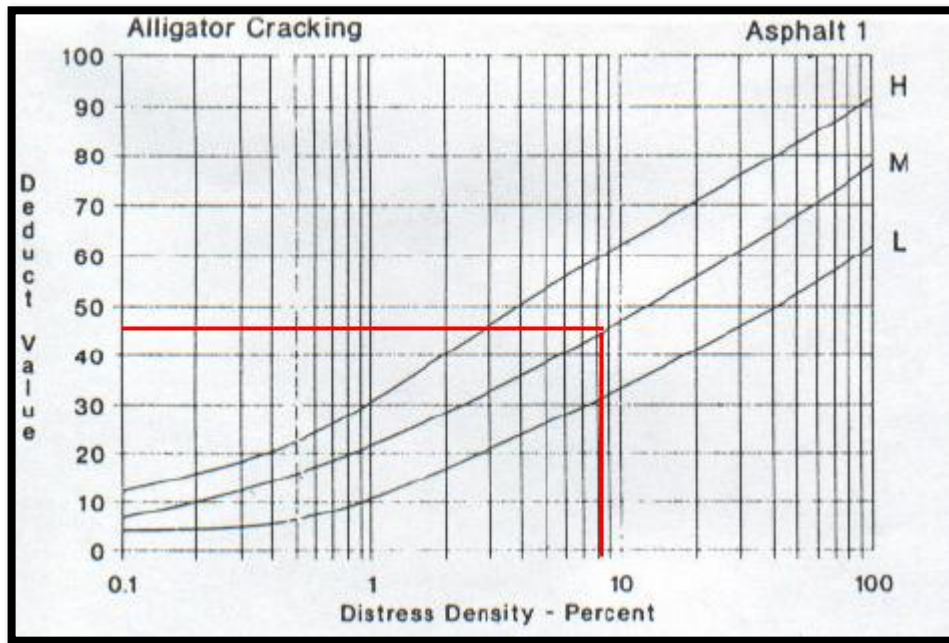
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-4 Registro de la Unidad de Muestreo U4, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | |  | | | | | | | | |
|---|--|-----------|----------------------------|----------------------|---|----|---------------|---------|---------------------|----------------|---|---------|-------------------|--|--------------------|--|----------------------|--|------------|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Información: | Proyecto: | | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | Responsable: | | Andrés Jácome | | Revisado por: | | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: | | 11.20 metros | | | | |
| | Abscisa Inicial: | | 0+620 | | Abscisa Final: | | 0+640 | | Unidad de Muestreo: | | 4 | | Área de Muestreo: | | 224 m ² | | Fecha de Evaluación: | | 11/12/2019 |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | | | Unidad | Esquema | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | | | m ² |  | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | | | m | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | | | m | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | | | m | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | | | m | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | | | m | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | | | Unidad | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | | Total | Densidad | Valor Deducido | | | | | | | | | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | X | | 11.2 | 1.87 | | | 20.94 | 9.35 | 45 | | | | | | | | | |
| 3 | | X | | 2.13 | 1.20 | | | 2.56 | 1.14 | 3 | | | | | | | | | |
| 13 | x | | | 2 | | | | 2.00 | 0.89 | 19 | | | | | | | | | |
| Valor Deducido Total (VDT) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de Deducción >2 (q)= | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | 45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | 6.05 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Falla No. | Valores Deducidos | | | | Total | mi | VDC | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 45 | 19 | 3 | | 67 | 3 | 43 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 45 | 19 | 2 | | 66 | 2 | 48 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 2 | 2 | 2 | | 6 | 1 | 6 | | | | | | | | | | | | |
| Máx (VDC) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo PCI | | | | PCI= | | | | 100-VDT | | | | PCI= 52 | | | | | | | |

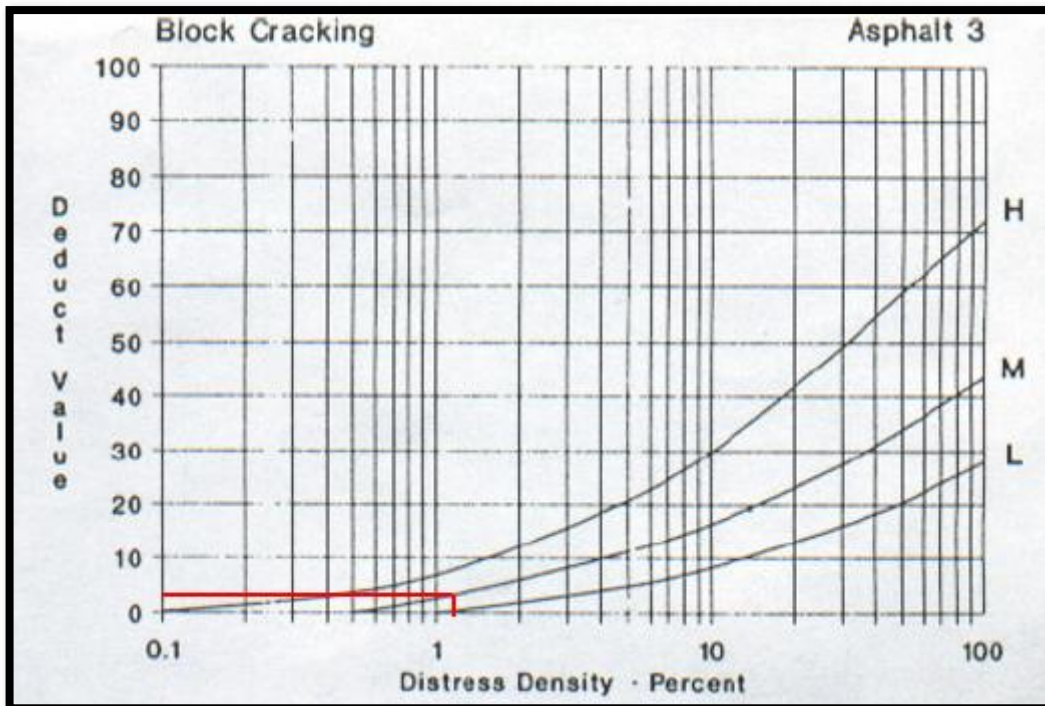
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 27. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U4



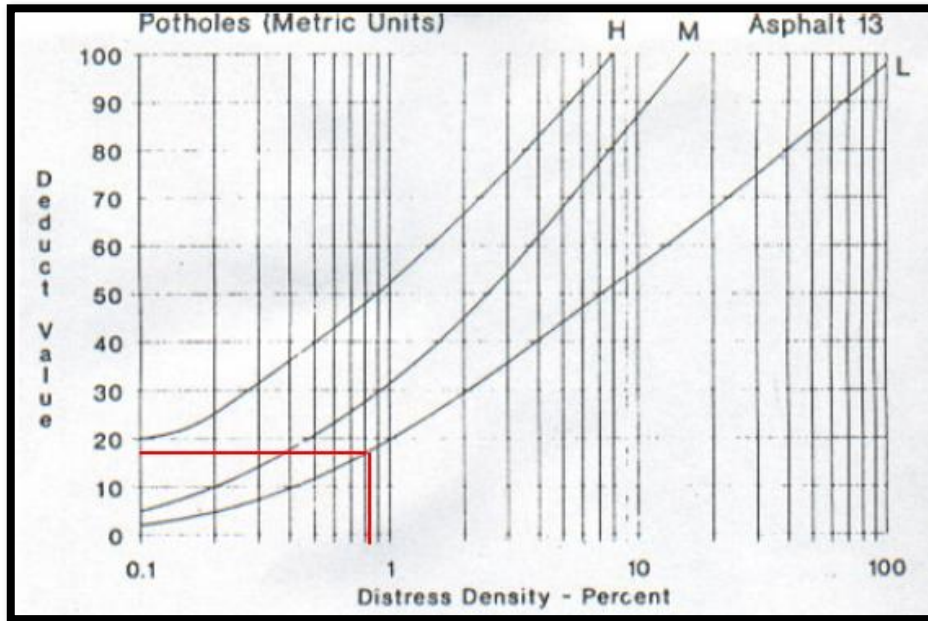
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 28. Valores Deducidos para Agrietamiento en Bloque Severidad M Unidad de Muestreo U4



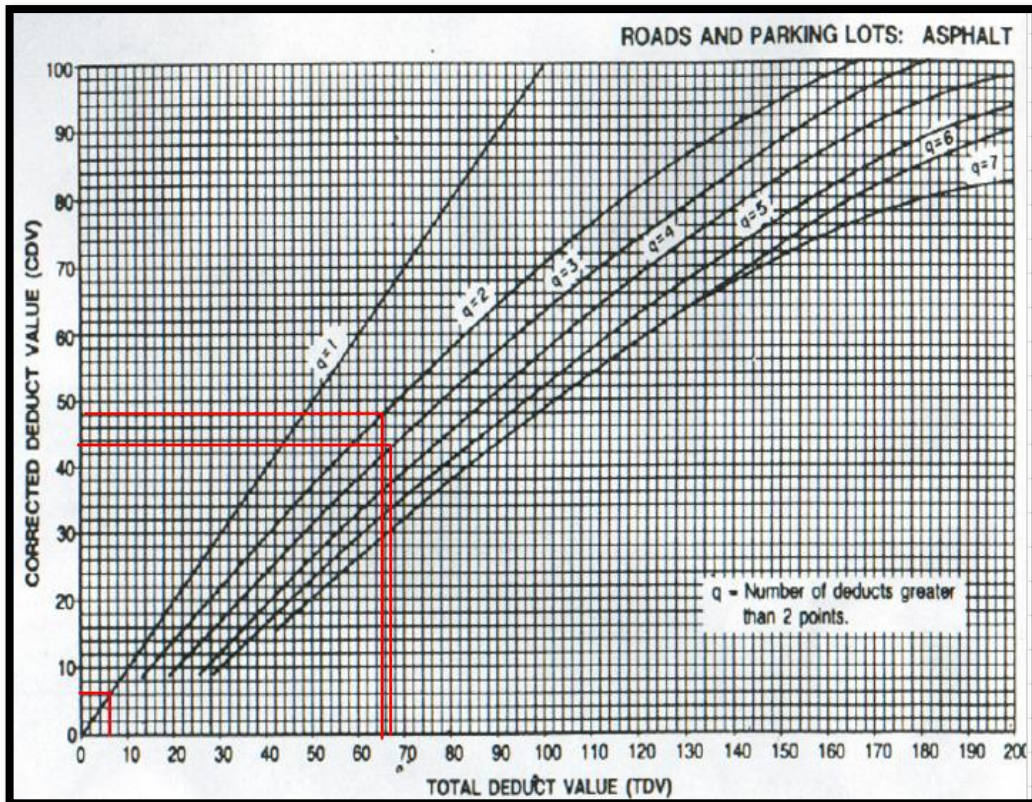
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 29. Valores Deducidos para Huecos Severidad L Unidad de Muestreo U4






Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 30. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U4



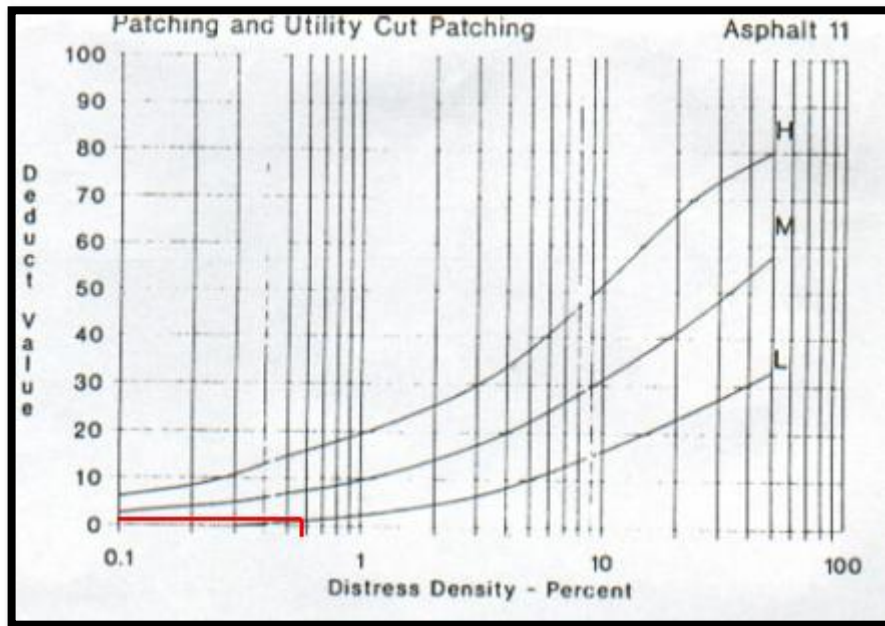
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-5 Registro de la Unidad de Muestreo U5, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | |  | | | | | | | | |
|---|--|-----------|----------------------------|----------------------|---|---------|---------------|----------|---------------------|----|---|--|-------------------|--|--------------------|--|----------------------|--|------------|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Información: | Proyecto: | | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | Responsable: | | Andrés Jácome | | Revisado por: | | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: | | 11.20 metros | | | | |
| | Abscisa Inicial: | | 0+820 | | Abscisa Final: | | 0+840 | | Unidad de Muestreo: | | 5 | | Área de Muestreo: | | 224 m ² | | Fecha de Evaluación: | | 11/12/2019 |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | | | Unidad | Esquema | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | | | m ² |  | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | | | m | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | | | m | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | | | m | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | | | m | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | | | m | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | | | Unidad | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchariento | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | | | m ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | Total | Densidad | Valor Deducido | | | | | | | | | | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | X | | | 0.87 | 1.39 | | 1.21 | 0.54 | 1 | | | | | | | | | | |
| 11 | | X | | 1.25 | 1.3 | | 1.63 | 0.73 | 8 | | | | | | | | | | |
| 13 | X | | | 3 | | | 3.00 | 1.34 | 23 | | | | | | | | | | |
| 1 | | x | | 11.12 | 3.12 | | 34.69 | 15.49 | 51 | | | | | | | | | | |
| Valor Deducido Total (VDT) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de Deducción >2 (q)= | | | | | | | 4 | | | | | | | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | | | | 51 | | | | | | | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | | | | 5.50 | | | | | | | | | | | | |
| No. | Valores Deducidos | | | | Total | mi | | VDC | | | | | | | | | | | |
| 1 | 51 | 23 | 8 | 1 | 83 | 4 | | 47 | | | | | | | | | | | |
| 2 | 51 | 21 | 2 | 1 | 75 | 3 | | 48 | | | | | | | | | | | |
| 3 | 51 | 2 | 2 | 1 | 56 | 2 | | 41 | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 7 | 1 | | 7 | | | | | | | | | | | |
| Máx (VDC) | | | | | | | | | 48 | | | | | | | | | | |
| Cálculo PCI | | | | PCI= | | 100-VDT | | PCI= | | 52 | | | | | | | | | |

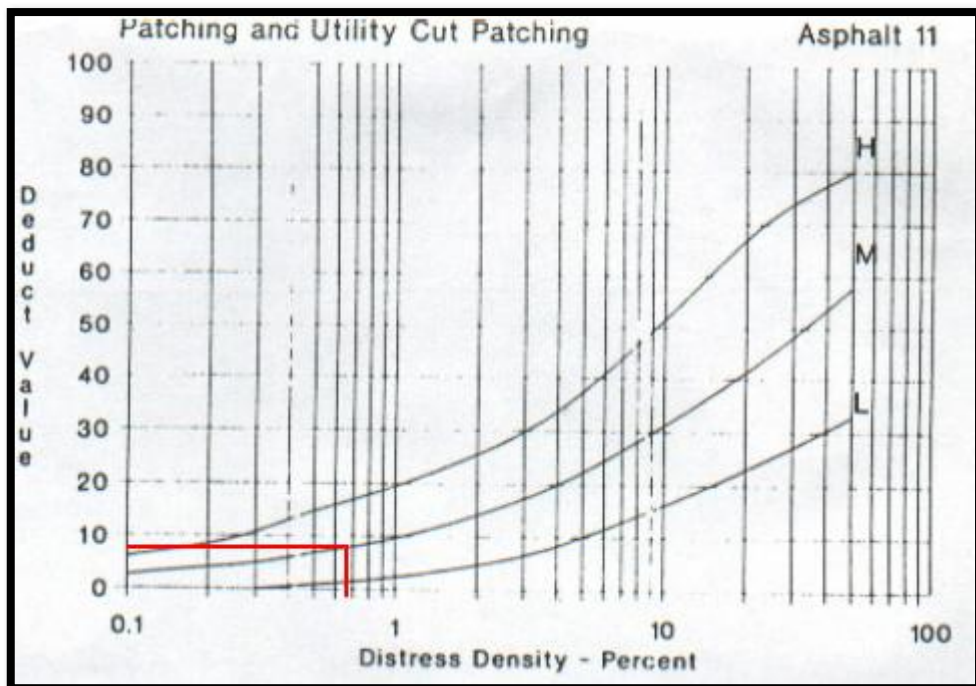
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 31. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad L Unidad de Muestreo U5



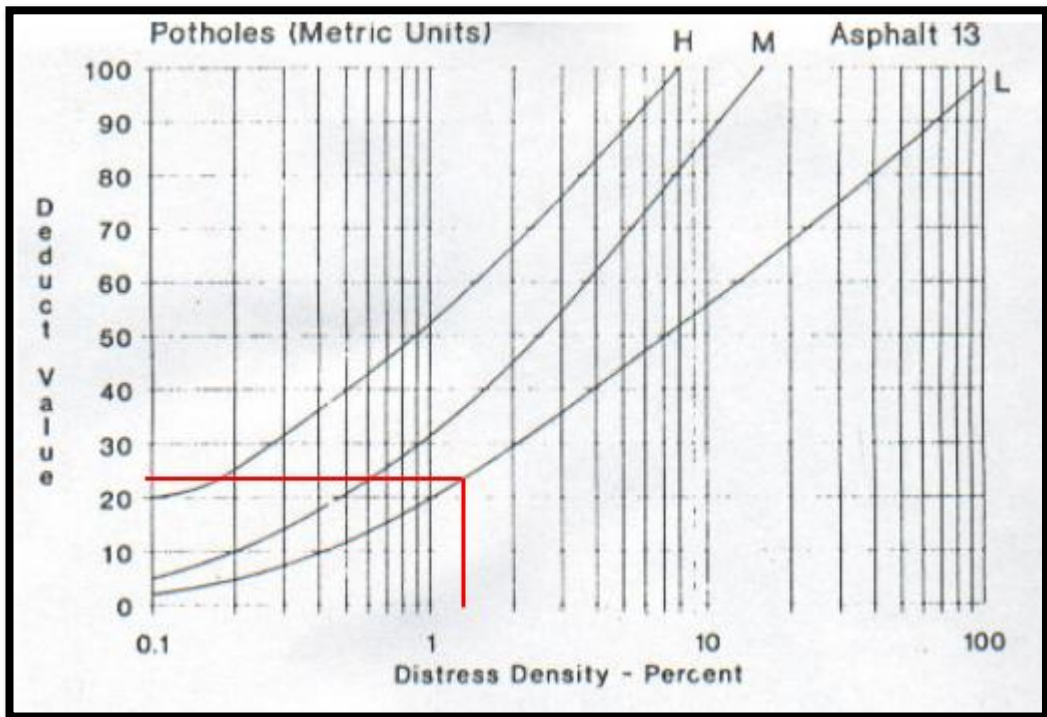
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 32. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U5



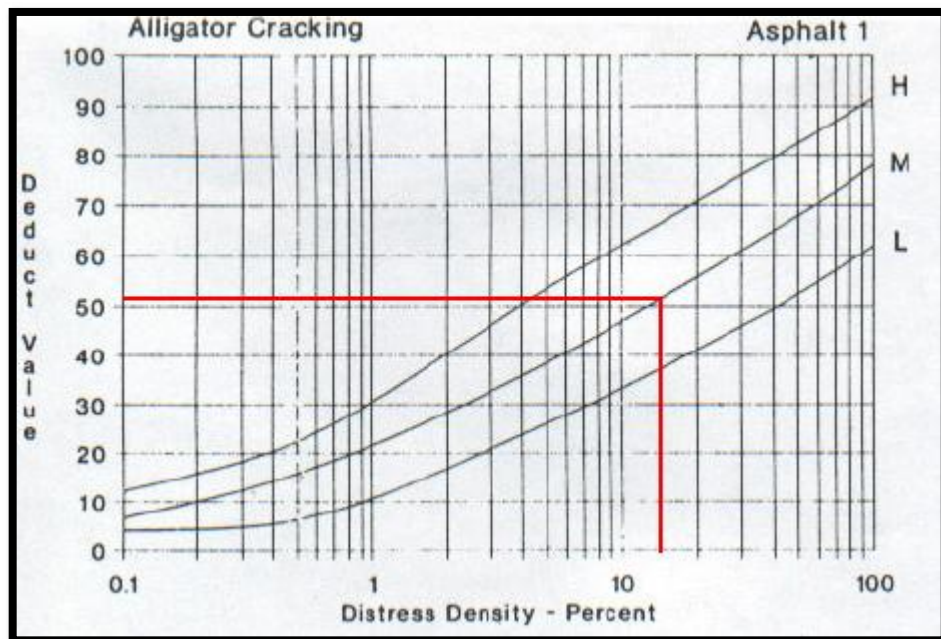
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 33. Valores Deducidos para Huecos Severidad L Unidad de Muestreo U5



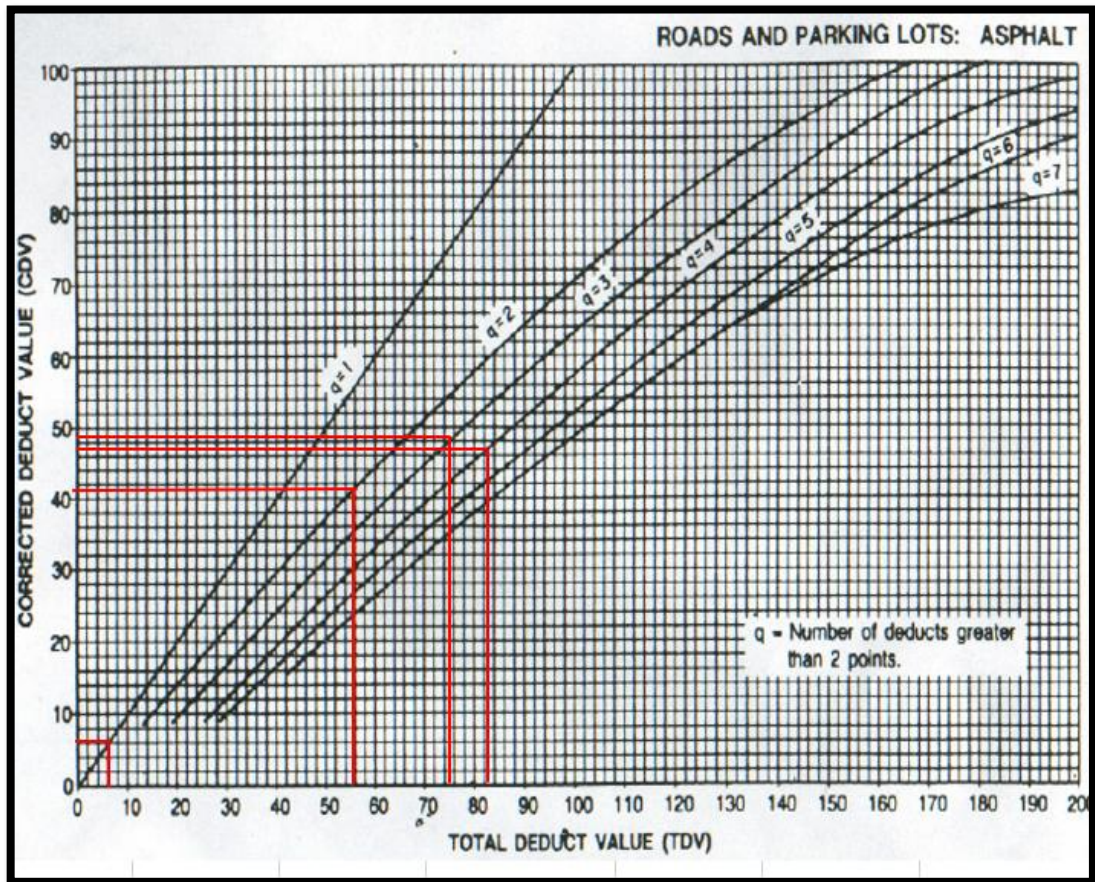
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 34. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U5





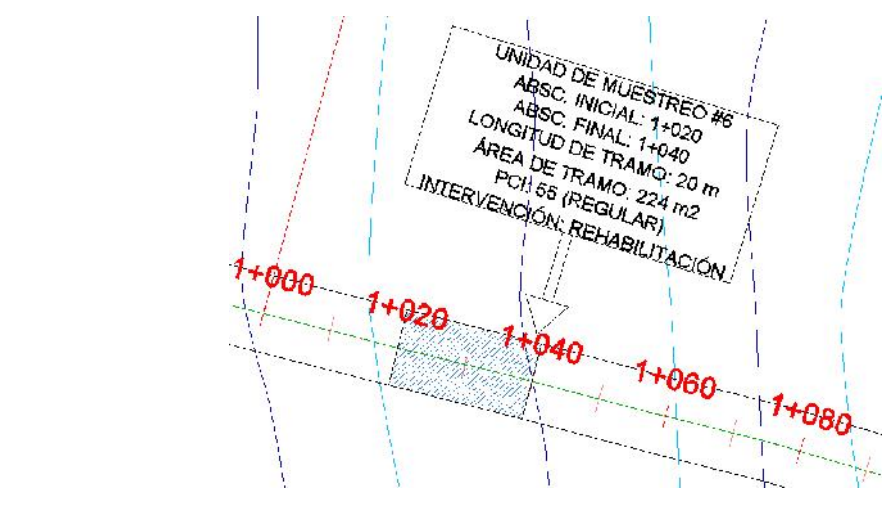
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 35. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U5



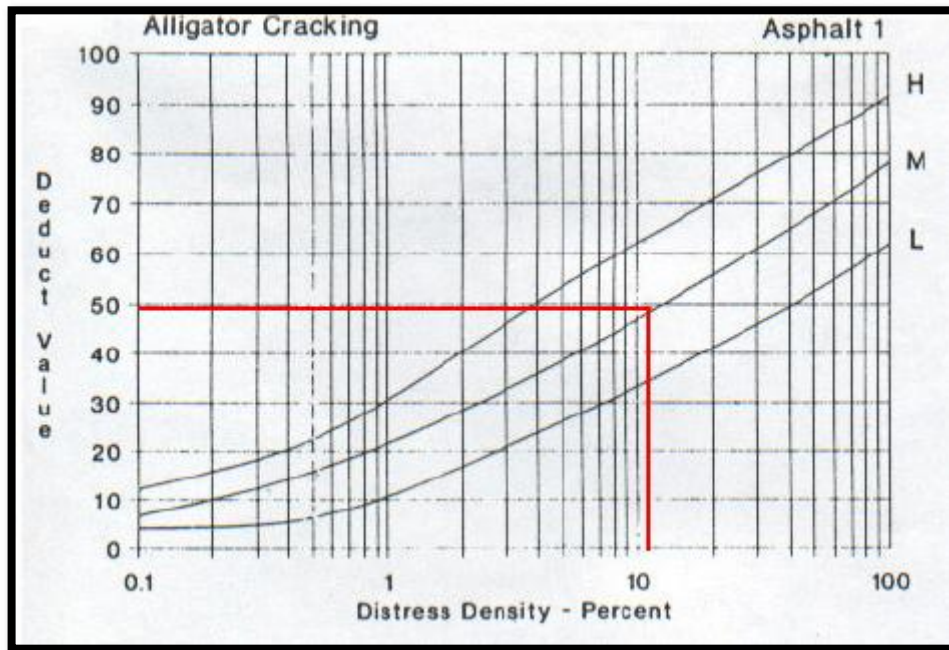
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-6 Registro de la Unidad de Muestreo U6, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | |  | |
|---|--|----------------------------|--|----------------------|---------------------|---------------|-------|-------------------|-------------------------|--|---|--------------|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | |
| Información: | Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | | Responsable: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: | 11.20 metros |
| | Abscisa Inicial: | 1+020 | Abscisa Final: | 1+040 | Unidad de Muestreo: | 6 | | Área de Muestreo: | 224 m ² | | Fecha de Evaluación: | 11/12/2019 |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | Esquema | | | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² |  | | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | Total | Densidad | Valor Deducido | | | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | | |
| 1 | | x | | 11.81 | 2.11 | | 24.92 | 11.12 | 50 | | | |
| 3 | x | | | 1.97 | 2.45 | | 4.83 | 2.15 | 9 | | | |
| 10 | X | | | 4.19 | | | 4.19 | 1.87 | 4 | | | |
| Valor Deducido Total (VDT) | | | | | | | | | 63 | | | |
| Número de Deducción >2 (q)= | | | | 3 | | | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | 50 | | | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | 5.59 | | | | | | | | |
| No. | Valores Deducidos | | | Total | mi | VDC | | | | | | |
| 1 | 50 | 9 | 4 | 63 | 3 | 41 | | | | | | |
| 2 | 50 | 9 | 2 | 61 | 2 | 45 | | | | | | |
| 3 | 2 | 2 | 2 | 6 | 1 | 6 | | | | | | |
| Máx (VDC) | | | | | | 45 | | | | | | |
| Cálculo PCI | | PCI= | | 100-VDT | | PCI= | | 55 | | | | |

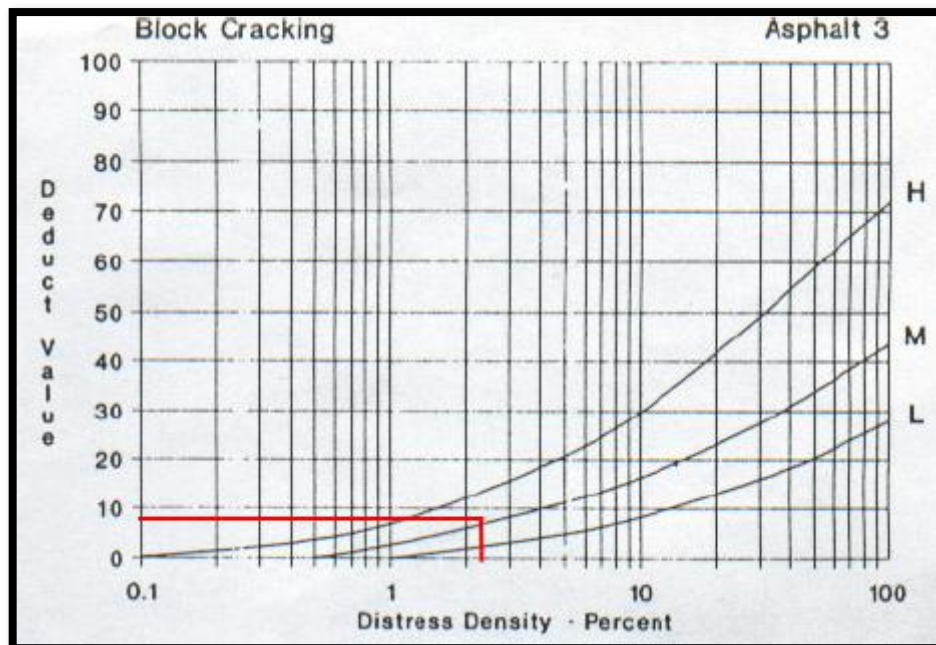
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 36. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U6



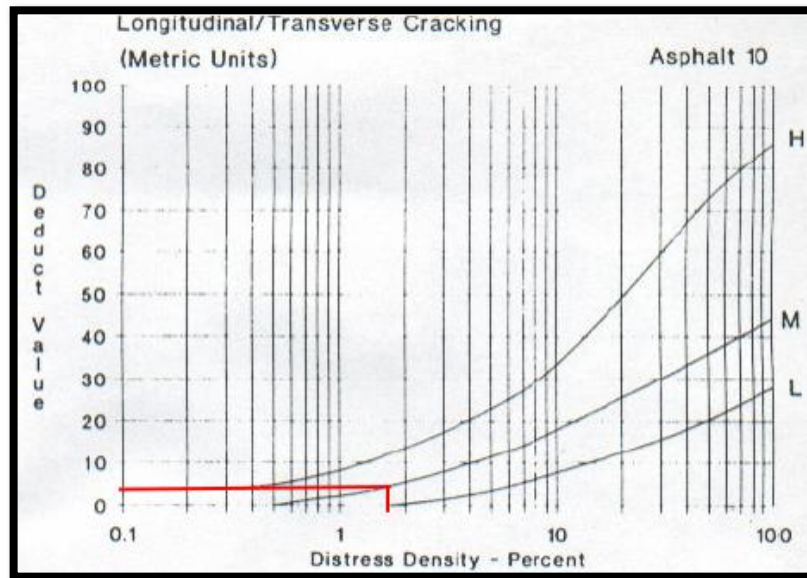
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 37. Valores Deducidos para Agrietamiento en Bloque Severidad L Unidad de Muestreo U6



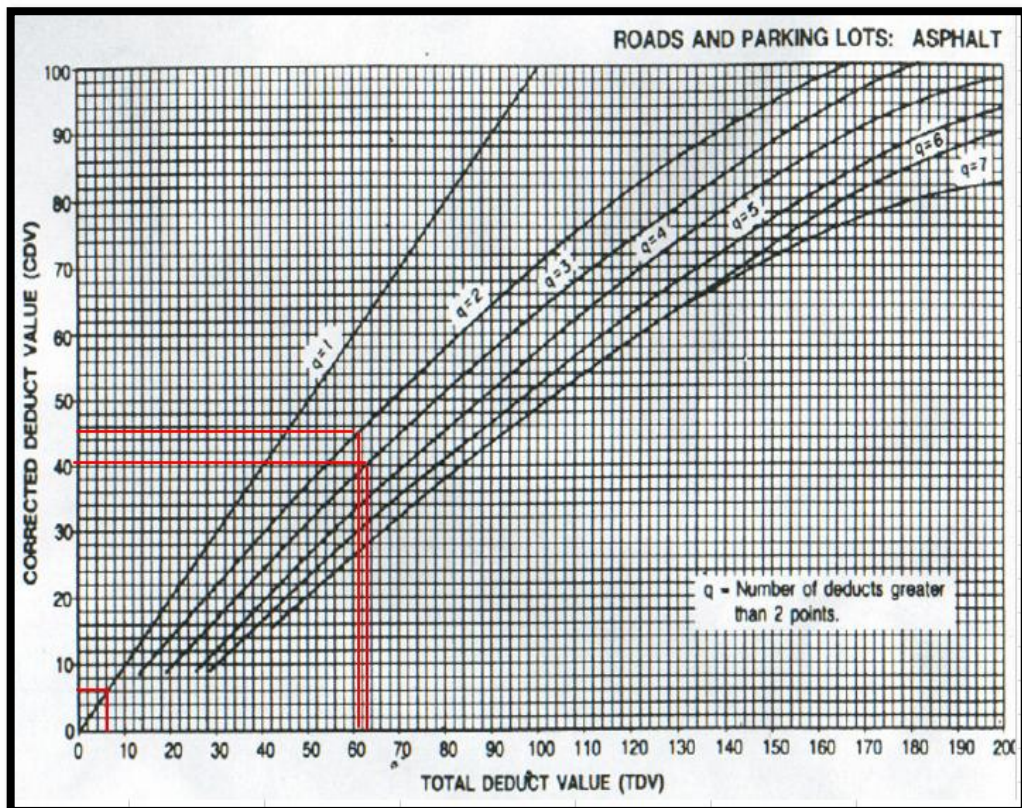
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 38. Valores Deducidos para Grietas Longitudinales y Transversales Severidad L Unidad de Muestreo U6



Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 39. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U6



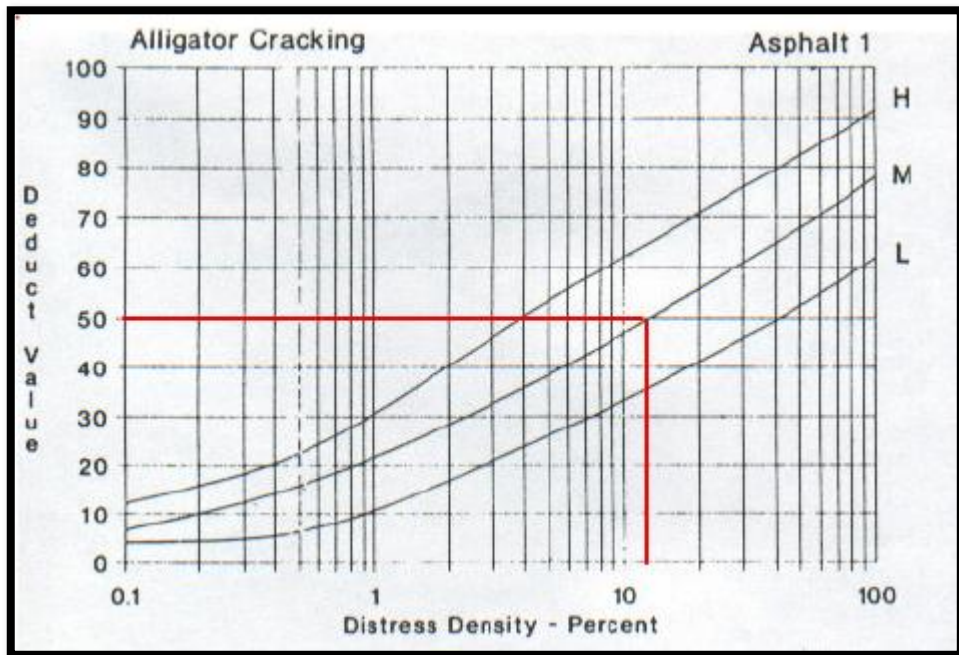
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-7 Registro de la Unidad de Muestreo U7, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

| | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------------------|----------------|----------------------|---------------------|---------------|--|-------------------|-------------------------|----------------|----------------------|--------------|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | |
| Información: | Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | | Responsable: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: | 11.20 metros |
| | Abscisa Inicial: | 1+220 | Abscisa Final: | 1+240 | Unidad de Muestreo: | 7 | | Área de Muestreo: | 224 m ² | | Fecha de Evaluación: | 11/12/2019 |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | Esquema | | | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² | | | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | | Total | Densidad | Valor Deducido | | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | | |
| 1 | | x | | 13.21 | 2.13 | | | 28.14 | 12.56 | 50 | | |
| 3 | | x | | 3.27 | 4.39 | | | 14.36 | 6.41 | 12 | | |
| Valor Deducido Total (VDT) | | | | | | | | | | 62 | | |
| Número de Dedución >2 (q)= | | | | | 2 | | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | | 50 | | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | | 5.59 | | | | | | | |
| Falla No. | Valores Deducidos | | | | Total | mi | | | VDC | | | |
| 1 | 50 | 12 | | | 62 | 2 | | | 46 | | | |
| 2 | 2 | 2 | | | 4 | 1 | | | 4 | | | |
| Máx (VDC) | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo PCI | | | | PCI= | | | | 100-VDT | | PCI= | 54 | |

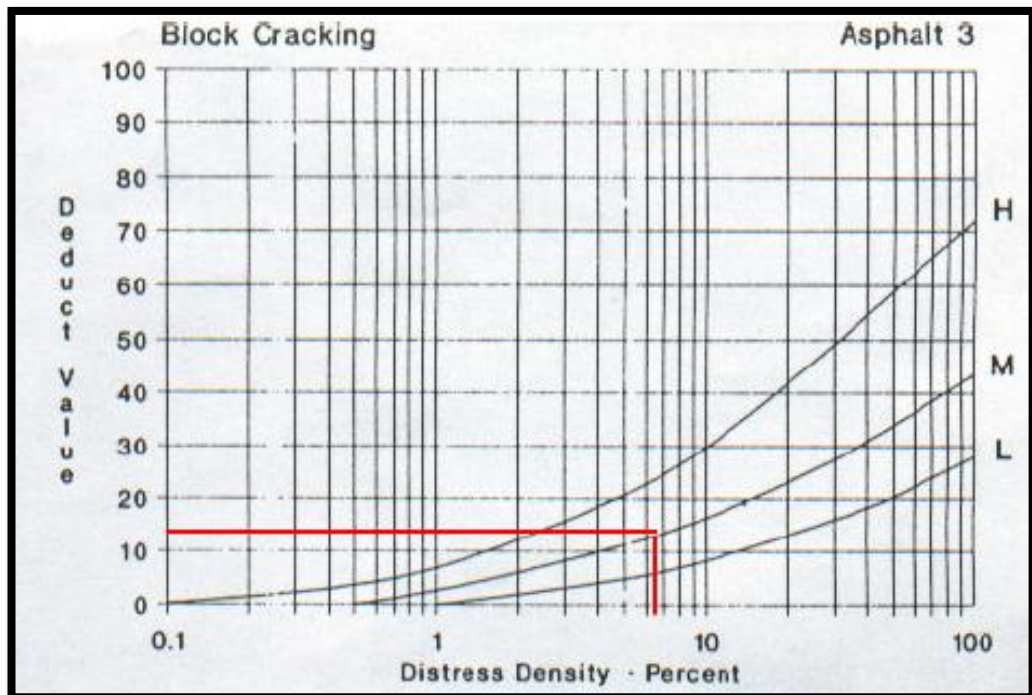
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 40. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U7



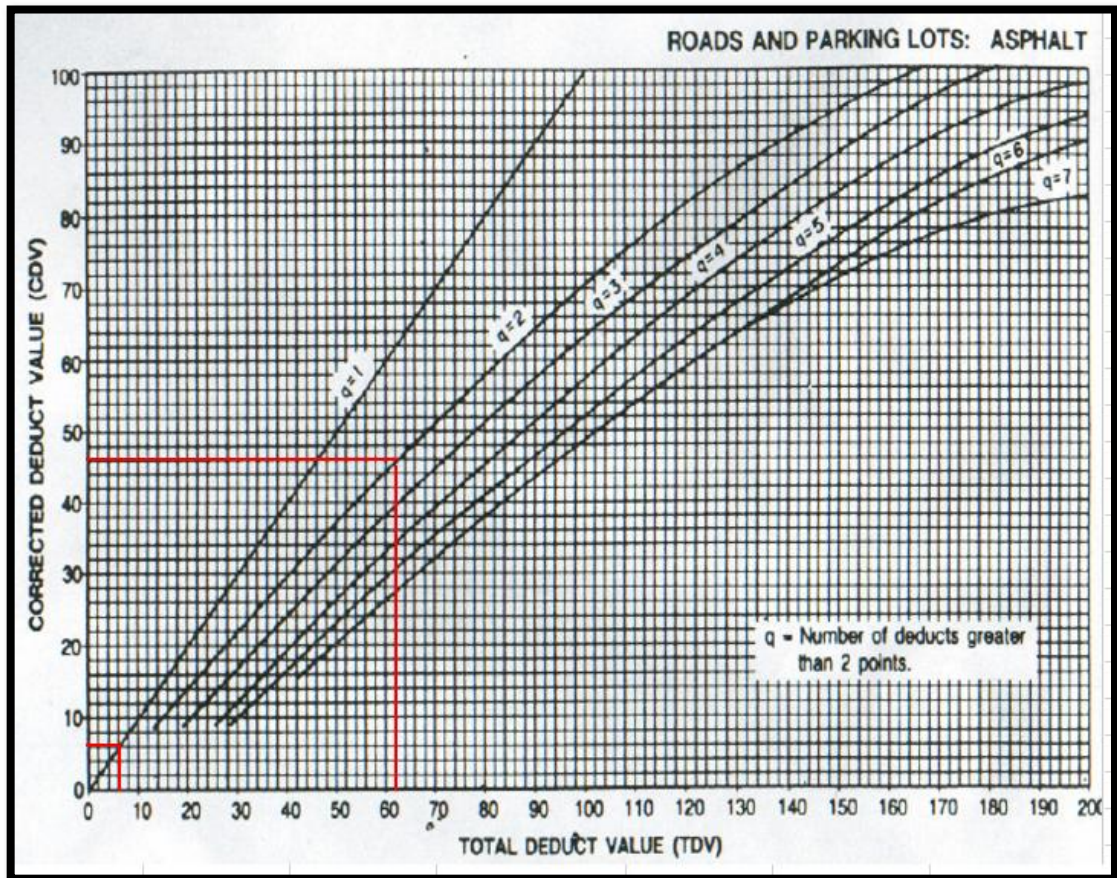
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 41. Valores Deducidos para Agrietamiento en Bloque Severidad M Unidad de Muestreo U7






Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 42. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U7



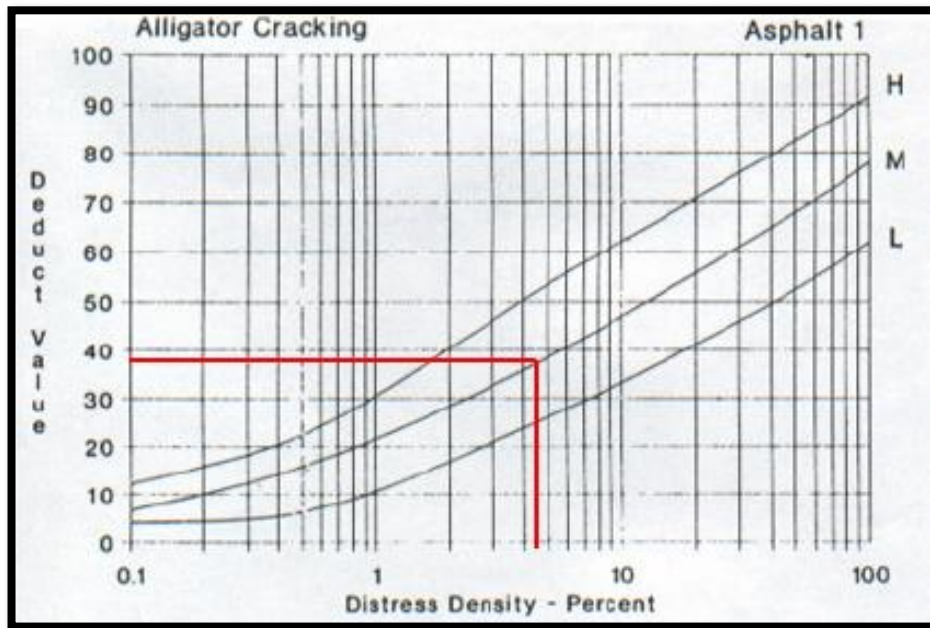
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-8 Registro de la Unidad de Muestreo U8, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | |  | |
|---|--|----------------------------|---|----------------------|---------------------|---------------|--|-------------------|-------------------------|----------------|---|--------------|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | |
| Información: | Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | | Responsable: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: | 11.20 metros |
| | Abscisa Inicial: | 1+420 | Abscisa Final: | 1+440 | Unidad de Muestreo: | 8 | | Área de Muestreo: | 224 m ² | | Fecha de Evaluación: | 11/12/2019 |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | Esquema | | | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² |  | | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimento de Agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | | Total | Densidad | Valor Deducido | | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | | |
| 1 | | X | | 11.24 | 0.86 | | | 9.67 | 4.32 | 39 | | |
| 10 | X | | | 0.57 | | | | 0.57 | 0.25 | 0 | | |
| 11 | | x | | 1.26 | 1.82 | | | 2.29 | 1.02 | 10 | | |
| Valor Deducido Total (VDT) | | | | | | | | | | 49 | | |
| Número de Deducción >2 (q)= | | | | | 3 | | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | | 39 | | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | | 6.60 | | | | | | | |
| Falla No. | Valores Deducidos | | | Total | mi | VDC | | | | | | |
| 1 | 39 | 10 | 0 | 49 | 3 | 31 | | | | | | |
| 2 | 39 | 1 | 0 | 41 | 2 | 32 | | | | | | |
| 3 | 2 | 2 | 0 | 4 | 1 | 4 | | | | | | |
| Máx (VDC) | | | | | | | | | | 32 | | |
| Cálculo PCI | | | | PCI= | | 100-VDT | | PCI= | | 68 | | |

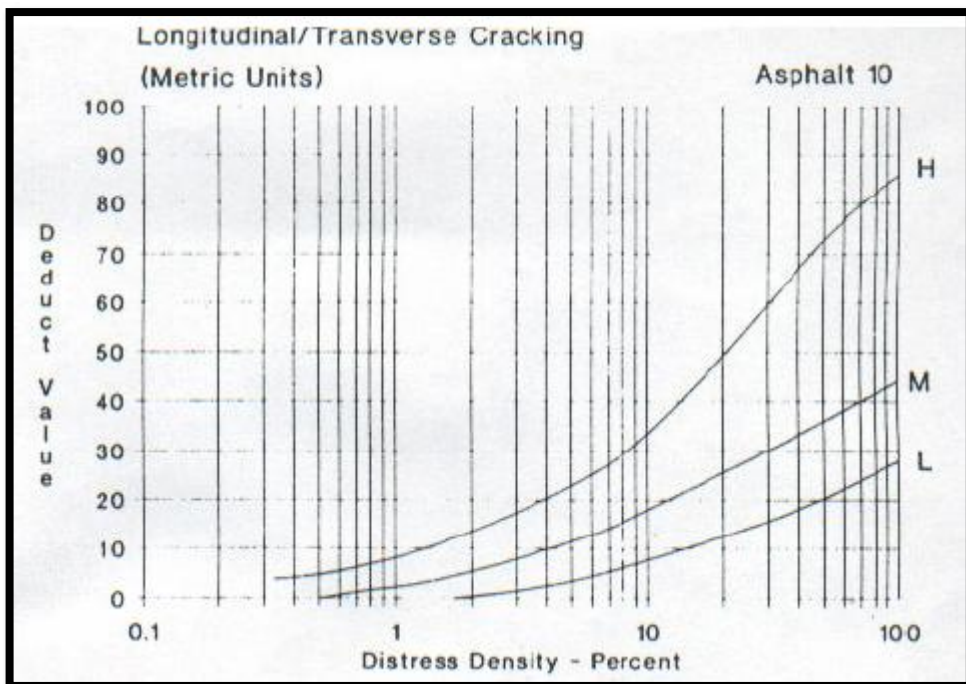
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 43. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U8



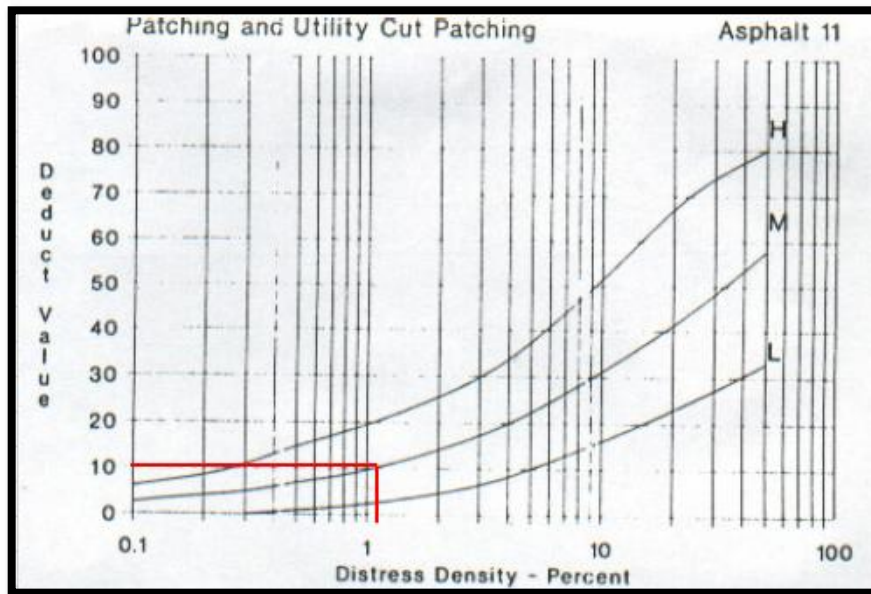
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 44. Valores Deducidos para Grietas Longitudinales y Transversales Severidad L Unidad de Muestreo U8



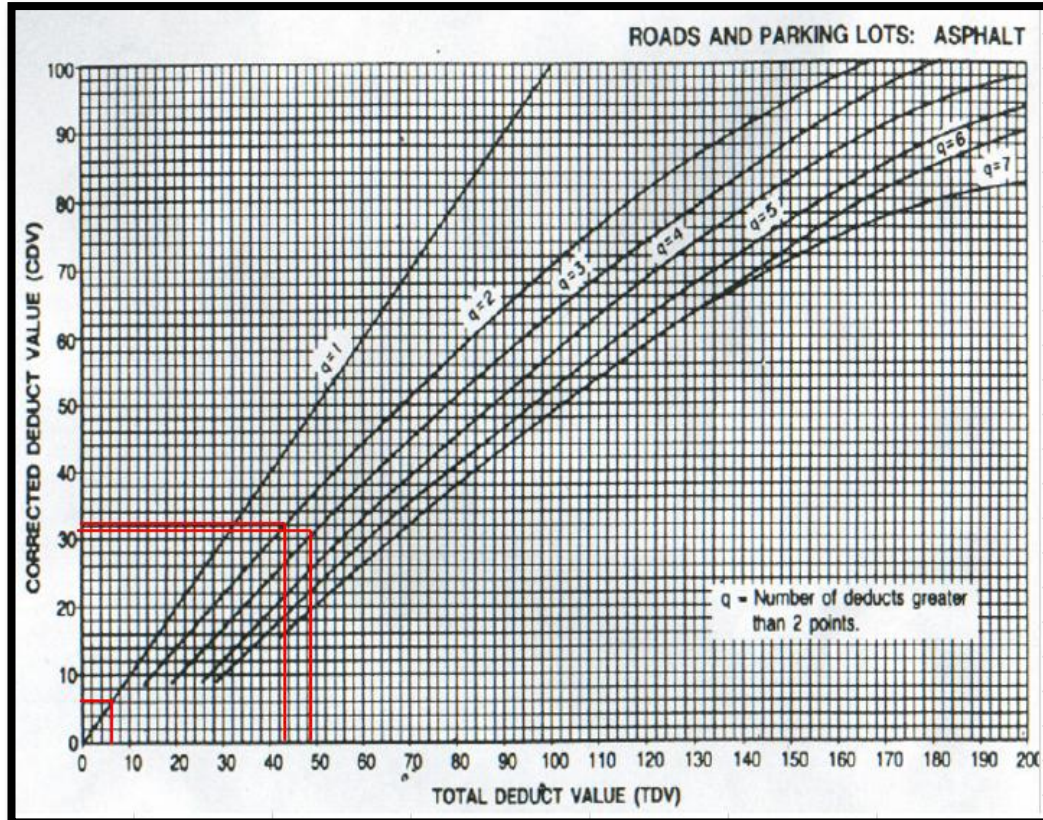
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 45. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U8





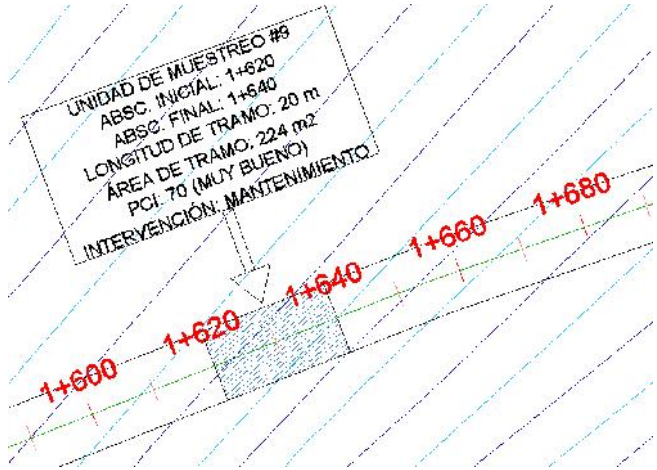
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 46. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U8



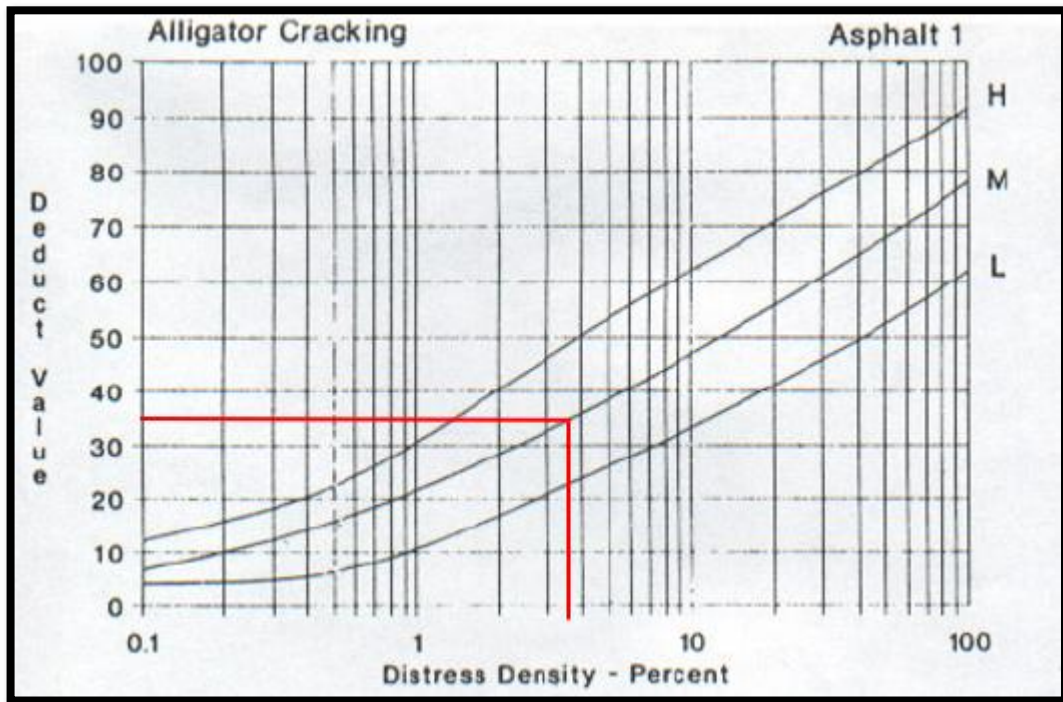
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-9 Registro de la Unidad de Muestreo U9, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | |  | |
|---|--|----------------------------|----------------|---|---------------------|---------------|----------------|-------------------|-------------------------|--|---|--------------|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | |
| Información: | Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | | Responsable: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: | 11.20 metros |
| | Abscisa Inicial: | 1+620 | Abscisa Final: | 1+640 | Unidad de Muestreo: | 9 | | Área de Muestreo: | 224 m ² | | Fecha de Evaluación: | 11/12/2019 |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | | Esquema | | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² | |  | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimento de Agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | Total | Densidad | Valor Deducido | | | | | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | | |
| 1 | | X | | | 8.72 | 3.89 | 35 | | | | | |
| 10 | X | | | | 0.57 | 0.25 | 0 | | | | | |
| 11 | | X | | | 2.29 | 1.02 | 10 | | | | | |
| Valor Deducido Total (VDT) | | | | | | | 45 | | | | | |
| Número de Deducción >2 (g)= | | | | 3 | | | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | 35 | | | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | 6.97 | | | | | | | | |
| Falla No. | Valores Deducidos | | | Total | mi | VDC | | | | | | |
| 1 | 35 | 10 | 0 | 47 | 3 | 30 | | | | | | |
| 2 | 35 | 2 | 0 | 37 | 2 | 28 | | | | | | |
| 3 | 2 | 2 | 0 | 4 | 1 | 4 | | | | | | |
| Máx (VDC) | | | | | | 30 | | | | | | |
| Cálculo PCI | | PCI= | | 100-VDT | | PCI= | 70 | | | | | |

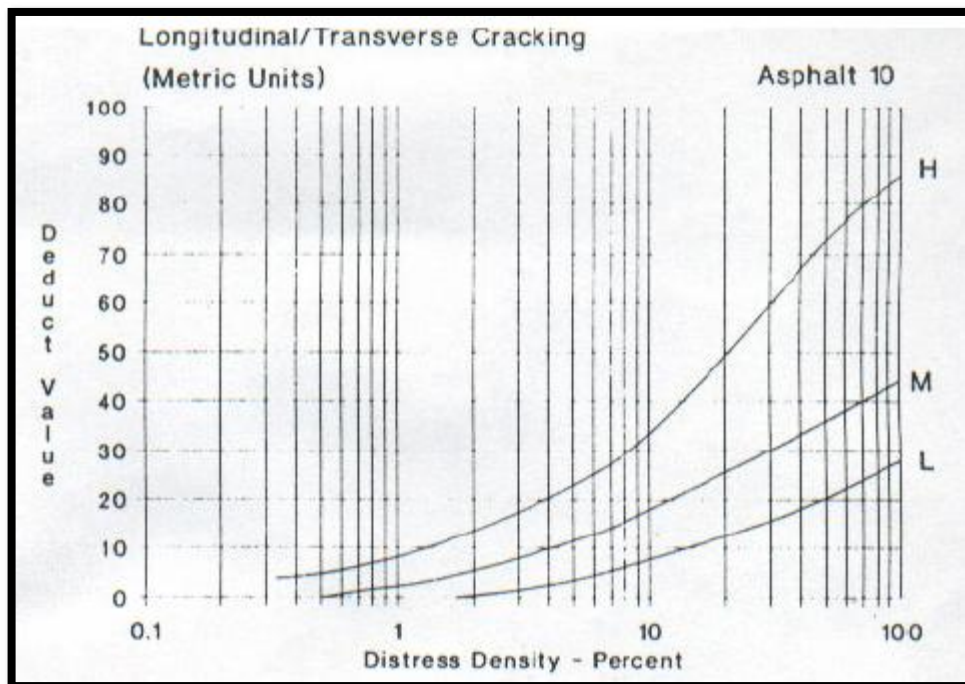
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 47. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad M Unidad de Muestreo U9



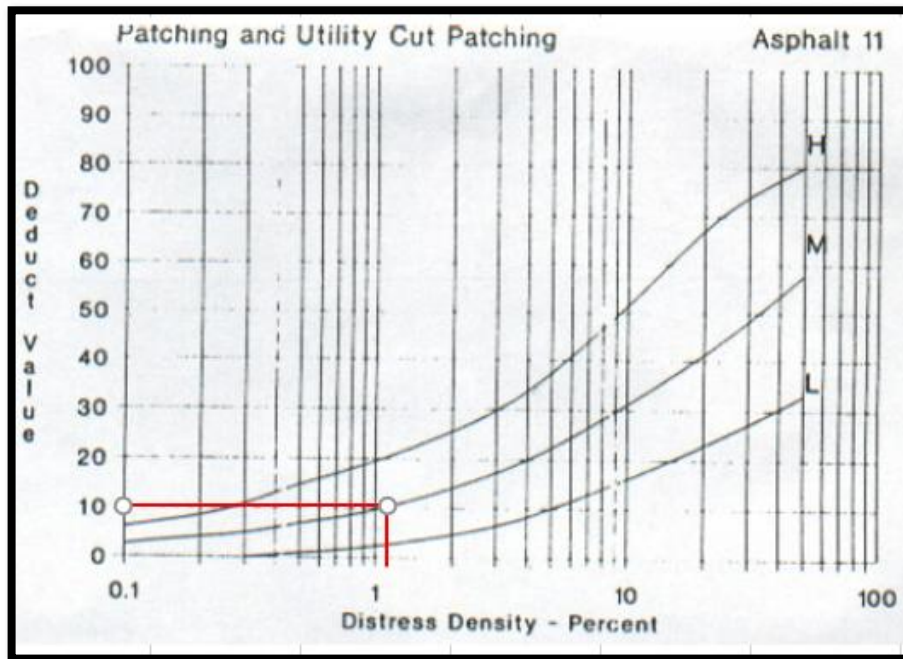
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 48. Valores Deducidos para Grietas Longitudinales y Transversales Severidad L Unidad de Muestreo U9



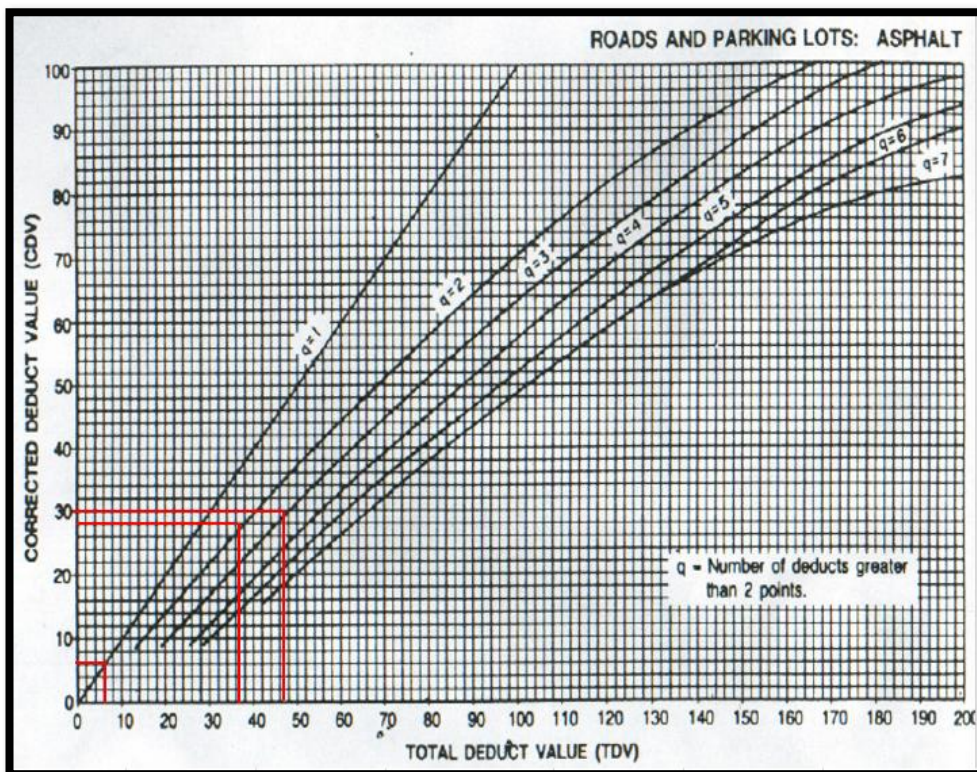
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 49. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U9





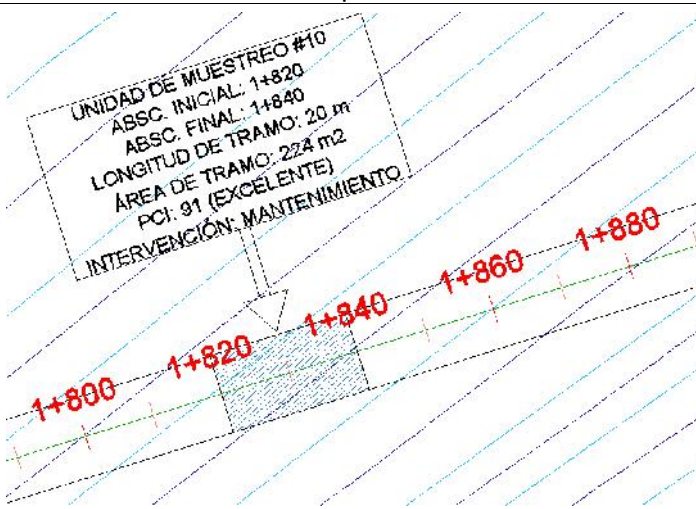
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 50. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U9



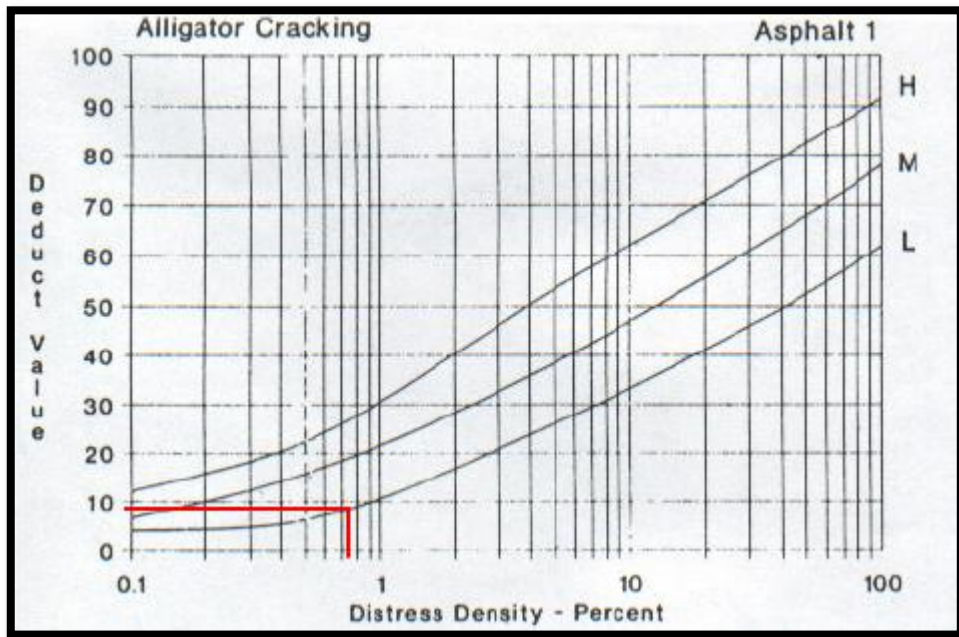
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-10 Registro de la Unidad de Muestreo U10, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |  | |
|---|--|----------------------------|---|----------------------|---------------------|---------------|-----------------------------------|--------------------|---|--------------|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
| Información: | Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | Responsable: | Andrés Jácome | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: | 11.20 metros |
| | Abscisa Inicial: | 1+820 | Abscisa Final: | 1+840 | Unidad de Muestreo: | 10 | Área de Muestreo: | 224 m ² | Fecha de Evaluación: | 11/12/2019 |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | Esquema | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² |  | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | m ² | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | Total | Densidad | Valor Deducido | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | |
| 10 | x | | | 0.93 | | | 0.93 | 0.42 | 0 | |
| 1 | X | | | 1.97 | | | 1.71 | 0.77 | 9 | |
| | | | | | | | Valor Deducido Total (VDT) | | 9 | |
| Número de Deducción >2 (q)= | | | | 2 | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | 9 | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | 9.69 | | | | | | |
| Falla No. | Valores Deducidos | | | | | | Total | mi | VDC | |
| 1 | 9 | 0 | | | | | 9 | 2 | 9 | |
| 2 | 2 | 0 | | | | | 2 | 1 | 2 | |
| | | | | | | | Máx (VDC) | | 9 | |
| Cálculo PCI | | PCI= | | 100-VDT | | PCI= | | 91 | | |

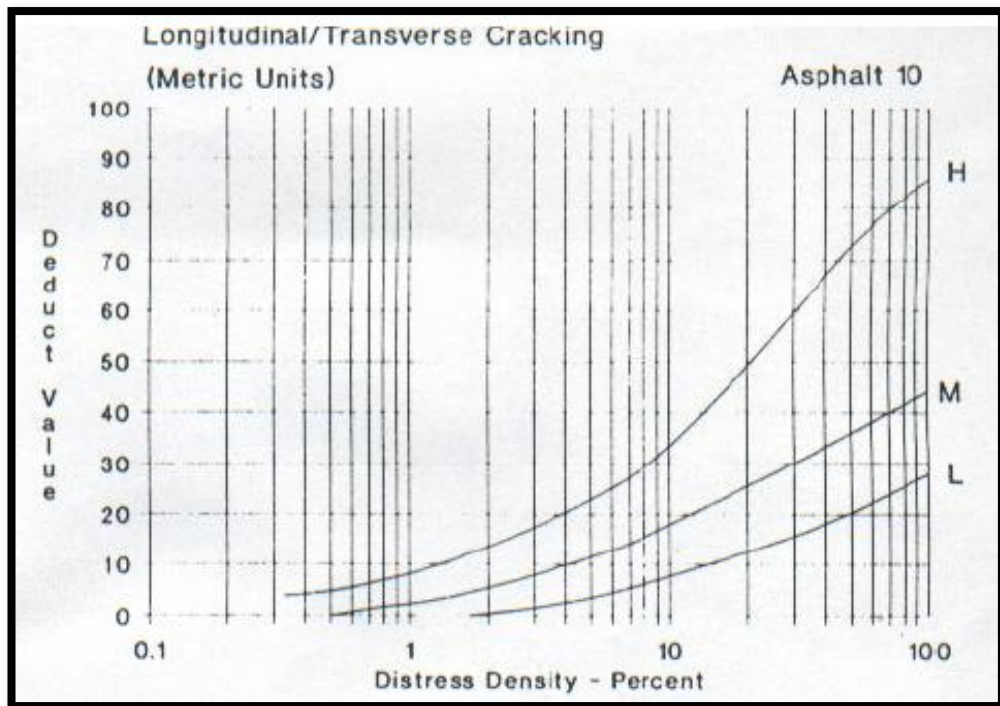
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 51. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad L Unidad de Muestreo U10



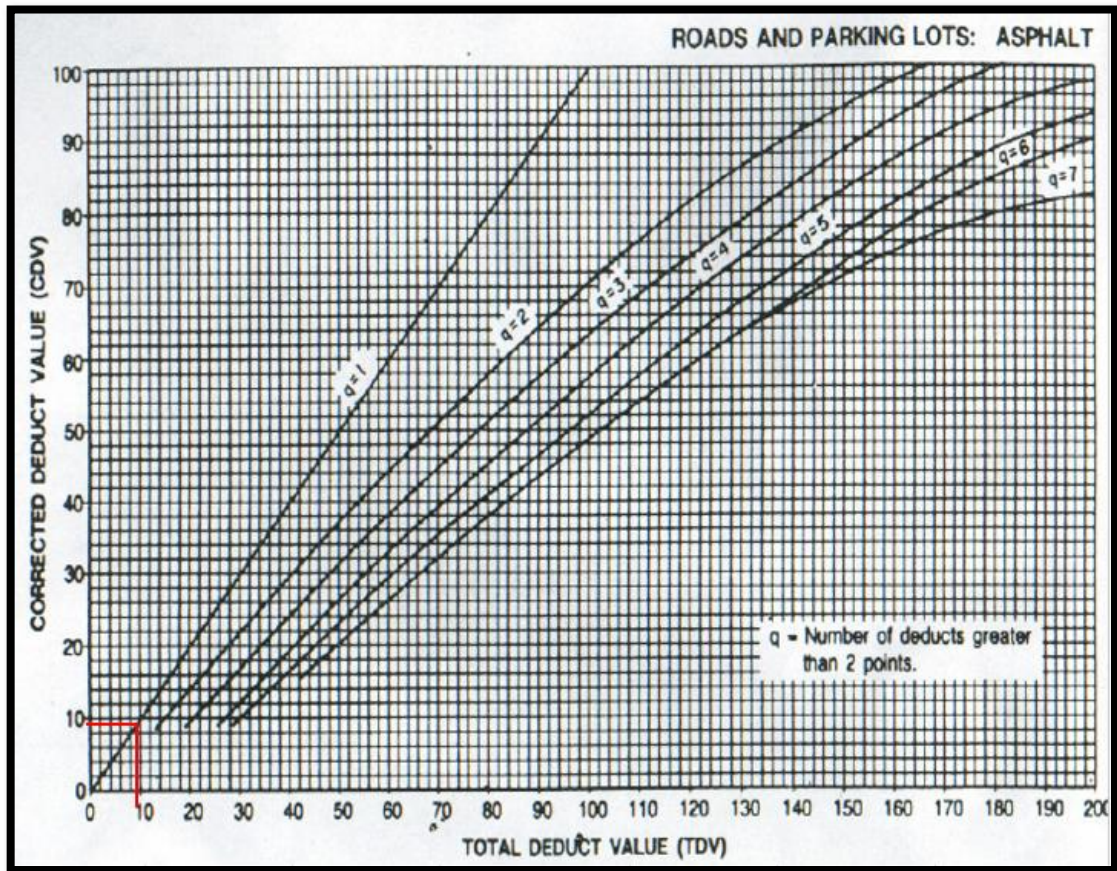
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 52. Valores Deducidos para Grietas Longitudinales y Transversales Severidad L Unidad de Muestreo U10



Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 53. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U10



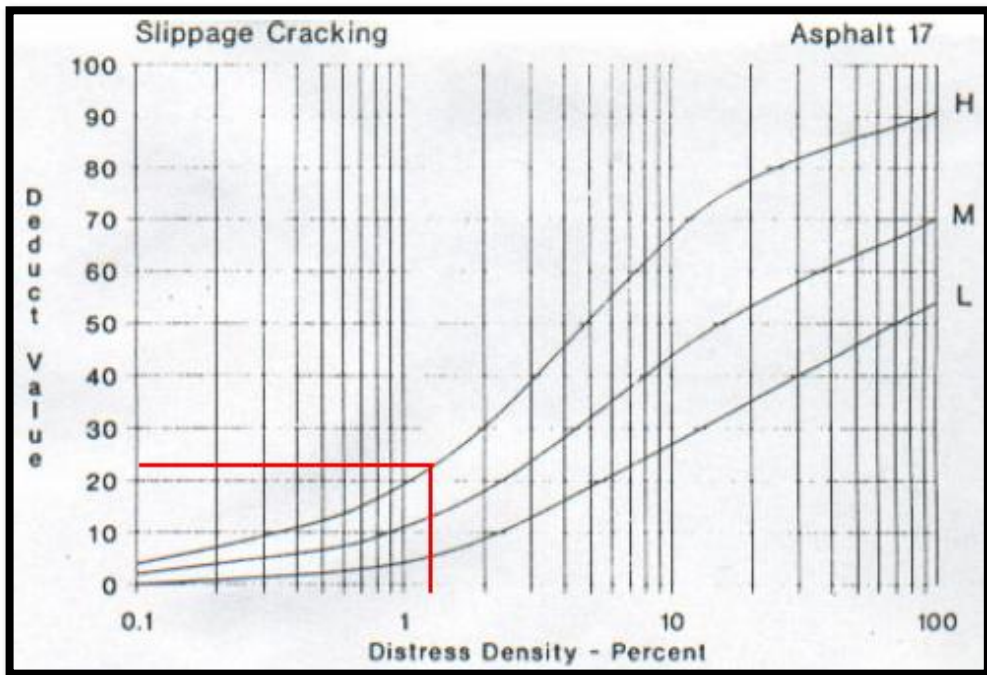
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-11 Registro de la Unidad de Muestreo U11, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------------|----------------|----------------------|---------------------|---------------|-------------------|-----------------------------------|----------|----------------------|--------------|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | |
| CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | |
| Información: | Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | | Responsable: | Andrés Jácome | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: | 11.20 metros |
| | Abscisa Inicial: | 2+020 | Abscisa Final: | 2+040 | Unidad de Muestreo: | 11 | Área de Muestreo: | 224 m ² | | Fecha de Evaluación: | 11/12/2019 |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | Esquema | | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² | | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | m ² | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | | Total | Densidad | Valor Deducido | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | |
| 17 | | | x | 2.53 | 1.2 | | | 3.04 | 1.36 | 22 | |
| | | | | | | | | Valor Deducido Total (VDT) | | | |
| Número de Deducción >2 (q)= | | | | | 1 | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDV)= | | | | | 22 | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | | 8.16 | | | | | | |
| Falla No. | Valores Deducidos | | | | | | | Total | mi | VDC | |
| 1 | 22 | | | | | | | 22 | 1 | 22 | |
| | | | | | | | | Máx (VDC) | | 22 | |
| Cálculo PCI | | | | PCI= | | 100-VDT | | PCI= | | 78 | |

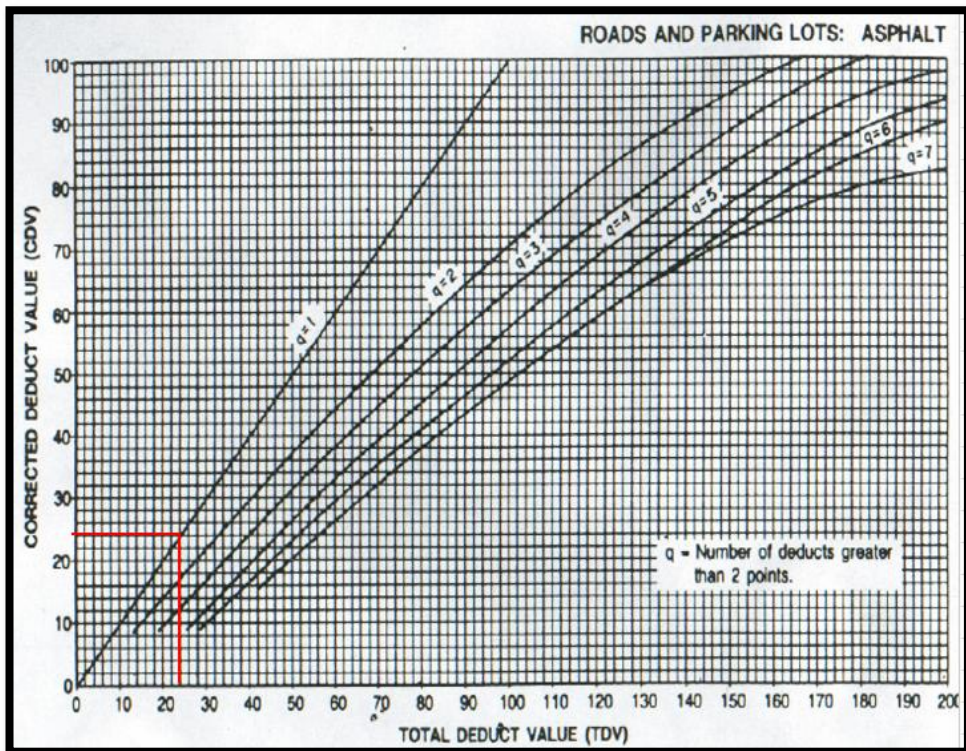
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 54. Valores Deducidos para Grietas Parabólicas Severidad H Unidad de Muestreo U11



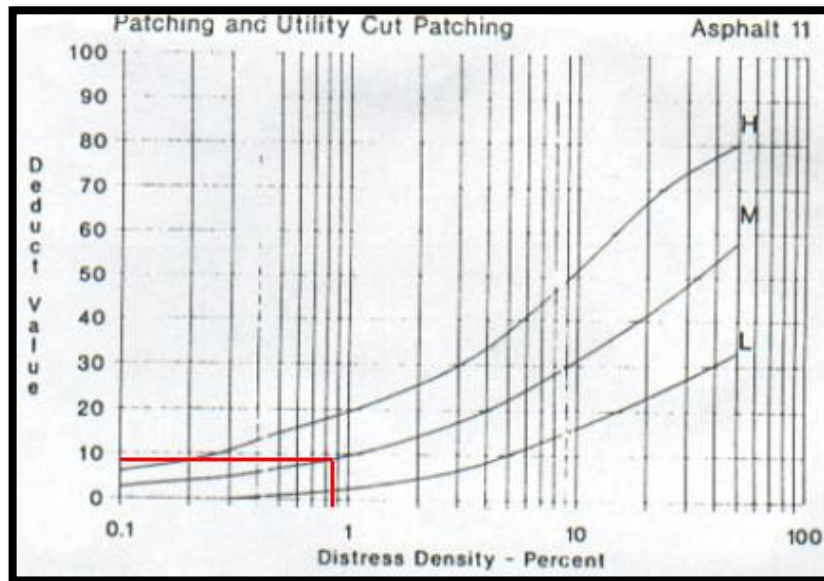
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 55. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U11



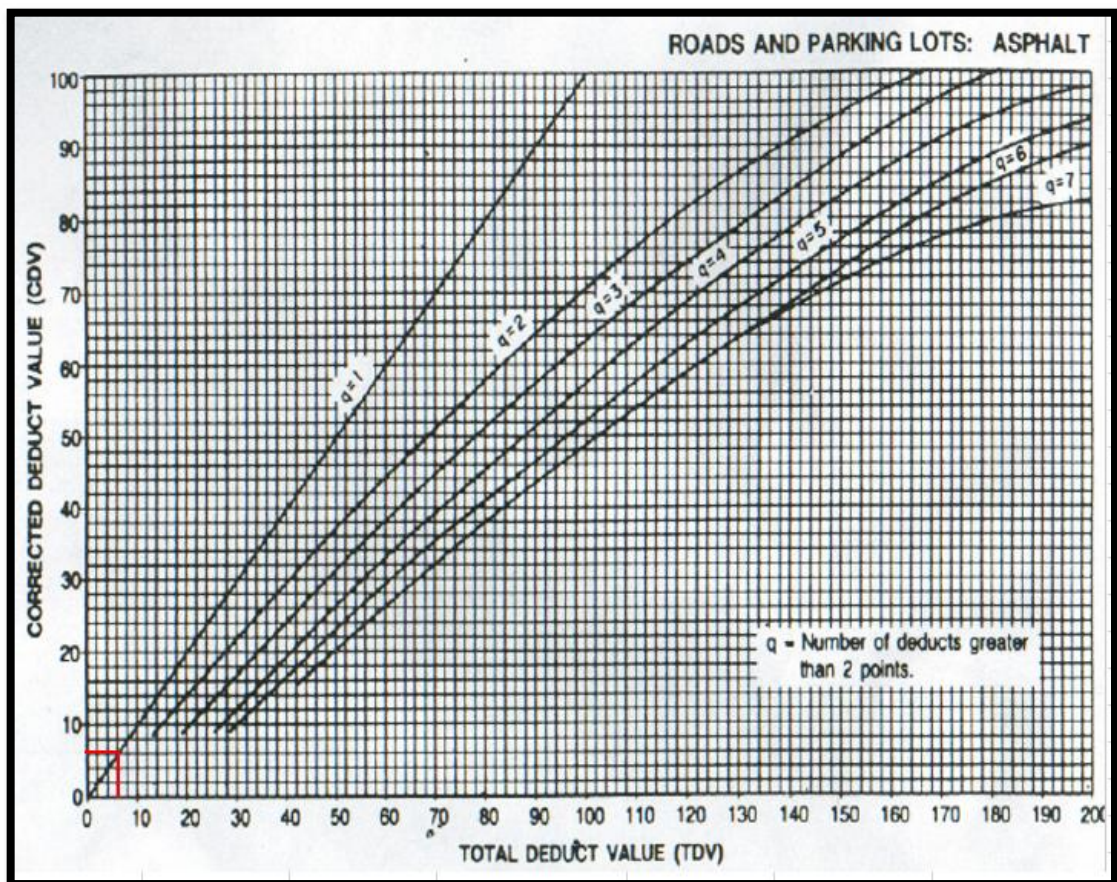
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 56. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U12





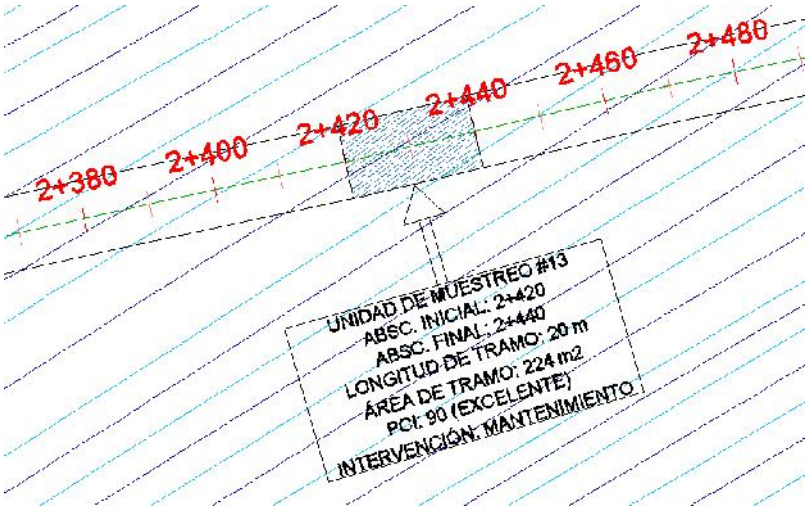
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 57. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U12



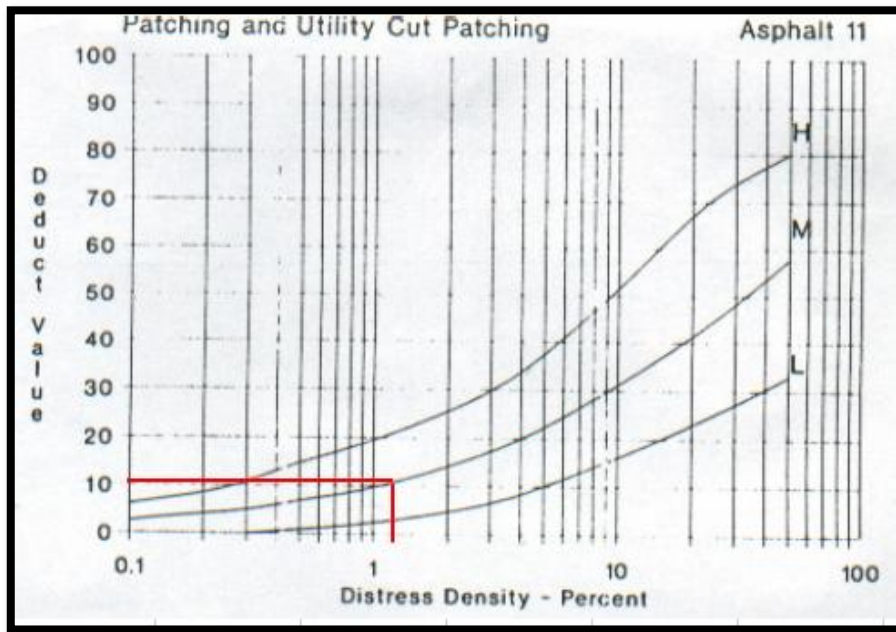
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-13 Registro de la Unidad de Muestreo U13, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | |  | | |
|---|--|----------------------------|---|----------------------|---------------------|---------------|-------------------------|----------------------------|---|----------------|--|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | |
| Información: | Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | Responsable: | Andrés Jácome | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: | 11.20 metros | |
| | Abscisa Inicial: | 2+420 | Abscisa Final: | 2+440 | Unidad de Muestreo: | 13 | Área de Muestreo: | 224 m ² | Fecha de Evaluación: | 11/12/2019 | |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | Esquema | | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² |  | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | m ² | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | | Total | Densidad | Valor Deducido | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | |
| 11 | | x | | 1.81 | 1.43 | | | 2.59 | 1.16 | 10 | |
| | | | | | | | | Valor Deducido Total (VDT) | | 10 | |
| Número de Deducción >2 (q)= | | | | 1 | | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | 10 | | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | 9.27 | | | | | | | |
| Falla No. | Valores Deducidos | | | | Total | mi | VDC | | | | |
| 1 | 10 | | | | 10 | 1 | 10 | | | | |
| | | | | | | | | Máx (VDC) | | 10 | |
| | | | | Cálculo PCI | PCI= | 100-VDT | PCI= | 90 | | | |

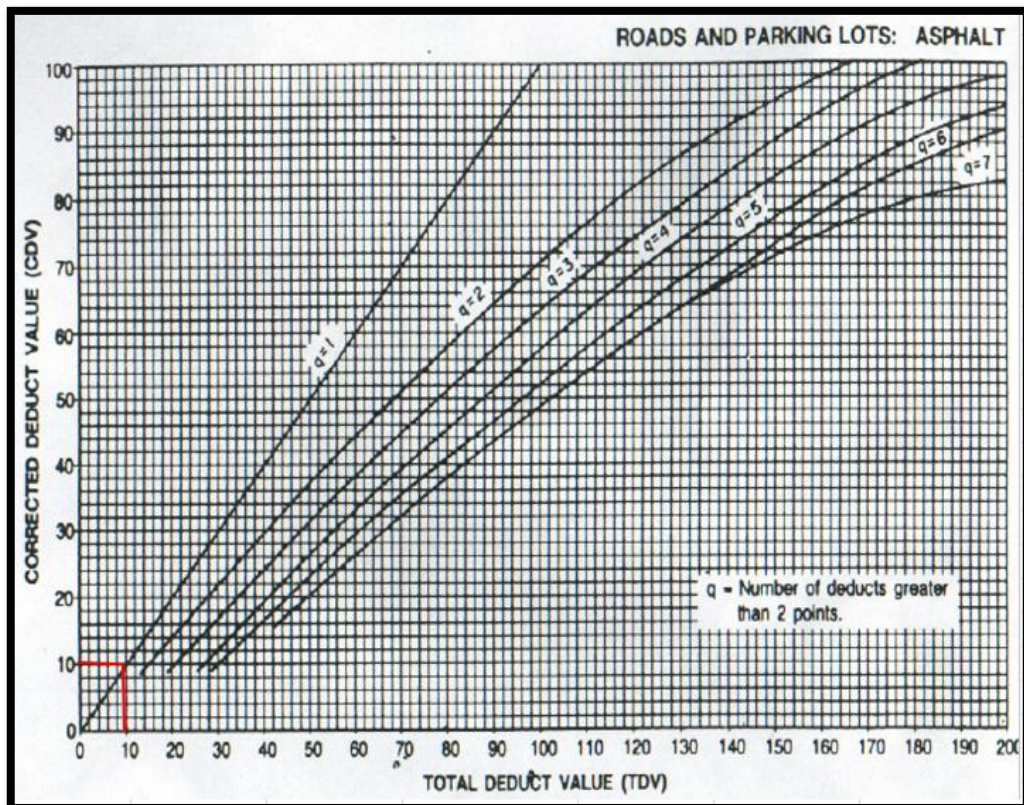
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 58. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U13





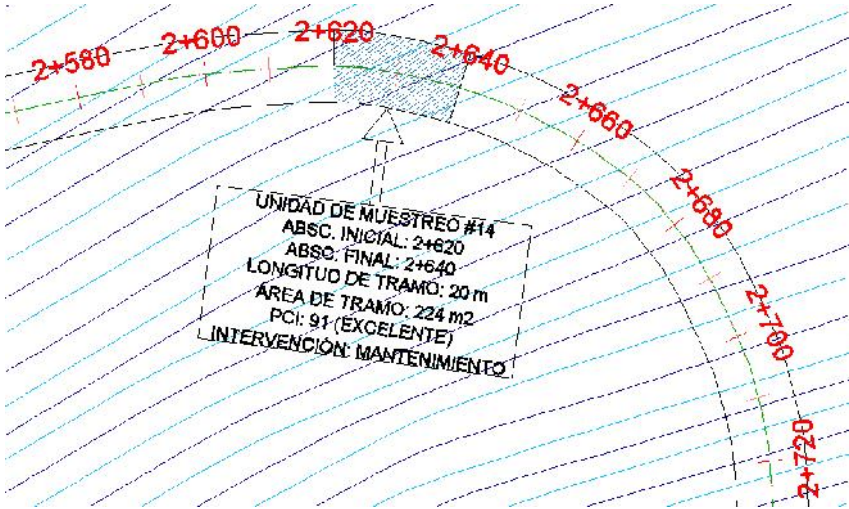
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 59. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U13



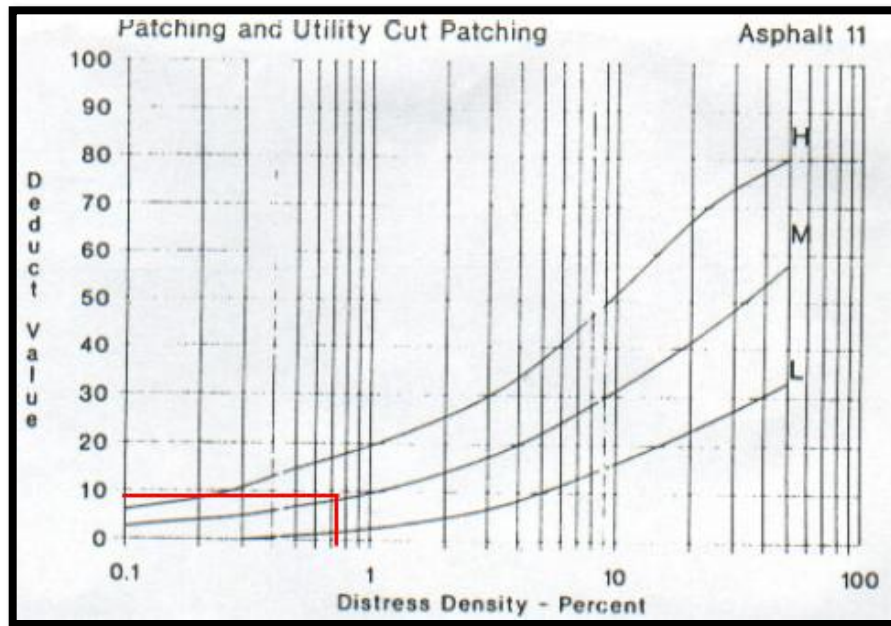
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-14 Registro de la Unidad de Muestreo U14, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | |  | |
|---|--|----------------------------|---|----------------------|---------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------------|----|---|--------------|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | |
| Información: | Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | | Responsable: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: | 11.20 metros |
| | Abscisa Inicial: | 2+620 | Abscisa Final: | 2+640 | Unidad de Muestreo: | 14 | | Área de Muestreo: | 224 m ² | | Fecha de Evaluación: | 11/12/2019 |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | Esquema | | | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² |  | | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | Total | Densidad | Valor Deducido | | | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | | |
| 11 | | x | | 1.52 | 1.14 | | 1.73 | 0.77 | 9 | | | |
| | | | | | | | Valor Deducido Total (VDT) | | | 9 | | |
| Número de Deducción >2 (q)= | | | | | | | 1 | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | | | | 9 | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | | | | 9.36 | | | | | |
| No. | Valores Deducidos | | | | | | Total | mi | VDC | | | |
| 1 | 9 | | | | | | 9 | 1 | 9 | | | |
| | | | | | | | Máx (VDC) | | | 9 | | |
| Cálculo PCI | | | | | | | PCI= | 100-VDT | PCI= | 91 | | |

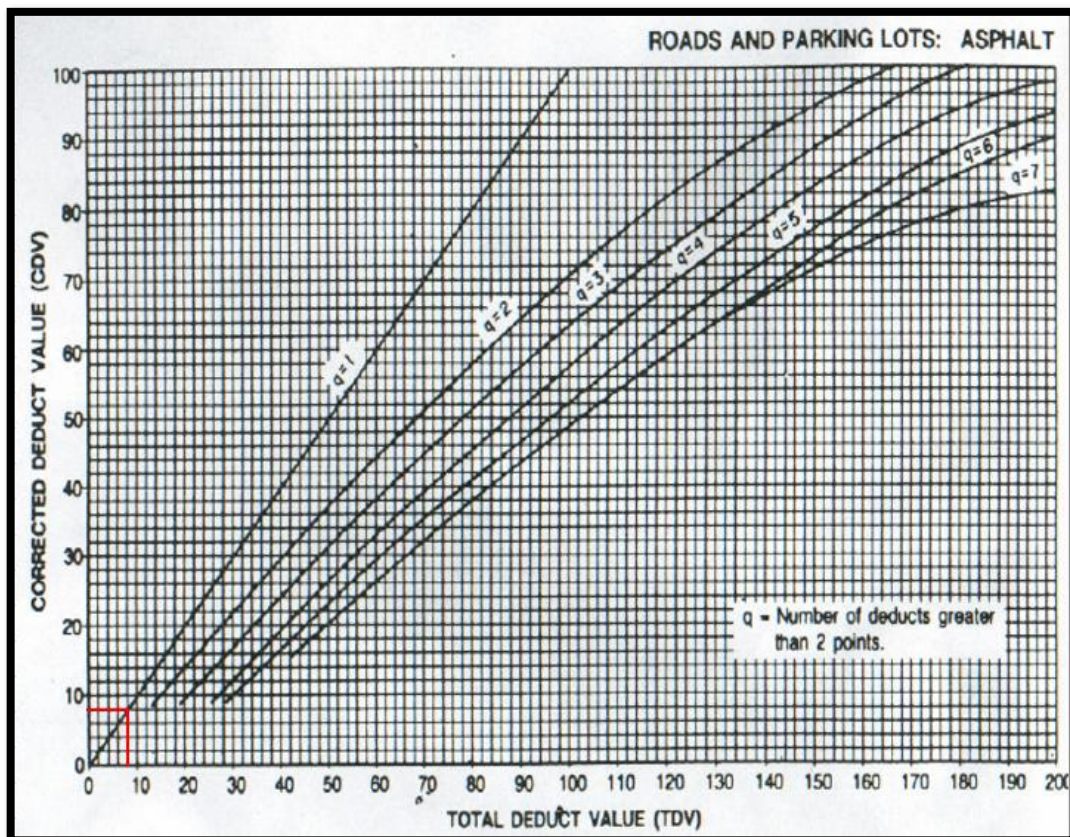
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 60. Valores Deducidos para Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos Severidad M Unidad de Muestreo U14





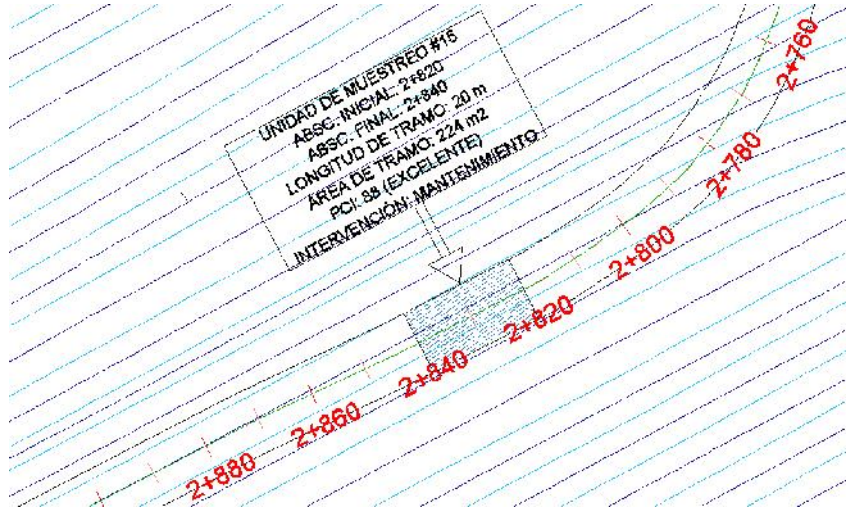
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 61. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U14



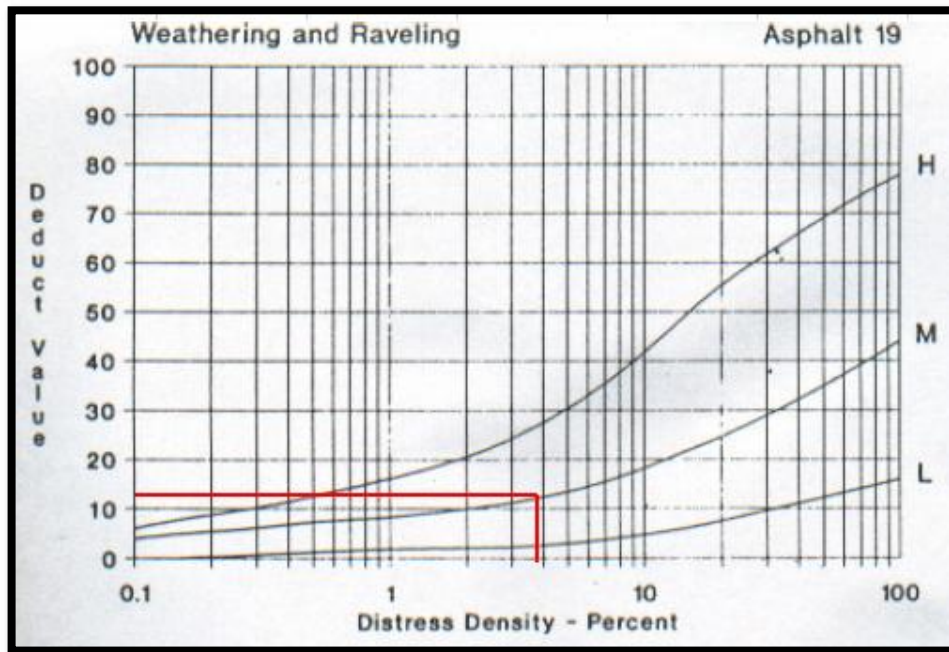
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-15 Registro de la Unidad de Muestreo U15, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | |  | |
|---|--|----------------------------|---|----------------------|---------------------|---------------|-------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|--------------|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | |
| Información: | Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | | Responsable: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: | 11.20 metros |
| | Abscisa Inicial: | 2+820 | Abscisa Final: | 2+840 | Unidad de Muestreo: | 15 | Área de Muestreo: | 224 m ² | | Fecha de Evaluación: | 11/12/2019 | |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | Esquema | | | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² |  | | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | | Total | Densidad | Valor Deducido | | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | | |
| 19 | | x | | 4.03 | 2.17 | | | 8.75 | 3.90 | 12 | | |
| | | | | | | | | | | Valor Deducido Total (VDT) | 12 | |
| Número de Deducción >2 (q)= | | | | 1 | | | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | 12 | | | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | 9.08 | | | | | | | | |
| Falla No. | Valores Deducidos | | | | | | | Total | mi | VDC | | |
| 1 | 12 | | | | | | | 12 | 1 | 12 | | |
| | | | | | | | | | | Máx (VDC) | 12 | |
| Cálculo PCI | | | | | | | PCI= | 100-VDT | PCI= | 88 | | |

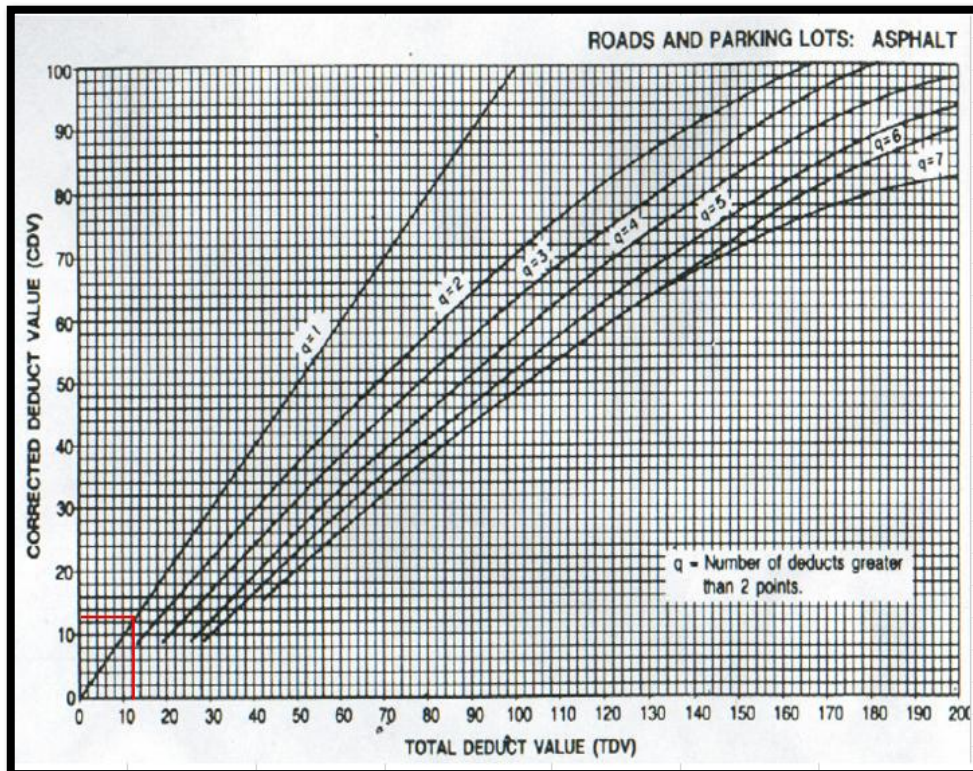
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 62. Valores Deducidos para Meteorización/Desprendimiento de Agregados Severidad M Unidad de Muestreo U15





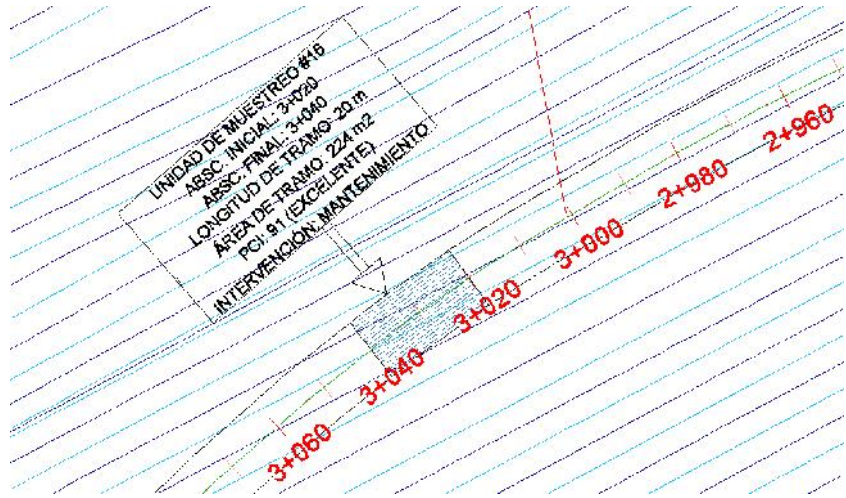
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 63. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U15



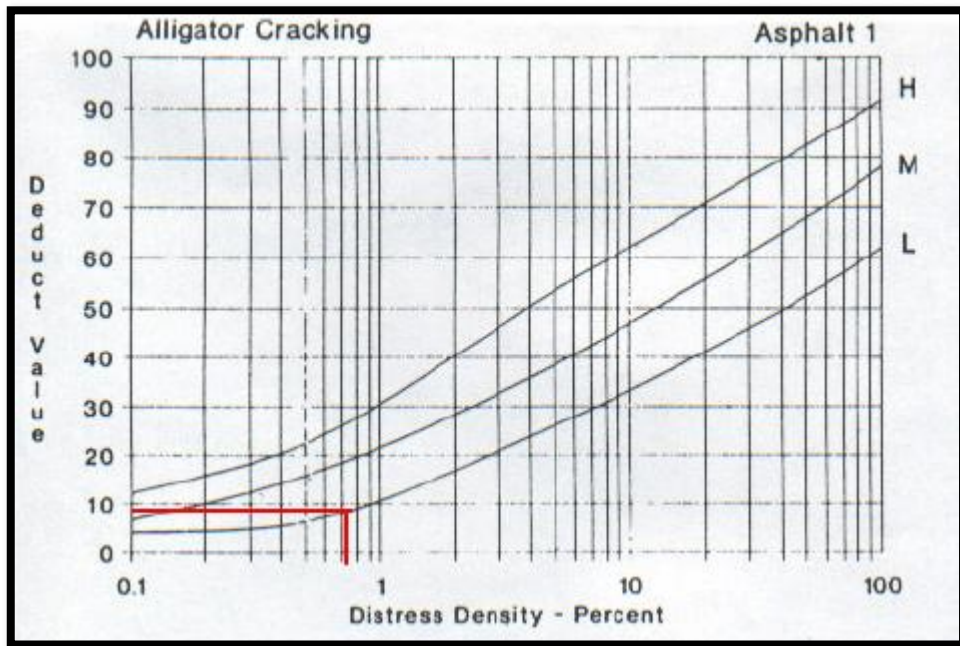
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

C-16 Registro de la Unidad de Muestreo U16, Tramo 1 de la Vía Ambato – Tisaleo

|  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | | | | | | | | |  | |
|---|--|----------------------------|---|----------------------|---------------------|---------------|-------|-----------------------------------|-------------------------|----------------|---|--------------|
| | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | | | | | | | | | | |
| | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | | |
| Información: | Proyecto: | Vía Ambato-Tisaleo/Tramo 1 | | | Responsable: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | Ancho de Carril: | 11.20 metros |
| | Abscisa Inicial: | 3+020 | Abscisa Final: | 3+040 | Unidad de Muestreo: | 16 | | Área de Muestreo: | 224 m ² | | Fecha de Evaluación: | 11/12/2019 |
| EVALUACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | |
| No. | Fallas | Unidad | Esquema | | | | | | | | | |
| 1 | Piel de Cocodrilo | m ² |  | | | | | | | | | |
| 2 | Exudación | m ² | | | | | | | | | | |
| 3 | Agrietamiento en Bloque | m ² | | | | | | | | | | |
| 4 | Abultamientos y Hundimientos | m | | | | | | | | | | |
| 5 | Corrugación | m ² | | | | | | | | | | |
| 6 | Depresión | m ² | | | | | | | | | | |
| 7 | Grieta de Borde | m | | | | | | | | | | |
| 8 | Grieta de Reflexión de Junta | m | | | | | | | | | | |
| 9 | Desnivel Carril/Berma | m | | | | | | | | | | |
| 10 | Grietas Longitudinales y Transversales | m | | | | | | | | | | |
| 11 | Parqueo y Acometidas de Servicios Públicos | m ² | | | | | | | | | | |
| 12 | Pulimiento de Agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| 13 | Huecos | Unidad | | | | | | | | | | |
| 14 | Cruce de Vía Férrea | m ² | | | | | | | | | | |
| 15 | Ahuellamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 16 | Desplazamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 17 | Grietas Parabólicas | m ² | | | | | | | | | | |
| 18 | Hinchamiento | m ² | | | | | | | | | | |
| 19 | Meteorización/Desprendimiento de agregados | m ² | | | | | | | | | | |
| Falla No. | Severidad | | | Cantidades Parciales | | | | Total | Densidad | Valor Deducido | | |
| | Bajo (L) | Medio (M) | Alto (H) | | | | | | | | | |
| 1 | x | | | 1.25 | 1.32 | | | 1.65 | 0.74 | 9 | | |
| 10 | X | | | 1.38 | | | | 1.38 | 0.62 | 0 | | |
| | | | | | | | | Valor Deducido Total (VDT) | | 9 | | |
| Número de Deducción >2 (q)= | | | | 2 | | | | | | | | |
| Mayor Valor Deducido (HDVi)= | | | | 9 | | | | | | | | |
| Numero Admisible de Deducidos (mi)= | | | | 9.36 | | | | | | | | |
| No. | Valores Deducidos | | | | | | Total | mi | VDC | | | |
| 1 | 9 | | | | | | 9 | 1 | 9 | | | |
| | | | | | | | | Máx (VDC) | | | | |
| Cálculo PCI | | | | PCI= | | 100-VDT | | PCI= | | | | |

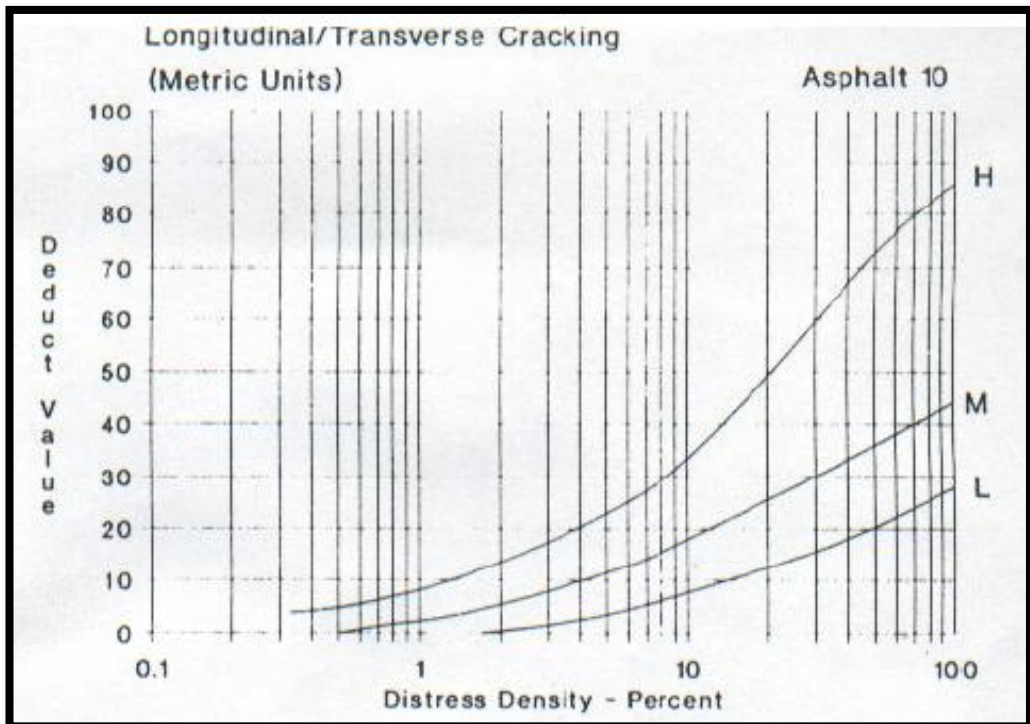
Fuente: Autor, 2020

Gráfica 64. Valores Deducidos para Piel de Cocodrilo Severidad L Unidad de Muestreo U16



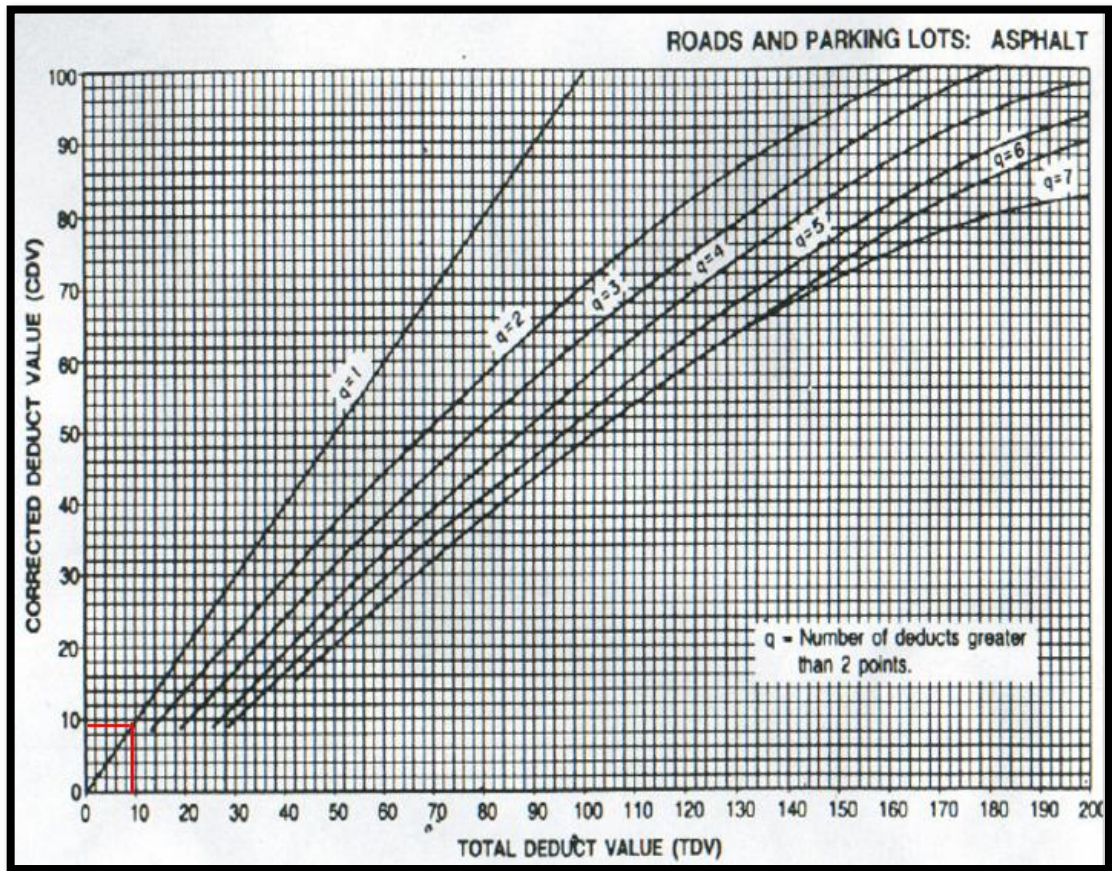
Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 65. Valores Deducidos para Grietas Longitudinales y Transversales Severidad L Unidad de Muestreo U16



Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

Gráfica 66. Valor Deducido Corregido (CDV) Unidad de Muestreo U16



Fuente: Manual Pavement Condition, 2002

ANEXO D

ESTUDIO DE SUELOS

CALICATA 1

UBICACIÓN

ABSCISA: 0+280

COORDENADA NORTE: 9858667



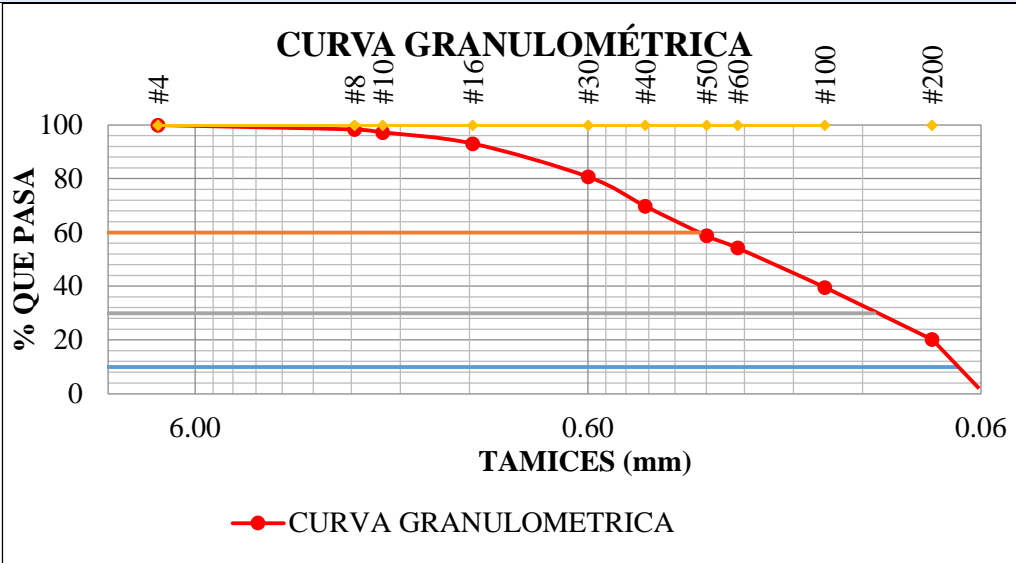
COORDENADA ESTE: 763481

PROFUNDIDAD: 1.10 m

ENSAYOS:



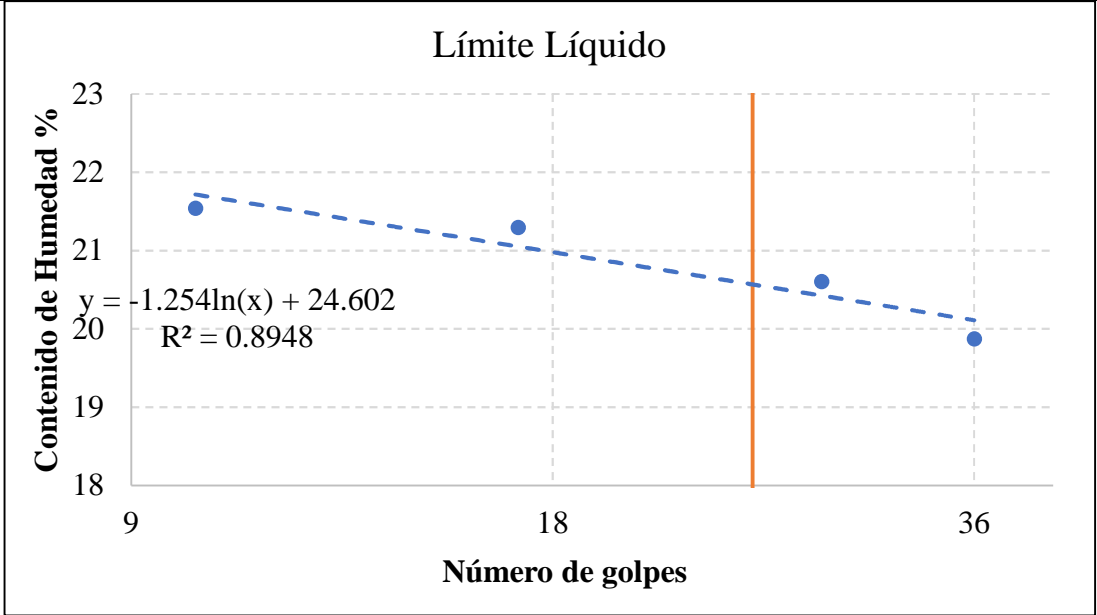
-) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
-) LIMITES DE ATTERBERG
-) PROCTOR MODIFICADO TIPO B
-) CBR
-) ENSAYO CARGA VS PENETRACIÓN
PARA CBR

D-1 Análisis Granulométrico Calicata 1

|  | | Universidad Técnica de Ambato | | | |  | |
|---|------------------------|---|------------------------------|--------------------------|------------|---|--|
| | | Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica | | | | | |
| | | Carrera de Ingeniería Civil | | | | | |
| Vía: | Ambato-Tisaleo Tramo 1 | | | Profundidad: | 1.10m | | |
| Normas: | AASHTO T 88 2013 | | | Fecha: | | | |
| Ensayado por: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | | |
| Muestra: | 1 | Coordenadas: | X: | 763481 | Y: | 9858667 | |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | | | | | |
| Tamiz # | mm | Peso Retenido Por Tamiz (gr) | Peso Retenido Acumulado (gr) | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | % Retenido | |
| #4 | 7.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | |
| #8 | 2.36 | 11.60 | 11.60 | 1.66 | 98.34 | 1.66 | |
| #10 | 2.00 | 7.60 | 19.20 | 2.74 | 97.26 | 1.09 | |
| #16 | 1.18 | 29.40 | 48.60 | 6.94 | 93.06 | 4.20 | |
| #30 | 0.60 | 86.40 | 135.00 | 19.29 | 80.71 | 12.34 | |
| #40 | 0.43 | 76.00 | 211.00 | 30.14 | 69.86 | 10.86 | |
| #50 | 0.30 | 77.20 | 288.20 | 41.17 | 58.83 | 11.03 | |
| #60 | 0.25 | 31.80 | 320.00 | 45.71 | 54.29 | 4.54 | |
| #100 | 0.15 | 103.00 | 423.00 | 60.43 | 39.57 | 14.71 | |
| #200 | 0.08 | 135.50 | 558.50 | 79.79 | 20.21 | 19.36 | |
| Pasa #200 | | 138.30 | 696.80 | 19.76 | 80.24 | 19.76 | |
| Peso Total (gr): | | 696.80 | | Peso Inicial (gr): | | 700.00 99.54 | |
| Curva Granulométrica | | | | | | | |
|  <p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</p> <p style="text-align: center;">—●— CURVA GRANULOMETRICA</p> | | | | | | | |
| Resultados | | | | | | | |
| Coeficientes de Uniformidad y Curvatura | | | | Fracciones de Partículas | | | |
| D10: | 0.069 | mm | Grava: | 0.00 | % | | |
| D30: | 0.112 | mm | Arena: | 79.79 | % | | |
| D60: | 0.312 | mm | Finos: | 19.76 | % | | |
| Cu: | 4.52 | | | | | | |
| Cc: | 0.58 | | | | | | |



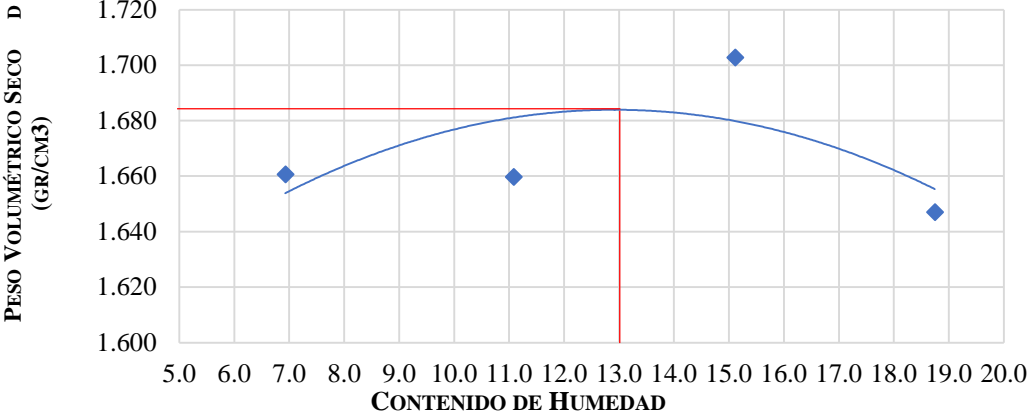
Fuente: Autor, 2020

D-2 Límites de Atterberg Calicata 1

|  | | Universidad Técnica de Ambato | | | |  | |
|--|------------------------|---|---------------|-------------------------|-------|---|-------------|
| | | Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica | | | | | |
| | | Carrera de Ingeniería Civil | | | | | |
| Vía: | Ambato-Tisaleo Tramo 1 | | | Profundidad: | 1.10m | | |
| Normas: | AASHTO T 89 2013 | | | Fecha: | | | |
| Ensayado por: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | | |
| Muestra: | 1 | Coordenadas: | X: | 763481 | Y: | 9858667 | |
| LÍMITES DE ATTERBERG | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | |
| Nº Recipiente | 15 | 63 | 25 | 02 | 68 | 34 | 77LA 07 |
| Peso Recipiente Wr | 11.40 | 11.10 | 10.80 | 17.70 | 10.80 | 11.20 | 11.40 17.50 |
| Rec + Muestra Húmeda (Wr+Wm) | 29.30 | 25.90 | 22.70 | 30.30 | 20.20 | 21.70 | 17.00 21.60 |
| Rec + Muestra Seca (Wr+Ws) | 26.10 | 23.30 | 20.60 | 28.10 | 18.60 | 19.90 | 16.10 20.90 |
| Peso de Agua (Ww) | 3.20 | 2.60 | 2.10 | 2.20 | 1.60 | 1.80 | 0.9 0.7 |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 14.70 | 12.20 | 9.80 | 10.40 | 7.80 | 8.70 | 4.70 3.40 |
| Contenido de Humedad (w%) | 21.77 | 21.31 | 21.43 | 21.15 | 20.51 | 20.69 | 19.15 20.59 |
| Promedio de W% | 21.54 | | 21.29 | | 20.60 | | 19.87 |
| # de Golpes | 10 | | 17 | | 28 | | 36 |
| GRÁFICA LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">Límite Líquido</p>  <p style="text-align: center;">Contenido de Humedad %</p> <p style="text-align: center;">Número de golpes</p> | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | |
| Nº Recipiente | 104 | 06 | 6E | 3E | 3B | | |
| Peso Recipiente Wr | 10.70 | 10.70 | 10.70 | 10.70 | 10.50 | | |
| Rec + Muestra Húmeda (Wr+Wm) | 11.90 | 11.80 | 11.50 | 11.30 | 12.00 | | |
| Rec + Muestra Seca (Wr+Ws) | 11.70 | 11.50 | 11.40 | 11.20 | 11.80 | | |
| Peso de Agua (Ww) | 0.20 | 0.30 | 0.10 | 0.10 | 0.20 | | |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 1.00 | 0.80 | 0.70 | 0.50 | 1.30 | | |
| Contenido de Humedad (w%) | 20.00 | 37.50 | 14.29 | 20.00 | 15.38 | | |
| Promedio de W% | 21.43 | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | |
| Límite Líquido | 20.57 | | | | % | | |
| Límite Plástico | 21.43 | | | | % | | |
| Índice de Plasticidad | -0.87 | | | | % | | |



Fuente: Autor, 2020

D-3 Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B Calicata 1

|  | | Universidad Técnica de Ambato | | | |  | | |
|--|------------------------|---|------------------|-------------------------|----------------------------------|---|-------|-------|
| | | Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica | | | | | | |
| | | Carrera de Ingeniería Civil | | | | | | |
| Vía: | Ambato-Tisaleo Tramo 1 | | | Profundidad: | 1.10m | | | |
| Normas: | AASHTO T 180 2018 | | | Fecha: | | | | |
| Ensayado por: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | | | |
| Muestra: | 1 | Coordenadas: | X: | 763481 | Y: | 9858667 | | |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO TIPO B | | | | | | | | |
| ESPECIFICACIONES | | | | | | | | |
| Número de Golpes | 56 | | Altura de Caída | 18 pulg | Peso de Molde (gr) | 15349 | | |
| Numero de Capas | 5 | | Peso de Martillo | 10 lb | Volumen Molde (cm ³) | 2311 | | |
| Energía de Compactación | | | Norma: | AASHTO T 180 2018 | | | | |
| Peso Inicial Deseado | 6000 | | 6000 | 6000 | 6000 | | | |
| 1. PROCESO DE COMPACTACIÓN | | | | | | | | |
| Ensayo N° | 1 | | 2 | 3 | 4 | | | |
| Humedad Inicial Añadida % | 7 | | 11 | 15 | 19 | | | |
| P. Rec + P. Suelo Húmedo (gr) | 19453 | | 19610 | 19879 | 19869 | | | |
| P. Suelo Húmedo Wm (gr) | 4104 | | 4261 | 4530 | 4520 | | | |
| P. unitario Húmedo m (gr/cm ³) | 1.776 | | 1.844 | 1.960 | 1.956 | | | |
| 2. CONTENIDOS DE HUMEDAD DETERMINADOS | | | | | | | | |
| N° Recipiente | 25 | 2 | 72 | 43 | 45 | 19 | 37 | 86 |
| Peso Recipiente Wr | 24.3 | 24 | 30.7 | 24.5 | 23.4 | 26.5 | 26 | 31.2 |
| Rec + Muestr Húmeda (Wr+Wm) | 113.3 | 132.7 | 101.4 | 135.8 | 129.4 | 138.2 | 162.9 | 133.8 |
| Rec + Muestr Seca (Wr+Ws) | 107.5 | 125.7 | 94.6 | 124.3 | 116.2 | 122.8 | 140.9 | 117.9 |
| Peso de Agua (Ww) | 83.2 | 101.7 | 63.9 | 99.8 | 92.8 | 96.3 | 114.9 | 86.7 |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 5.8 | 7 | 6.8 | 11.5 | 13.2 | 15.4 | 22 | 15.9 |
| Contenido de Humedad (w%) | 6.97 | 6.88 | 10.64 | 11.52 | 14.22 | 15.99 | 19.15 | 18.34 |
| Promedio de W% | 6.93 | | 11.08 | | 15.11 | | 18.74 | |
| P. Volumétrico Seco d (gr/cm ³) | 1.661 | | 1.660 | | 1.703 | | 1.647 | |
| 3. GRAFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p>  | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Máxima Densidad Seca | | | | 1.682 | | gr/cm ³ | | |
| Contenido de Humedad Óptimo | | | | 13 | | % | | |

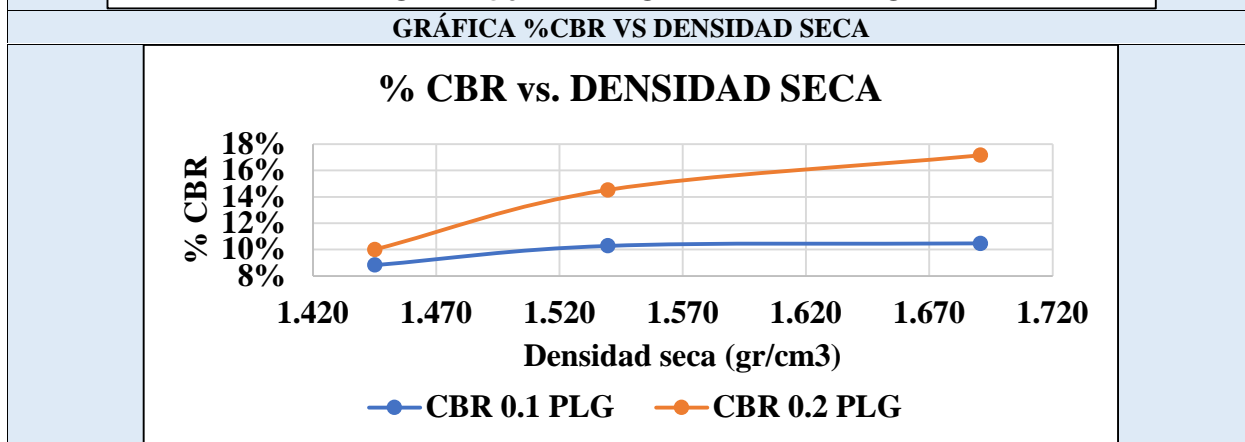
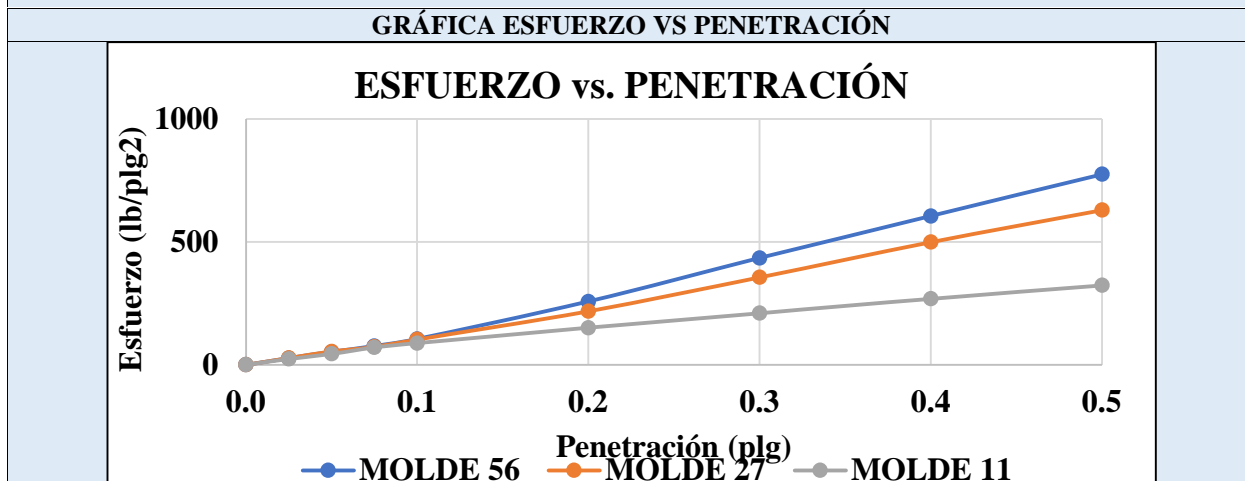
Fuente: Autor, 2020

D-4 Ensayo CBR Calicata 1

|  | Universidad Técnica de Ambato | | | | |  |
|---|---|--------------|---------------|-------------------------|---------|---|
| | Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica | | | | | |
| | Carrera de Ingeniería Civil | | | | | |
| Vía: | Ambato-Tisaleo Tramo 1 | | | Profundidad: | 1.10m | |
| Normas: | AASHTO T 180 2018 | | | Fecha: | | |
| Ensayado por: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | |
| Muestra: | 1 | Coordenadas: | X: | 763481 | Y: | 9858667 |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR | | | | | | |
| ESPECIFICACIONES | | | | | | |
| Tipo: | Proctor Modificado Tipo B | | | Peso de Martillo: | 10 lb | |
| Norma: | AASHTO T-180 | | | Altura de Caída: | 18 pulg | |
| Peso Muestra: | 6000 gr | | | Humedad Óptima: | 13.00% | |
| N° de Molde | 1 | | 2 | 3 | | |
| N° de Capas | 5 | | 5 | 5 | | |
| N° de Golpes | 56 | | 27 | 11 | | |
| DATOS DE MOLDEO | | | | | | |
| P. Molde + Muestra Húmeda (gr) | 13768 | | 12741 | 12318 | | |
| Peso Molde (gr) | 9165 | | 8724 | 8635 | | |
| P. Suelo Húmedo Wm (gr) | 4603 | | 4017 | 3683 | | |
| Volumen Muestra (cm ³) | 2408.49 | | 2309.69 | 2253.34 | | |
| P. Unitario Húmedo m (gr/cm ³) | 1.911 | | 1.739 | 1.634 | | |
| CONTENIDOS DE HUMEDAD | | | | | | |
| | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| N° Recipiente | 43 | 86 | 05 | 20 | 45 | 21 |
| Peso Recipiente Wr | 24.5 | 31.2 | 24.2 | 24.6 | 23.5 | 27.6 |
| Rec + Muestr Húmeda (Wr+Wm) | 130.1 | 121.7 | 114.9 | 109.8 | 127.4 | 132.0 |
| Rec + Muestr Seca (Wr+W _s) | 119.3 | 110.1 | 104.4 | 100.1 | 116.9 | 118.4 |
| Peso de Agua (W _w) | 10.8 | 11.6 | 10.5 | 9.7 | 10.5 | 13.6 |
| Peso Muestra Seca (W _s) | 94.8 | 78.9 | 80.2 | 75.5 | 93.4 | 90.8 |
| Contenido de Humedad (w%) | 11.39 | 14.70 | 13.09 | 12.85 | 11.24 | 14.98 |
| Promedio de W% | 13.05 | | 12.97 | | 13.11 | |
| P. Volumétrico Seco d (gr/cm ³) | 1.691 | | 1.540 | | 1.445 | |
| DATOS DESPUÉS DE SATURACIÓN | | | | | | |
| P. Molde + Muestra Húmeda (gr) | 13831 | | 12956 | 12721 | | |
| Peso Molde (gr) | 9165 | | 8724 | 8635 | | |
| P. Suelo Húmedo Wm (gr) | 4666 | | 4232 | 4086 | | |
| Masa Agua Absorbida | 63 | | 215 | 403 | | |
| % Agua Absorbida | 1.37% | | 5.35% | 10.94% | | |
| CONTENIDOS DE HUMEDAD | | | | | | |
| | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| N° Recipiente | 46 | 24 | 47 | 20 | 69 | 01 |
| Peso Recipiente Wr | 24.8 | 24.1 | 46.4 | 24.7 | 30.7 | 23.7 |
| Rec + Muestr Húmeda (Wr+Wm) | 132.9 | 121.7 | 136.4 | 104.8 | 129.1 | 127.4 |
| Rec + Muestr Seca (Wr+W _s) | 120.3 | 108.3 | 123.6 | 91.2 | 110.2 | 106.8 |
| Peso de Agua (W _w) | 12.6 | 13.4 | 12.8 | 13.6 | 18.9 | 20.6 |
| Peso Muestra Seca (W _s) | 95.5 | 84.2 | 77.2 | 66.5 | 79.5 | 83.1 |
| Contenido de Humedad (w%) | 13.19 | 15.91 | 16.58 | 20.45 | 23.77 | 24.79 |
| Promedio de W% | 14.55 | | 18.52 | | 24.28 | |

| ENSAYO CBR | | | | | | |
|--------------------|--------|--------------------------------|--------|--------------------------------|-------|--------------------------------|
| N° de Molde | 1 | | 2 | | 3 | |
| Penetración (pulg) | Dial | Presión (lb/plg ²) | Dial | Presión (lb/plg ²) | Dial | Presión (lb/plg ²) |
| 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| 0.025 | 80.7 | 26.9 | 82.6 | 27.5 | 70.5 | 23.5 |
| 0.050 | 159.1 | 53.0 | 162.1 | 54.0 | 133.4 | 44.5 |
| 0.075 | 229.2 | 76.4 | 219.7 | 73.2 | 211.2 | 70.4 |
| 0.100 | 314.2 | 104.7 | 308.9 | 103.0 | 265.2 | 88.4 |
| 0.200 | 772.3 | 257.4 | 653.7 | 217.9 | 450.9 | 150.3 |
| 0.300 | 1303.3 | 434.4 | 1067.8 | 355.9 | 630.5 | 210.2 |
| 0.400 | 1816.8 | 605.6 | 1496.9 | 499.0 | 806.1 | 268.7 |
| 0.500 | 2326.8 | 775.6 | 1888.9 | 629.6 | 969.1 | 323.0 |

| PORCENTAJES DE CBR CORREGIDOS | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------|--------------------------------|-------------|---------------|
| N° de Molde | Presión (lb/plg ²) | CBR 0.1 plg | Densidad Seca | Presión (lb/plg ²) | CBR 0.2 plg | Densidad Seca |
| 1 | 104.73 | 10.47% | 1.691 | 257.43 | 17.16% | 1.691 |
| 2 | 102.97 | 10.30% | 1.540 | 217.90 | 14.53% | 1.540 |
| 3 | 88.40 | 8.84% | 1.445 | 150.30 | 10.02% | 1.445 |



| RESULTADOS | | | |
|----------------------|-------|--------------------------|---------------|
| Densidad Seca Máxima | | 1.682 gr/cm ³ | |
| DSM | | %CBR 0.1 plg | % CBR 0.2 plg |
| 95% | 1.598 | 10.48 | 15.75 |
| %CBR Max | | 15.75 | |

Fuente: Autor, 2020

CALICATA 2

UBICACIÓN

ABSCISA: 1+520

COORDENADA NORTE: 9858063

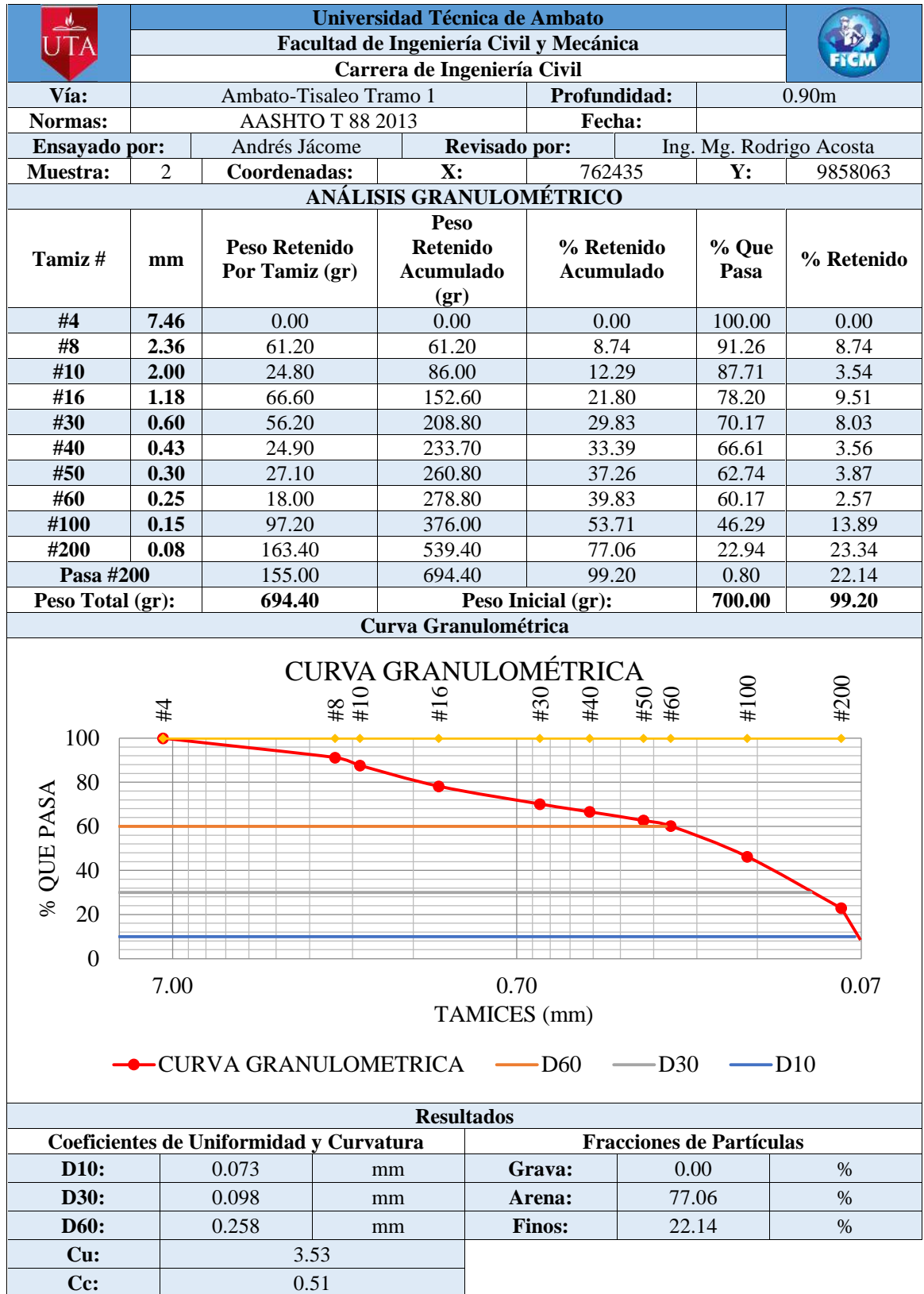
COORDENADA ESTE: 762435

PROFUNDIDAD: 0.90 m

ENSAYOS:



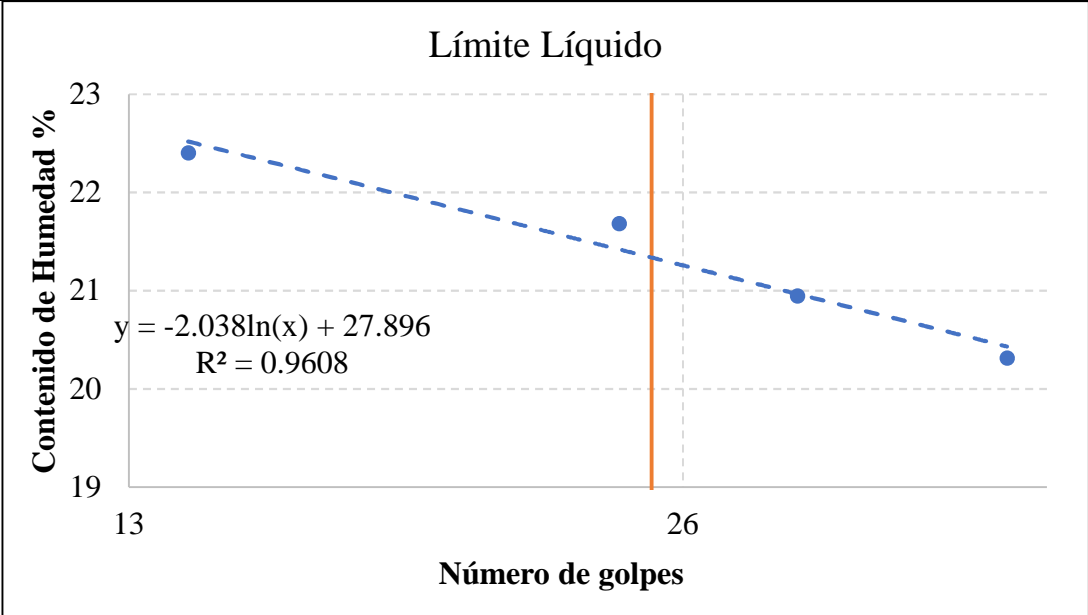
-) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
-) LIMITES DE ATTERBERG
-) PROCTOR MODIFICADO TIPO B
-) CBR
-) ENSAYO CARGA VS PENETRACIÓN
PARA CBR

D-5 Análisis Granulométrico Calicata 2





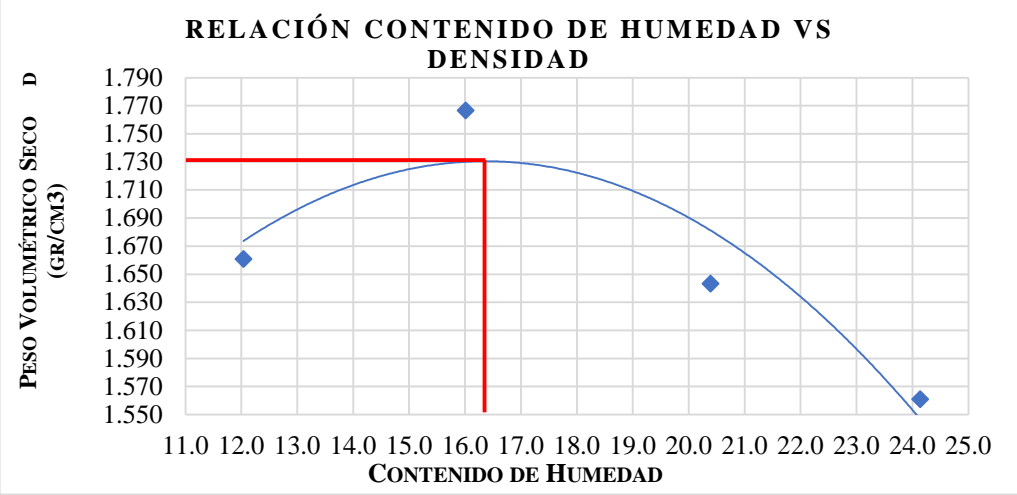
Fuente: Autor, 2020

D-6 Límites de Atterberg Calicata 2

|  | | Universidad Técnica de Ambato | | | |  | | |
|--|------------------------|---|---------------|-------------------------|--------|---|-------|-------|
| | | Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica | | | | | | |
| | | Carrera de Ingeniería Civil | | | | | | |
| Vía: | Ambato-Tisaleo Tramo 1 | | | Profundidad: | 0.90 m | | | |
| Normas: | AASHTO T 89 2013 | | | Fecha: | | | | |
| Ensayado por: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | | | |
| Muestra: | 2 | Coordenadas: | X: | 762435 | Y: | 9858063 | | |
| LÍMITES DE ATTERBERG | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | |
| Nº Recipiente | 19V | 75 | 63 | 71 | 10A | 62 | 72 | 74 |
| Peso Recipiente Wr | 11.40 | 10.80 | 11.10 | 11.30 | 10.90 | 11.00 | 12.10 | 11.50 |
| Rec + Muestra Húmeda (Wr+Wm) | 24.00 | 21.70 | 20.10 | 22.50 | 31.10 | 21.40 | 29.40 | 21.50 |
| Rec + Muestra Seca (Wr+Ws) | 21.70 | 19.70 | 18.50 | 20.50 | 27.60 | 19.60 | 26.50 | 19.80 |
| Peso de Agua (Ww) | 2.30 | 2.00 | 1.60 | 2.00 | 3.50 | 1.80 | 2.90 | 1.70 |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 10.30 | 8.90 | 7.40 | 9.20 | 16.70 | 8.60 | 14.40 | 8.30 |
| Contenido de Humedad (w%) | 22.33 | 22.47 | 21.62 | 21.74 | 20.96 | 20.93 | 20.14 | 20.48 |
| Promedio de W% | 22.40 | | 21.68 | | 20.94 | | 20.31 | |
| # de Golpes | 14 | | 24 | | 30 | | 39 | |
| GRÁFICA LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | |
|  <p style="text-align: center;">Límite Líquido</p> <p style="text-align: center;">$y = -2.038\ln(x) + 27.896$ $R^2 = 0.9608$</p> | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | | |
| Nº Recipiente | 17 | 74 | R1 | 62 | 61 | | | |
| Peso Recipiente Wr | 10.90 | 10.70 | 5.90 | 5.90 | 6.00 | | | |
| Rec + Muestra Húmeda (Wr+Wm) | 13.10 | 11.70 | 7.60 | 6.50 | 7.10 | | | |
| Rec + Muestra Seca (Wr+Ws) | 12.70 | 11.50 | 7.30 | 6.40 | 6.90 | | | |
| Peso de Agua (Ww) | 0.40 | 0.20 | 0.30 | 0.10 | 0.20 | | | |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 1.80 | 0.80 | 1.40 | 0.50 | 0.90 | | | |
| Contenido de Humedad (w%) | 22.22 | 25.00 | 21.43 | 20.00 | 22.22 | | | |
| Promedio de W% | 22.17 | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Límite Líquido | 21.34 | | | | % | | | |
| Límite Plástico | 22.17 | | | | % | | | |
| Índice de Plasticidad | -0.84 | | | | % | | | |



Fuente: Autor, 2020

D-7 Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B Calicata 2

| | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------|---|-------|
|  | Universidad Técnica de Ambato | | | | | |  | |
| | Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica | | | | | | | |
| | Carrera de Ingeniería Civil | | | | | | | |
| Vía: | Ambato-Tisaleo Tramo 1 | | | Profundidad: | 0.90m | | | |
| Normas: | AASHTO T 180 2018 | | | Fecha: | | | | |
| Ensayado por: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | | | |
| Muestra: | 2 | Coordenadas: | X: | 762435 | Y: | 9858063 | | |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO TIPO B | | | | | | | | |
| ESPECIFICACIONES | | | | | | | | |
| Número de Golpes | 56 | Altura de Caída | 18 pulg | Peso de Molde (gr) | 15109 | | | |
| Numero de Capas | 5 | Peso de Martillo | 10 lb | Volumen Molde (cm³) | 2233 | | | |
| Energía de Compactación | | | Norma: | AASHTO T 180 2018 | | | | |
| Peso Inicial Deseado | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | | | | |
| 1. PROCESO DE COMPACTACIÓN | | | | | | | | |
| Ensayo N° | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Humedad Inicial Añadida % | 12 | 16 | 20 | 24 | | | | |
| P. Rec + P. Suelo Húmedo (gr) | 19264 | 19686 | 19527 | 19436 | | | | |
| P. Suelo Húmedo Wm (gr) | 4155 | 4577 | 4418 | 4327 | | | | |
| P. unitario Húmedo m (gr/cm³) | 1.861 | 2.050 | 1.978 | 1.938 | | | | |
| 2. CONTENIDOS DE HUMEDAD DETERMINADOS | | | | | | | | |
| N° Recipiente | 53 | 83 | 84 | 1 | 45 | 31 | 46 | 90 |
| Peso Recipiente Wr | 30.9 | 30.9 | 30.9 | 23.8 | 23.4 | 24.4 | 24.8 | 30.7 |
| Rec + Muestr Húmeda (Wr+Wm) | 109.7 | 88.6 | 117.3 | 87.8 | 131.6 | 124 | 133.7 | 128.9 |
| Rec + Muestr Seca (Wr+Ws) | 101.1 | 82.5 | 105.6 | 78.8 | 113.2 | 107.2 | 112.2 | 110.1 |
| Peso de Agua (Ww) | 70.2 | 51.6 | 74.7 | 55 | 89.8 | 82.8 | 87.4 | 79.4 |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 8.6 | 6.1 | 11.7 | 9 | 18.4 | 16.8 | 21.5 | 18.8 |
| Contenido de Humedad (w%) | 12.25 | 11.82 | 15.66 | 16.36 | 20.49 | 20.29 | 24.60 | 23.68 |
| Promedio de W% | 12.04 | | 16.01 | | 20.39 | | 24.14 | |
| P. Volumétrico Seco d (gr/cm³) | 1.661 | | 1.767 | | 1.643 | | 1.561 | |
| 3. GRAFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| <p>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p>  | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Máxima Densidad Seca | | | | 1.731 | gr/cm³ | | | |
| Contenido de Humedad Óptimo | | | | 16.3 | % | | | |

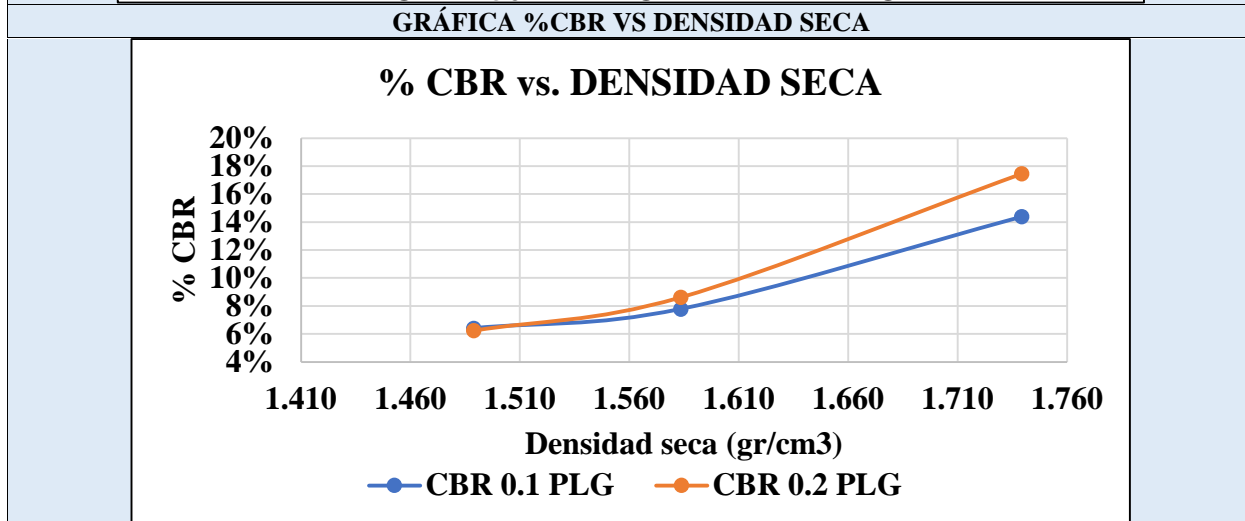
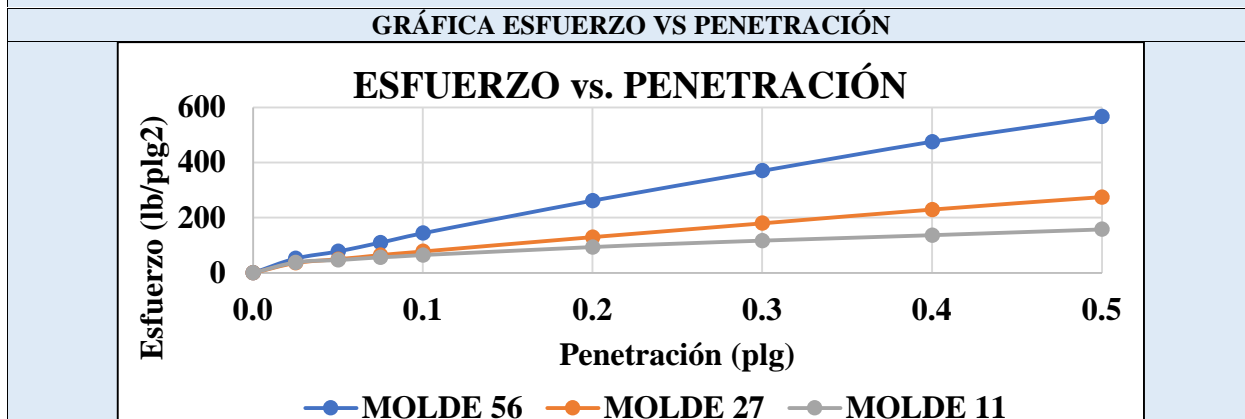
Fuente: Autor, 2020

D-8 Ensayo CBR Calicata 2

|  | Universidad Técnica de Ambato | | | | |  |
|---|---|--------------|---------------|-------------------------|---------|---|
| | Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica | | | | | |
| | Carrera de Ingeniería Civil | | | | | |
| Vía: | Ambato-Tisaleo Tramo 1 | | | Profundidad: | 0.90m | |
| Normas: | AASHTO T 180 2018 | | | Fecha: | | |
| Ensayado por: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | |
| Muestra: | 2 | Coordenadas: | X: | 762435 | Y: | 9858063 |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR | | | | | | |
| ESPECIFICACIONES | | | | | | |
| Tipo: | Proctor Modificado Tipo B | | | Peso de Martillo: | 10 lb | |
| Norma: | AASHTO T-180 | | | Altura de Caída: | 18 pulg | |
| Peso Muestra: | 6000 gr | | | Humedad Óptima: | 16.30 % | |
| N° de Molde | 1 | | 2 | 3 | | |
| N° de Capas | 5 | | 5 | 5 | | |
| N° de Golpes | 56 | | 27 | 11 | | |
| DATOS DE MOLDEO | | | | | | |
| P. Molde + Muestra Húmeda (gr) | 14039 | | 12978 | 12538 | | |
| Peso Molde (gr) | 9165 | | 8724 | 8635 | | |
| P. Suelo Húmedo Wm (gr) | 4874 | | 4254 | 3903 | | |
| Volumen Muestra (cm ³) | 2408.49 | | 2309.69 | 2253.34 | | |
| P. Unitario Húmedo m (gr/cm ³) | 2.024 | | 1.842 | 1.732 | | |
| CONTENIDOS DE HUMEDAD | | | | | | |
| | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| N° Recipiente | 27 | 33 | 76 | 71 | 484 | 83 |
| Peso Recipiente Wr | 25.2 | 31.1 | 30.7 | 30.6 | 30.7 | 30.8 |
| Rec + Muestr Húmeda (Wr+Wm) | 110.7 | 102.2 | 130.5 | 127.3 | 129.6 | 119.2 |
| Rec + Muestr Seca (Wr+Ws) | 99.3 | 91.7 | 117.6 | 112.7 | 117.2 | 105.5 |
| Peso de Agua (Ww) | 11.4 | 10.5 | 12.9 | 14.6 | 12.4 | 13.7 |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 74.1 | 60.6 | 86.9 | 82.1 | 86.5 | 74.7 |
| Contenido de Humedad (w%) | 15.38 | 17.33 | 14.84 | 17.78 | 14.34 | 18.34 |
| Promedio de W% | 16.36 | | 16.31 | | 16.34 | |
| P. Volumétrico Seco d (gr/cm ³) | 1.739 | | 1.583 | | 1.489 | |
| DATOS DESPUÉS DE SATURACIÓN | | | | | | |
| P. Molde + Muestra Húmeda (gr) | 14134 | | 13239 | 12873 | | |
| Peso Molde (gr) | 9165 | | 8724 | 8635 | | |
| P. Suelo Húmedo Wm (gr) | 4969 | | 4515 | 4238 | | |
| Masa Agua Absorbida | 95 | | 261 | 335 | | |
| % Agua Absorbida | 1.95% | | 6.14% | 8.58% | | |
| CONTENIDOS DE HUMEDAD | | | | | | |
| | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| N° Recipiente | 44 | 56 | 83 | 05 | 23 | 76 |
| Peso Recipiente Wr | 26.1 | 30.5 | 30.8 | 24.2 | 25.1 | 30.7 |
| Rec + Muestr Húmeda (Wr+Wm) | 97.6 | 106.7 | 86.1 | 131.2 | 106.5 | 98.4 |
| Rec + Muestr Seca (Wr+Ws) | 87.1 | 94.2 | 76.3 | 110.7 | 91.1 | 83.9 |
| Peso de Agua (Ww) | 10.5 | 12.5 | 9.8 | 20.5 | 15.4 | 14.5 |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 61 | 63.7 | 45.5 | 86.5 | 66 | 53.2 |
| Contenido de Humedad (w%) | 17.21 | 19.62 | 21.54 | 23.70 | 23.33 | 27.26 |
| Promedio de W% | 18.42 | | 22.62 | | 25.29 | |

| ENSAYO CBR | | | | | | |
|--------------------|--------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------|
| N° de Molde | 1 | | 2 | | 3 | |
| Penetración (pulg) | Dial | Presión (lb/plg ²) | Dial | Presión (lb/plg ²) | Dial | Presión (lb/plg ²) |
| 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.025 | 157.1 | 52.4 | 107.9 | 36.0 | 114.5 | 38.2 |
| 0.050 | 234.6 | 78.2 | 148.9 | 49.6 | 139.5 | 46.5 |
| 0.075 | 329.3 | 109.8 | 192.9 | 64.3 | 168.9 | 56.3 |
| 0.100 | 431.8 | 143.9 | 234.0 | 78.0 | 192.9 | 64.3 |
| 0.200 | 786.0 | 262.0 | 388.5 | 129.5 | 281.6 | 93.9 |
| 0.300 | 1110.3 | 370.1 | 540.1 | 180.0 | 350.8 | 116.9 |
| 0.400 | 1425.5 | 475.2 | 688.7 | 229.6 | 410.4 | 136.8 |
| 0.500 | 1700.8 | 566.9 | 824.3 | 274.8 | 474.3 | 158.1 |

| PORCENTAJES DE CBR CORREGIDOS | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------|--------------------------------|-------------|---------------|
| N° de Molde | Presión (lb/plg ²) | CBR 0.1 plg | Densidad Seca | Presión (lb/plg ²) | CBR 0.2 plg | Densidad Seca |
| 1 | 143.93 | 14.39% | 1.739 | 262.00 | 17.47% | 1.739 |
| 2 | 78.00 | 7.80% | 1.583 | 129.50 | 8.63% | 1.583 |
| 3 | 64.30 | 6.43% | 1.489 | 93.87 | 6.26% | 1.489 |



| RESULTADOS | | |
|----------------------|--------------|--------------------|
| Densidad Seca Máxima | 1.739 | gr/cm ³ |
| DSM | %CBR 0.1 plg | % CBR 0.2 plg |
| 95% | 1.652 | 10.52 |
| %CBR Max | 12.31 | 12.31 |

Fuente: Autor, 2020

CALICATA 3

UBICACIÓN

ABSCISA: 2+400

COORDENADA NORTE: 9857271

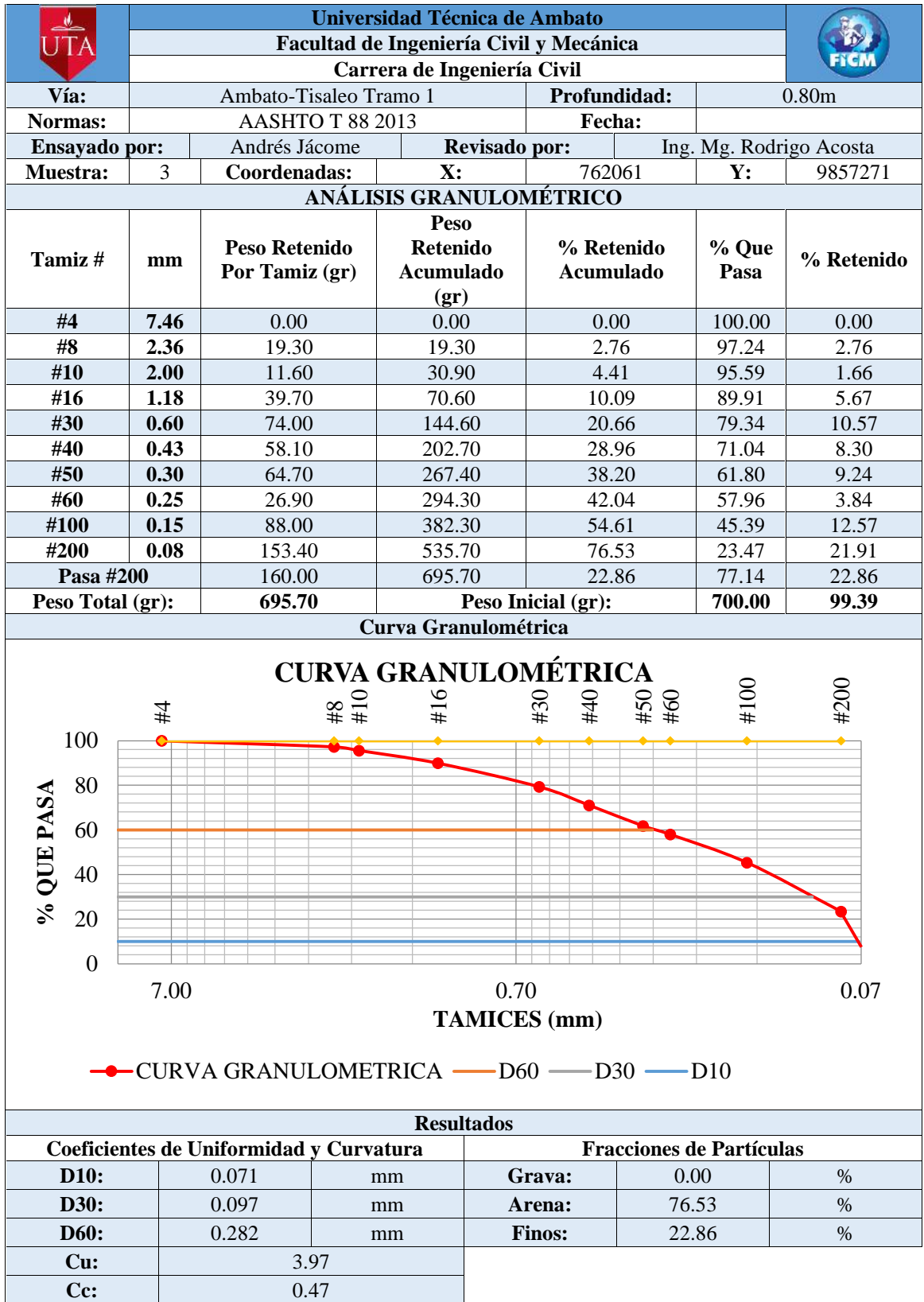
COORDENADA ESTE: 762061

PROFUNDIDAD: 0.80 m

ENSAYOS:



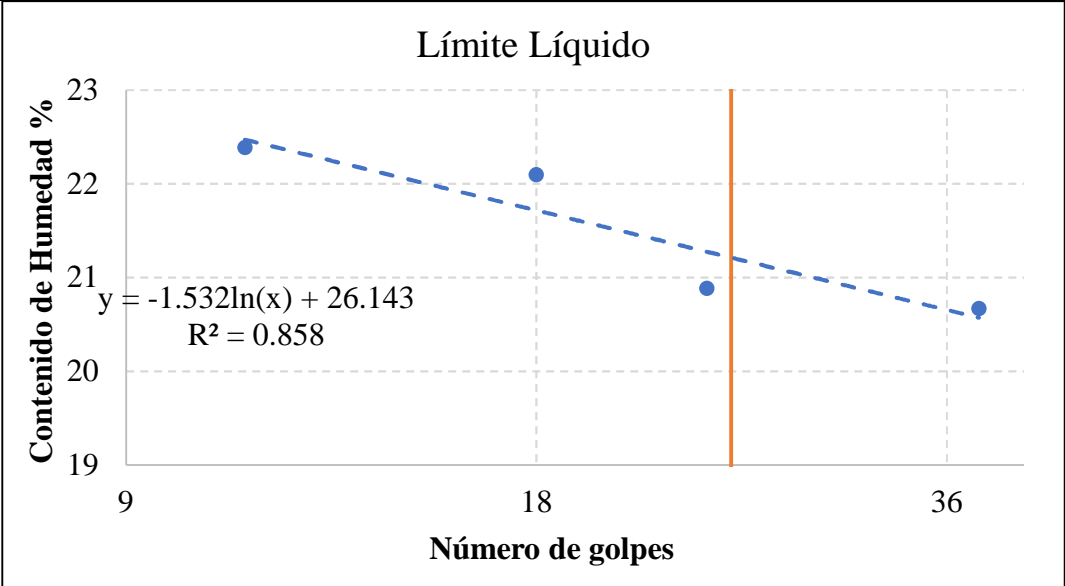
- J ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- J LIMITES DE ATTERBERG
- J PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- J CBR
- J ENSAYO CARGA VS PENETRACIÓN
PARA CBR

D-9 Análisis Granulométrico Calicata 3





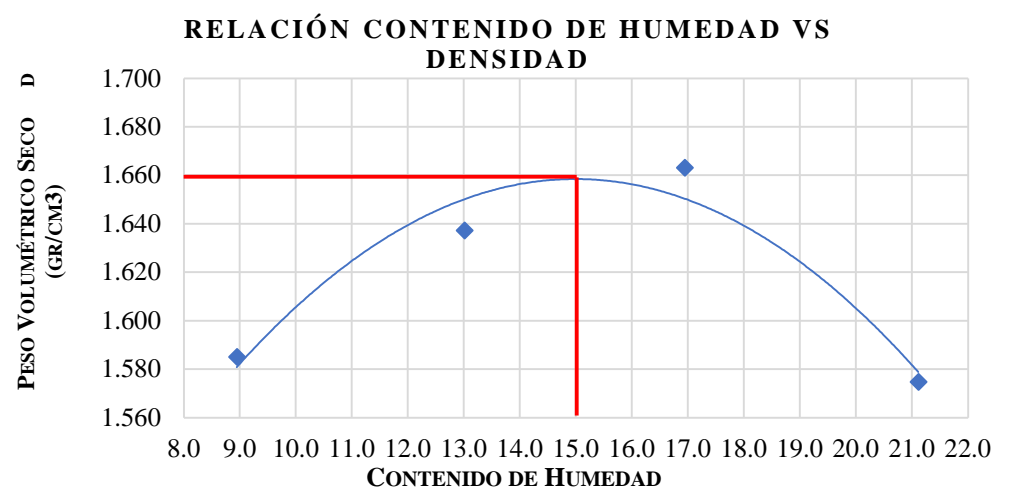
Fuente: Autor, 2020

D-10 Límites de Atterberg Calicata 3

|  | | Universidad Técnica de Ambato | | | | | |  | |
|---|------------------------|---|-------|---------------|-------------------------|---------|-------|---|--|
| | | Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica | | | | | | | |
| | | Carrera de Ingeniería Civil | | | | | | | |
| Vía: | Ambato-Tisaleo Tramo 1 | | | | Profundidad: | 0.80m | | | |
| Normas: | AASHTO T 89 2013 | | | | Fecha: | | | | |
| Ensayado por: | Andrés Jácome | | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | | | |
| Muestra: | 3 | Coordenadas: | X: | 762061 | Y: | 9857271 | | | |
| LÍMITES DE ATTERBERG | | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | | |
| Nº Recipiente | 73 | 64 | 04 | 41 | 04 | 13LA | 03 | 01 | |
| Peso Recipiente Wr | 11.20 | 11.30 | 11.20 | 11.00 | 17.40 | 11.10 | 18.00 | 17.50 | |
| Rec + Muestra Húmeda (Wr+Wm) | 20.40 | 22.90 | 27.30 | 22.00 | 20.50 | 19.80 | 24.60 | 26.60 | |
| Rec + Muestra Seca (Wr+Ws) | 18.70 | 20.80 | 24.40 | 20.00 | 20.00 | 18.20 | 23.50 | 25.00 | |
| Peso de Agua (Ww) | 1.70 | 2.10 | 2.90 | 2.00 | 0.50 | 1.60 | 1.10 | 1.60 | |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 7.50 | 9.50 | 13.20 | 9.00 | 2.60 | 7.10 | 5.50 | 7.50 | |
| Contenido de Humedad (w%) | 22.67 | 22.11 | 21.97 | 22.22 | 19.23 | 22.54 | 20.00 | 21.33 | |
| Promedio de W% | 22.39 | | 22.10 | | 20.80 | | 20.67 | | |
| # de Golpes | 11 | | 18 | | 24 | | 38 | | |
| GRÁFICA LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">Límite Líquido</p>  <p style="text-align: center;">Contenido de Humedad %</p> <p style="text-align: center;">Número de golpes</p> <p style="text-align: center;">$y = -1.532\ln(x) + 26.143$ $R^2 = 0.858$</p> | | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | | | |
| Nº Recipiente | 10 | 47 | 33 | 03 | 56 | | | | |
| Peso Recipiente Wr | 7.40 | 7.50 | 6.10 | 6.10 | 7.50 | | | | |
| Rec + Muestra Húmeda (Wr+Wm) | 8.00 | 7.90 | 6.60 | 7.50 | 8.60 | | | | |
| Rec + Muestra Seca (Wr+Ws) | 7.90 | 7.80 | 6.50 | 7.20 | 8.40 | | | | |
| Peso de Agua (Ww) | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.30 | 0.20 | | | | |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 0.50 | 0.30 | 0.40 | 1.10 | 0.90 | | | | |
| Contenido de Humedad (w%) | 20.00 | 33.33 | 25.00 | 27.27 | 22.22 | | | | |
| Promedio de W% | 25.57 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | |
| Límite Líquido | 21.21 | | | | % | | | | |
| Límite Plástico | 25.57 | | | | % | | | | |
| Índice de Plasticidad | -4.35 | | | | % | | | | |



Fuente: Autor, 2020

D-11 Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B Calicata 3

|  | | Universidad Técnica de Ambato | | | |  | | |
|--|------------------------|---|-------------------|----------------------------------|-------|---|-------|-------|
| | | Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica | | | | | | |
| | | Carrera de Ingeniería Civil | | | | | | |
| Vía: | Ambato-Tisaleo Tramo 1 | | | Profundidad: | 0.80m | | | |
| Normas: | AASHTO T 180 2018 | | | Fecha: | | | | |
| Ensayado por: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | | | |
| Muestra: | 3 | Coordenadas: | X: | 762061 | Y: | 9857271 | | |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO TIPO B | | | | | | | | |
| ESPECIFICACIONES | | | | | | | | |
| Número de Golpes | 56 | Altura de Caída | 18 pulg | Peso de Molde (gr) | 15349 | | | |
| Numero de Capas | 5 | Peso de Martillo | 10 lb | Volumen Molde (cm ³) | 2311 | | | |
| Energía de Compactación | Norma: | | AASHTO T 180 2018 | | | | | |
| Peso Inicial Deseado | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | | | | |
| 1. PROCESO DE COMPACTACIÓN | | | | | | | | |
| Ensayo N° | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Humedad Inicial Añadida % | 9 | 13 | 17 | 21 | | | | |
| P. Rec + P. Suelo Húmedo (gr) | 19340 | 19625 | 19844 | 19757 | | | | |
| P. Suelo Húmedo Wm (gr) | 3991 | 4276 | 4495 | 4408 | | | | |
| P. unitario Húmedo m (gr/cm ³) | 1.727 | 1.850 | 1.945 | 1.907 | | | | |
| 2. CONTENIDOS DE HUMEDAD DETERMINADOS | | | | | | | | |
| N° Recipiente | 31 | 1 | 484 | 53 | 44 | 54 | 26 | 83 |
| Peso Recipiente Wr | 24.3 | 24 | 30.7 | 24.5 | 26.1 | 30.6 | 23.1 | 30.8 |
| Rec + Muestr Húmeda (Wr+Wm) | 119.4 | 119.2 | 144.4 | 124.6 | 133.3 | 121.7 | 101.1 | 155.7 |
| Rec + Muestr Seca (Wr+Ws) | 110.6 | 112.4 | 131.4 | 113 | 113.6 | 112.4 | 89.3 | 131.2 |
| Peso de Agua (Ww) | 86.3 | 88.4 | 100.7 | 88.5 | 87.5 | 81.8 | 66.2 | 100.4 |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 8.8 | 6.8 | 13 | 11.6 | 19.7 | 9.3 | 11.8 | 24.5 |
| Contenido de Humedad (w%) | 10.20 | 7.69 | 12.91 | 13.11 | 22.51 | 11.37 | 17.82 | 24.40 |
| Promedio de W% | 8.94 | | 13.01 | | 16.94 | | 21.11 | |
| P. Volumétrico Seco d (gr/cm ³) | 1.585 | | 1.637 | | 1.663 | | 1.575 | |
| 3. GRAFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p>  | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Máxima Densidad Seca | | | | 1.660 | | gr/cm ³ | | |
| Contenido de Humedad Óptimo | | | | 15 | | % | | |

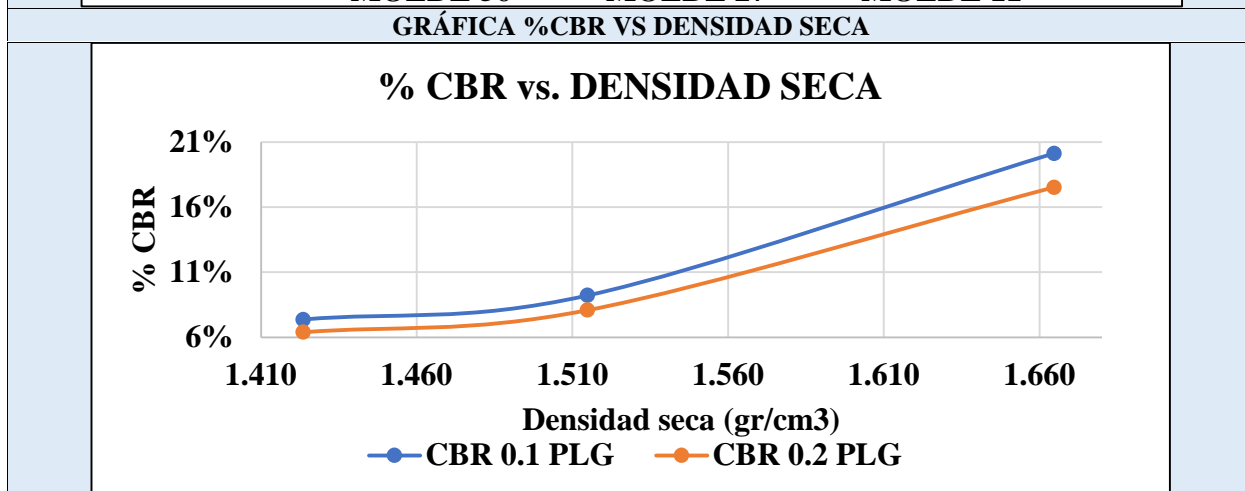
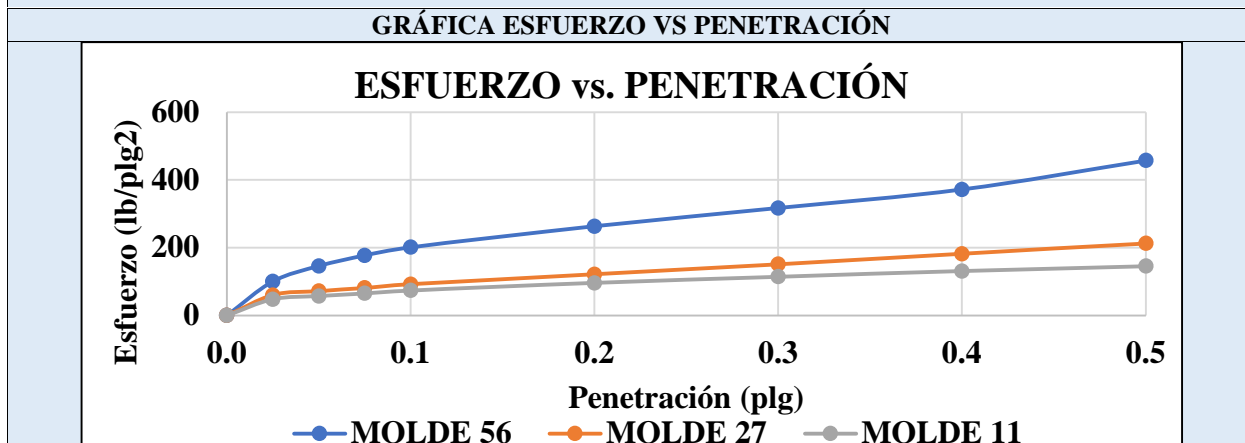
Fuente: Autor, 2020

D-12 Ensayo CBR Calicata 3

|  | Universidad Técnica de Ambato | | | | |  |
|---|---|--------------|---------------|-------------------------|---------|---|
| | Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica | | | | | |
| | Carrera de Ingeniería Civil | | | | | |
| Vía: | Ambato-Tisaleo Tramo 1 | | | Profundidad: | 0.80m | |
| Normas: | AASHTO T 180 2018 | | | Fecha: | | |
| Ensayado por: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | |
| Muestra: | 3 | Coordenadas: | X: | 762061 | Y: | 9857271 |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR | | | | | | |
| ESPECIFICACIONES | | | | | | |
| Tipo: | Proctor Modificado Tipo B | | | Peso de Martillo: | 10 lb | |
| Norma: | AASHTO T-180 | | | Altura de Caída: | 18 pulg | |
| Peso Muestra: | 6000 gr | | | Humedad Óptima: | 15.00 % | |
| N° de Molde | 1 | | 2 | 3 | | |
| N° de Capas | 5 | | 5 | 5 | | |
| N° de Golpes | 56 | | 27 | 11 | | |
| DATOS DE MOLDEO | | | | | | |
| P. Molde + Muestra Húmeda (gr) | 13775 | | 12748 | 12326 | | |
| Peso Molde (gr) | 9165 | | 8724 | 8635 | | |
| P. Suelo Húmedo Wm (gr) | 4610 | | 4024 | 3691 | | |
| Volumen Muestra (cm ³) | 2408.49 | | 2309.69 | 2253.34 | | |
| P. Unitario Húmedo m (gr/cm ³) | 1.914 | | 1.742 | 1.638 | | |
| CONTENIDOS DE HUMEDAD | | | | | | |
| | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| N° Recipiente | 58 | 49A | 25 | 37A | 40geo | 49 |
| Peso Recipiente Wr | 30.3 | 30.5 | 24.3 | 25.9 | 24.1 | 30.5 |
| Rec + Muestr Húmeda (Wr+Wm) | 136.4 | 119.8 | 115.2 | 119.6 | 120.4 | 141.1 |
| Rec + Muestr Seca (Wr+Ws) | 123.5 | 107.4 | 103.9 | 106.8 | 108.7 | 125.6 |
| Peso de Agua (Ww) | 12.9 | 12.4 | 11.3 | 12.8 | 11.7 | 15.5 |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 93.2 | 76.9 | 79.6 | 80.9 | 84.6 | 95.1 |
| Contenido de Humedad (w%) | 13.84 | 16.12 | 14.20 | 15.82 | 13.83 | 16.30 |
| Promedio de W% | 14.98 | | 15.01 | | 15.06 | |
| P. Volumétrico Seco d (gr/cm ³) | 1.665 | | 1.515 | | 1.424 | |
| DATOS DESPUÉS DE SATURACIÓN | | | | | | |
| P. Molde + Muestra Húmeda (gr) | 13873 | | 12993 | 12762 | | |
| Peso Molde (gr) | 9165 | | 8724 | 8635 | | |
| P. Suelo Húmedo Wm (gr) | 4708 | | 4269 | 4127 | | |
| Masa Agua Absorbida | 98 | | 245 | 436 | | |
| % Agua Absorbida | 2.13% | | 6.09% | 11.81% | | |
| CONTENIDOS DE HUMEDAD | | | | | | |
| | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| N° Recipiente | 43 | 01 | 37 | 61 | 17 | 04 |
| Peso Recipiente Wr | 24.3 | 23.7 | 26.1 | 30.2 | 24.7 | 40.6 |
| Rec + Muestr Húmeda (Wr+Wm) | 98.6 | 108.4 | 115.7 | 132.2 | 100.5 | 150.1 |
| Rec + Muestr Seca (Wr+Ws) | 88.3 | 95 | 101.1 | 112.4 | 85.2 | 125.9 |
| Peso de Agua (Ww) | 10.3 | 13.4 | 14.6 | 19.8 | 15.3 | 24.2 |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 64 | 71.3 | 75 | 82.2 | 60.5 | 85.3 |
| Contenido de Humedad (w%) | 16.09 | 18.79 | 19.47 | 24.09 | 25.29 | 28.37 |
| Promedio de W% | 17.44 | | 21.78 | | 26.83 | |

| ENSAYO CBR | | | | | | |
|--------------------|--------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------|
| N° de Molde | 1 | | 2 | | 3 | |
| Penetración (pulg) | Dial | Presión (lb/plg ²) | Dial | Presión (lb/plg ²) | Dial | Presión (lb/plg ²) |
| 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| 0.025 | 301.1 | 100.4 | 180.6 | 60.2 | 144.1 | 48.0 |
| 0.050 | 438.8 | 146.3 | 215.7 | 71.9 | 171.5 | 57.2 |
| 0.075 | 531.5 | 177.2 | 243.7 | 81.2 | 196.3 | 65.4 |
| 0.100 | 604.4 | 201.5 | 276.9 | 92.3 | 221.4 | 73.8 |
| 0.200 | 789.2 | 263.1 | 364.6 | 121.5 | 288.1 | 96.0 |
| 0.300 | 951.6 | 317.2 | 454.5 | 151.5 | 343.9 | 114.6 |
| 0.400 | 1115.2 | 371.7 | 546.5 | 182.2 | 393 | 131.0 |
| 0.500 | 1372.8 | 457.6 | 638.4 | 212.8 | 437.4 | 145.8 |

| PORCENTAJES DE CBR CORREGIDOS | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------|--------------------------------|-------------|---------------|
| N° de Molde | Presión (lb/plg ²) | CBR 0.1 plg | Densidad Seca | Presión (lb/plg ²) | CBR 0.2 plg | Densidad Seca |
| 1 | 201.47 | 20.15% | 1.665 | 263.07 | 17.54% | 1.665 |
| 2 | 92.30 | 9.23% | 1.515 | 121.53 | 8.10% | 1.515 |
| 3 | 73.80 | 7.38% | 1.424 | 96.03 | 6.40% | 1.424 |



| RESULTADOS | | |
|----------------------|--------------|--------------------|
| Densidad Seca Máxima | 1.660 | gr/cm ³ |
| DSM | %CBR 0.1 plg | % CBR 0.2 plg |
| 95% | 1.577 | 11.75 |
| %CBR Max | 13.42 | 13.42 |

Fuente: Autor, 2020

CALICATA 4

UBICACIÓN

ABSCISA: 3+170

COORDENADA NORTE: 9857493

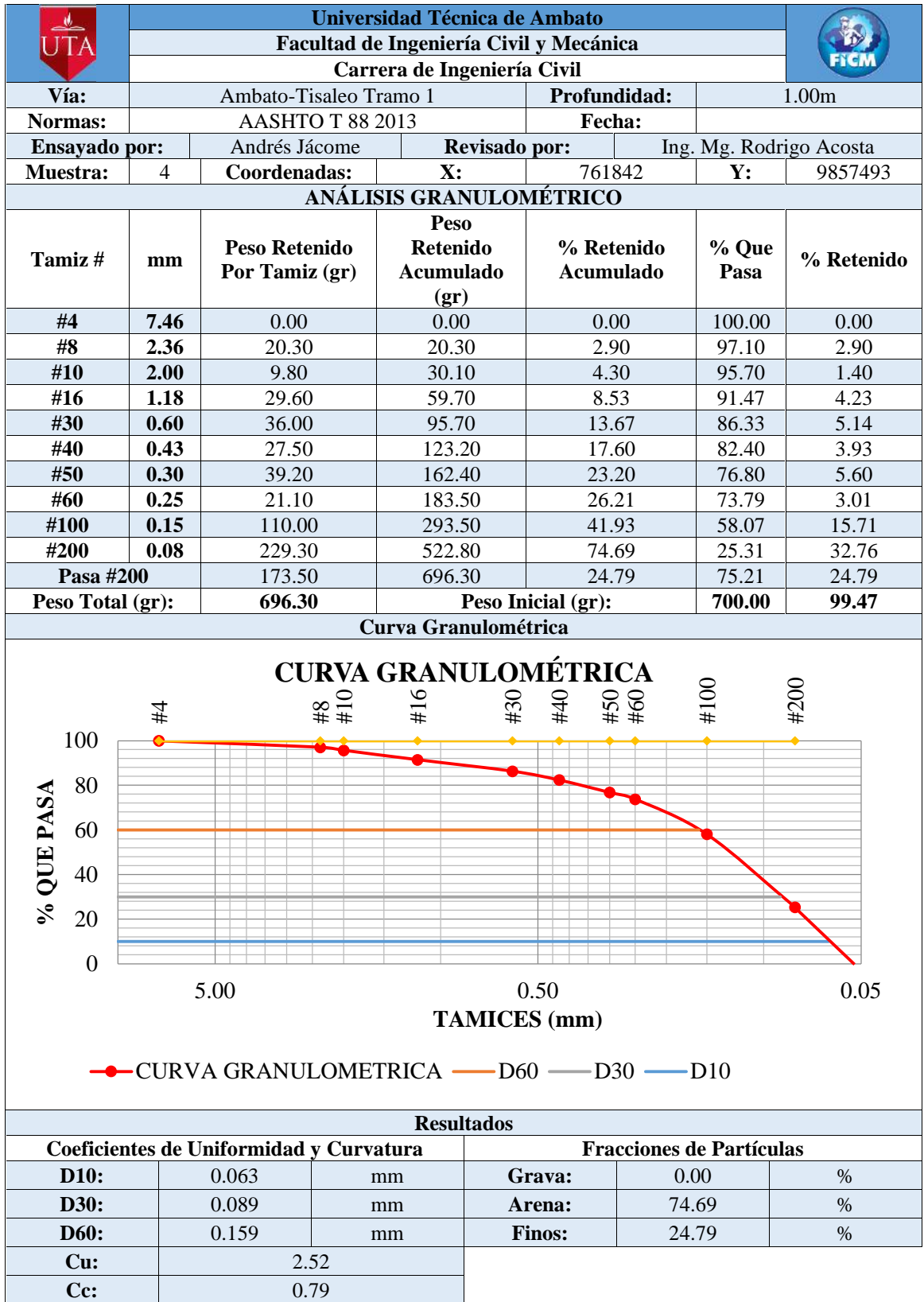
COORDENADA ESTE: 761842

PROFUNDIDAD: 1.00 m

ENSAYOS:



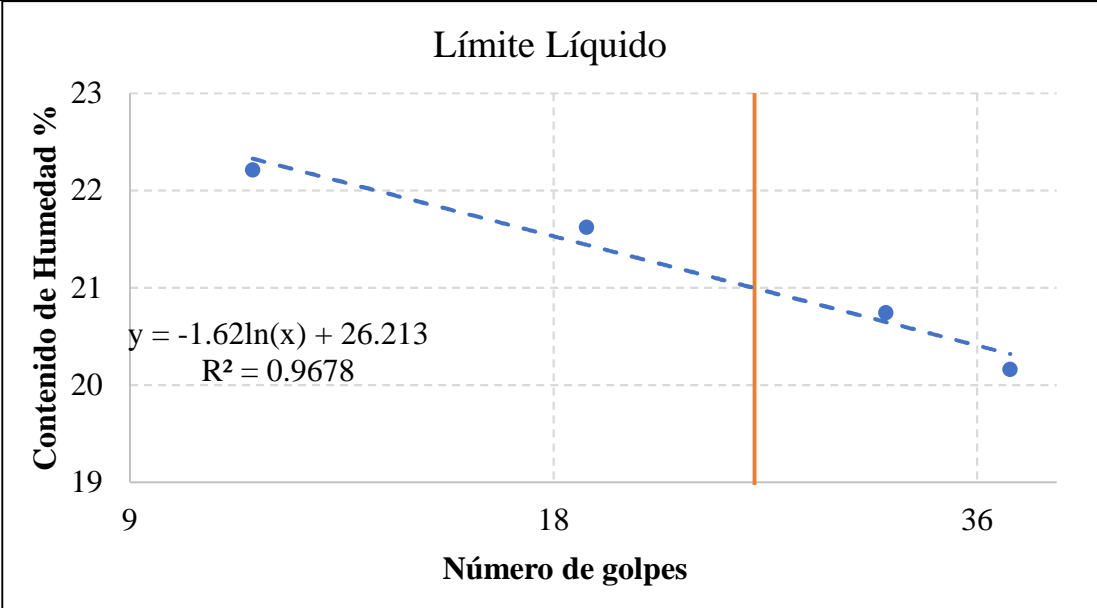
- J ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
- J LIMITES DE ATTERBERG
- J PROCTOR MODIFICADO TIPO B
- J CBR
- J ENSAYO CARGA VS PENETRACIÓN
PARA CBR

D-13 Análisis Granulométrico Calicata 4





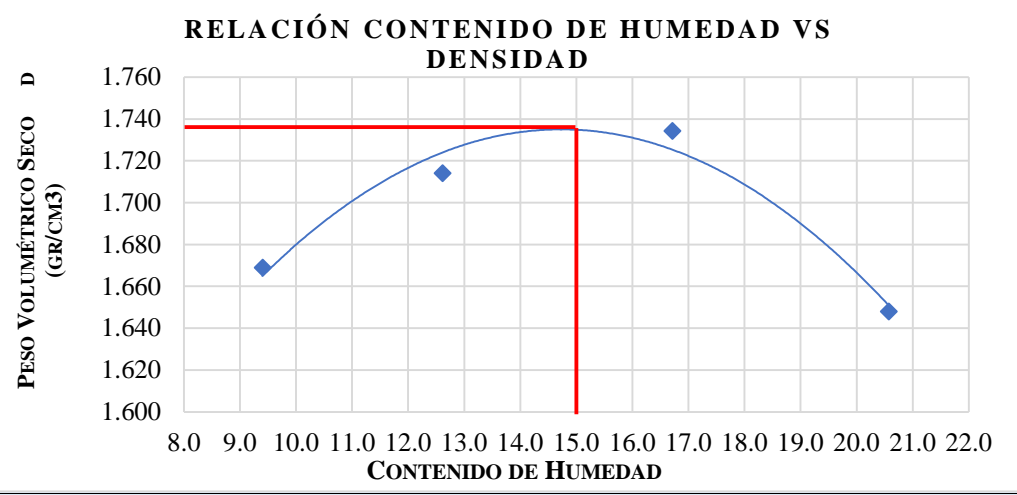
Fuente: Autor, 2020

D-14 Límites de Atterberg Calicata 4

|  | | Universidad Técnica de Ambato | | | |  | | |
|--|------------------------|---|---------------|-------------------------|-------|---|-------|-------|
| | | Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica | | | | | | |
| | | Carrera de Ingeniería Civil | | | | | | |
| Vía: | Ambato-Tisaleo Tramo 1 | | | Profundidad: | 1.00m | | | |
| Normas: | AASHTO T 89 2013 | | | Fecha: | | | | |
| Ensayado por: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | | | |
| Muestra: | 4 | Coordenadas: | X: | 761842 | Y: | 9857493 | | |
| LÍMITES DE ATTERBERG | | | | | | | | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | |
| Nº Recipiente | 65 | 39V | 77 | 62 | 42 | 70 | 31 | 11 |
| Peso Recipiente Wr | 10.80 | 11.70 | 11.40 | 11.00 | 11.80 | 10.80 | 11.40 | 11.10 |
| Rec + Muestra Húmeda (Wr+Wm) | 21.30 | 24.30 | 27.20 | 26.70 | 28.60 | 30.10 | 33.90 | 29.70 |
| Rec + Muestra Seca (Wr+Ws) | 19.40 | 22.00 | 24.40 | 23.90 | 25.70 | 26.80 | 30.10 | 26.60 |
| Peso de Agua (Ww) | 1.90 | 2.30 | 2.80 | 2.80 | 2.90 | 3.30 | 3.80 | 3.10 |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 8.60 | 10.30 | 13.00 | 12.90 | 13.90 | 16.00 | 18.70 | 15.50 |
| Contenido de Humedad (w%) | 22.09 | 22.33 | 21.54 | 21.71 | 20.83 | 20.63 | 20.32 | 20.00 |
| Promedio de W% | 22.21 | | 21.62 | | 20.74 | | 20.16 | |
| # de Golpes | 11 | | 19 | | 31 | | 38 | |
| GRÁFICA LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">Límite Líquido</p>  <p style="text-align: center;">Contenido de Humedad %</p> <p style="text-align: center;">Número de golpes</p> | | | | | | | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | | | | | | | | |
| Nº Recipiente | 47 | 200 | P3 | 104 | 41 | | | |
| Peso Recipiente Wr | 7.40 | 10.70 | 10.70 | 10.70 | 6.10 | | | |
| Rec + Muestra Húmeda (Wr+Wm) | 7.90 | 11.60 | 11.90 | 12.30 | 7.30 | | | |
| Rec + Muestra Seca (Wr+Ws) | 7.80 | 11.40 | 11.70 | 11.90 | 7.10 | | | |
| Peso de Agua (Ww) | 0.10 | 0.20 | 0.20 | 0.40 | 0.20 | | | |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 0.40 | 0.70 | 1.00 | 1.20 | 1.00 | | | |
| Contenido de Humedad (w%) | 25.00 | 28.57 | 20.00 | 33.33 | 20.00 | | | |
| Promedio de W% | 25.38 | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Límite Líquido | 21.00 | | | | % | | | |
| Límite Plástico | 25.38 | | | | % | | | |
| Índice de Plasticidad | -4.38 | | | | % | | | |



Fuente: Autor, 2020

D-15 Ensayo de Compactación Proctor Modificado Tipo B Calicata 4

|  | | Universidad Técnica de Ambato | | | |  | | |
|--|------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-----------|---|-------|-------|
| | | Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica | | | | | | |
| | | Carrera de Ingeniería Civil | | | | | | |
| Vía: | Ambato-Tisaleo Tramo 1 | | | Profundidad: | 1.00m | | | |
| Normas: | AASHTO T 180 2018 | | | Fecha: | | | | |
| Ensayado por: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | | | |
| Muestra: | 4 | Coordenadas: | X: | 761842 | Y: | 9857493 | | |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO TIPO B | | | | | | | | |
| ESPECIFICACIONES | | | | | | | | |
| Número de Golpes | 56 | | Altura de Caída | 18 pulg | | Peso de Molde (gr) | 15109 | |
| Numero de Capas | 5 | | Peso de Martillo | 10 lb | | Volumen Molde (cm³) | 2233 | |
| Energía de Compactación | | | Norma: | AASHTO T 180 2018 | | | | |
| Peso Inicial Deseado | 6000 | | 6000 | 6000 | | 6000 | | |
| 1. PROCESO DE COMPACTACIÓN | | | | | | | | |
| Ensayo N° | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| Humedad Inicial Añadida % | 9 | | 13 | | 17 | | 21 | |
| P. Rec + P. Suelo Húmedo (gr) | 19186 | | 19419 | | 19629 | | 19546 | |
| P. Suelo Húmedo Wm (gr) | 4077 | | 4310 | | 4520 | | 4437 | |
| P. unitario Húmedo m (gr/cm³) | 1.826 | | 1.930 | | 2.024 | | 1.987 | |
| 2. CONTENIDOS DE HUMEDAD DETERMINADOS | | | | | | | | |
| N° Recipiente | 54 | 86 | 25 | 44 | 19 | 72 | 2 | 26 |
| Peso Recipiente Wr | 30.7 | 31.2 | 24.2 | 26.1 | 26.5 | 30.8 | 24 | 23.1 |
| Rec + Muestr Húmeda (Wr+Wm) | 118.1 | 95.1 | 97.7 | 99.1 | 110.7 | 90.4 | 121.5 | 115 |
| Rec + Muestr Seca (Wr+Ws) | 110.2 | 89.9 | 89.2 | 91.2 | 98.6 | 81.9 | 105 | 99.2 |
| Peso de Agua (Ww) | 79.5 | 58.7 | 65 | 65.1 | 72.1 | 51.1 | 81 | 76.1 |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 7.9 | 5.2 | 8.5 | 7.9 | 12.1 | 8.5 | 16.5 | 15.8 |
| Contenido de Humedad (w%) | 9.94 | 8.86 | 13.08 | 12.14 | 16.78 | 16.63 | 20.37 | 20.76 |
| Promedio de W% | 9.40 | | 12.61 | | 16.71 | | 20.57 | |
| P. Volumétrico Seco d (gr/cm³) | 1.669 | | 1.714 | | 1.734 | | 1.648 | |
| 3. GRAFICA DE DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA | | | | | | | | |
| <p>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p>  | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Máxima Densidad Seca | | | | 1.739 | | gr/cm³ | | |
| Contenido de Humedad Óptimo | | | | 15 | | % | | |

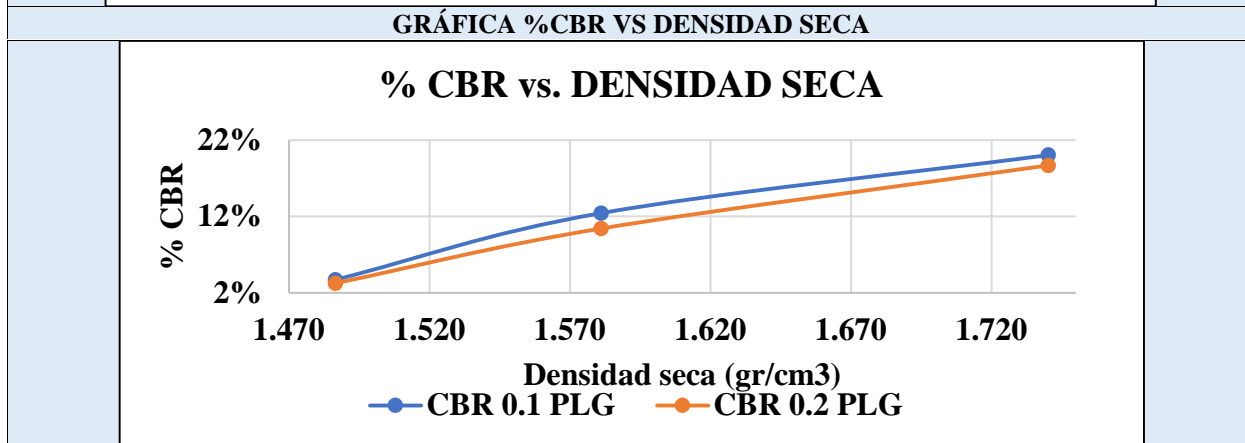
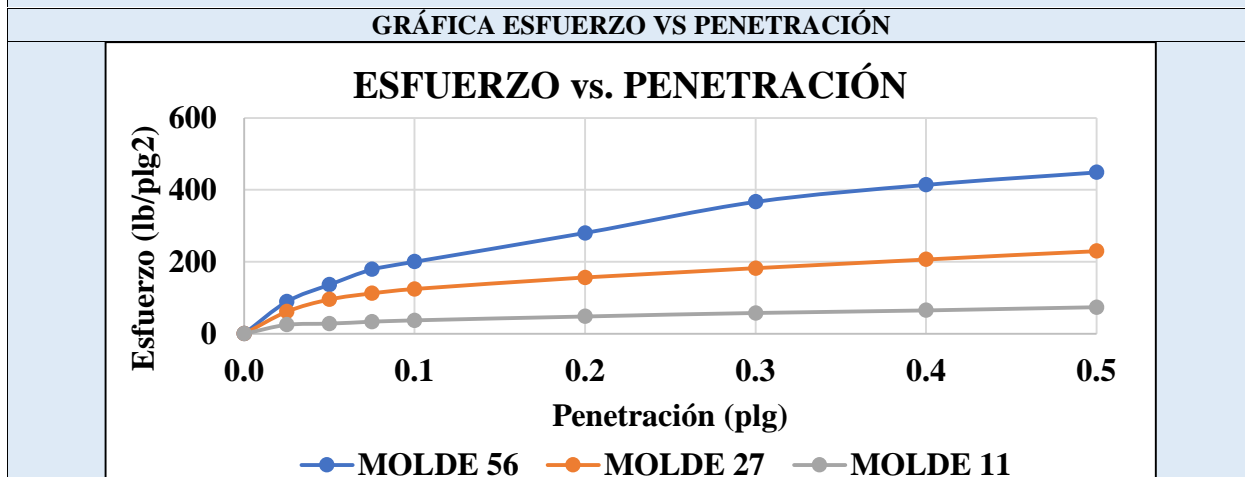
Fuente: Autor, 2020

D-16 Ensayo CBR Calicata 4

|  | Universidad Técnica de Ambato | | | | |  |
|---|---|--------------|---------------|-------------------------|---------|---|
| | Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica | | | | | |
| | Carrera de Ingeniería Civil | | | | | |
| Vía: | Ambato-Tisaleo Tramo 1 | | | Profundidad: | 1.00m | |
| Normas: | AASHTO T 180 2018 | | | Fecha: | | |
| Ensayado por: | Andrés Jácome | | Revisado por: | Ing. Mg. Rodrigo Acosta | | |
| Muestra: | 4 | Coordenadas: | X: | 761842 | Y: | 9857493 |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR | | | | | | |
| ESPECIFICACIONES | | | | | | |
| Tipo: | Proctor Modificado Tipo B | | | Peso de Martillo: | 10 lb | |
| Norma: | AASHTO T-180 | | | Altura de Caída: | 18 pulg | |
| Peso Muestra: | 6000 gr | | | Humedad Óptima: | 16.00 % | |
| N° de Molde | 1 | | 2 | 3 | | |
| N° de Capas | 5 | | 5 | 5 | | |
| N° de Golpes | 56 | | 27 | 11 | | |
| DATOS DE MOLDEO | | | | | | |
| P. Molde + Muestra Húmeda (gr) | 13986 | | 12928 | 12490 | | |
| Peso Molde (gr) | 9165 | | 8724 | 8635 | | |
| P. Suelo Húmedo Wm (gr) | 4821 | | 4204 | 3855 | | |
| Volumen Muestra (cm ³) | 2408.49 | | 2309.69 | 2253.34 | | |
| P. Unitario Húmedo m (gr/cm ³) | 2.002 | | 1.820 | 1.711 | | |
| CONTENIDOS DE HUMEDAD | | | | | | |
| | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| N° Recipiente | A | B | C | D | E | F |
| Peso Recipiente Wr | 9.9 | 10 | 9.8 | 9.8 | 9.7 | 9.7 |
| Rec + Muestr Húmeda (Wr+Wm) | 70.2 | 79.3 | 80.1 | 68.4 | 65.6 | 58.5 |
| Rec + Muestr Seca (Wr+Ws) | 62.8 | 69.7 | 71.6 | 60.1 | 59.1 | 51.4 |
| Peso de Agua (Ww) | 7.4 | 9.6 | 8.5 | 8.3 | 6.5 | 7.1 |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 52.9 | 59.7 | 61.8 | 50.3 | 49.4 | 41.7 |
| Contenido de Humedad (w%) | 13.99 | 16.08 | 13.75 | 16.50 | 13.16 | 17.03 |
| Promedio de W% | 15.03 | | 15.13 | 15.09 | | |
| P. Volumétrico Seco d (gr/cm ³) | 1.740 | | 1.581 | 1.486 | | |
| DATOS DESPUÉS DE SATURACIÓN | | | | | | |
| P. Molde + Muestra Húmeda (gr) | 14089 | | 13242 | 12992 | | |
| Peso Molde (gr) | 9165 | | 8724 | 8635 | | |
| P. Suelo Húmedo Wm (gr) | 4924 | | 4518 | 4357 | | |
| Masa Agua Absorbida | 103 | | 314 | 502 | | |
| % Agua Absorbida | 2.14% | | 7.47% | 13.02% | | |
| CONTENIDOS DE HUMEDAD | | | | | | |
| | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| N° Recipiente | G | T12 | I | J | K | L |
| Peso Recipiente Wr | 9.9 | 7.2 | 9.9 | 9.9 | 9.3 | 10 |
| Rec + Muestr Húmeda (Wr+Wm) | 61.3 | 63.8 | 64.2 | 70 | 75.7 | 78.6 |
| Rec + Muestr Seca (Wr+Ws) | 53.9 | 55.2 | 54.2 | 58.4 | 61.3 | 62.7 |
| Peso de Agua (Ww) | 7.4 | 8.6 | 10 | 11.6 | 14.4 | 15.9 |
| Peso Muestra Seca (Ws) | 44 | 48 | 44.3 | 48.5 | 52 | 52.7 |
| Contenido de Humedad (w%) | 16.82 | 17.92 | 22.57 | 23.92 | 27.69 | 30.17 |
| Promedio de W% | 17.37 | | 23.25 | 28.93 | | |

| ENSAYO CBR | | | | | | |
|--------------------|--------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------|
| N° de Molde | 1 | | 2 | | 3 | |
| Penetración (pulg) | Dial | Presión (lb/plg ²) | Dial | Presión (lb/plg ²) | Dial | Presión (lb/plg ²) |
| 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| 0.025 | 268.0 | 89.3 | 184.3 | 61.4 | 74.8 | 24.9 |
| 0.050 | 409.5 | 136.5 | 287.0 | 95.7 | 84.3 | 28.1 |
| 0.075 | 537.3 | 179.1 | 337.6 | 112.5 | 100.3 | 33.4 |
| 0.100 | 601.7 | 200.6 | 373.1 | 124.4 | 110.9 | 37.0 |
| 0.200 | 841.2 | 280.4 | 468.8 | 156.3 | 145.4 | 48.5 |
| 0.300 | 1101.7 | 367.2 | 547.2 | 182.4 | 173.4 | 57.8 |
| 0.400 | 1243.1 | 414.4 | 619.9 | 206.6 | 196 | 65.3 |
| 0.500 | 1347.7 | 449.2 | 690.1 | 230.0 | 221 | 73.7 |

| PORCENTAJES DE CBR CORREGIDOS | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------|--------------------------------|-------------|---------------|
| N° de Molde | Presión (lb/plg ²) | CBR 0.1 plg | Densidad Seca | Presión (lb/plg ²) | CBR 0.2 plg | Densidad Seca |
| 1 | 200.57 | 20.06% | 1.740 | 280.40 | 18.69% | 1.740 |
| 2 | 124.37 | 12.44% | 1.581 | 156.27 | 10.42% | 1.581 |
| 3 | 36.97 | 3.70% | 1.486 | 48.47 | 3.23% | 1.486 |



| RESULTADOS | | |
|----------------------|--------------|--------------------|
| Densidad Seca Máxima | 1.739 | gr/cm ³ |
| DSM | %CBR 0.1 plg | % CBR 0.2 plg |
| 95% | 1.652 | 14.17 |
| %CBR Max | 16.09 | 16.09 |



Fuente: Autor, 2020

ANEXO E

FOTOGRAFÍAS

E-1 Fotografías

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Estación total plantada</p> | <p>Levantamiento Topográfico</p> |
|  |  |
| <p>Excavación de calicatas</p> | <p>Extracción de muestra de suelo</p> |

| | |
|--|---|
|  |  |
| <p>Viga Benkelman armada</p> | <p>Volqueta ubicada en punto inicial (0)</p> |
|  |  |
| <p>Ubicación de la viga benkelman</p> | <p>Toma de temperatura en el pavimento</p> |



Identificación del tipo de fallas



Medición de longitudes de las fallas



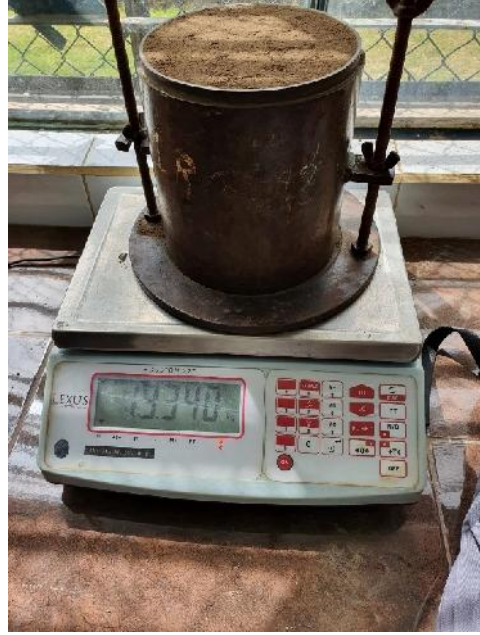
Ensayo de granulometría



Ensayo de copa de casa grande



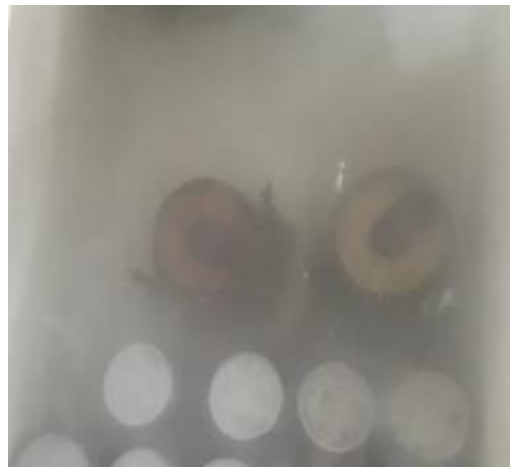
Ensayo limite plástico



Cilindro compactado mediante ensayo proctor modificado tipo B



Compactación de muestra con humedad óptima (CBR)

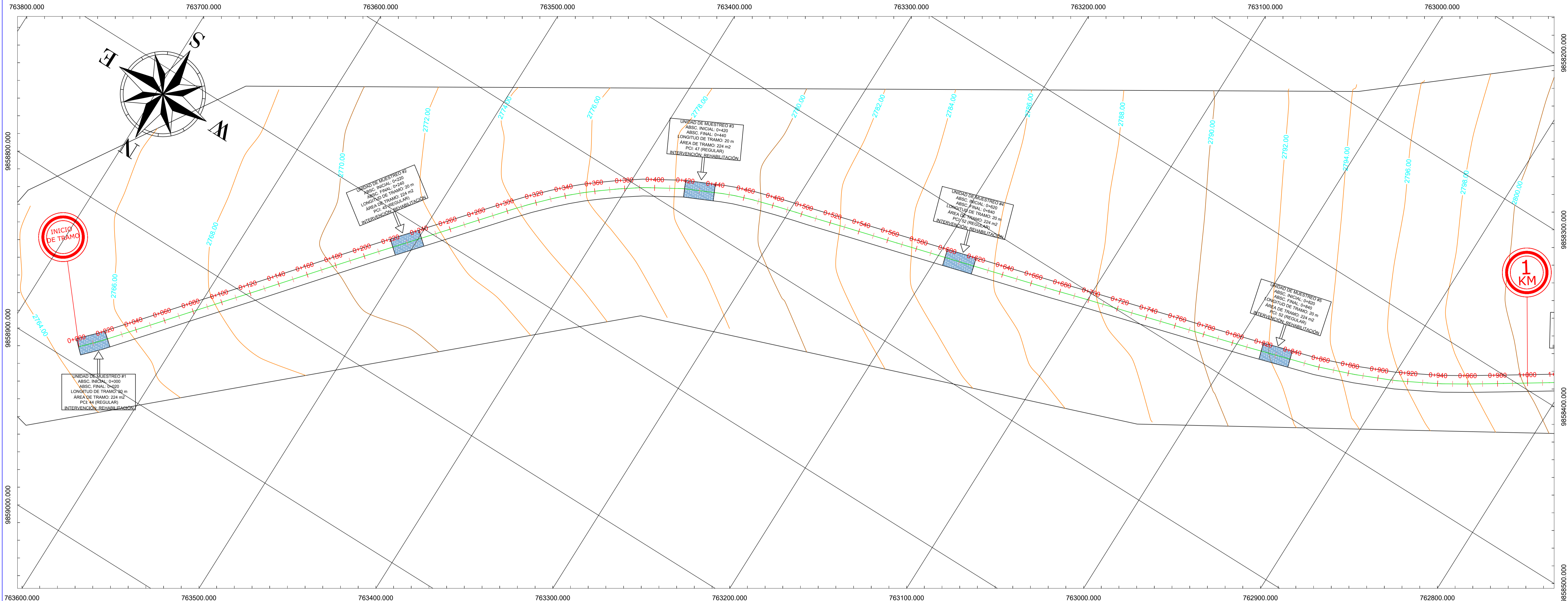


Muestras sumergidas para ensayo CBR

ANEXO F

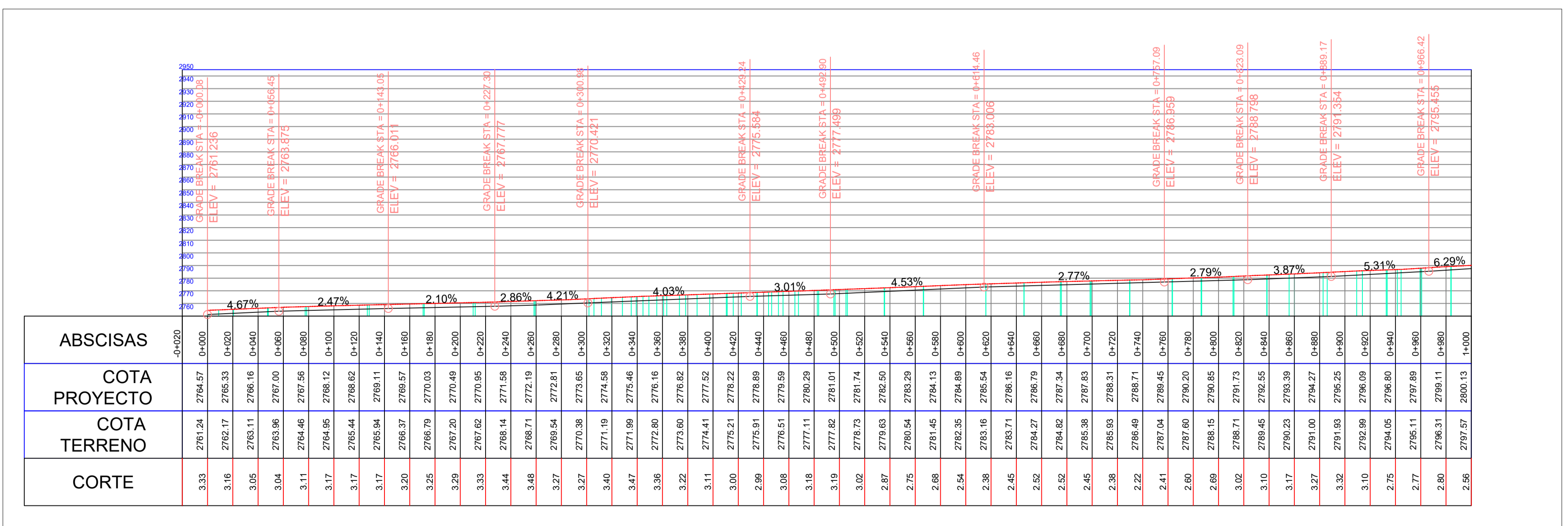
PLANOS

VISTA EN PLANTA VÍA AMBATO TISALEO ABCS 0+000 - 1+000



ESC: 1:1250

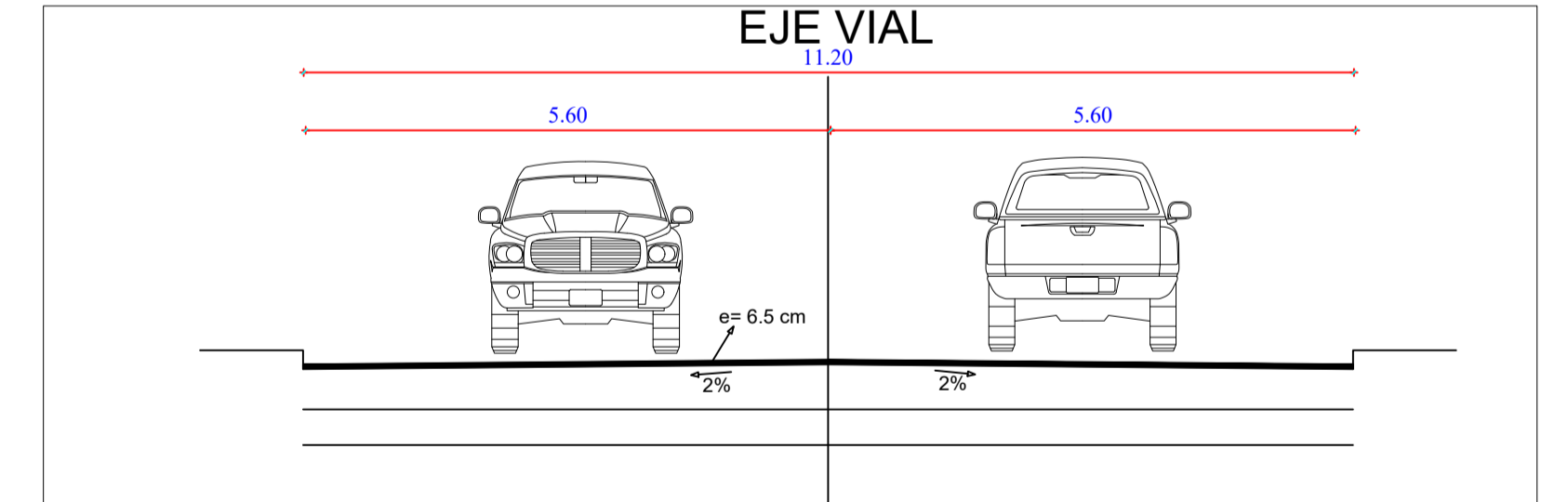
PERFIL LONGITUDINAL TRAMO ABCS 0+000 - 1+000



ESC V: 1:1250

ESC H: 1:2500

SECCION TRANSVERSAL TÍPICA ABCS 0+000-1+000



ESC: 1:75

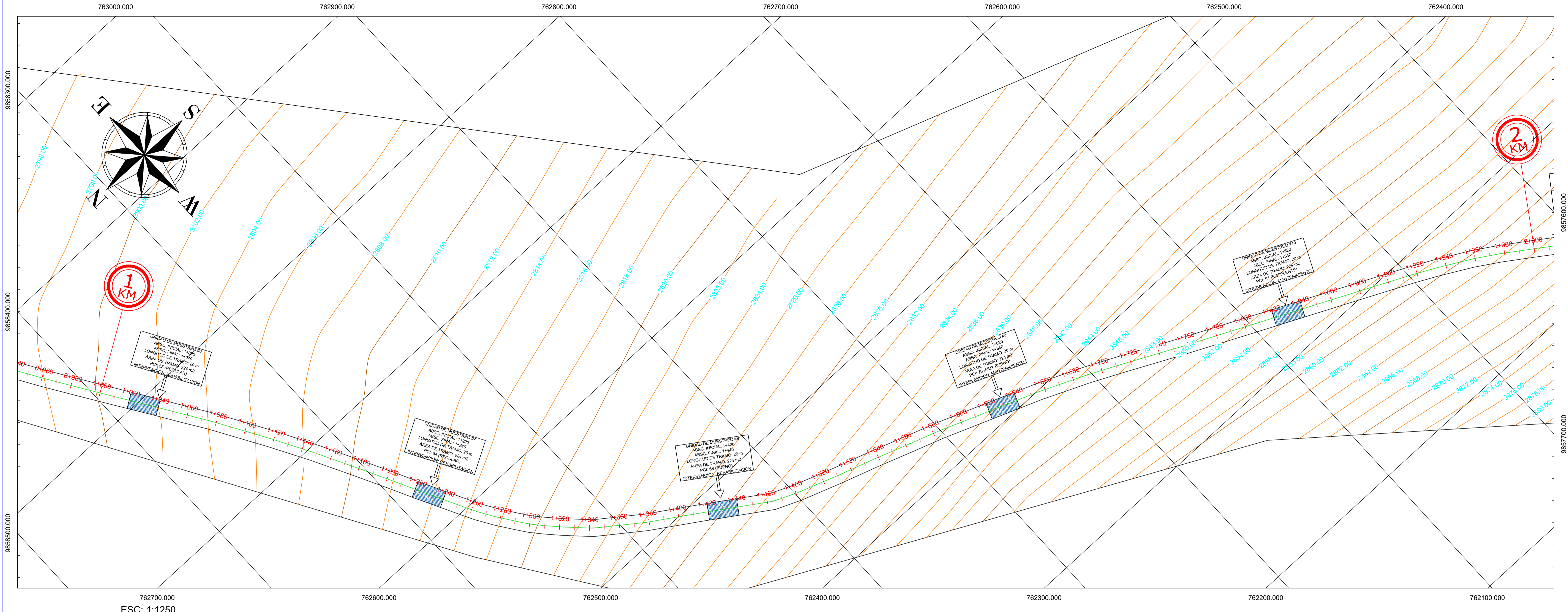
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO-TISALEO SECTOR HUACHI LA MAGDALENA EN EL TRAMO DE LA ABCS 0+000 HASTA 3+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

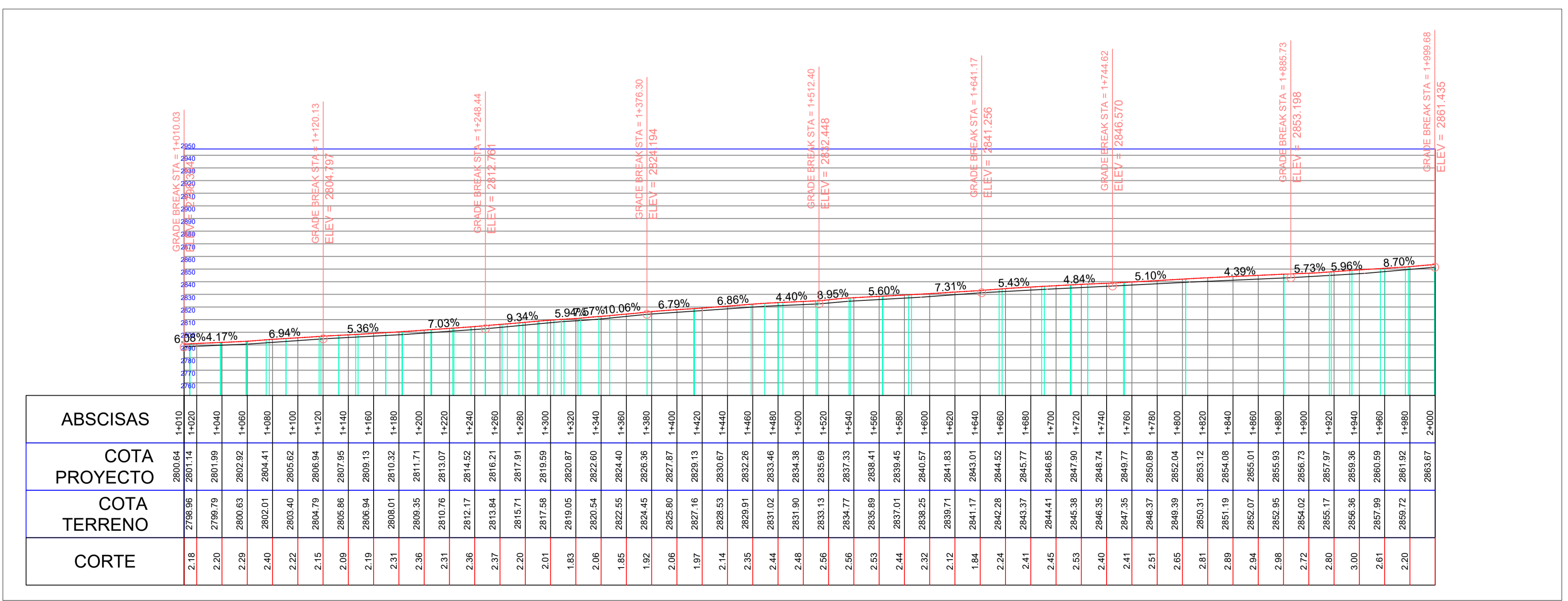
CONTIENE: PERFIL LONGITUDINAL ABCS 0+000 - 1+000

| | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|--|---|----------------------|
| VIA CLASE: AV1 | LONGITUD: 3200 m | ESTUDIO: DEFINITIVO | UBICACIÓN: PROVINCIA: TUNGURAHUA CANTÓN: AMBATO | FECHA: 06/03/2020 |
| DIBUJADO POR: EDGO. ANDRÉS JÁCOME | | REVISADO POR: ING. MG. RODRIGO ACOSTA | | ESCALA: INDICADAS |
| | | | | LÁMINA: 1 DE 3 |

VISTA EN PLANTA VÍA AMBATO TISALEO ABC 1+000 - 2+000

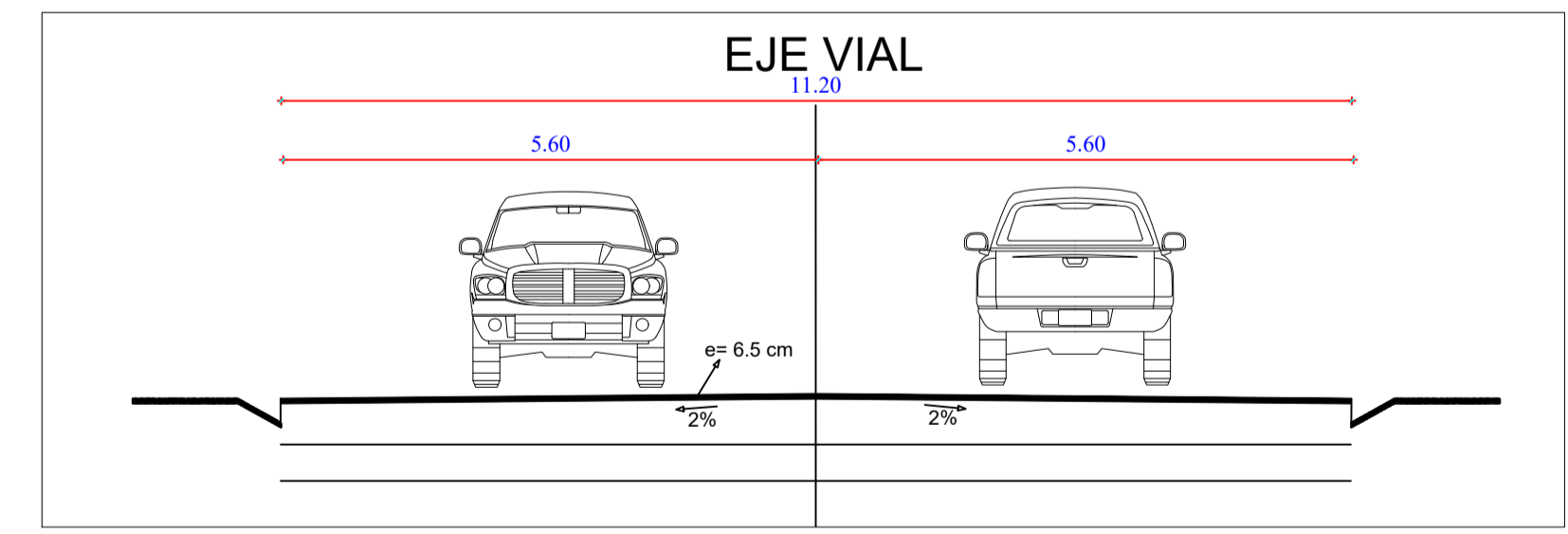


PERFIL LONGITUDINAL TRAMO ABC 1+000 - 2+000



ESC V: 1:1250
ESC H: 1:2500

SECCION TRANSVERSAL TÍPICA ABC 1+000-2+000



ESC: 1:75

| | | | | |
|---|---------------------|--|---|----------------------|
| <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p> | | | | |
| <p>PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA AMBATO-TISALEO SECTOR HUACHI LA MAGDALENA EN EL TRAMO DE LA ABSCISA 0+000 HASTA 3+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA</p> | | | | |
| <p>CONTIENE: PERFIL LONGITUDINAL ABC 1+000 - 2+000</p> | | | | |
| VÍA CLASE: AV1 | LONGITUD: 3200 m | ESTUDIO: DEFINITIVO | UBICACIÓN: PROVINCIA: TUNGURAHUA CANTÓN: AMBATO | FECHA: 06/03/2020 |
| DIBUJADO POR: EDGO. ANDRÉS JÁCOME | | REVISADO POR: ING. MG. RODRIGO ACOSTA | | ESCALA: INDICADAS |
| | | | | LÁMINA: 2 DE 3 |

