



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

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

**TEMA:**

---

**“PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA  
SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL  
CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

---

**AUTOR:** Jenny Fernanda Manzano Yanza

**TUTOR:** Ing. Alex Gustavo López Arboleda Mg.

**AMBATO – ECUADOR**

**Septiembre – 2022**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el nombre: **“PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por la Srta. Jenny Fernanda Manzano Yanza, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 180453949-0, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autora.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, septiembre 2022

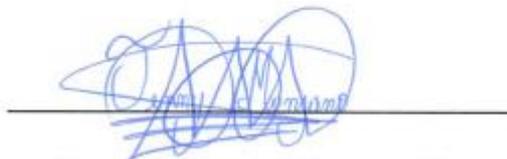
**Ing. Alex Gustavo López Arboleda Mg.**

**TUTOR**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Yo, **Jenny Fernanda Manzano Yanza**, con C.I. 1804539490 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema: **“PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los criterios, análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre del 2022.



**Jenny Fernanda Manzano Yanza**

**C. I. 1804539490**

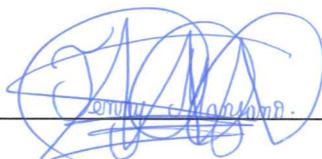
**AUTORA**

## DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, septiembre 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jenny Fernanda Manzano Yanza', is written over a horizontal line.

**Jenny Fernanda Manzano Yanza**

**C. I. 1804539490**

**AUTORA**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por la estudiante Jenny Fernanda Manzano Yanza de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, septiembre 2022

Para constancia firman:

---

**Ing. Ruth Lorena Pérez Maldonado Mg.**  
**MIEMBRO CALIFICADOR**

---

**Ing. Galo Wilfrido Núñez Aldás Mg.**  
**MIEMBRO CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por brindarme fortaleza e iluminar mi vida sin dejarme desvanecer, por su amor incondicional que me ayudado a no perder la fe pese a mis tropiezos.

Dedico este logro a mis hijos, Jeimmy, Alejandro y Jean Pierre por acompañarme en el trayecto de mi carrera, por ser mi motor para seguir después de muchas caídas y así lograr mi meta.

A mi madre y hermanas por apoyarme en todo momento cuando más lo he necesitado.

A mi esposo por su paciencia y motivarme para cumplir mi objetivo.

*Jenny Fernanda Manzano Yanza*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme salud y sabiduría para continuar pese a muchas caídas y malas decisiones.

A mi mami Georgina por el apoyo incondicional

A mis hermanas Jacque, Carolina y Maricela por sus palabras de aliento y ánimos para continuar.

A mi esposo Angel por ser un padre ejemplar y cuidar de mis hijos en mi ausencia y así poder llegar a la meta.

A mi abuelita Ignacia por sus consejos, apoyo y amor incondicional.

A la Universidad Técnica de Ambato por ser mi guía y permitir formarme como Ingeniera Civil y a sus docentes por impartir sus conocimientos día a día.

A mi tutor Ing. Alex López, por guiarme y apoyarme con sus conocimientos para culminar mi proyecto técnico.

Gracias a mis amigos y compañeros de carrera por su compañía y amistad sincera en mi trayecto universitario.

***Jenny Fernanda Manzano Yanza***

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

<b>CERTIFICACIÓN.....</b>	<b>II</b>
<b>AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>III</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR .....</b>	<b>IV</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....</b>	<b>V</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>VI</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XV</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XVII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XVIII</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes del trabajo técnico.....	1
1.1.1 Antecedentes .....	1
1.1.2 Justificación.....	2
1.1.3 Fundamentación Teórica.....	3
1.2 Objetivos .....	31
1.2.1 General .....	31
1.2.2 Específicos .....	31

<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>32</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>32</b>
2.1. Materiales y equipos .....	32
2.2. Métodos.....	34
2.2.1. Plan de recolección de información .....	34
2.2.2. Plan de procesamiento de información y análisis de información .....	35
1) Revisión Documental – Bibliográfica.....	35
2) Levantamiento georreferenciado.....	36
3) Conteo vehicular manual.....	36
4) Evaluación de la carpeta asfáltica-Método PCI .....	36
5) Evaluación con la Viga Benkelman .....	36
Puntos para realizar la medición de la Deflexión.....	36
6) Estudio de suelos con las cuatro muestras alteradas extraídas de cuatro calicatas.....	37
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>38</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>38</b>
3.1 Análisis y discusión de los resultados.....	38
3.1.1 Ubicación del proyecto .....	38
3.1.2. Levantamiento Georreferenciado de la Vía .....	39
3.1.3 Análisis del Tráfico .....	39
3.1.4. Evaluación superficial del pavimento flexible – PCI.....	53
3.1.6. Evaluación del pavimento flexible realizado con la Viga Benkelman .....	63
3.1.7 Estudio de suelos.....	74
3.1.8 Propuesta de Rehabilitación de la vía .....	80
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>84</b>

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>84</b>
4.1 Conclusiones .....	84
4.2 Recomendaciones.....	84
<b>ANEXOS .....</b>	<b>91</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1: CLASIFICACIÓN DE LA VÍA EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO .....</b>	<b>6</b>
<b>TABLA 2: RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI.....</b>	<b>7</b>
<b>TABLA 3: TIPOS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES .....</b>	<b>8</b>
<b>TABLA 4: DISTANCIAS DEL PUNTO DE ENSAYO .....</b>	<b>17</b>
<b>TABLA 5: FACTORES DE CORRECCIÓN POR ESTACIONALIDAD .....</b>	<b>20</b>
<b>TABLA 6: ECUACIONES DE DEFLEXIONES CARACTERÍSTICAS .....</b>	<b>21</b>
<b>TABLA 7: RESISTENCIA DEL SUELO DE FUNDACIÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>TABLA 8: CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE SUELOS .....</b>	<b>24</b>
<b>TABLA 9: TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DE SUS PARTÍCULAS.....</b>	<b>25</b>
<b>TABLA 10: GRANULOMETRÍA PARA SUBBASE .....</b>	<b>26</b>
<b>TABLA 11: GRANULOMETRÍA PARA BASES .....</b>	<b>27</b>
<b>TABLA 12: CRITERIOS PARA ESTABLECER EL NIVEL DE MANTENIMIENTO RUTINARIO .....</b>	<b>29</b>
<b>TABLA 13: REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO .....</b>	<b>30</b>
<b>TABLA 14: METODOLOGÍA .....</b>	<b>32</b>
<b>TABLA 15: PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>34</b>
<b>TABLA 16: COORDENADAS DEL PROYECTO .....</b>	<b>38</b>
<b>TABLA 17: COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CONTEO .....</b>	<b>39</b>
<b>TABLA 18: FORMATO DE CONTEO VEHICULAR MANUAL .....</b>	<b>41</b>

<b>TABLA 19: RESUMEN DEL TOTAL DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN CADA DÍA.....</b>	<b>42</b>
<b>TABLA 20: TOTAL DE VEHÍCULOS EN HORA PICO .....</b>	<b>43</b>
<b>TABLA 21: VALOR CONSTANTE DEL TPDA K.....</b>	<b>43</b>
<b>TABLA 22: TPDA ACTUAL DE CADA TIPO DE VEHÍCULO.....</b>	<b>44</b>
<b>TABLA 23: TRÁFICO ATRAÍDO DE LA VÍA.....</b>	<b>45</b>
<b>TABLA 24: TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL DE LA VÍA .....</b>	<b>46</b>
<b>TABLA 25: TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).....</b>	<b>47</b>
<b>TABLA 26: TRÁFICO PROYECTADO.....</b>	<b>49</b>
<b>TABLA 27: CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS .....</b>	<b>50</b>
<b>TABLA 28: FACTOR DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO .....</b>	<b>50</b>
<b>TABLA 29: FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL.....</b>	<b>51</b>
<b>TABLA 30: PORCENTAJE DE W18.....</b>	<b>51</b>
<b>TABLA 31: EJES EQUIVALENTES .....</b>	<b>52</b>
<b>TABLA 32: LONGITUD DE UNIDAD DE MUESTREO.....</b>	<b>53</b>
<b>TABLA 33: UNIDADES DE MUESTREO .....</b>	<b>55</b>
<b>TABLA 34: FORMATO DE REGISTRO PARA LA OBTENCIÓN DEL PCI</b>	<b>56</b>
<b>TABLA 35: CLASIFICACIÓN DEL PCI.....</b>	<b>60</b>
<b>TABLA 36: RESUMEN DE LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL POR SECCIONES EN LA VÍA .....</b>	<b>61</b>

<b>TABLA 37: PORCENTAJE DE CADA FALLA ENCONTRADA EN LA VÍA</b> .....	<b>62</b>
<b>AUTOR: JENNY MANZANO</b> .....	<b>62</b>
<b>TABLA 38: LECTURA DE LAS DEFLEXIONES OBTENIDAS EN CAMPO</b> .....	<b>64</b>
<b>TABLA 39: DEFLEXIONES CORREGIDAS POR RELACIÓN DE BRAZO DE 1:2</b> .....	<b>65</b>
<b>TABLA 40: DEFLEXIONES CORREGIDAS POR TEMPERATURA</b> .....	<b>66</b>
<b>TABLA 41: FACTORES DE CORRECCIÓN POR ESTACIONALIDAD</b> .....	<b>67</b>
<b>TABLA 42: DEFLEXIONES CORREGIDAS POR LA ESTACIONALIDAD</b>	<b>67</b>
<b>TABLA 43: RADIOS DE CURVATURA RC</b> .....	<b>69</b>
<b>TABLA 44: DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA</b> .....	<b>71</b>
<b>TABLA 45: TIPOS DE DEFLEXIONES</b> .....	<b>72</b>
<b>TABLA 46: CÁLCULO DE LAS DEFLEXIONES</b> .....	<b>73</b>
<b>TABLA 47: COORDENADAS DE LOS PCA</b> .....	<b>75</b>
<b>TABLA 48: CLASIFICACIÓN DEL SUELO (SUCS)</b> .....	<b>75</b>
<b>TABLA 49: CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN LA SUCS Y AASHTO M-15</b> .....	<b>76</b>
<b>TABLA 50: LÍMITES DE ATTERBERG</b> .....	<b>78</b>
<b>TABLA 51: RESUMEN PROCTOR MODIFICADO TIPO B DEL MATERIAL GRANULAR</b> .....	<b>78</b>
<b>TABLA 52: RESUMEN PROCTOR MODIFICADO TIPO B DE LA SUBRASANTE</b> .....	<b>79</b>

<b>TABLA 53: CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN A LA RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA – CBR .....</b>	<b>79</b>
<b>TABLA 54: PORCENTAJE DEL CBR.....</b>	<b>80</b>
<b>TABLA 55: FALLAS EXISTENTES EN LA VÍA .....</b>	<b>81</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO .....</b>	<b>3</b>
<b>FIGURA 2: PARTES DE LA VIGA BENKELMAN .....</b>	<b>15</b>
<b>FIGURA 3: DISTANCIA DEL BORDE DEL PAVIMENTO A 0,90 M. ....</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA 4: GUÍA VERTICAL ESTÉ EN MEDIO DE LAS LLANTAS TRASERAS .....</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA 5: UBICACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL EJE POSTERIOR .....</b>	<b>17</b>
<b>FIGURA 6: UBICACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL EJE POSTERIOR .....</b>	<b>18</b>
<b>FIGURA 7: TAMICES REDONDOS .....</b>	<b>25</b>
<b>FIGURA 8: TAMICES CUADRADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>FIGURA 9: VÍA SALASAKA CENTRO – HUASALATA .....</b>	<b>38</b>
<b>FIGURA 10: ESTACIÓN DEL CONTEO VEHICULAR.....</b>	<b>40</b>
<b>FIGURA 11: INTERPRETACIÓN DEL GRÁFICO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL DE LA VÍA.....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 12: CURVA DE CORRECCIÓN DE LOS VALORES DEDUCIDOS DE LA FALLA PIEL DE COCODRILO .....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA 13: CURVA DE CORRECCIÓN DE LOS VALORES DEDUCIDOS DE LA FALLA AGRIETAMIENTO EN BLOQUE .....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA 14: CURVA DE CORRECCIÓN DE LOS VALORES DEDUCIDOS DE LA FALLA DE HUECOS.....</b>	<b>59</b>
<b>FIGURA 15: CURVA DE CORRECCIÓN PARA LOS VALORES DEDUCIDOS FINALES .....</b>	<b>60</b>

<b>FIGURA 16: PORCENTAJE DE LOS TIPOS DE FALLAS ENCONTRADAS EN LA VÍA .....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA 17: ANÁLISIS DEFLECTOMÉTRICO ESTRUCTURAL DE LA VÍA EN ESTUDIO .....</b>	<b>74</b>

## RESUMEN

Para la elaboración de este proyecto técnico se inició con el conteo vehicular manual de la vía desde Salasaka centro Km 0+000 hasta Huasalata Km 4+000 durante siete días, para determinar el (TPDA) se clasificó como una vía Colectora de clase II Y el (TPDA) actual es igual a 904 Vehículos/día y su proyección en 15 años es igual a 1432 Vehículos/día.

Para continuar con el trabajo de campo, se realizó el abscisada de la vía con la ayuda de un GPS Garmin etrex 20, cada veinte metros.

Para determinar el Índice de Condición del Pavimento se recopiló información de las fallas de 16 unidades de muestreo, mediante una metodología, se calculó el PCI de 74,18 y se clasificó como muy bueno por lo que se deberá realizar un mantenimiento vial.

Con la vía ya abscisada se realizó un inventario de lo que existe como: pasos de agua, pozos, ingreso a otros caseríos, cunetas, veredas, longitud y ancho de la calzada, luego se realizó el ensayo con la Viga Benkelman en 21 estaciones, según las deflexiones se determinó el estado actual de la vía, se demuestra que tanto la subrasante como el pavimento tienen un buen comportamiento.

Para llevar a cabo los ensayos de suelo, se efectuó cuatro calicatas a cielo abierto y se extrajeron ocho muestras de material, según la granulometría tiene una buena distribución de cantos, grava y arena arcillosa, el porcentaje del (CBR) dio como resultado de bueno para subbase y de mala - regular para subrasantes.

**Palabras claves:** Rehabilitación del pavimento, TPDA, PCI, Viga Benkelman, CBR, Granulometría.

## ABSTRACT

For the elaboration of this technical project began with the manual vehicle counting of the road from Salasaka center Km 0+ 000 to Huasalata Km 4 + 000 for seven days, to determine the (TPDA) was classified as a class II Collector Road And the current (TPDA) is equal to 904 Vehicles / day and its projection in 15 years is equal to 1432 Vehicles / day.

To continue with the field work, the road was abscessed with the help of a Garmin etrex 20 GPS, every twenty meters. To determine the Pavement Condition Index, information was collected on the failures of 16 sampling units, through a methodology, the PCI of 74.18 was calculated and it is classified as very good, so road maintenance must be carried out.

With the road already abscessed, an inventory of what exists was carried out such as: water passages, wells, entrance to other villages, gutters, sidewalks, length and width of the road, then the test was carried out with the Benkelman Beam in 21 stations, according to The deflections determined the current state of the road, it is shown that both the subgrade and the pavement have a good behavior.

To carry out the soil tests, four open pits were carried out and eight samples of material were extracted, according to the granulometry it has a good distribution of pebbles, gravel and clayey sand, the percentage of (CBR) resulting of good for subbase and poor - fair for subgrad

**Keywords:** Pavement rehabilitation, TPDA, PCI, Benkelman beam, CBR, Granulometry.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes del trabajo técnico

#### 1.1.1 Antecedentes

Las vías terrestres permiten cumplir con las necesidades básicas del ser humano, mejorar la calidad de vida e impulsar el adelanto socioeconómico de la sociedad, sin embargo, es necesario realizar el mantenimiento de las vías que beneficien a los moradores en los aspectos sociales, productivos, económicos, geográficos, entre otros. [1]

Al pasar el tiempo los pavimentos originan fallas o deterioros que se convierten en pérdidas de tiempo para las personas, el costo de operación se incrementa notablemente, ocasionando pérdidas económicas por parte del tránsito vehicular, problemas sociales y molestias al transitar por la vía. Estas fallas y deterioros son producidos por las cargas repetitivas continuamente de los vehículos, cantidad de vehículos en circulación y factores meteorológicos como son: la radiación solar, el viento y la lluvia. [2]

Las Instituciones encargadas de la realización de sistemas de mantenimiento vial por lo general esperan a que éstas vías se encuentren en malas condiciones para tomar acciones, en cambio otras entidades utilizan métodos de mantenimiento vial preventivas así sea en condiciones favorables, ambos tipos se consideran como mantenimiento, ya que abarca tanto la preservación como la rehabilitación de la vía refiriéndose a cualquier actividad que pueda prevenir, atenuar o frenar el deterioro de la carpeta asfáltica. [3]

El presente estudio técnico está orientado en la vía de la parroquia Salasaka, comprendida desde Salasaka centro en la abscisa 0+000 hasta el caserío Huasalata la abscisa 4+000, la cual tiene una longitud de 4 kilómetros, esta vía es de mucha importancia ya que los moradores de la parroquia Salasaka y de la parroquia vecina El Rosario pueden movilizarse y transportar sus productos agrícolas a los centros de acopio de la provincia Tungurahua y del país.

### **1.1.2 Justificación**

El bienestar del ser humano es mantener la comunicación ya sea para la satisfacción de sus necesidades o para realizar la comercialización de sus productos, esto ha generado importancia en la construcción de vías para mejorar la conexión entre una ciudad a otra. [4]

Para fabricar un diseño de vía adecuado y que sea acorde con el ambiente, éste debe estar sujeto por la normativa vigente en el país MTOP 2003, considerando la seguridad, comodidad, funcionalidad, estética, elasticidad, entorno y economía. [5]

El Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador en estos últimos años ha demostrado importancia de mejorar la vialidad del país, realizando grandes inversiones monetarias para la construcción y mantenimiento de carreteras. [6]

En Ecuador solo el 12% de la red vial está pavimentada y el 57% con superficie de rodadura afirmada, pero más de la cuarta parte de la red vial del país cuenta con caminos de tierra que presentan condiciones precarias, la mayor parte pertenece a caminos terciarios y vecinales. [7]

La mayoría de las provincias de la región Sierra tienen su propia economía que depende de la agrícola y ganadera, éstos y otros ingresos como el turismo y la gastronomía, se desarrollan en las comunidades, cantones y provincias, por eso es necesario incrementar las redes viales rurales, caminos vecinales y terciarios para así movilizarse de forma segura e impulsar correctamente las actividades comerciales y económicas.

Tungurahua a pesar de ser una de las provincias más pequeñas tiene una de las mejores infraestructuras viales, sin embargo, existen vías que se encuentran en mal estado debido al incremento de la demanda local del parque automotor, ya que en la actualidad son necesidades básicas para la población rural. [8]

Lo importante de este documento de titulación es crear una propuesta de rehabilitación de la vía que vaya acorde con el nivel de servicio para facilitar la circulación vehicular cómoda y segura de los usuarios. Por eso se debe dar prioridad en el cuidado del patrimonio vial existente y el mantenimiento para evitar su deterioro y eventualmente la pérdida de las carreteras. [9]

### 1.1.3 Fundamentación Teórica

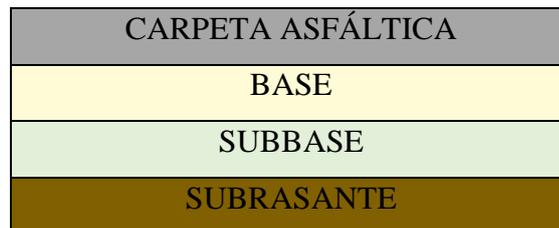
#### 1.1.3.1 Pavimento

El pavimento está constituido de una estructura de distintas capas, construida sobre la subrasante del camino para soportar y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. [10]

##### 1.1.3.1.1 Estructura Típica de un Pavimento Asfáltico

La estructura de un pavimento asfáltico convencional se encuentra agrupada por una o más capas de mezcla asfáltica compactada, construidos sobre capas de subbase y base granular o estabilizadas que se apoyan sobre la subrasante natural o mejorada. Las capas competentes y rígidas se ubican en la parte superior y los menos competentes en la parte inferior de la estructura. [11]

Figura 1. Estructura del pavimento asfáltico



**Autor:** Jenny Manzano

##### 1.1.3.1.2 Ciclo de Vida del pavimento

El pavimento tiene un determinado ciclo de vida, todo esto depende de un buen mantenimiento y reparación para que se alargue su vida útil y puede clasificarse en cuatro etapas y son las siguientes:

- **Construcción**

Por ser la primera etapa debe cumplir con los estándares de calidad lo cual satisface todas las necesidades de los usuarios. [12]

- **Deterioro Imperceptible**

Al pasar el tiempo el pavimento a sufrido un desgaste progresivo, es poco visible por lo cual no es apreciable por los usuarios y el peor daño se produce en la superficie de rodadura debido al tránsito y al clima. [12]

- **Deterioro Acelerado**

Al transcurrir algunos años los elementos del pavimento ya se ve considerablemente el desgaste, la resistencia al tránsito se ve reducido y en esta etapa la destrucción es bastante acelerada lo cual se puede clasificar desde regular hasta muy pobre. [12]

- **Deterioro Total**

Esta etapa puede durar algunos años, es el desgaste completo del pavimento, el tránsito se ve reducido y los vehículos empiezan a experimentar daños lo cual provoca el alto costo de operación de los usuarios lo que ocasiona que la vía sea intransitable para los vehículos. [12]

### **1.1.3.2 Georreferenciación**

Es un conjunto que agrupa puntos de referencia en la superficie terrestre medidas de las posiciones son tomadas, para luego graficarlas correctamente en el plano mediante un modelo asociado de forma de un elipsoide para de esta manera definir el sistema de coordenadas geográficas. Es así como la tierra en el sistema UTM (Universal Transversal de Mercator), y datum WGS84, se divide en 60 husos separados 6° de longitud completando así sus 360°, cada huso se numera con número entre 1 y el 60, siendo el huso 1 el limitado entre las longitudes 180 ° y 174 ° W, centrado en el meridiano 177°W. Cuando se determinan por posiciones de puntos, en su mayoría se denomina levantamientos [13].

### **1.1.3.3 Estudio de tráfico**

Se lo realiza mediante un conteo del flujo vehicular que puede ser automático o manual.

Se clasifica el conteo vehicular en un formato ya establecido, en base a las características de los vehículos que circulan por la vía en estudio, estos pueden ser vehículos pesados o livianos.

### **Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)**

Su valor es importante para determinar el uso anual como justificación del costo en el análisis económico y para la magnitud de los aspectos estructurales y funcionales de las carreteras. Para calcular TPDA, se debe considerar lo siguiente:

- En caminos donde la dirección del tráfico es unidireccional, se debe calcular el tráfico en esa dirección.
- En las vías de doble sentido se tendrá en cuenta la circulación en ambos sentidos.
- En autopistas, el TPDA se calcula para cada dirección de tráfico [14].

### **-Tráfico Actual**

Es el total de vehículos que circularán cuando ya la vía da un buen servicio.

### **-Tráfico Atraído**

La condición de la vía atrae al transporte, una vez que se utiliza la ruta mejorada, debido a los ahorros en tiempo, distancia o costo. Para este caso, se utiliza el 10% del tráfico TPDA.

$$\mathbf{T. \text{Atraído} = TPDA \text{ actual por el } 10\% \quad (\text{Ecu. } 1)}$$

### **-Tráfico Futuro**

Se pronosticará el tránsito con 15 años de anticipación, con el tránsito diario actual o inicial, mediante el uso de tasas de crecimiento vehicular.

$$\mathbf{TF = Tactual (1 + i)^n \quad (\text{Ecu. } 2)}$$

**Donde:**

**TF** =Tráfico proyectado

**Tactual** =Tráfico total

**i** = Índice de crecimiento vehicular.

**n** = Número de años de proyección vial.

### **-Tráfico generado**

Representa el número de viajes que solo se realizarán si se concretan las mejoras propuestas que son:

- Viajes que no se han realizado antes.
- Viajar en transporte público.
- Viajes previos a diferentes destinos, pero atraídos por el recorrido que ofrecen los establecimientos.

### **Clasificación vial en función del tráfico proyectado TPDA**

El MTOP clasifica las carreteras de acuerdo con la importancia en función del volumen de tráfico y la cantidad de vías transitadas. Se recomienda clasificar a mayores de 15 o 20 años según la previsión de tráfico.

Tabla 1: Clasificación de la vía en función del tráfico proyectado

<b>Clase de Vía</b>	<b>Tráfico proyectado TPDA</b>
R-I o R-II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

**Fuente:** Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MTOP 2003

#### **1.1.3.4 Índice de condición de pavimento (PCI)**

Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones in situ, sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su origen o esencia ajenas a las condiciones locales.

##### **1.1.3.4.1 Determinación del índice de condición de pavimento**

El deterioro de la estructura del pavimento es consecuencia del tipo y severidad del daño y la cantidad o intensidad del daño. El PCI es un indicador numérico que varía desde cero (0) para pavimento defectuoso o en mal estado, hasta cien (100) para pavimento en perfecto estado. Los rangos PCI se presentan con la correspondiente descripción cualitativa del estado del muelle [15].

## Determinación de la Unidad de Muestreo

### -Inventario de daños

Consiste en clasificar el tipo de falla encontrado en campo según su tipo, gravedad y extensión.

- **Tipo:** Para evaluar el estado general del pavimento, se debe determinar el tipo, la severidad y el grado de daño estructural o superficial perceptible.
- **Gravedad:** Se pueden clasificar por la posible causa raíz, ya sea debido al tráfico, la acción climática o los materiales de construcción.
- **Extensión:** Indica la longitud o superficie del tramo evaluado afectado por un tipo de daño.

Para evaluar adecuadamente el estado del pavimento, estos tres factores no deben ser ignorados [16].

### -Cálculo del PCI

- Luego de obtener el inventario de fallas en campo, se procede con la fase de cálculo, este puede realizarse de forma manual o computarizado.
- Se establece CLASE, SEVERIDAD Y CANTIDAD, en cada daño presente para el desarrollo de PCI.
- En éste caso se hará de forma manual que consiste en ubicar los valores en ábacos para identificar los valores deducidos.
- Luego de evaluar las fallas se especifica cual será el nivel de intervención según la tabla de rangos.

En la siguiente tabla se clasifica el PCI según su rango y clasificación

Tabla 2: Rangos de calificación del PCI

Rango del PCI.	Clasificación	Intervención
85-100	Excelente	Mantenimiento
70-85	Muy bueno	Mantenimiento
55-70	Bueno	Rehabilitación
40-55	Regular	Rehabilitación
25-40	Malo	Rehabilitación

10-25	Muy malo	Reconstrucción
0-10	Fallado	Reconstrucción

**Fuente:** H. Rondón, Pavimentos Materiales, construcción y diseño, 2015

### -Fallas existentes en el Pavimento Flexible

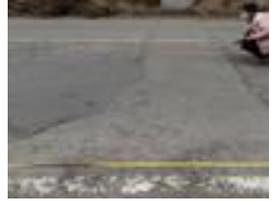
Las fallas que se encuentran en el pavimento flexible son las estructurales y superficiales que a continuación, se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 3: Tipos de fallas en los pavimentos flexibles

FALLA	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE SEVERIDAD	REPARACIÓN
<p>1. PIEL DE COCODRILO</p> 	<p>Son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo la acción repetida de las cargas de tránsito</p>	<p>Bajo: Grietas finas capilares y longitudinales Medio: Están ligeramente descascaradas Alto: Las piezas o pedazos están bien definidas y descascarados los bordes</p>	<p>Bajo: Sello superficial Medio: Parcheo parcial o en toda la profundidad Alto: Parcheo parcial o reconstrucción</p>
<p>Medida: pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>, el lado más grande no supera los 0,60 m</p>			
<p>2. EXUDACIÓN</p> 	<p>Es una película de material bituminoso que se presenta en la superficie del pavimento, forma una superficie brillante, cristalina y reflectora y llega a hacer pegajosa</p>	<p>Bajo: Se detecta a unos pocos días del año Medio: Se detecta a pocas semanas del año y se pega en los zapatos Alto: Gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas</p>	<p>Bajo: No se hace nada Medio: Se aplica arena/ agregados Alto: Se aplica arena/ agregados (precalentado si fuera necesario)</p>
<p>Medida: pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup></p>			

<p>3.AGRIETAMIENTO EN BLOQUE</p> 	<p>Son grietas interconectadas ya que dividen al pavimento en pedazos, puede variar sus dimensiones entre</p>		
<p>Medida: pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup></p>	<p>(0,30 x0,30) m, se originan principalmente por la contracción de concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diario</p>	<p>Bajo: Grieta de baja severidad Medio: Grieta de media severidad Alto: Grieta de alta severidad</p>	<p>Bajo: Grieta &gt; 3.0 mm, riego de sello Medio y alto: Sellado de grietas, reciclado superficial, escarificado en caliente y sobrecarpeta.</p>
<p>4.ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS</p> 	<p>Los abultamientos son pequeños desplazamiento hacia arriba se observa encima del pavimento y los hundimientos se desplaza hacia abajo.</p>	<p>Bajo: Calidad de tránsito de baja severidad Medio: Calidad de tránsito de media severidad Alto: Calidad de tránsito de alta severidad</p>	<p>Bajo: No se hace nada Medio: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial Alto: Reciclado(fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial.</p>
<p>5.CORRUGACIÓN</p> 	<p>Es una serie de cimas y depresiones muy cercanas que ocurren a intervalos regulares a menos de 30 cm</p>	<p>Bajo: Calidad de tránsito de baja severidad Medio: Calidad de tránsito de media severidad Alto: Calidad de tránsito de alta severidad</p>	<p>Bajo: Nada Medio y alto: Reconstrucción</p>
<p>Medida: pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup></p>			

<p>6.DEPRESIÓN</p> 	<p>Son visibles después de la lluvia ya que se almacena el agua, se origina por asentamientos de la subrasante o por una construcción incorrecta.</p>	<p>Bajo: 13,0 a 25,0 mm Medio: 25,0 a 51,0 mm Alto: Más de 51,0 mm</p>	<p>Bajo: No se hace nada Medio Y Alto: Parcheo superficial, parcial o profundo</p>
<p>Medida: pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup></p>			
<p>7.GRIETA DE BORDE</p> 	<p>Son paralelas y están a una distancia entre 0,30 y 0,60 m del borde exterior del pavimento y se acelera el daño por cargas de tránsito.</p>	<p>Bajo: Sin fragmentos o desprendimientos Medio: Algo de fragmentos y desprendimientos Alto: Considerables fragmentos y desprendimientos</p>	<p>Bajo: Sellado de grietas &gt; a 3mm Medio: Sellado de grietas. Parcheo parcial-profundo Alto: Parcheo parcial-profundo</p>
<p>Medida: pies o m</p>			
<p>8.GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA</p> 	<p>Ocurre en pavimento con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. Son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico.</p>	<p>Bajo: Grieta sin relleno de ancho &lt; a 10 mm Medio: Grieta sin relleno entre 10 mm 7 a 76 mm Alto: Grieta sin relleno &gt; 76 mm</p>	<p>Bajo: Sellado para anchos &gt; a 3mm Medio: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial Alto: Parcheo de profundidad parcial</p>
<p>Medida: pies o m</p>			

<p>9.DESNIVEL CARRIL/BERMA</p> 	<p>Es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma</p>	<p>Bajo: La berma está entre 25 y 51 mm Medio: Diferencia entre 51 y 102 mm Alto: Diferencia en elevación es &gt; a 102 mm</p>	<p>Se realiza la renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril</p>
<p>Medida: pies o m</p>			
<p>10.GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES</p> 	<p>Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción. Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje de éste o a la dirección de construcción.</p>	<p>Bajo: Grieta sin relleno de ancho &lt;10 mm Medio: Grieta sin relleno de ancho entre 10 y 76 mm Alto: Grietas sin relleno de más de 76 mm de ancho</p>	<p>Bajo: Sellado de grietas &gt; a 3 mm Medio: Sellado de grietas Alto: Sellado de grietas o parcheo parcial</p>
<p>Medida: pies o m</p>			
<p>11.PARCHEO Y ACOMETIDAS DE S. PÚBLICOS</p> 	<p>Se considera un defecto no importa que tan bien se comporte, ya que no tienen las características de una sección original</p>	<p>Bajo: Bueno-satisfactorio, la calidad de tránsito se califica como baja severidad o mejor Medio: Poco deteriorado, el tránsito es de severidad media Alto: Esta muy deteriorado, requiere pronta sustitución</p>	<p>Bajo: Nada Medio: No se hace nada, sustitución del parche Alto: Sustitución del parche</p>
<p>Medida: pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup></p>			
<p>12.PULIMIENTO DE AGRAGADOS</p>	<p>El agregado en la superficie se vuelve</p>	<p>-No se define severidad, pero el grado del</p>	<p>Un tratamiento superficial,</p>

	<p>suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente.</p>	<p>pulimiento debe ser significativo para incluirlo como defecto</p>	<p>fresado y sobrecarpeta</p>
<p>Medida: pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup></p>			
<p>13.HUECOS</p> 	<p>Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros &lt; que 90 cm</p>	<p><b>Bajo:</b> Profundidad de (12,7 a 25,4) mm y de diámetro de ( 102 a 457) mm.  Profundidad de (25,4 a 50,8)mm y diámetro de (102 a 203)mm  <b>Medio:</b> Profundidad de(25, a 50,8)mm y Diámetro (203 a 457)mm  Profundidad &gt; a 50,8 mm y Diámetro (102 a 457)mm  Profundidad de (12,7 a 25,4)mm y diámetro de (457 a 762)mm  <b>Alto:</b> Profundidad de (25,4 &gt;= 50,8)mm y diámetro de (457 a 762)mm  <b>REPARACIÓN:</b>  Parcheo parcial o profundo</p>	
<p>Medida: Unidad por separado de severidad baja, media y alta</p>			
<p>14.CRUCES DE VÍA FÉRREA</p> 	<p>Son asociados con depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles</p>	<p>Bajo: Produce calidad de tránsito de baja severidad  Medio: Produce calidad de tránsito de media severidad  Alto: Produce calidad de tránsito de severidad alta</p>	<p>Bajo: No se hace nada  Medio y Alto: Parcheo superficial o parcial de la aproximación.  Reconstrucción del cruce</p>
<p>Medida: pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup></p>			
<p>15. AHUELLAMIENTO</p>	<p>Es una depresión en la superficie de las</p>	<p>Bajo: 6 a 13 mm  Medio: 13 a 25 mm</p>	<p>Bajo: Fresado y sobrecarpeta</p>

	<p>huellas de las ruedas, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante</p>	<p>Alto: &gt; a 25 mm</p>	<p>Medio y Alto: Parqueo superficial, parcial o profundo. Fresado</p>
<p>Medida: pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup></p>			
<p>16. DESPLAZAMIENTO</p> 	<p>Es un corrimiento longitudinal y permanente. El tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie.</p>	<p>Bajo: Calidad de tránsito de baja severidad Medio: Calidad de tránsito de media severidad Alto: Calidad de tránsito de alta severidad</p>	<p>Bajo: Fresado Medio y alto: Fresado. Parqueo parcial o profundo</p>
<p>Medida: pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup></p>			
<p>17. GRIETAS PARABÓLICAS</p> 	<p>Son grietas en forma de medialuna, se produce cuando las ruedas que frenan o giran inducen el desplazamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Además, ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia.</p>	<p>Bajo: Ancho de la grieta &lt; 10mm Medio: Ancho de la grieta entre 10 a 38 mm, fracturada en pequeños pedazos ajustados Alto: Ancho de la grieta &gt; que 38 mm, pedazos fácil remoción</p>	<p>Bajo, Medio y Alto: Parqueo parcial</p>
<p>Medida: pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup></p>			

<p>18.HINCHAMIENTO</p> 	<p>Se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento- una onda larga y gradual con longitud &gt; a 3metros</p>	<p>Bajo: Calidad de tránsito de severidad baja Medio: Calidad de tránsito de severidad media Alto: Calidad de tránsito de severidad alta</p>	<p>Bajo: Nada Medio: Nada o Reconstrucción Alto: Reconstrucción</p>
<p>Medida: pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup></p>			
<p>19. METEORIZACIÓN/ DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS</p> 	<p>Son la pérdida de la superficie del pavimento, por la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregados, puede ser que el ligante asfáltico se ha endurecido o la mezcla es pobre.</p>	<p>Bajo: Empieza a perder los agregados o ligante Medio: Se pierde agregados y ligante Alto: Se pierde de forma considerable el agregado y ligante</p>	<p>Bajo: Sello superficial. Tratamiento superficial Medio: Igual al bajo más Sobrecarpeta Alto: Igual al bajo y alto más Reciclaje. Reconstrucción</p>
<p>Medida: pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup></p>			

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

### 1.1.3.5 Metodologías de evaluación del pavimento- Viga Benkelman

#### 1.1.3.5.1 Factores dañinos

Los principales factores que deterioran y desgastan el pavimento son químicos como el agua y las condiciones ambientales y físicas como el transporte.

Además del drenaje deficiente en carreteras y cargas de tráfico frecuentes mismo, como daño permanente al pavimento [17].

#### 1.1.3.5.2 Formas de evaluación

Los pavimentos se pueden evaluar de tres maneras diferentes:

1. Verificación de hechos
2. Pruebas no destructivas

### 3. Ensayos destructivos.

Se realizará la evaluación 1 y 2 relacionados con la inspección visual y las pruebas no destructivas. La evaluación funcional y estructural determina el deterioro actual del pavimento, y dependiendo del tipo de pavimento se realizan diferentes tipos de estudios estructurales [18].

#### 1.1.3.5.3 Partes de la Viga Benkelman

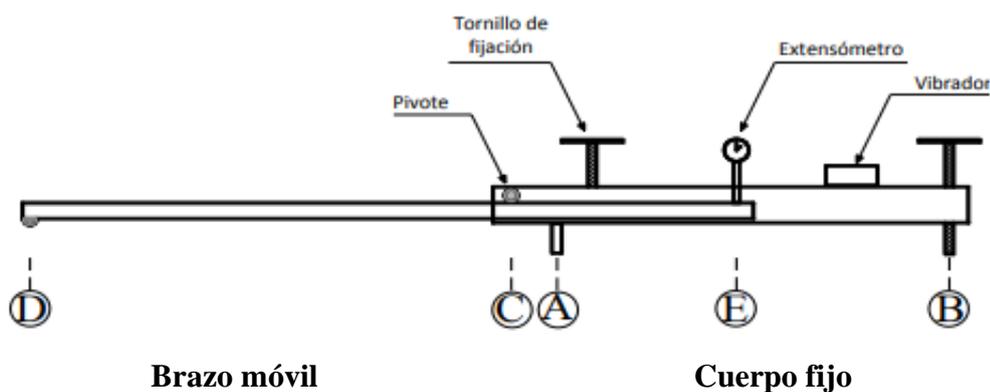
La viga Benkelman está constituida de dos partes primordiales:

**Cuerpo:** Sirve de soporte que consta de dos apoyos delanteros fijos A y un apoyo trasero que se regula B, que se apoya directamente sobre el terreno [19].

**Brazo móvil:** Está adherido al cuerpo fijo con ayuda de una articulación de giro o pivote C, uno de sus extremos descansa sobre el terreno y se llama punto D.; y el otro se une con el vástago del dial que se desplaza de arriba a bajo, llamado punto E. [19].

El equipo de la Viga Benkelman se complementa con un vibrador incorporado, que impide que el indicador del dial se inmovilice o exista alguna interferencia del exterior que haga las lecturas no confiables durante la ejecución del ensayo en la vía [19].

Figura 2: Partes de la Viga Benkelman



**Fuente:** Javier Balarezo, Tesis “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicado a un pavimento”. 2017.

#### 1.1.3.5.4 Procedimiento con la Viga Benkelman

Para el ensayo con la Viga Benkelman se procede a seguir los siguientes pasos, cabe mencionar que el lugar donde se vaya a realizar debe estar previamente identificado y trazado.

-Primero para dar inicio con el ensayo se debe comprobar que la volqueta cargada tenga un peso de 18000 libras (8.2 TON), pesados desde los dos tercios del eje posterior hacia adelante. y la presión del aire en las llantas que esté de 75 a 85 PSI.

-Tener trazada la calzada para obtener las lecturas de deflexiones. Los puntos estarán señalados con un aerosol blanco ubicado a una distancia del borde de la berma del pavimento igual a 0,90 m [13].

Figura 3: Distancia del borde del pavimento a 0,90 m.



**Autor:** Jenny Manzano

-La rueda externa deberá estar sobre el punto ya trazado con el aerosol blanco, se ubicará entre ambas llantas. Para la correcta ubicación se puede colocar en la parte trasera externa de la volqueta una guía vertical en relación con el eje de carga; deslizándola poco a poco, se hace que coincida la guía vertical con la línea transversal, de tal forma que el punto que quede en medio de las llantas y que coincida con el eje vertical del centro de gravedad del conjunto para toda esta operación es aceptable una tolerancia en el rango de 3 pulgadas alrededor del punto [13].

Figura 4: Guía vertical esté en medio de las llantas traseras



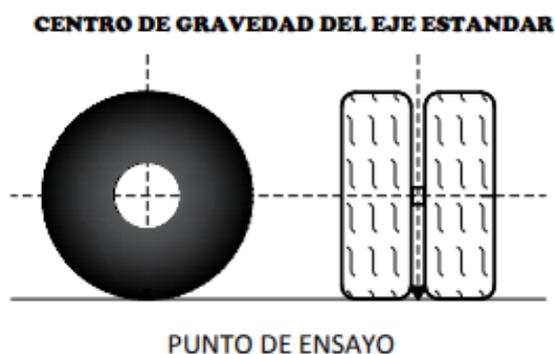
**Autor:** Jenny Manzano

Tabla 4: Distancias del punto de ensayo

ANCHO DEL CARRIL	DISTANCIA DEL PUNTO DE ENSAYO DESDE EL BORDE DEL PAVIMENTO
2,7 m	0,45 m
3,00 m	0,60 m
3,30 m	0,75 m
3,6 m o más	0,90 m

**Fuente:** Manual de Carreteras: Ensayo de Materiales. (MTC, 2016)

Figura 5: Ubicación del centro de gravedad del eje posterior

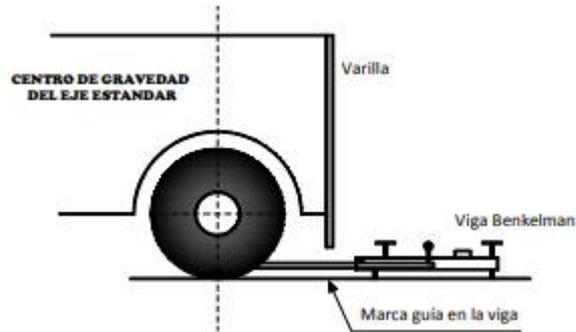


**Fuente:** Tesis, “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicado a un pavimento”,2017.

-Se coloca la Viga Benkelman sobre la calzada, en la parte posterior de la volqueta que está ya ubicada donde ya se señalaron los puntos, perpendicularmente al eje de carga, de tal forma que la punta del primer brazo de mayor longitud coincida con el punto de ensayo y la viga no tope entre las llantas de la rueda dual. [13].

-Se ubica la viga en la posición entre las llantas pero en la parte exterior de las llantas, se hace que coincida, se utiliza una plomada, el extremo del brazo móvil con el eje vertical del centro de gravedad, tomando como un punto de referencia la varilla vertical unida a la parte trasera de la volqueta (ver Figura 6), se efectúa una marca en la viga de tal forma que, en adelante, se hace coincidir para cumplir, el extremo de la viga Benkelman se ajuste con el centro de las llantas, al iniciar el ensayo [13].

Figura 6: Ubicación del centro de gravedad del eje posterior



**Fuente:** Tesis, “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicando a un pavimento, 2017.

-Así mismo se realiza en las líneas ya señaladas a (0.25, 0.50, 1.0, 5.0 y 8.0 m) o mínimo tres lecturas, pero se podría realizar más, por seguridad. [13].

-Luego de instalar el equipo de ensayo se hace que coincida con la guía vertical y la señal inicial, se comprueba que se encuentre alineada longitudinalmente con la dirección en movimiento a la volqueta [13].

-Luego se retiran los seguros del o brazos móviles y se sujeta la base de la viga por medio del tornillo trasero, de manera que los brazos móviles de medición esté cercano al vástago del o los diales [13].

-Se gira la esfera del dial del extensómetro, encerando y se verificará la lectura golpeando suavemente con un lápiz y poniendo en marcha el vibrador de la viga. Girar la esfera si es necesario hasta que esté la posición en cero[13].

-Antes de realizar el ensayo se toma la temperatura del pavimento realizando un orificio de 4cm de profundidad y 10mm de diámetro, luego se llena con agua el orificio y, una vez pasado el tiempo de al menos diez minutos, se coloca el termómetro y se lee la temperatura antes que se mueva la volqueta [13].

#### **1.1.3.5.5 Método de corrección por relación de los brazos.**

Es la corrección debido a la acción del factor de relación de brazos que tiene la Viga Benkelman, este factor se mide directamente del instrumento y se multiplica a la deflexión recuperable para corregirla [13].

$$D=RB*(Df-Do) \quad (\text{Ec.3})$$

**Donde:**

**D:** Deflexiones

**RB:** Relación del brazo de la viga

**Df:** Deflexión final

**Do:** Deflexión inicial

#### **1.1.3.5.6 Método de corrección por temperatura.**

La temperatura del pavimento afecta las deflexiones recuperables, esto hace que las lecturas tomadas en diferentes lugares sean distintas, la magnitud de la deflexión agranda con el aumento de la temperatura de las capas del pavimento, por la disminución de la rigidez de las mezclas bituminosas, esto depende del espesor de las capas y de la rigidez de las capas subyacente [13].

De tal forma, para poder comparar entre deflexiones de un solo tramo adquiridas a distintas temperaturas, las deflexiones son corregidas y cambiadas a una temperatura estándar o de referencia de 20 °C, para lo cual se utilizará la ecuación

$$D_{(20^{\circ}\text{C})} = \frac{D_0}{K*(T-20^{\circ}\text{C})*h+1} \quad (\text{Ec.4})$$

**Donde:**

**D<sub>20°C</sub>:** Deflexión corregida por temperatura

**D<sub>0</sub>:** Deflexión recuperable

**t:** Temperatura del pavimento

**h:** Espesor de la capa asfáltica

#### **1.1.3.5.7 Método de la corrección por estacionalidad**

Para una adecuada evaluación de las deflexiones se considera evaluar las deflexiones en el período más desfavorable del año, para tener en cuenta esta circunstancia existe la alternativa de establecer el factor de corrección en forma subjetiva con conocimiento del clima de la región y del comportamiento de pavimentos flexibles en ella [13].

Tabla 5: Factores de corrección por estacionalidad

TIPO DE SUELO DE LA SUBRASANTE	ESTACIÓN	
	SECA	LLUVIOSA
Arenoso – Permeable	1,1 – 1,3	1,0
Arcilloso – Sensible al agua	1,2 – 1,4	1,0

**Fuente:** Guillermo Carrera, Tesis “Control de la deflexión vertical con viga Benkelman, monitoreo de conservación carreta Cañete-Huancayo Km 110+000”, 2010.

#### 1.1.3.5.8 Método del cálculo de radio de curvatura

Se origina en la hipótesis de que la línea de deflexiones de la distancia hasta el eje de carga se aproxima a una parábola hasta una distancia superior a 25 cm, sufriendo luego una inflexión hasta tener asintóticamente a la horizontal. La parábola en la zona de máxima curvatura se confunde con el radio en dicho punto, es decir debajo de la acción de la carga que está flexionando el pavimento [20].

$$RC = \frac{10*(25)^2}{2*(D_0 - D_{25})} \quad (\text{Ec. 5})$$

**Donde:**

**RC:** Radio de curvatura.

**D0:** Deflexión recuperable en el punto 0, en el eje vertical de la carga (mm.)

**D25:** Deflexión recuperable en el punto 25, en el eje vertical de la carga en (mm.)

#### 1.1.3.5.9 Método del cálculo de Deflexión Característica

Es un valor que representa mejor a una determinada sección, siguiendo el criterio adoptado normalmente en análisis estadísticos se establece como deflexión característica el valor:

$$D_c = \bar{D} + 1,645 * \sigma \quad (\text{Ec.6})$$

**Donde:**

**Dc:** Deflexión característica.

$\bar{D}$ : Deflexión promedio de los valores D0

$\sigma$ : Desviación estándar.

Tabla 6: Ecuaciones de deflexiones características

VALOR DISEÑO (%)	DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (Dc)	EXTENSIÓN DEL PAVIMENTO CON $\bar{D} > Dc$ (%)
50	$\bar{D}$	50
75	$\bar{D} + 0,674 * \sigma$	25
85	$\bar{D} + \sigma$	15
90	$\bar{D} + 1,3 * \sigma$	10
95	$\bar{D} + 1,645 * \sigma$	5
98	$\bar{D} + 2 * \sigma$	2
99	$\bar{D} + 2,33 * \sigma$	1

Fuente: Estudio CONREVIAl.

Considerando que cada deflexión media representa una cierta extensión o área de pavimento, cada valor de “ $\sigma$ ” corresponderá a un porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a la característica Dc correspondiente. [13].

#### 1.1.3.5.10 Método del cálculo de Deflexión Admisible.

La deflexión admisible está definida en función al tráfico de diseño que se rige un límite para la deflexión característica, durante un período considerado.

$$D_{adm} = \left( \frac{1,15}{W_{18}} \right)^{1/4} * 100 \quad (\text{Ec.7})$$

**Donde:**

**Dadm:** Deflexión característica admisible (mm).

**W<sub>18</sub>:** Número de ejes estándar equivalentes a 8,2 Ton acumulados en millones.

#### 1.1.3.5.11 Método del cálculo de Deflexión Crítica.

Se define como aquella que alcanza el pavimento al término del período de servicio, luego de soportar el tránsito proyectado. La siguiente fórmula para determinar la deflexión crítica es:

$$Dcr = \left(\frac{1,90}{W_{18}}\right)^{1/5,3} \quad (\text{Ec.8})$$

**Donde:**

**Dcr:** Deflexión característica crítica (mm)

[13].

### 1.1.3.5.12 Criterios para la evaluación estructural del pavimento

En la metodología de la Viga Benkelman existen valores característicos de deflexiones en el pavimento, como las deflexiones medidas en los ensayos (Do) y la rigidez relativa (Lo) entre un pavimento y su subrasante, los cuales se pueden utilizar para establecer relaciones cualitativas entre las características de la curva de deflexiones y el sistema pavimento-subrasante [13].

De acuerdo con los tipos de deflexiones se obtendrá el siguiente análisis.

Estos diferentes tipos de modelos de deformación se interpretan en la siguiente tabla:

Tabla 7: Resistencia del suelo de fundación

Tipo de deflexión	Definición	Comportamiento	
		Subrasante	Pavimento
<b>Tipo I</b>	Estos modelos de deformación tienen un buen comportamiento estructural de subrasante y buen comportamiento estructural del pavimento, ya que tienen un radio de curvatura medio y una deflexión pequeña. Esto también se debe a que tiene un pavimento con sus capas en permanente estado de desgaste. El piso de cimentación cuenta con materiales que cumplen con la calidad requerida	Bueno	Bueno Ro > 100
<b>Tipo II</b>	Éstos presentan malas propiedades estructurales del soporte y buen comportamiento estructural del pavimento, ya que presenta un radio de curvatura medio y una gran deflexión.	Malo	Bueno Ro >100

<p><b>Tipo III</b></p>	<p>Esto se debe a que el pavimento es frecuentemente dañado por sus capas. Pero la base sobre la cual el material no garantiza la calidad requerida. Estos modelos de deformación tienen buenas características de estructura portante y mal comportamiento estructural del muelle, debido a su pequeño radio de curvatura y pequeña flecha. Esto se debe a un espesor insuficiente del pavimento a un alto grado de daño.</p> <p>De los grados enumerados, ya no cumplen con los estándares de calidad requeridos (en grano, presión, CBR, etc.).</p>	<p>Bueno</p>	<p>Malo Ro &lt; 100</p>
<p><b>Tipo IV</b></p>	<p>Estos modelos de deformación tienen una estructura portante deficiente y una estructura de muelle deficiente, mostrando un pequeño radio de curvatura y una gran deflexión. Esto se debe a espesores insuficientes de las capas de pavimentación o un alto grado de deterioro de las capas anteriores, así como capas insuficientes de submaterial con baja relación CBR, así como una compactación insuficiente y/o un sistema de drenaje deficiente.</p>	<p>Malo</p>	<p>Malo Ro &lt; 100</p>

**Fuente:** Método Conrevial, 2012

### 1.1.3.6 Los suelos

Es un cúmulo de partículas con organización definida pudiendo ser un agregado orgánico e inorgánico y sus propiedades varían en dirección vertical. Se sitúan en una capa meteorizada que está sujeta a desintegración y disgregación permanente. Pueden ser todo tipo de material pétreo excluyendo a todas las rocas y depósitos altamente cementados que no se ablanden o desintegran rápidamente [21].

#### 1.1.3.6.1 Tipos de suelos

Los tipos de suelo que se puede encontrar en la vía se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 8: Clasificación de Tipos de suelos

Tipo	Descripción
<b>Grava</b>	El tamaño de las rocas creadas por los clastos oscilaba entre 2 y 64 mm.
<b>Arena</b>	Sustancia formada por pequeñas partículas metálicas que se separa de las rocas y se acumula en las playas o orillas del mar o forma una capa en el suelo.
<b>Limo</b>	Está formado por partículas de tres tamaños: arcilla, limo y arena. Dependiendo del porcentaje de humus (materia orgánica descompuesta) que contenga, el limo generalmente se considera el suelo más productivo.
<b>Arcilla</b>	Suelo que consiste en agregados de silicato de aluminio hidratado; Es de color blanco en estado puro, y cuando se mezcla con agua forma una sustancia muy flexible que se endurece cuando se cocina.

**Autor:** Jenny Manzano

### 1.1.3.7 Estudio de suelos

Es indispensable el estudio de suelos ya que permite conocer las propiedades físicas y química de los agregados grueso y fino.

Los ensayos que permiten conocer las propiedades del suelo son:

1. Análisis Granulométrico
2. Límites de Atterberg
3. Proctor Modificado Tipo B
4. Ensayo- Relación de Soporte de California CBR

#### **Análisis granulométrico**

Por granularidad o análisis de grano para agregados se entiende cualquier proceso manual o mecánico mediante el cual se pueden separar las partículas.

Partículas formando agregados por tamaño, saber el número en peso por cada volumen aporta al peso total. Para separar el tamaño se utilizan rejillas con diferentes dimensiones, que proporcionan el tamaño máximo del grupo en cada una de esas

rejillas. En la práctica, el peso de cada dimensión se expresa como un porcentaje que se tiene en cada red con respecto al número total de muestras.

Estos porcentajes retenidos se calculan de forma simultánea y acumulativa, en cada grilla, pues con esta última se traza una gráfica de los valores del tamaño de partícula [16].

Figura 7: Tamices redondos



**Autor:** Jenny Manzano

Tabla 9: Tamaño máximo nominal de sus partículas

<b>Máximo tamaño nominal (mm)</b>	<b>Mínimo de masa a utilizar (g)</b>
4.75	300
9.50	1000
19.00	2500
37.50	5000

**Autor:** Jenny Manzano

Figura 8: Tamices cuadrados



**Autor:** Jenny Manzano

Tabla 10: Granulometría para Subbase

#Tamiz (ASTM)	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (72.2 mm)	--	--	100
2" (50.8 mm)	--	100	--
1 1/2" (38.10 mm)	100	70 – 100	--
N° 4 (4.75 mm)	30 – 70	30 – 70	30 – 70
N° 40 (0.425 mm)	10 – 35	15 – 40	--
N° 200 (0.075 mm)	0 – 15	0 – 20	0 – 20

**Fuente:** Especificaciones de Obras para la Construcción de Caminos y Puentes. MOPT. 2002.

Tabla 11: Granulometría para bases

# Tamiz (ASTM)	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	Clase 1-A	Clase 1-B	Clase 2	Clase 3	Clase 4
2" (50.8 mm)	100	--	100	100	100
1 1/2" (38.10 mm)	70 – 100	100	70 - 100	--	--
1" (25.4 mm)	55 – 85	70 – 100	55 – 85	70 – 100	60 – 90
3/4" (19.0 mm)	50 – 80	60 – 90	47 – 75	60 – 90	--
3/8" (9.5 mm)	35 – 60	45 – 75	35 – 65	40 – 75	--
Nº 4 (4.75 mm)	25 – 50	30 – 60	25 – 55	30 – 60	20 – 50
Nº 10 (2.00 mm)	20 – 40	20 – 50	15 – 55	15 – 45	--
Nº 40 (0.425 mm)	10 – 25	10 – 25	5 – 25	10 – 30	--
Nº 200 (0.075 mm)	2 – 12	2 - 12	0 - 10	0 - 15	0 – 15

**Fuente:** Especificaciones de Obras para la Construcción de Caminos y Puentes.

MOPT. 2002.

#### 1.1.3.7.1 Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg permiten conocer indirectamente las características del suelo que se encuentra en la vía, mediante el índice plástico, límite líquido e índice plástico.

- **Límite Líquido (LL)**

Se expresa como porcentaje de agua en masa de la muestra secada al horno. Es el límite entre el estado semilíquido y el estado plástico. Determinado por prueba de laboratorio con la Copa Casagrande [22].

- **Límite Plástico (LP)**

Es el límite entre el estado plástico y semisólido. Se determina mediante una prueba de laboratorio que consta de formar rollitos de 3 mm de diámetro. [13]

- **Índice Plástico (IP)**

Se expresa como el número de diferencia entre el límite líquido y el límite plástico [22].

$$IP = LL - LP \text{ (Ecu. 9)}$$

#### **1.1.3.7.2 Ensayo del Proctor modificado**

Consiste en la mejora artificial de las propiedades mecánicas del suelo e índice mediante compactadores eficientes, incrementa la resistencia cortante, mejora la permeabilidad y no existe asentamientos considerables. Los parámetros básicos de la compactación del suelo son: máxima densidad volumétrica o máxima densidad y contenido de humedad.

En esta prueba, se usa un martillo de 10 libras (4,54kg) y se deja caer a una altura de 18 pulgadas (45,7cm), que compacta el suelo en 5 capas usando 56 golpes distribuidos uniformemente, comprimiendo así una porción del suelo en un cilindro de volumen conocido y cambiando el contenido de humedad a energía de compresión [23].

Enfocado en las normas: AASHTO T – 180, ASTM D – 1557

#### **1.1.3.7.3 Ensayo de relación de soporte de california (CBR)**

El valor de soporte CBR se utiliza principalmente para analizar la calidad del suelo de soporte del pavimento, este análisis asegura que el pavimento a construir descansará sobre un suelo de resistencia adecuada y no sufrirá daños. Incluye el porcentaje de fuerza requerida para producir una penetración de 2,5 mm en el suelo y la fuerza requerida para producir la misma penetración en la muestra de referencia [24].

#### **1.1.3.8 Niveles de Intervención en la Vía**

Son las diversas acciones relacionadas con la vía, se clasifica según la magnitud de los trabajos, desde una intervención sencilla pero permanente (mantenimiento rutinario), hasta una intervención más costosa y complicada (reconstrucción o rehabilitación) [25].

El objetivo principal es evitar en lo posible la pérdida del capital ya invertido, mediante la protección física de la infraestructura básica y de la superficie del pavimento. La conservación es evitar la destrucción de partes de la estructura de los caminos y su posterior rehabilitación o reconstrucción [25].

##### **1.1.3.8.1 Mantenimiento Rutinario**

Las actividades del mantenimiento rutinario son las siguientes:

- Limpieza de calzada y pequeños derrumbes.
- Reparación localizada de pequeños defectos en la superficie de rodadura.

- Mantenimiento de los sistemas de drenaje.
- Control de la vegetación y mantenimiento de señalización [25].

Tabla 12: Criterios para establecer el nivel de mantenimiento rutinario

<b>MANTENIMIENTO RUTINARIO</b>	
<b>APLICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Espesor de lastreo	>0 = a 10 centímetros
Bombeo	De 2 a 3 %
Baches	De 0 a 10 %
Ahuellamientos, hundimientos	De 0 a 5 %
Señalización	Si cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas	Limpias
Puentes, portones, muros de contención y badenes	En buen estado

**Fuente:** J. Menéndez, 2003

#### **1.1.3.8.2 Mantenimiento Periódico**

Las actividades contenidas dentro de los trabajos de mantenimiento periódico pueden ser agrupadas de la siguiente manera:

- Restablecimiento de las características de la superficie de rodadura.
- Reparación de obras de arte.
- Reparación del sistema de drenaje [25].

#### **1.1.3.8.3 Rehabilitación del Pavimento Flexible**

Se basa en la reconstrucción precisa del refuerzo estructural del pavimento, previa demolición parcial de la estructura existente. La rehabilitación procede cuando el pavimento está muy deteriorado como para poder soportar el incremento de tránsito en el futuro, pudiendo incluir algunos mejoramientos en los sistemas de drenaje y de contención. La rehabilitación tiene como finalidad restaurar la capacidad estructural y la condición de la superficie de la capa de rodadura [25].

La rehabilitación se llega a dar en ocasiones porque no ha existido una adecuada conservación del pavimento.

-Las actividades contenidas dentro de los trabajos de rehabilitación están agrupadas de la siguiente manera:

- Restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.
- Mejorar el sistema de drenaje [25]

Tabla 13: Rehabilitación del Pavimento

<b>REHABILITACIÓN</b>	
<b>APLICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Espesor de lastreo	< a 5 centímetros
Bombeo	< 2 %
Baches	De 40 a 60 %
Ahuellamientos, hundimientos	De 15 a 30 %
Señalización	No cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas	Medianamente llenos
Puentes, portones, muros de contención y badenes	En estado malo

**Fuente:** J. Menéndez, 2003

#### **1.1.3.8.4 Propuesta de Rehabilitación del Pavimento Flexible**

El desarrollo de un diseño de rehabilitación generalmente requiere una investigación exhaustiva sobre la condición de la estructura del pavimento existente, el historial de desempeño y las pruebas de laboratorio de los materiales para establecer la idoneidad de los materiales existentes y propuestos para su uso en el diseño de rehabilitación. La investigación de campo requerirá un estudio de deflexión y quizás estudios adicionales de pruebas no destructivas.

#### **1.1.3.8.5 La forma de rehabilitación del pavimento seleccionado debe considerar:**

- Rentabilidad
- Reparación de los problemas específicos del pavimento existente
- Prevención de problemas futuros, y
- Cumplir con todas las restricciones existentes del proyecto.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 General**

Realizar una propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.

### **1.2.2 Específicos**

- Realizar el levantamiento topográfico de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.
- Establecer el tráfico promedio diario anual TPDA, mediante aforo vehicular manual, por 7 días en una semana desde las 7:H00 hasta las 19:H00.
- Determinar el estado del pavimento asfáltico existente de la vía, mediante el registro del tipo de severidad y densidad de las anomalías y fallas, para el posterior cálculo del Índice de condición del pavimento PCI, en la sección de carretera estudiada.
- Determinar las deflexiones elásticas del pavimento a través del ensayo de la viga Benkelman, y las características de las capas y materiales del pavimento existente.
- Plantear una propuesta de rehabilitación del pavimento existente, mediante el análisis del tipo de refuerzo necesario y/o técnicas de reparación, de acuerdo con las especificaciones técnicas AASHTO y MTOP.

**CAPÍTULO II**  
**METODOLOGÍA**

**2.1. Materiales y equipos**

Para los ensayos realizados en campo y laboratorio se utilizó materiales y equipos:

A continuación, se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 14: Metodología

#	ENSAYO	MATERIALES	EQUIPOS	NORMA
1	Extracción de suelo in situ	-Muestra de suelo alterado	-Pala -Barra -Pico -Flexómetro -Sacos de polipropileno	NTE INEN 686 1982- 05
2	Georreferenciación	-Libreta de campo -Cinta métrica 50,0 m -Flexómetro de 5,0 m -Aerosol amarillo y blanco	-Receptor satelital GPS marca GARMIN etrex 20x	/
3	Medición de deflexiones en la vía	-Combo -Cinzel -Cinta métrica 50 m -Flexómetro 5 m -Termómetro -Extensómetro -Agua	-Viga Benkelman -Volqueta cargada	AASHTO T256-01

4	PCI	-Flexómetro -Manual de fallas -Formato para identificar el tipo de fallas	/	ASTM D6433-03
5	Análisis Granulométrico	-Muestra de suelo cuarteada	-Tamizadora -Juego de tamices cuadrados y redondos -Brocha -Balanza electrónica -Recipientes	ASTM C136-05
6	Límites de Atterberg-Límite Líquido	-Muestra de suelo 80 gr que pasa el tamiz #40, -Agua	-Copa de Casagrande -Espátula -Acanalador -Recipientes de aluminio -Horno de secado	AASHTO T-89-13
7	Límites de Atterberg-Límite Plástico	-Muestra de suelo 25 gr que pasa el tamiz #40 -Agua	-Placa de vidrio -Mortero de porcelana -Espátula -Recipientes de aluminio -Horno de secado	AASHTO T-90-16
8	Proctor modificado-Tipo B	-Muestra de suelo tamizado-24kg -Agua	-Brocha -Palustre -Balanza electrónica digital -Bandeja metálica -Moldes metálicos cilíndricos	AASHTO T-180-18

			-Horno de secado -Martillo compactador -Recipiente de aluminio -Enrasador -Probeta	
9	CBR	-Muestra de suelo tamizado 18 kg -Agua	-Pesa anular -Pesa ranurada -Máquina automática MULTISPEED -Y todos los equipos utilizados en el ensayo del Proctor - Modificado Tipo B	AASHTO T-99 ASTM 1833-73

**Autor:** Jenny Manzano

## 2.2. Métodos

### 2.2.1. Plan de recolección de información

En el presente trabajo técnico se detalla el plan de recolección de información para identificar las técnicas e instrumentos y así cumplir con lo requerido en los objetivos.

Tabla 15: Plan de recolección de información

Preguntas Básicas		Explicaciones
1.	¿Para qué?	Para determinar el estado actual de la carpeta asfáltica y realizar una propuesta de rehabilitación del pavimento.
2.	¿De qué personas u objetos?	De la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.
3.	¿Sobre qué aspectos?	-Inventario vial -Evaluación del pavimento -Ensayos de laboratorio

<b>4.</b>	<b>¿Quién?</b>	-Autor: Jenny Fernanda Manzano Yanza -Tutor: Ing. Mg. Alex López
<b>5.</b>	<b>¿Dónde?</b>	-Vía Salasaka centro hasta Huasalata -En el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Técnica de Ambato-Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
<b>6.</b>	<b>¿Cómo?</b>	-Investigación Bibliográfica -Investigación de campo -Levantamiento Georreferenciado -Conteo vehicular Manual -Método del PCI y Evaluación de la capa de rodadura -Investigación de laboratorio: Ensayo de suelos

**Autor:** Jenny Manzano

### **2.2.2. Plan de procesamiento de información y análisis de información**

Se realizará los siguientes pasos para el procesamiento y recopilación de información:

#### **2.2.2.1. Plan de procesamiento de información**

- 1) Revisión bibliográfica
- 2) Levantamiento topográfico en la Vía Salasaka centro– Huasalata con el GPS Garmin etrex 20.
- 3) Conteo vehicular manual por 7 días desde las 7:00 H a 19:00H
- 4) Evaluación de la carpeta asfáltica-PCI
- 5) Medición de deflexiones – Viga Benkelman
- 6) Estudio de suelos con las cuatro muestras alteradas extraídas de cuatro calicatas.

#### **1) Revisión Documental – Bibliográfica**

Para el desarrollo del presente proyecto se recabó información de fuentes similares de investigaciones realizadas como: textos, artículos científicos, especificaciones técnicas normalizadas, proyectos de titulación y normas, así analizarlas y relacionarlas de acuerdo con las necesidades.

## **2) Levantamiento georreferenciado**

El levantamiento georreferenciado permite obtener puntos en el borde derecho e izquierdo y en el eje de la vía con la ayuda de un receptor satelital GPS marca GARMIN etrex 20 desde la abscisa 0+000 hasta 4+000, cada 20 metros así almacenar valores en coordenadas geográficas con proyección UTM y datum WGS84, luego se procederá a ordenar en una hoja de cálculo Excel guardado delimitado por comas CVS y exportar a un software para obtener el alineamiento horizontal y la sección transversal de la vía en estudio.

Además, se puede hacer un inventario vial.

## **3) Conteo vehicular manual**

Se realizará un conteo vehicular manual durante 7 días desde las 7:00 hasta 19:00 con un total de 12 horas, el conteo se realizará en los dos sentidos, sin interrupción de algún evento importante así se puede clasificar la vía Salasaka centro - Huasalata en función del tráfico promedio diario anual (TPDA).

## **4) Evaluación de la carpeta asfáltica-Método PCI**

Para realizar la Evaluación del pavimento se debe saber el número de unidades de muestreo que se va a realizar desde Salasaka Km 0+000 hasta Huasalata Km 4+00, como ya está abscisada la vía cada 20 m, se identifica en formato en donde están ubicadas las unidades de muestreo, luego se procede a la identificación visual en campo de los tipos de fallas existentes en la vía lo cual se registra en una hoja con un formato donde describe la falla, el nivel de severidad y la cantidad expresada en las unidades correspondientes a cada falla.

## **5) Evaluación con la Viga Benkelman**

Con este método se puede identificar las deflexiones que se produce en la capa de rodadura, así se conoce el estado actual de la estructura del pavimento de la vía Salasaka - Huasalata.

### **Puntos para realizar la medición de la Deflexión**

-Con estos valores se procede a tomar la deflexión cada 200 m desde la abscisa 0+000 hasta 4+000.

- Se va alternando los carriles para la obtención de las lecturas de deflexión de la vía.
- La distancia desde el borde de la vía es de 90cm, según la tabla 5. Distancias del punto de ensayo.
- Las deflexiones que se tomaran en cada punto de ensayo serán lo que arrojen de D0, D25, D50, D100, D500, D800.

#### **6) Estudio de suelos con las cuatro muestras alteradas extraídas de cuatro calicatas.**

Se efectúa calicatas de (1,0mx1,0mx1,0m) en los cuatro tramos correspondientes a cada kilómetro, se extraen 50 kilogramos de suelo por cada capa encontrada, luego se seca por 10 días para finalmente ser llevados a los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato y proceder con los ensayos de: Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR.

#### **2.2.2.3. Análisis de información**

- Los datos obtenidos se presentarán mediante figuras, cuadros y tablas
- Se clasificará la información de acuerdo con los requerimientos
- Se interpretará los resultados de acuerdo con la Normativa utilizada.
- Luego de estudiar el estado actual de la vía se optará por una propuesta de rehabilitación del pavimento.
- Con todo el trabajo de campo y de laboratorio se podrá concluir y recomendar de acuerdo con los objetivos expuestos inicialmente.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis y discusión de los resultados

##### 3.1.1 Ubicación del proyecto

El presente proyecto Técnico está ubicado en la Provincia de Tungurahua, Cantón Pelileo en la Parroquia Salasaca, se inicia en la abscisa 0+000 km Salasaca centro y finaliza en la abscisa 4+000 km Caserío Huasalata, el tipo de asfalto es un pavimento flexible y se encuentra en las siguientes coordenadas.

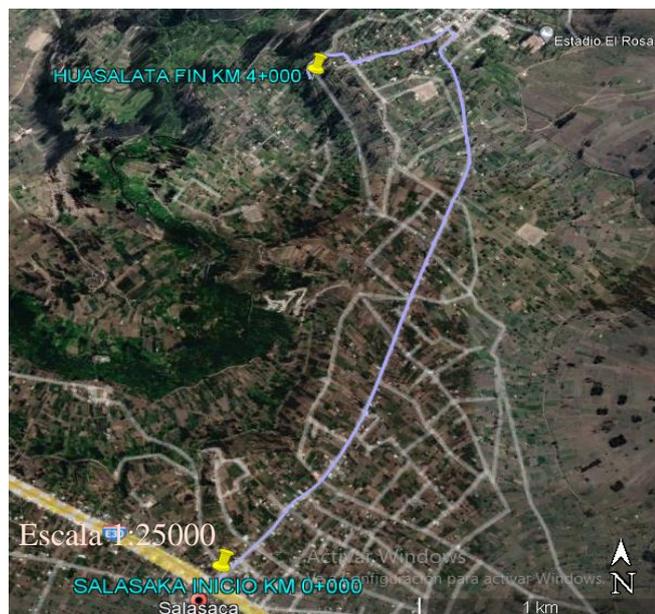
Tabla 16: Coordenadas del proyecto

Abscisa (Km)	Coordenada Este (m)	Coordenada Norte (m)
0+000	769496	9853918
4+000	770014	9856431

**Autor:** Jenny Manzano

En la siguiente figura se muestra la ubicación inicio y fin desde el kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 4+000.

Figura 9: Vía Salasaca Centro – Huasalata



**Fuente:** Google Earth Pro

**Autor:** Jenny Manzano

### 3.1.2. Levantamiento Georreferenciado de la Vía

Se realizó el levantamiento georreferenciado con la ayuda de un receptor satelital GPS marca Garmin etrex 20, además se obtuvo 603 puntos que se abscisó cada veinte metros, tomados en el borde izquierdo, derecho y en el eje de la vía después de completar con el levantamiento de los cuatro kilómetros se exportó los puntos a una hoja electrónica de Excel, se guardó en un formato CVS y posterior se importó al software AUTOCAD Civil 3D, para realizar el trazo del alineamiento horizontal de la vía, donde en el plano se identificó el ensayo con la Viga Benkelman, las fallas encontradas y los PCA.

### 3.1.3 Análisis del Tráfico

#### -Estación de conteo Vehicular

La estación de conteo vehicular se estableció después del ingreso al caserío Chilcapamba en la abscisa 0+000 km debido a que pasa un considerable tránsito que será tomado para el estudio de tráfico del proyecto.

El conteo se lo realizó de forma manual, se estableció un formato para hacer el registro del tránsito total que circula en la vía, donde consta las clases de vehículos.

El conteo vehicular manual se lo realizó durante una semana desde el lunes 13 de diciembre hasta el día domingo 19 de diciembre del 2021 con un total de 12 horas desde las 07:00 a 19:00, donde el tiempo se dividió en intervalos de 15 minutos para los dos sentidos y así estudiar el flujo vehicular.

El estudio de tráfico permite obtener mediante una serie de cálculos el total del TPDA y luego clasificar el tipo de vía.

Tabla 17: Coordenadas de la ubicación de la estación de conteo

<b>ABSCISADO (Km)</b>	<b>ESTE (m)</b>	<b>NORTE (m)</b>	<b>ELEVACIÓN (m)</b>
0+150	769605	9854029	2721

**Autor:** Jenny Manzano

En el Anexo A se puede observar el conteo vehicular manual de los siete días.

Figura 10: Estación del conteo vehicular



**Autor:** Jenny Manzano

**Fuente:** Google Earth Pro

### **Formato utilizado para realizar el conteo Vehicular manual**

-Se procedió con el conteo vehicular manual, lo cual se divide en tres categorías y subcategorías:

- Livianos (camionetas, automóviles y motos)
- Buses
- Camiones (C-2-L, C-2-M, C-3 Y C-4)

-El formato para el conteo vehicular manual se divide en 5 secciones y está detallado de la siguiente manera.

1. En esta sección se establece el encabezado, consta el nombre de la Universidad, nombre del proyecto, la abscisa donde se realizó el conteo, nombre del responsable, la fecha en la que se realizó, número de estación, especificación del sentido y el número de hoja.
2. Aquí se especifica el tiempo de inicio y fin con intervalos de 15 minutos.

- En esta sección se registró el conteo de los tipos de vehículos livianos, buses y el total de camiones observados cada día.
- Se calcula el total de vehículos que circulan en los quince minutos y el total acumulado.
- En esta sección se calcula el total de vehículos que transitan durante doce horas en la vía de estudio.

Tabla 18: Formato de conteo vehicular manual

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO											
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA											
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
PROYECTO											
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.											
Abscisa: 0+150	Responsable:	Jenny Manzano	Fecha:	13/12/2021	Estación:	1	Sentido:	Dos Sentidos	Hoja N° :	1	
CONTEO TRÁFICO VOLUMÉTRICO											
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				TOTAL CAMIONES	TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	CAMIONETAS	AUTOMÓVILES	MOTOS		C-2-L	C-2-M	C-3	C-4			
6:00 - 6:15	3	3	0	1	1	0	0	0	1	8	
6:15 - 6:30	3	3	0	0	1	0	1	0	2	8	
6:30 - 6:45	6	6	2	1	0	0	0	2	0	17	
6:45 - 7:00	4	7	0	0	0	0	0	0	0	11	44
7:00 - 7:15	5	15	0	2	0	1	0	0	1	23	59
7:15 - 7:30	13	11	4	0	2	1	0	0	3	31	82
7:30 - 7:45	2	6	3	2	0	1	0	0	1	14	79
7:45 - 8:00	4	9	1	0	0	0	0	0	0	14	82
8:00 - 8:15	9	16	0	2	1	0	0	0	1	28	87
8:15 - 8:30	13	12	0	0	0	1	0	0	1	26	82
8:30 - 8:45	14	13	0	2	0	0	0	0	0	29	97
8:45 - 9:00	9	10	0	0	1	1	0	0	2	21	104
9:00 - 9:15	9	7	0	2	0	1	0	0	1	19	95
9:15 - 9:30	5	7	0	0	0	0	0	0	0	12	81
9:30 - 9:45	12	0	0	2	2	0	1	0	3	17	69
9:45 - 10:00	4	6	0	0	0	2	0	0	2	12	60
10:00 - 10:15	6	7	1	2	0	1	0	0	1	17	58
10:15 - 10:30	12	12	1	0	0	0	0	0	0	25	71
10:30 - 10:45	7	11	0	1	2	0	1	0	3	22	76
10:45 - 11:00	5	9	1	0	0	0	0	0	0	15	79
11:00 - 11:15	12	5	2	2	0	0	0	0	0	21	83
11:15 - 11:30	4	9	0	0	1	0	0	0	1	14	72
11:30 - 11:45	8	9	1	2	1	1	1	0	3	23	73
11:45 - 12:00	8	13	0	0	0	1	0	0	1	22	80
12:00 - 12:15	6	4	2	2	0	0	0	0	0	14	73
12:15 - 12:30	13	14	1	0	0	0	0	0	0	28	87
12:30 - 12:45	12	8	1	2	2	0	0	0	2	25	89
12:45 - 13:00	11	4	0	0	1	0	0	0	1	16	83
13:00 - 13:15	13	11	0	2	0	0	0	1	0	27	96
13:15 - 13:30	15	11	0	0	2	1	0	0	3	29	97
13:30 - 13:45	20	16	2	2	0	0	1	0	1	41	113
13:45 - 14:00	13	10	1	0	1	0	1	0	2	26	123
14:00 - 14:15	11	9	1	2	0	0	0	0	0	23	119
14:15 - 14:30	12	9	0	0	0	1	0	0	1	22	112
14:30 - 14:45	13	13	0	2	0	1	0	0	1	29	100
14:45 - 15:00	17	13	0	0	0	0	0	0	0	30	104
15:00 - 15:15	13	11	1	2	1	0	0	0	1	28	109
15:15 - 15:30	10	9	0	0	0	2	0	0	2	21	108
15:30 - 15:45	13	13	0	2	0	0	0	0	0	28	107
15:45 - 16:00	12	11	1	0	0	0	0	0	0	24	101
16:00 - 16:15	17	9	0	2	1	0	0	0	1	29	102
16:15 - 16:30	17	18	0	0	0	1	0	0	1	36	117
16:30 - 16:45	16	16	2	2	0	0	1	0	1	37	126
16:45 - 17:00	15	14	0	0	0	0	1	0	1	30	132
17:00 - 17:15	15	11	1	2	0	0	0	1	0	30	133
17:15 - 17:30	16	11	2	0	1	0	0	0	1	30	127
17:30 - 17:45	14	18	4	1	1	1	0	0	2	39	129
17:45 - 18:00	17	19	0	0	0	1	0	0	1	37	136
<b>TOTAL</b>	<b>508</b>	<b>488</b>	<b>35</b>	<b>44</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>49</b>	<b>1128</b>	

Autor: Jenny Manzano

### 3.1.3.1. Cálculo del TPDA por el método de la trigésima hora

Luego de realizar el conteo vehicular manual por siete días se determinó que el día que existe mayor afluencia de vehículos que transitan por la vía es el lunes 13 de diciembre de 2021, con un total de 1128 vehículos, se debe a que el lunes existe feria en Ambato entonces muchos de los productores de la parroquia El Rosario y de los caseríos de la parroquia Salasaka van a expender sus productos agrícolas, ganaderos y a realizar sus compras.

En la siguiente tabla se describe el total de vehículos que circulan cada día.

Tabla 19: Resumen del total de vehículos que transitan cada día

DÍA	TOTAL DE VEHÍCULOS
Lunes	1128
Martes	1062
Miércoles	1030
Jueves	1058
Viernes	1070
Sábado	1109
Domingo	915

**Autor:** Jenny Manzano

En la tabla 20 se detalla el total de vehículos que transitan en la hora pico que va desde las 13:00 hasta 14:00 en los dos sentidos con un total de 123 vehículos lo que significa que en este día hay mayor afluencia de vehículos.

Tabla 20: Total de vehículos en hora pico

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
PROYECTO											
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.											
Abscisa: 0+150	Responsable:	Jenny Manzano	Fecha:	13/12/2021	Estación:	1	Sentido:	Dos Sentidos	Hoja N°:	1	
CONTEO TRÁFICO VOLUMÉTRICO											
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				TOTAL CAMIONES	TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	CAMIONETAS	AUTOMÓVILES	MOTOS		C-2-L	C-2-M	C-3	C-4			
13:00 - 13:15	13	11	0	2	0	0	0	1	1	27	33
13:15 - 13:30	15	11	0	0	2	1	0	0	3	29	56
13:30 - 13:45	20	16	2	2	0	0	1	0	1	41	97
13:45 - 14:00	13	10	1	0	1	0	1	0	2	26	123
<b>Sub Total</b>	<b>61</b>	<b>48</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>123</b>	<b>309</b>
<b>Total</b>	112			4	7						

**Autor:** Jenny Manzano

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

$$\text{TPDA actual} = \frac{VHP}{k} \quad (\text{Ecu. 10})$$

**Donde:**

**TPDA actual:** Tráfico promedio diario anual

**VHP:** Número de vehículos en hora pico

**K:** Valor constante del TPDA según la zona de estudio

Tabla 21: Valor constante del TPDA k

ZONA	VALOR CONSTANTE k
Urbana	8% - 12%
Rural	12% - 18%

**Autor:** Jenny Manzano

Se toma el factor de hora pico para zona rural, según el método de la treintava hora de diseño, lo que es bastante representativo del 15 % del TPDA y se calcula VHP para todo tipo de vehículos existentes.

- **Cálculo del TPDA actual**

$$\text{TPDA actual} = \frac{VHP}{k} \quad (\text{Ecu. 11})$$

**Donde:**

**TPDA actual:** Tráfico promedio diario anual actual.

**VPH:** número de vehículos en hora pico

**k:** valor constante del TPDA actual para una zona rural

- **Cálculo del tráfico Existente de Vehículos livianos**

$$\text{TPDA actual} = \frac{112}{0,15}$$

$$\text{TPDA actual} = 747 \text{ veh/día}$$

- **Cálculo del tráfico Existente de buses**

$$\text{TPDA actual} = \frac{4}{0,15}$$

$$\text{TPDA actual} = 27 \text{ veh/día}$$

- **Cálculo del tráfico Existente de camiones**

$$\text{TPDA actual} = \frac{7}{0,15}$$

$$\text{TPDA actual} = 47 \text{ veh/día}$$

En la siguiente tabla se resume los resultados obtenidos del TPDA actual de cada tipo de vehículos.

Tabla 22: TPDA actual de cada tipo de vehículo

Tipo de Vehículos	Hora Pico (vehí/día)	TPDA Actual (vehí/día)
LIVIANOS	112	747
BUSES	4	27
CAMIONES	7	47
<b>TOTAL TPDA Vehí/día</b>		<b>821</b>

**Autor:** Jenny Manzano

**-Cálculo de Tráfico Atraído Tatr**

$$\text{Tatr} = 10\% * \text{TPDA actual} \quad (\text{Ecu. 10})$$

- **Cálculo del Tráfico Atraído de Vehículos livianos**

$$T_{atr} = 0,10 * 747 \text{ vehí/día}$$

$$T_{atr} = 75 \text{ vehí/día}$$

- **Cálculo del Tráfico Atraído de buses**

$$T_{atr} = 0,10 * 27 \text{ vehí/día}$$

$$T_{atr} = 3 \text{ vehí/día}$$

- **Cálculo del Tráfico Atraído de camiones**

$$T_{atr} = 0,10 * 47 \text{ vehí/día}$$

$$T_{atr} = 5 \text{ vehí/día}$$

En la siguiente tabla se presenta el resumen del cálculo del tráfico Atraído de vehículos livianos, buses y camiones.

Tabla 23: Tráfico atraído de la vía

TRÁFICO ATRAÍDO		
Tipo de Vehículos	TPDA Actual	Tráfico Atraído
LIVIANOS	747	75
BUSES	27	3
CAMIONES	47	5
<b>TOTAL T.at Vehí/día</b>		<b>83</b>

**Autor:** Jenny Manzano

**-Cálculo del Tráfico promedio diario anual TPDA Total**

$$TPDA_{total} = TPDA_{actual} + T_{atr} \quad (\text{Ecu. 11})$$

**Donde:**

**TPDA<sub>Total</sub>:** Tráfico promedio diario anual total.

**TPDA<sub>actual</sub>:** Tráfico promedio diario anual actual

**T<sub>atr</sub>:** Tráfico atraído

- **Tráfico Promedio Diario Anual Total - Vehículos livianos**

$$TPDA_{total}=(747 +75) \text{ vehí/día}$$

$$TPDA_{total}=822 \text{ vehí/día}$$

- **Tráfico Promedio Diario Anual Total - Buses**

$$TPDA_{total}=(27 +3) \text{ vehí/día}$$

$$TPDA_{total}=30 \text{ vehí/día}$$

- **Tráfico Promedio Diario Anual Total - Camiones**

$$TPDA_{total}= (47 +5) \text{ vehí/día}$$

$$TPDA_{total}= 52 \text{ vehí/día}$$

En la siguiente tabla se resume los resultados del cálculo del TPDA actual, atraído, total para cada tipo de vehículos y el porcentaje que representa cada uno.

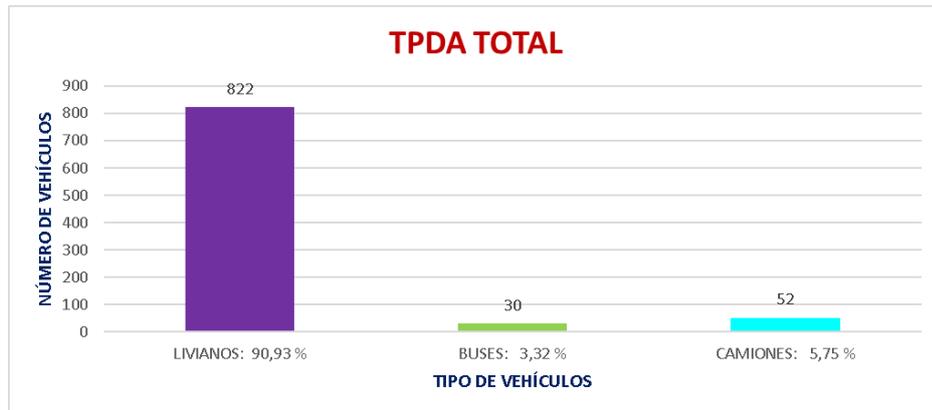
Tabla 24: Tráfico Promedio Diario Anual de la vía

TPDA Total Actual				
Tipo de Vehículos	TPDA Actual (Vehí/día)	Tráfico Atraído (Vehí/día)	TPDA Total (Vehí/día)	Porcentaje (%)
LIVIANOS	747	75	822	90,93
BUSES	27	3	30	3,32
CAMIONES	47	5	52	5,75
<b>TOTAL</b>			<b>904</b>	<b>100,0</b>

Autor: Jenny Manzano

El TPDA total es igual a **904 vehículos por día** que circulan por la vía Salasaka – Huasalata, cabe mencionar que el 90,93 % son vehículos livianos.

Figura 11: Interpretación del gráfico del Tráfico Promedio Diario Anual de la vía



**Autor:** Jenny Manzano

**-Cálculo del tránsito futuro o proyectado**

Para determinar el tránsito futuro se considera un período de 15 años que empieza en el año 2021 hasta el año 2036.

En la siguiente tabla se presenta el índice de crecimiento del tráfico.

Tabla 25: Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

PERIODO	TIPO DE VEHÍCULOS		
	Livianos	Buses	Camiones
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 2003- Estudio de tráfico, 2015

**Autor:** Jenny Manzano

$$T_{fu} = TPDA_{total}(1+i)^n \quad (Ec.12)$$

**Donde:**

**T<sub>fu</sub>:** Tráfico futuro

**TPDA<sub>total</sub>:** Tráfico promedio diario anual total

**i:** Índice de crecimiento de tránsito

n: Números de años proyectados (15)

- **Vehículos livianos**

- $T_{fu}=822*(1+0,0325)^{15}$

$$T_{fu}=847 \text{ vehí/día}$$

- **Buses**

$$T_{fu}=30*(1+0,0162)^{15}$$

$$T_{fu}= 30 \text{ vehí/día}$$

- **Camiones**

$$T_{fu}=52*(1+0,0158)^{15}$$

$$T_{fu}=53 \text{ vehí/día}$$

$$T_{fu}=TPDA_{total}(1+i)^n$$

$$T_{fu}=1328 \text{ vehí/día}+38 \text{ vehí/día}+66 \text{ vehí/día}$$

$$T_{fu}=1432 \text{ vehí/día}$$

En la siguiente tabla 26 se muestra el resumen de los cálculos realizados para el tráfico futuro para n=15 años de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 es de 1432 vehí/día en los dos sentidos de la vía.

Tabla 26: Tráfico Proyectado

TRÁFICO FUTURO Tfu							
Año	TASA DE CRECIMIENTO (%)			TRÁFICO FUTURO ( Vehí./día)			TPDA FUTURO ( Vehí./día)
	Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	
2021	3,57	1,78	1,74	822	30	52	904
2022	3,57	1,78	1,74	851	31	53	935
2023	3,57	1,78	1,74	882	31	54	967
2024	3,57	1,78	1,74	913	32	55	1000
2025	3,57	1,78	1,74	946	32	56	1034
2026	3,25	1,62	1,58	965	33	56	1053
2027	3,25	1,62	1,58	996	33	57	1086
2028	3,25	1,62	1,58	1028	34	58	1120
2029	3,25	1,62	1,58	1062	34	59	1155
2030	3,25	1,62	1,58	1096	35	60	1191
2031	3,25	1,62	1,58	1132	35	61	1228
2032	3,25	1,62	1,58	1169	36	62	1266
2033	3,25	1,62	1,58	1207	36	63	1306
2034	3,25	1,62	1,58	1246	37	64	1347
2035	3,25	1,62	1,58	1286	38	65	1389
2036	3,25	1,62	1,58	1328	38	66	<b>1432</b>

**Autor:** Jenny Manzano

**-Clasificación vial en función del TPDA futuro**

Para saber la clase de carretera consideraremos la tabla 27 según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

El TPDA actual es igual a 904 Veh/día, se clasifica como una vía colectora clase III y su proyección en 15 años según los cálculos es igual a 1432 Vehí/día, el TPDA futuro calculado está en el rango de 1000 a 3000 vehículos, entonces la vía Salasaka – Huasalata se clasifica como una vía Colectora de clase II, así el ancho de la calzada estará entre 6,50 m y 7,30 m.

Tabla 27: Clasificación Funcional del Ministerio de Obras Públicas

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (MOP)	TPDA fu (Año final de diseño)	ANCHO DE CALZADA	
			Recomendable	Absoluta
Corredor Arterial	R-I o R-II	> 8000	7,30	7,30
	I	3000 - 8000	7,30	7,30
Colectora	II	1000 - 3000	7,30	6,50
	III	300 - 1000	6,70	6,00
Vecinal	IV	100 - 300	6,00	6,00
	V	300	4,00	4,00

**Fuente:** Ministerio de Obras Públicas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003

**Autor:** Jenny Manzano

**-Factor de daño**

El factor de daño ayuda a conocer cuanto afecta los diferentes tipos de vehículos que transitan por la vía.

Tabla 28: Factor de daño según el tipo de vehículo

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TAMDEN		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	tons	$(P/6,6)^4$	tons	$(P/8,2)^4$	tons	$(P/615)^4$	tons	$(P/623)^4$	
BUS	4	0,13	8	0,91					1,04
C-2-L	2,5	0,02							1,29
	7	1,27							
C-2-M	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

**Fuente:** Guía Técnica de Pavimento, Ing. Fricson Moreira, 2015

**Autor:** Jenny Manzano

En la siguiente tabla se puede ver cuál es el factor de distribución direccional según el número de carriles.

Tabla 29: Factores de Distribución Direccional

NÚMERO DE CARRILES	PORCENTAJE EQUIVALENTE DE VEHÍCULOS EN EL CARRIL
2	50%
4	45%
6 o más	40%

**Fuente:** Norma AASHTO 93 Diseño de Estructuras de Pavimentos

En la siguiente tabla se puede ver cuál es el porcentaje de W18 según el número de carril en una dirección DI.

Tabla 30: Porcentaje de W18

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

### -Cálculo de ejes equivalentes

El número de ejes simples es de 8,2 toneladas que soporta el asfalto de acuerdo con el período de diseño del pavimento.

Para el cálculo de ejes equivalentes es muy importante saber cuál es el factor de daño según el tipo de vehículo, se puede ver en la tabla 30 y porcentaje de W18 en el carril DI.

A continuación, el cálculo de ejes equivalentes para el 2021, se realiza el mismo procedimiento hasta el año 2036, se detalla en la tabla 31.

$$W18 = \left( \sum_{i=1}^{n} ((FD * TPDA) * 365) Fd * DI \right) \quad (Ec.12)$$

$$W_{18 \text{ acumulado}} = ((TPDABUSES * FDBUSES + TPDA_{C-2-L} * FDC_{-2-L} + TPDA_{C-2-M} * FDC_{-2-M} + TPDA_{C-3} * FDC_{-3} + TPDA_{C-4} * FDC_{-4}) * 365) * Fd * DI$$

**Donde:**

**W18:** Número de ejes equivalentes (para un período de diseño de 15 años).

**TPDA:** Tráfico promedio diario anual (para un período de diseño de 15 años).

**FD:** Factor de daño

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

**Fd:** factor de distribución direccional

$$W_{18} = (TPDA_{BUSES} * FD_{BUSES} + TPDA_{C-2-L} * FD_{C-2-L} + TPDA_{C-2-M} * FD_{C-2-M} + TPDA_{C-3} * FD_{C-3} + TPDA_{C-4} * FD_{C-4}) * 365 * Fd * DI$$

$$W_{18 \text{ acumulado}} = ((30 * 1,04) + (22 * 1,29) + (8 * 3,92) + (14 * 2,76) + (8 * 2,08) * 365) * 0,50 * 1$$

$$W_{18} = 26660 \text{ ejes equivalentes}$$

Tabla 31: Ejes equivalentes

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 									
PROYECTO									
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.									
RESPONSABLE:		Jenny Fernanda Manzano Yanza			FECHA:		Domingo 19/12/2021		
Año	TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL						EJES EQUIVALENTES		
	Livianos	Buses	CAMIONES				TOTAL	W18 ACUMULADO	W18 P. CARRIL DI.
C-2-L			C-2-M	C-3	C-4				
2021	822	30	22	8	14	8	904	26660	13330
2022	851	31	22	8	14	8	935	27126	13563
2023	882	31	23	8	14	8	967	27600	13800
2024	913	32	23	8	15	8	1000	28083	14041
2025	946	32	24	9	15	9	1034	28574	14287
2026	965	33	24	9	15	9	1053	28845	14423
2027	996	33	24	9	15	9	1086	29304	14652
2028	1028	34	25	9	16	9	1120	29769	14885
2029	1062	34	25	9	16	9	1155	30242	15121
2030	1096	35	25	9	16	9	1191	30723	15361
2031	1132	35	26	9	16	9	1228	31211	15605
2032	1169	36	26	10	17	10	1266	31706	15853
2033	1207	36	27	10	17	10	1306	32210	16105
2034	1246	37	27	10	17	10	1347	32722	16361
2035	1286	38	27	10	17	10	1389	33242	16621
2036	1328	38	28	10	18	10	1432	33770	16885

**Autor:** Jenny Manzano

### 3.1.4. Evaluación superficial del pavimento flexible – PCI

El método del PCI permite evaluar la superficie del pavimento por medio de un análisis visual lo cual consta de dos procedimientos el trabajo en campo y los cálculos.

#### Unidad de muestreo

La vía del presente proyecto es de 4000 m, es un pavimento flexible, consta de una sola sección, dos sentidos y para determinar la unidad de muestreo se realiza el siguiente proceso.

En la siguiente tabla se muestra la longitud de unidad de muestreo, el ancho de calzada del proyecto es de 7,30 m así se toma el valor de 31,5 m.

Tabla 32: Longitud de unidad de muestreo

Ancho de calzada	Longitud de la unidad de muestreo
(m)	(m)
5,0	46,0
5,5	41,8
6,0	38,3
6,5	35,4
7,3 (máximo)	31,5

Fuente: ASTM D6433-07 “Práctica estándar para el estudio del PCI”

#### -Cálculo de las unidades de muestreo

Donde:

Longitud del tramo:  $L_t = 4000$  m

Ancho de la calzada:  $a = 7,30$  m

Error admisible estimado para el PCI de la sección:  $e = 5\%$

Desviación estándar del PCI para pavimentos asfálticos:  $\delta = 10$

- Cálculo de la longitud de la unidad de muestreo (L)

$$L = 31,50 \text{ m} \approx 32,00 \text{ m}$$

- Cálculo de la unidad de muestreo (A)

$$A = a * L$$

$$A = 7,30m * 32,0m$$

$$A = 233,60m^2 \approx 234m^2$$

- **Cálculo del número total de la unidad de muestreo (N)**

$$N = \frac{Lt}{L} \quad (3,7)$$

$$N = \frac{4000 m}{32 m}$$

$$N = 125,0 m$$

$$N = 132 \text{ Unidades}$$

- **Cálculo del número mínimo de unidades de muestreo a evaluar (n)**

$$n = \frac{N * \delta^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \delta^2} \quad (3,8)$$

$$n = \frac{125 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (125 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14,3$$

$$n = 15 \text{ Unidades}$$

- **Cálculo del intervalo de muestreo (i)**

$$i = \frac{N}{n} \quad (3,9)$$

$$i = \frac{125 \text{ Unidades}}{15 \text{ Unidades}}$$

$i = 8,81$  Se toma solo el valor entero

$$i = 8$$

- **Cálculo de la corrección del número de unidades de muestreo (nc)**

$$nc = \frac{N}{i} (3, 10)$$

$$nc = \frac{125}{8}$$

**nc = 16 Unidades**

En la siguiente tabla se tiene las 16 unidades de muestreo que se evaluará en los 4 Km, empezando desde 1 e incrementando en intervalos de  $i=8$ .

Tabla 33: Unidades de muestreo

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE				
NÚMERO	UNIDAD DE MUESTREO		ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL
1	UM	1	0+000	0+032
2	UM	9	0+288	0+320
3	UM	17	0+544	0+576
4	UM	25	0+800	0+832
5	UM	33	1+056	1+088
6	UM	41	1+312	1+344
7	UM	49	1+568	1+600
8	UM	57	1+824	1+856
9	UM	65	2+080	2+112
10	UM	73	2+336	2+368
11	UM	81	2+592	2+624
12	UM	89	2+848	2+880
13	UM	97	3+104	3+136
14	UM	105	3+360	3+392
15	UM	113	3+616	3+648
16	UM	121	3+872	3+904

**Autor:** Jenny Manzano

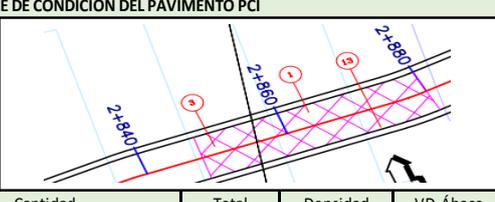
### 3.1.4.1. Cálculo del PCI del Pavimento Flexible

Al evaluar las 16 unidades de muestreo seleccionados de los 4000 m del Proyecto, los datos obtenidos se proceden a calcular en una serie de pasos y posteriormente se encuentra el PCI, puede ser de forma manual o computarizada, en este caso se lo hará de forma manual la cual se explica a continuación paso a paso en un formato ya establecido.

#### - Cálculo de los valores deducidos (VD)

Antes de colocar las fallas en este formato se debe considerar la tabla 4. para calificar cada falla encontrada si es de severidad baja, media o alta.

Tabla 34: Formato de registro para la obtención del PCI

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		PROYECTO DE TESIS						
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.								
TIPOS D E FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
	Estado del Tiempo	SOLEADO						
1. Pel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 12						
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	2+848						
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	2+880						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3						
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32						
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234						
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco		
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	1	(B) Bajo	0,06	0,05	0,3	0,41	0,18%	4
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M)Medio				0	0,00%	
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)		(A) Alto				0	0,00%	
11. Parcheo (m2)	3	B				0	0,00%	
12. Pulimiento de agregados (m2)		M	1,25	0,5	0,15	1,9	0,81%	2
13. Huecos (u)	13	A				0	0,00%	
14. Cruce de vía férrea (m2)		B				0	0,00%	
15. Ahuellamientos (m2)		M				0	0,000%	
16. Desplazamiento (m2)		A	1			1	0,43%	9
17. Grieta parabólica (m2)		B						
18. Hinchamientos (m2)		M						
19. Desprendimiento de agregados (m2)	A							
Número de valores VD	Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)					
>2(q)=	3		mi=1+(9/98)*(100-VDa)= 9,4					
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)					VDT	q (1-7) Á.	VDC-Ábaco
1	9	4	2			15	3	6,5
2	9	4	2			15	2	10,2
3	9	2	2			13	1	12
						0		
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)			ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)			CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
12			PCI=100-Máx.VDc			EXCELENTE		
			88					

Autor: Jenny Manzano

1)En la primera sección de la tabla 34. realizada en Excel se coloca los datos correspondientes al Proyecto

2) En la segunda sección están enumeradas todas las fallas existentes en un pavimento flexible.

3) En la tercera sección identificación de las fallas en el plano

4) En la cuarta sección se identifica que tipo de falla es, se toma como ejemplo la UM12 y tipo de falla 1, 3, 13, luego se clasifica la severidad en la que se encuentra en bajo, medio y alto según la tabla 4.

- Los valores van colocados en la columna de cantidad y se calculará una sumatoria total de las cantidades existentes.

- **Cálculo de la densidad:** los valores obtenidos se dividen para el área total de la unidad de muestreo

#### 4.1.-Cálculo de la densidad

$$\text{Densidad} = \frac{0,41}{234} * 100\%$$

Densidad  $\text{Falla1}=0,18\%$

Densidad  $\text{Falla 3}=0,81\%$

Densidad  $\text{Falla 13}=0,43\%$

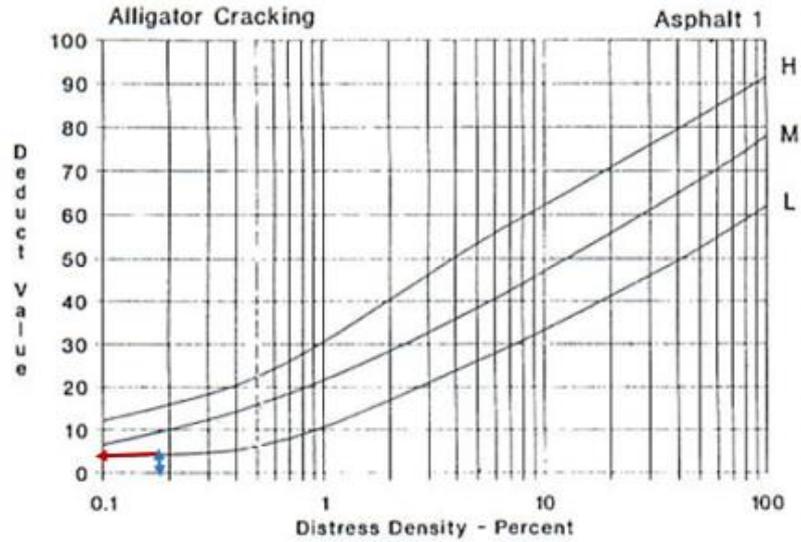
Con el valor de las densidades obtenidas en cada falla se ubica en los ábacos de la falla correspondiente.

**4.2.-Cálculo de los valores deducidos:** de acuerdo con el valor de la densidad se va al ábaco y se identifica el valor deducido VD.

a) **Valor deducido para la falla 1**

**VD  $\text{Falla1}=4$**

Figura 12: Curva de corrección de los valores deducidos de la falla piel de cocodrilo

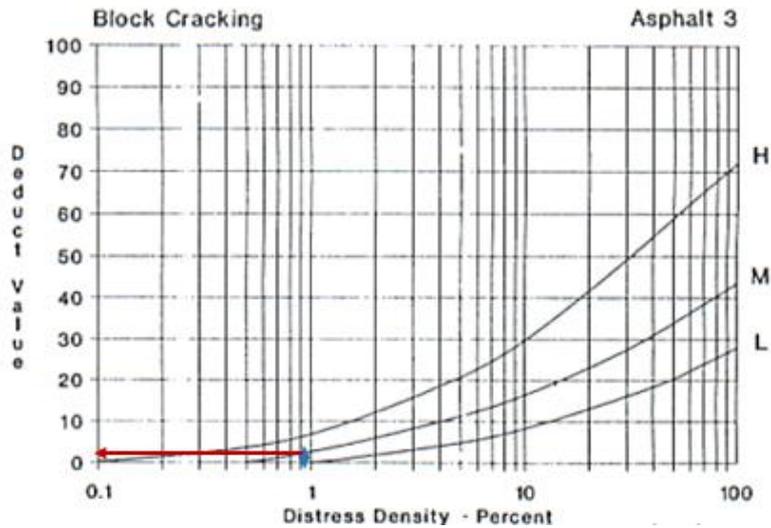


Fuente: Manual of Roads And Parking Lots de Shahin

**b) Valor deducido para la falla 3**

**VD<sub>Falla3</sub>=2**

Figura 13: Curva de corrección de los valores deducidos de la falla agrietamiento en bloque

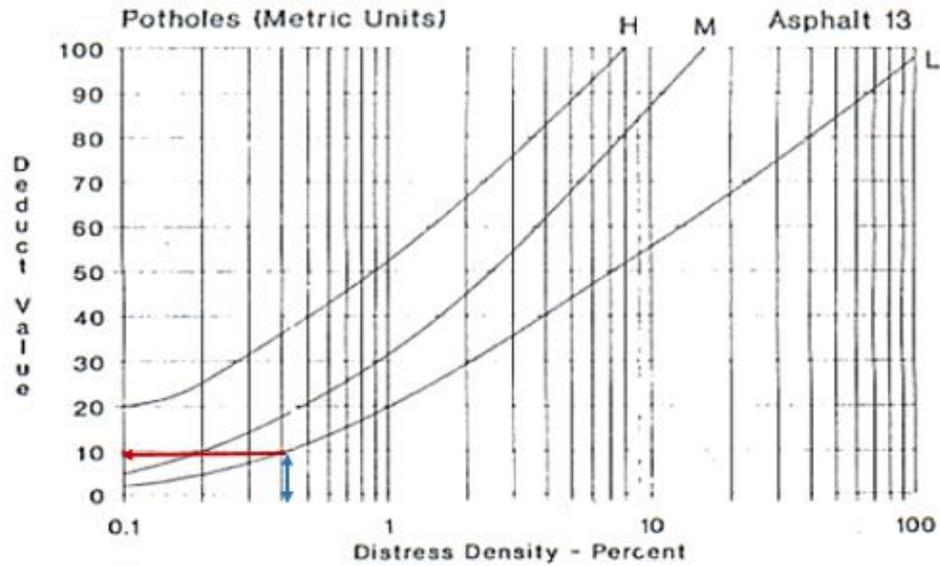


Fuente: Manual of Roads And Parking Lots de Shahin

**c) Valor deducido para la falla 13**

**VD<sub>Falla13</sub>=9**

Figura 14: Curva de corrección de los valores deducidos de la falla de huecos



**Fuente:** Manual of Roads And Parking Lots de Shahin

4.3.-Una vez identificados los valores en los ábacos, se procede a colocar el Número de valores deducidos

$$VD > 2(q) = 3$$

4.4.-Se identifica el valor deducido más alto

$$VDa = 9$$

- Cálculo del número máximo de valores deducidos ( $m_i$ )

$$m_i = 1 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - VDa) \text{ (Ecu. 11)}$$

$$m_i = 1 + \left(\frac{9}{98}\right) * (100 - 9)$$

$$m_i = 9,4$$

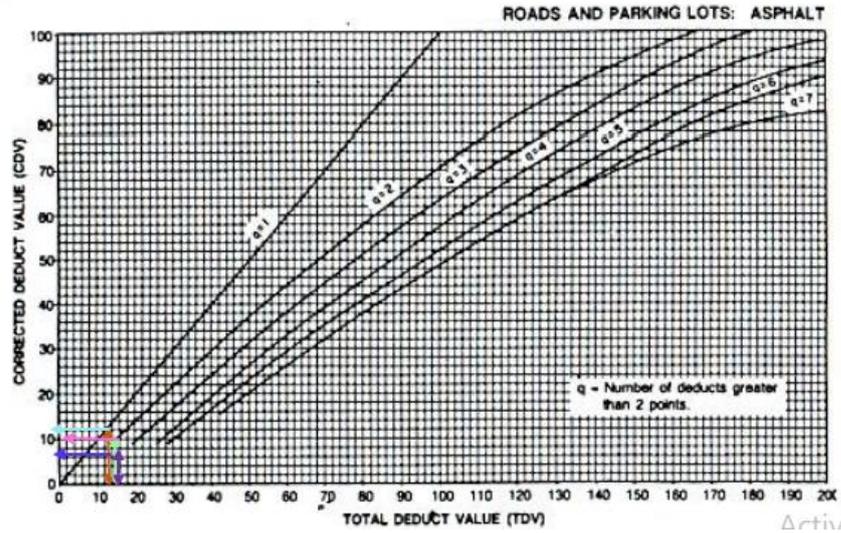
5) En la sección cinco, ahora se coloca los valores deducidos de mayor a menor

5.1.-Con los valores deducidos totales VDT se coloca en el ábaco que esta enumerado desde  $q=7$  a  $q=1$ , así se determina los valores deducidos corregidos  $VDC$ .

$$VDC_{Falla1} = 6,5$$

$$VDC_{Falla3} = 10,2$$

Figura 15: Curva de corrección para los valores deducidos finales



Fuente: Manual of Roads And Parking Lots de Shahin

5.2.-Cálculo del PCI de la sección de unidad de muestreo UM 12

$$PCI = 100 - \text{Máx. VDC}$$

$$PCI = 100 - 12$$

$$PCI = 88$$

5.3.-Según la tabla 35. de clasificación del PCI la UM 12 es EXCELENTE y la intervención a realizar es un mantenimiento.

Tabla 35: Clasificación del PCI

Rango del PCI.	Clasificación	Intervención
85-100	Excelente	Mantenimiento
70-85	Muy bueno	Mantenimiento
55-70	Bueno	Rehabilitación
40-55	Regular	Rehabilitación
25-40	Malo	Rehabilitación
10-25	Muy malo	Reconstrucción
0-10	Fallado	Reconstrucción

**Fuente:** H. Rondón, Pavimentos Materiales, construcción y diseño, 2015.

En la siguiente tabla se detalla todas las fallas encontradas en las 16 unidades de muestreo en la abscisa inicial y final, con el valor del PCI y la calificación de la vía.

El valor del PCI es igual a 74,18 se clasifica como MUY BUENO así que se deberá realizar un mantenimiento vial.

Tabla 36: Resumen de la evaluación superficial por secciones en la vía

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 						
PROYECTO						
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.						
RESPONSABLE	Jenny Manzano		ÁREA DE MUESTREO	234	m2	
RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PCI						
NÚMERO	UNIDAD DE MUESTREO	ABSC. INICIAL	ABSC. FINAL	PCI (%)	CLASIFICACIÓN	
1	UM	1	0+000	0+032	92,50	EXCELENTE
2	UM	9	0+288	0+320	86,10	EXCELENTE
3	UM	17	0+544	0+576	70,00	MUY BUENO
4	UM	25	0+800	0+832	61,00	BUENO
5	UM	33	1+056	1+088	57,50	BUENO
6	UM	41	1+312	1+344	88,00	EXCELENTE
7	UM	49	1+568	1+600	74,00	MUY BUENO
8	UM	57	1+824	1+856	70,00	BUENO
9	UM	65	2+080	2+112	79,50	MUY BUENO
10	UM	73	2+336	2+368	87,00	EXCELENTE
11	UM	81	2+592	2+624	82,00	MUY BUENO
12	UM	89	2+848	2+880	88,00	EXCELENTE
13	UM	97	3+104	3+136	66,00	BUENO
14	UM	105	3+360	3+392	36,50	MALO
15	UM	113	3+616	3+648	86,00	EXCELENTE
16	UM	121	3+872	3+904	62,00	BUENO
<b>Valor Promedio del PCI (%)=</b>				<b>74,13</b>	<b>MUY BUENO</b>	

**Autor:** Jenny Manzano

### **-Resumen de la evaluación superficial de la vía**

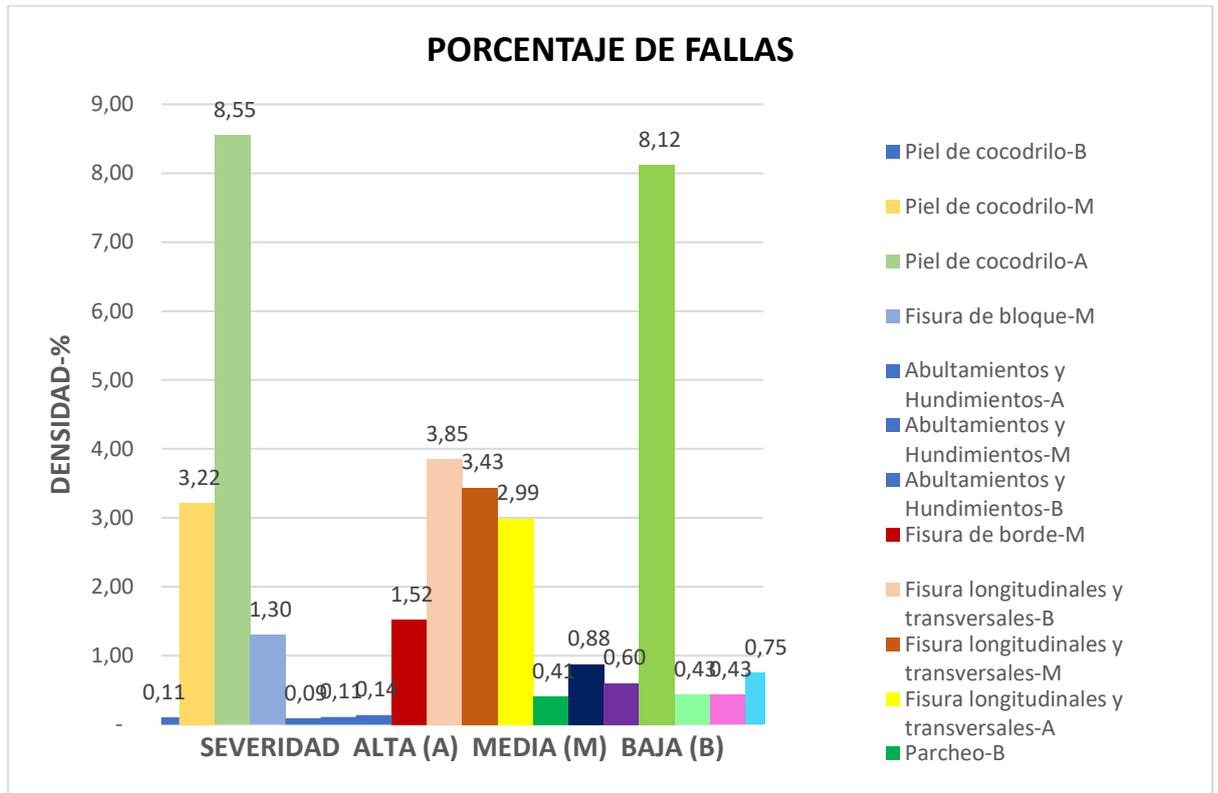
En la siguiente tabla se puede observar un resumen de todas las fallas encontradas en la vía con su respectiva densidad y la falla más considerable es de Piel de Cocodrilo con una densidad igual a 8,55%.

Tabla 37: Porcentaje de cada falla encontrada en la vía

		 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 																	
PROYECTO	Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del															RESPONSABLE	Jenny Fernanda Manzano		
PORCENTAJE TOTAL DE CADA FALLA EXISTENTE																			
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	UM 1	UM9	UM 17	UM 25	UM 33	UM 41	UM 49	UM 57	UM 65	UM 73	UM 81	UM 89	UM 97	UM 105	UM 113	UM 121	D. TOTAL	PROMEDIO
1. Piel de cocodrilo (m2)	Bajo									0,03			0,18					0,21	0,11
	Medio			0,36	4,83	5,13			0,53	0,04	0,64			12,31			1,88	25,72	3,22
	Alto														8,55			8,55	8,55
3. Fisuras de bloque (m2)	B																	-	-
	M		1,92	1,4				1,91		0,62	1,02	1,6	0,81				1,13	10,41	1,30
	A																	-	-
4. Abultamiento y Hundimiento	B	0,09																	0,09
	M	0,11																	0,11
	A	0,14																	0,14
7. Fisuras de borde (m)	B																	-	-
	M		1,52															1,52	1,52
	A																	-	-
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	B									3,85								3,85	3,85
	M		1,28		1,59	4,49	1,28	4,19	3,16		1,03	6,2			7,69			30,91	3,43
	A																2,99	2,99	2,99
11. Parcheo (m2)	B													0,41				0,41	0,41
	M			1,15			1,26							0,22				2,63	0,88
	A							0,6										0,60	0,60
12. Pulimiento de agregados (m2)	B																	-	-
	M															12,82	3,42	16,24	8,12
	A																	-	-
13. Huecos (u)	B											0,43	0,43					0,86	0,43
	M			0,43														0,43	0,43
	A					0,43			0,43						1,71	0,43		3,00	0,75

Autor: Jenny Manzano

Figura 16: Porcentaje de los tipos de fallas encontradas en la vía



Realizado por: Jenny Manzano

### 3.1.6. Evaluación del pavimento flexible realizado con la Viga Benkelman

Para conocer las deflexiones de la superficie de la capa de rodadura de la vía Salasaka – Huasalata, se procedió a realizar el ensayo no destructivo con la Viga Benkelman.

Para realizar el ensayo con la viga Benkelman se abscisó la vía cada 200 m, luego se procedió a trazar cada 0.25, 0.50, 1.0, 5.0 y 8.0 metros a 90cm del borde de la vía según la tabla 5. ya que el ancho de calzada es de 7,30 metros, para luego tomar las lecturas del dial, en la siguiente tabla se resume la temperatura, el espesor del pavimento y la lectura del deflectómetro obtenidas en campo.

Tabla 38: Lectura de las deflexiones obtenidas en campo

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
PROYECTO									
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.									
RESPONSABLE	Jenny Manzano	CARGA	8,2 Toneladas	PRESIÓN DE LLANTAS	80 PSI				
LECTURAS DE DEFLEXIONES OBTENIDAS EN CAMPO									
#	Abscisa (Km)	Temperatura (°C)	Espesor Carpeta As. (cm)	Deflexiones Corregidas (x10 <sup>-2</sup> )mm					
				Do	D25	D50	D100	D500	D800
1	0+000	28	5	0	13	15	24	28	28
2	0+200	28,5	5	0	12	17	17	22	22
3	0+400	28	5	0	16	19	19	32	32
4	0+600	28	5	0	9	12	15	18	18
5	0+800	27	5	0	15	16	16	20	20
6	1+000	27	5	0	13	17	20	24	24
7	1+200	27	5,5	0	14	18	19	22	22
8	1+400	27,5	5,5	0	8	15	16	20	20
9	1+600	28	5,5	0	16	19	15	21	21
10	1+800	28	5,5	0	14	17	20	24	24
11	2+000	28	5	0	12	14	18	21	21
12	2+200	30	5	0	14	15	17	20	20
13	2+400	29	5	0	12	16	18	22	22
14	2+600	29	5	0	15	15	14	17	17
15	2+800	28	5	0	11	13	17	19	19
16	3+000	27	5	0	15	19	22	30	30
17	3+200	27	5,5	0	14	20	21	34	34
18	3+400	28,5	5,5	0	11	17	19	22	22
19	3+600	28	5	0	13	18	23	25	25
20	3+800	30	5	0	9	16	24	27	27
21	4+000	29	5,5	0	14	17	21	24	24

**Autor:** Jenny Manzano

### Cálculo de deflexiones

Ya tomadas las lecturas se obtiene las deflexiones reales del pavimento mediante unas correcciones aplicando la ecuación.

- **Cálculo de corrección por el brazo con relación 1:2 de la viga Benkelman**

$$D=RB*(Df-Do) \quad (\text{Ec. 12})$$

**Donde:**

**D:** Deflexiones

**RB:** Relación del brazo de la viga

**Df:** Deflexión final

**Do:** Deflexión inicial

$$D=2*(28-0)$$

$$D=56 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 39: Deflexiones corregidas por relación de brazo de 1:2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
PROYECTO									
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.									
RESPONSABLE	Jenny Manzano		CARGA	8,2 Toneladas			PRESIÓN DE LLANTAS	80 PSI	
CORRECCIÓN POR EL BRAZO CON RELACIÓN 1:2 DE LA VIGA BENKELMAN									
#	Abscisa (Km)	Temperat. (°C)	Espesor Carpeta As.	Deflexiones Corregidas (x10 <sup>-2</sup> )mm					
				D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	0+000	28	5	56	30	26	8	0	0
2	0+200	28,5	5	44	20	10	10	0	0
3	0+400	28	5	64	32	26	26	0	0
4	0+600	28	5	36	18	12	6	0	0
5	0+800	27	5	40	10	8	8	0	0
6	1+000	27	5	48	22	14	8	0	0
7	1+200	27	5,5	44	16	8	6	0	0
8	1+400	27,5	5,5	40	24	10	8	0	0
9	1+600	28	5,5	42	10	4	12	0	0
10	1+800	28	5,5	48	20	14	8	0	0
11	2+000	28	5	42	18	14	6	0	0
12	2+200	30	5	40	12	10	6	0	0
13	2+400	29	5	44	20	12	8	0	0
14	2+600	29	5	34	4	4	6	0	0
15	2+800	28	5	38	16	12	4	0	0
16	3+000	27	5	60	30	22	16	0	0
17	3+200	27	5,5	68	40	28	26	0	0
18	3+400	28,5	5,5	44	22	10	6	0	0
19	3+600	28	5	50	24	14	4	0	0
20	3+800	30	5	54	36	22	6	0	0
21	4+000	29	5,5	48	20	14	6	0	0

**Autor:** Jenny Manzano

- **Cálculo de corrección de deflexiones por temperatura  $D_{20^{\circ}C}$**

Antes de cada ensayo se debe tomar la temperatura, realizando una perforación de tres a cinco centímetros, luego se llena de agua y se espera mínimo 10 minutos.

Para la corrección de deflexiones por temperatura es importante optar por una temperatura estándar de 20°C ya que por los constantes cambios climáticos es recomendable realizar las respectivas correcciones, utilizando la siguiente ecuación.

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{D_0}{(0,001*(t-20^{\circ}C)*h+1)} \quad (\text{Ec.13})$$

**Donde:**

$D_{20^{\circ}C}$ : Deflexión corregida por temperatura

$D_0$ : Deflexión recuperable

$t$ : Temperatura del pavimento

$h$ : Espesor de la capa asfáltica

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{56}{(0,001 * (28 - 20) * 5 + 1)}$$

$$D_{20^{\circ}C} = 53,85 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

En la siguiente tabla se presentan las deflexiones corregidas por temperatura  $t$ .

Tabla 40: Deflexiones corregidas por temperatura

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
PROYECTO									
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.									
RESPONSABLE:	Jenny Manzano		CARGA:	8,2 Toneladas		PRESIÓN DE LLANTAS:	80 PSI		
CORRECCIÓN DE DEFLEXIÓN POR TEMPERATURA									
#	Abscisa (Km)	Temperat. (°C)	Espesor Carpeta As.	Deflexiones Corregidas ( $\times 10^{-2}$ )mm					
				D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	0+000	28	5	53,8	28,8	25,0	7,7	0,0	0,0
2	0+200	28,5	5	42,2	19,2	9,6	9,6	0,0	0,0
3	0+400	28	5	61,5	30,8	25,0	25,0	0,0	0,0
4	0+600	28	5	34,6	17,3	11,5	5,8	0,0	0,0
5	0+800	27	5	38,6	9,7	7,7	7,7	0,0	0,0
6	1+000	27	5	46,4	21,3	13,5	7,7	0,0	0,0
7	1+200	27	5,5	42,4	15,4	7,7	5,8	0,0	0,0
8	1+400	27,5	5,5	38,4	23,0	9,6	7,7	0,0	0,0
9	1+600	28	5,5	40,2	9,6	3,8	11,5	0,0	0,0
10	1+800	28	5,5	46,0	19,2	13,4	7,7	0,0	0,0
11	2+000	28	5	40,4	17,3	13,5	5,8	0,0	0,0
12	2+200	30	5	38,1	11,4	9,5	5,7	0,0	0,0
13	2+400	29	5	42,1	19,1	11,5	7,7	0,0	0,0
14	2+600	29	5	32,5	3,8	3,8	5,7	0,0	0,0
15	2+800	28	5	36,5	15,4	11,5	3,8	0,0	0,0
16	3+000	27	5	58,0	29,0	21,3	15,5	0,0	0,0
17	3+200	27	5,5	65,5	38,5	27,0	25,0	0,0	0,0
18	3+400	28,5	5,5	42,0	21,0	9,6	5,7	0,0	0,0
19	3+600	28	5	48,1	23,1	13,5	3,8	0,0	0,0
20	3+800	30	5	51,4	34,3	21,0	5,7	0,0	0,0
21	4+000	29	5,5	45,7	19,1	13,3	5,7	0,0	0,0

**Autor:** Jenny Manzano

- **Cálculo de corrección por estacionalidad D**

El tipo de suelo que se encontró en la vía es de tipo arenoso permeable con una estación seca, por lo cual se toma el valor de factor de corrección de 1.2, para realizar la corrección por estacionalidad según CONREVIAl.

Tabla 41: Factores de corrección por estacionalidad

Tipo de Suelo de la Subrasante	Estación lluviosa	Estación seca
Arenosa - permeable	1	1,1 a 1,3
Arcillosa - sensible al agua	1	1,2 a 1,4

Fuente: Estudio de carreteras, CONREVIAl, Perú

$$D = 1,2 * D_{20^{\circ}C} \quad (\text{Ecu. 14})$$

Donde:

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

D = Deflexión corregida por estacionalidad

$$D = 1,2 * 53,8$$

$$D = 64,56 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 42: Deflexiones corregidas por la estacionalidad

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
PROYECTO									
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.									
RESPONSABLE:	Jenny Manzano	CARGA:	8,2 Toneladas	PRESIÓN DE LLANTAS:	80 PSI				
CORRECCIÓN POR ESTACIONALIDAD									
#	Abscisa (Km)	Temperat. (°C)	Espesor Carpeta As.	Deflexiones Corregidas ( $\times 10^{-2}$ )mm					
				D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	0+000	28	5	64,6	34,6	30,0	9,2	0,0	0,0
2	0+200	28,5	5	50,6	23,0	11,5	11,5	0,0	0,0
3	0+400	28	5	73,8	36,9	30,0	30,0	0,0	0,0
4	0+600	28	5	41,5	20,8	13,8	6,9	0,0	0,0
5	0+800	27	5	46,4	11,6	9,3	9,3	0,0	0,0
6	1+000	27	5	55,7	25,5	16,2	9,3	0,0	0,0
7	1+200	27	5,5	50,8	18,5	9,2	6,9	0,0	0,0
8	1+400	27,5	5,5	46,1	27,7	11,5	9,2	0,0	0,0
9	1+600	28	5,5	48,3	11,5	4,6	13,8	0,0	0,0
10	1+800	28	5,5	55,2	23,0	16,1	9,2	0,0	0,0
11	2+000	28	5	48,5	20,8	16,2	6,9	0,0	0,0
12	2+200	30	5	45,7	13,7	11,4	6,9	0,0	0,0
13	2+400	29	5	50,5	23,0	13,8	9,2	0,0	0,0
14	2+600	29	5	39,0	4,6	4,6	6,9	0,0	0,0
15	2+800	28	5	43,8	18,5	13,8	4,6	0,0	0,0
16	3+000	27	5	69,6	34,8	25,5	18,6	0,0	0,0
17	3+200	27	5,5	78,6	46,2	32,4	30,0	0,0	0,0
18	3+400	28,5	5,5	50,4	25,2	11,5	6,9	0,0	0,0
19	3+600	28	5	57,7	27,7	16,2	4,6	0,0	0,0
20	3+800	30	5	61,7	41,1	25,1	6,9	0,0	0,0
21	4+000	29	5,5	54,9	22,9	16,0	6,9	0,0	0,0

Autor: Jenny Manzano

- **Cálculo del radio de Curvatura Rc**

Sirve para determinar las deformaciones lineales por tracción ya que están sometidas las capas del pavimento bajo cargas.

$$\mathbf{Rc} = \frac{3125}{D_0 - D_{25}} \text{ (Ec. 18)}$$

**Donde:**

**Rc:** Radio de curvatura en metros

**D0:** Deflexiones máxima a los 0 metros

**D25:** Deflexión a los 0,25 metros

$$Rc = \frac{3125}{64,6 - 34,6}$$

$$\mathbf{Rc} = \mathbf{104,2m}$$

En la siguiente tabla se resumen las deflexiones corregidas D0 y D25

Tabla 43: Radios de curvatura Rc

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO						
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.						
RESPONSABLE:	Jenny Manzano	CARGA:	8,2 Toneladas	P. LLANTAS:	80 PSI	
RADIO DE CURVATURA						
#	Abscisa	Temperat.	Espesor Carpeta	Deflexiones Corregidas (x10 <sup>-2</sup> )mm		Rc (m)
	(Km)	(°C)	Asf. (cm)	D0	D25	
1	0+000	28	5	64,6	34,6	104,2
2	0+200	28,5	5	50,6	23,0	113,1
3	0+400	28	5	73,8	36,9	84,6
4	0+600	28	5	41,5	20,8	150,5
5	0+800	27	5	46,4	11,6	89,8
6	1+000	27	5	55,7	25,5	103,7
7	1+200	27	5,5	50,8	18,5	96,6
8	1+400	27,5	5,5	46,1	27,7	169,5
9	1+600	28	5,5	48,3	11,5	85,0
10	1+800	28	5,5	55,2	23,0	97,1
11	2+000	28	5	48,5	20,8	112,8
12	2+200	30	5	45,7	13,7	97,7
13	2+400	29	5	50,5	23,0	113,4
14	2+600	29	5	39,0	4,6	90,7
15	2+800	28	5	43,8	18,5	123,1
16	3+000	27	5	69,6	34,8	89,8
17	3+200	27	5,5	78,6	46,2	96,6
18	3+400	28,5	5,5	50,4	25,2	123,9
19	3+600	28	5	57,7	27,7	104,2
20	3+800	30	5	61,7	41,1	151,9
21	4+000	29	5,5	54,9	22,9	97,6
PROMEDIO=				54,0	24,4	109,3

Autor: Jenny Manzano

- **Cálculo de la deflexión característica**

Para el cálculo de la deflexión característica, primero se calcula las deflexiones recuperadas máximas y la desviación estándar con las siguientes ecuaciones.

$$D_{r\text{máx}} = (D_m - D_i)^2 \quad (\text{Ecu. 15})$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (D_m - D_i)^2}{n-1}} \quad (\text{Ecu. 16})$$

Donde:

**D<sub>i</sub>**: Deflexión recuperable máxima corregida

**Dm:** Deflexión media

**n:** Número de datos

- **Cálculo de las deflexiones recuperadas máximas  $D_{m\acute{a}x}$ .**

$$D_{m\acute{a}x} = (54 - 64,6)^2$$

$$D_{m\acute{a}x} = 113,2$$

- **Cálculo de la desviación estándar  $\sigma$**

$$\sigma = \sqrt{\frac{2211,5}{21 - 1}}$$

$$\sigma = 10,52$$

Según el método CONREVIAl, recomienda usar el 5% de probabilidad, lo cual el valor de diseño es del 95%, entonces la deflexión característica se expresa con la siguiente ecuación según la tabla 6.

$$D_c = \bar{D} + 1,645 * \sigma \text{ (Ecu. 17)}$$

$$D_c = 54 + 1,645 * 10,52$$

$$D_c = 71,28 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

En la siguiente tabla se resume los cálculos de las deflexiones recuperadas máximas, desviación estándar y la deflexión característica.

Tabla 44: Deflexión característica

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 						
PROYECTO						
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.						
RESPONSABLE:	Jenny Manzano		CARGA:	8,2 Ton.	P. LLANTAS:	80 PSI
DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA $D_c = D + 1,645 * \sigma$ ( $\times 10^{-2}$ )mm						
#	Abscisa	Temperat.	Espesor	Deflexiones Corregidas ( $\times 10^{-2}$ )mm		
	(Km)	(°C)	Carpeta Asf.	D0	Dm-D0	(Dm-D0) <sup>2</sup>
1	0+000	28	5	64,6	-10,6	113,2
2	0+200	28,5	5	50,6	3,3	11,1
3	0+400	28	5	73,8	-19,9	394,8
4	0+600	28	5	41,5	12,4	154,7
5	0+800	27	5	46,4	7,6	57,8
6	1+000	27	5	55,7	-1,7	2,8
7	1+200	27	5,5	50,8	3,1	9,8
8	1+400	27,5	5,5	46,1	7,9	62,1
9	1+600	28	5,5	48,3	5,7	32,5
10	1+800	28	5,5	55,2	-1,2	1,4
11	2+000	28	5	48,5	5,5	30,4
12	2+200	30	5	45,7	8,3	68,3
13	2+400	29	5	50,5	3,5	11,9
14	2+600	29	5	39,0	14,9	223,0
15	2+800	28	5	43,8	10,1	102,6
16	3+000	27	5	69,6	-15,6	243,0
17	3+200	27	5,5	78,6	-24,6	605,0
18	3+400	28,5	5,5	50,4	3,5	12,5
19	3+600	28	5	57,7	-3,7	13,8
20	3+800	30	5	61,7	-7,7	59,9
21	4+000	29	5,5	54,9	-0,9	0,8
DEFLEXION MEDIA Dm :				54,0	TOTAL:	2211,5
NÚMERO DE DATOS n:		21	DESVIACIÓN ESTANDAR $\sigma$ :		10,52	
DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA $D_c = D + 1,645 * \sigma$ ( $\times 10^{-2}$ )mm						71,28

**Autor:** Jenny Manzano

**-Cálculo de la deflexión admisible Dadm.**

Para el cálculo de la deflexión admisible se obtiene mediante el tráfico de diseño mediante la siguiente fórmula:

$$D_{adm} = \left( \frac{1,15}{W_{18}} \right)^{1/4} * 100$$

**Donde:**

**Dadm:** Deflexión admisible

**W<sub>18</sub>:** Número de ejes equivalentes de 8,2 ton. Expresado en millones

$$Dadm = \left( \frac{1,15}{0,016885} \right)^{1/4} * 100$$

$$Dadm = 287,3^{-2} \text{ mm}$$

**-Cálculo de la deflexión crítica Dcr**

Se determina con la siguiente ecuación:

$$Dcr = \left( \frac{1,90}{W_{18}} \right)^{1/5,3} * 100$$

**Donde:**

**Dcr:** Deflexión crítica

**W<sub>18</sub>:** Número de ejes equivalentes de 8,2 ton. Expresado en millones

$$Dcr = \left( \frac{1,90}{0,016885} \right)^{1/5,3} * 100$$

$$Dcr = 243,8 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Una vez realizado los cálculos, se identifica el tipo de deflexión y el comportamiento de la subrasante y del pavimento con la siguiente tabla.

Tabla 45: Tipos de Deflexiones

TIPO DE DEFLEXIÓN	COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO
Tipo I	Bueno $D < Da$	Bueno $Ro > 100$
Tipo II	Malo $D > Da$	Bueno $Ro > 100$
Tipo III	Bueno $D < Da$	Malo $Ro < 100$
Tipo IV	Malo $D < Da$	Malo $Ro < 100$

**Fuente:** Consorcio de Rehabilitación Vial de Perú

A continuación, un resumen de los cálculos realizados para identificar el tipo de deflexión según la tabla 46.

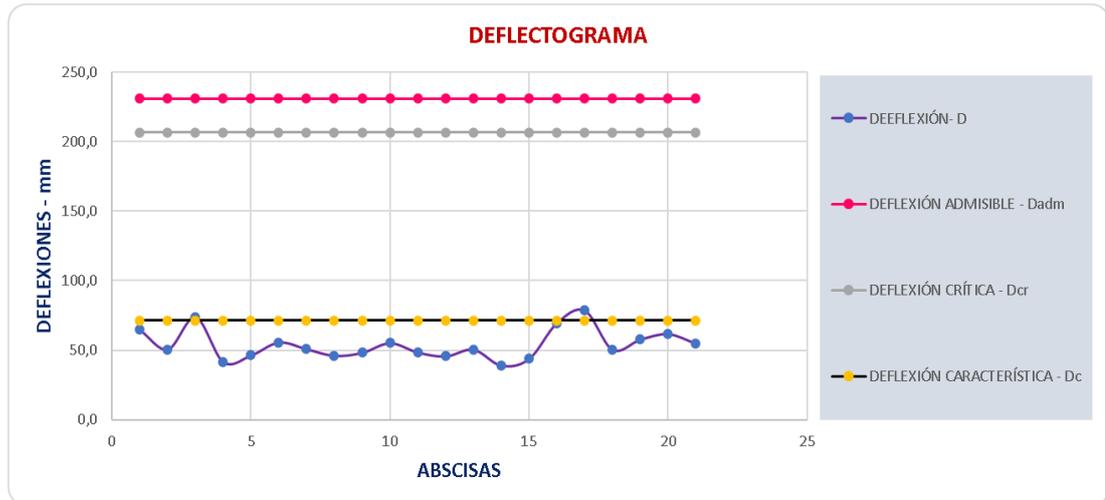
Tabla 46: Cálculo de las deflexiones

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
PROYECTO					
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.					
DEFLEXION DEL AÑO 2022					
#	Abscisa (Km)	Deflexiones Corregidas ( $\times 10^{-2}$ )mm			
		D <sub>0</sub>	D <sub>c</sub>	D. adm	D <sub>cr</sub>
1	0+000	64,6	71,3	287,3	243,8
2	0+200	50,6	71,3	287,3	243,8
3	0+400	73,8	71,3	287,3	243,8
4	0+600	41,5	71,3	287,3	243,8
5	0+800	46,4	71,3	287,3	243,8
6	1+000	55,7	71,3	287,3	243,8
7	1+200	50,8	71,3	287,3	243,8
8	1+400	46,1	71,3	287,3	243,8
9	1+600	48,3	71,3	287,3	243,8
10	1+800	55,2	71,3	287,3	243,8
11	2+000	48,5	71,3	287,3	243,8
12	2+200	45,7	71,3	287,3	243,8
13	2+400	50,5	71,3	287,3	243,8
14	2+600	39,0	71,3	287,3	243,8
15	2+800	43,8	71,3	287,3	243,8
16	3+000	69,6	71,3	287,3	243,8
17	3+200	78,6	71,3	287,3	243,8
18	3+400	50,4	71,3	287,3	243,8
19	3+600	57,7	71,3	287,3	243,8
20	3+800	61,7	71,3	287,3	243,8
21	4+000	54,9	71,3	287,3	243,8
<b>PROMEDIO</b>		<b>53,98</b>	<b>71,3</b>	<b>287,3</b>	<b>243,8</b>
RESULTADOS					
DEFLEXIÓN PROMEDIO		(D <sub>m</sub> )	53,98	$\times 10^{-2}$ mm	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR		( $\sigma$ )	10,52		
DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA		(D <sub>c</sub> )	71,28	$\times 10^{-2}$ mm	
DEFLEXIÓN ADMISIBLE		(D <sub>adm</sub> )	287,28	$\times 10^{-2}$ mm	
DEFLEXIÓN CRÍTICA		(D <sub>cr</sub> )	243,80	$\times 10^{-2}$ mm	
RADIO DE CURVATURA		(R <sub>c</sub> )	109,32	$\times 10^{-2}$ mm	
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE					
COMPORTAMIENTO SUBRASANTE			COMPORTAMIENTO PAVIMENTO		
D < D <sub>adm</sub>			R <sub>c</sub> > 100 m		
53,98 < 287,28			109,32 > 100 m		
TIPO DE DEFLEXIÓN					
<b>I- Curva Extensa poco profunda</b>					

Autor: Jenny Manzano

En la figura 17 se puede notar un análisis deflectométrico estructural, como se comporta el pavimento desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+00 kilómetros ya que según los cálculos la deflexión corregida promedio es menor que la deflexión admisible y el radio de curvatura promedio es mayor que 100, entonces se demuestra que tanto la subrasante como el pavimento tienen un buen comportamiento.

Figura 17: Análisis Deflectométrico Estructural de la vía en estudio



**Autor:** Jenny Manzano

### 3.1.7 Estudio de suelos

El estudio de suelo se lo realizó en la Universidad Técnica de Ambato, para estos ensayos se extrajo ocho muestras de suelo de 50 kg aproximadamente de cuatro calicatas o pozos a cielo abierto con dimensiones de (1mx1mx1m) ubicados en cada kilómetro.

Los ensayos realizados son los siguientes:

- Análisis granulométrico
- Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad
- Proctor Modificado y
- CBR

En la siguiente tabla 48 se detalla la ubicación de las cuatro calicatas.

Tabla 47: Coordenadas de los PCA

Calicatas	Abscisa (km)	Coordenadas (m)	
		Norte	Este
C1	0+800	9854502,03	770035,07
C2	1+800	9855403,54	770442,07
C3	2+400	9855946,1	770691,39
C4	3+900	9856517,75	770022,07

**Autor:** Jenny Manzano

### 3.1.8.1 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico permite conocer la distribución y el tipo de los materiales que se ha extraído de cada calicata, para la clasificación de los agregados en base a las normas SUCS y AASHTO M-15.

Tabla 48: Clasificación del suelo (SUCS)

TIPO DE SUELO	FREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
GRAVA	G	Bien Graduada	W
ARENA	S	Pobremente Graduada	P
LIMO	M	Limoso	M
ARCILLA	C	Arcilloso	C
ORGÁNICO	O	Baja Plasticidad	L
		Alta Plasticidad	H

**Fuente:** Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

Según las Especificaciones de Obras para la Construcción de Caminos y Puentes, MOPT. 2002, por la distribución de las partículas de material se clasifica la subbase como clase 1, porque el porcentaje en peso que pasa a través del tamiz N°4 está en el rango de 30 a 70% y la base se clasifica como clase A1 por estar graduadas de grueso a fino y el porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla 1/2 es de 70 a 100%.

En la siguiente tabla 49 se muestra la clasificación del suelo de la subbase y base

Tabla 49: Clasificación del suelo según la SUCS y AASHTO M-15

# CALICATA	MUESTRA	MATERIAL	C. de Uniformidad (Cu)	C. de Curvatura (Cc)	CLASIFICACIÓN SEGÚN		
					SUCS	AASHTO M-15	Tipo de material (SUCS)
C1	M1	Material granular	35,00	0,99	SP-SC	A-1-b	Fragmento de piedra grava y arena
C2	M2		33,75	0,42	SP-SC	A-1-b	Fragmento de piedra grava y arena
C3	M3		33,00	2,45	Sw-SC	A-1-a	Fragmento de piedra grava y arena
C4	M4	Subrasante	46,67	1,76	SP-SC	A-2-4	Arena arcillosa
C1	M5		33,75	0,22	SP-SM	A-2-4	Arena arcillosa
C2	M6		56,92	0,26	SP-SC	A-2-4	Arena arcillosa
C3	M7		46,15	0,43	SP-SC	A-2-4	Arena arcillosa
C4	M8		29,33	0,29	SP-SC	A-2-6	Arena arcillosa

**Autor:** Jenny Manzano

### 3.1.8.2 Límites de Atterberg

Los Límites de Atterberg se lo realizó con el fin de saber cuál es el rango de humedad de la muestra extraída y así conocer el intervalo plástico.

A continuación, se calcula el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad de la muestra M1-1.

#### -Cálculo del límite Líquido

##### DATOS:

Wrec M1=11,6 gr

Wrec M2=17,17 gr

(Wm+Wrec) M1=27,9 gr

(Wm+Wrec)M2=32,2 gr

(Ws+Wrec) M1=25,2 gr

(Ws+Wrec) M2=29,0 gr

##### Donde:

**Wrec:** Peso del recipiente

**Wm:** Peso de la muestra húmeda

**Ws:** Peso del suelo seco

**W%:** Contenido de Humedad

**LL:** Límite líquido

**LP:** Límite Plástico

**IP:** Índice Plástico

Se calcula para los datos del rango de golpes de (0-10), (10-20), (20-30) y (30-40)

- **Cálculo del peso del agua  $W_w$  M1**

$$W_w M1 = (W_m + W_{rec}) - (W_s + W_{rec}) = (27,9 - 25,2) \text{ gr}$$

$$W_w = 2,7 \text{ gr}$$

- **Cálculo del peso del agua  $W_w$  M2**

$$W_w M2 = (W_m + W_{rec}) - (W_s + W_{rec}) = (32,2 - 29,0) \text{ gr}$$

$$W_w = 3,2 \text{ gr}$$

- **Cálculo de los sólidos  $W_s$  de M1**

$$W_s = (W_s + W_{rec}) - W_{rec} = (25,2 - 11,6) \text{ gr}$$

$$W_s = 13,6 \text{ gr}$$

- **Cálculo de los sólidos  $W_s$  de M2**

$$W_s = (W_s + W_{rec}) - W_{rec} = (28,96 - 17,73) \text{ gr}$$

$$W_s = 11,23 \text{ gr}$$

- **Cálculo del contenido de humedad  $W\%$  M1**

$$W\% = W_w / W_s = (2,7 / 13,6) * 100\%$$

$$W\% = 19,90 \%$$

- **Cálculo del contenido de humedad  $W\%$  M2**

$$W\% = W_w / W_s = (3,2 / 11,23) * 100\%$$

$$W\% = 28,50 \%$$

- **Promedio del contenido de humedad para la M1 y M2**

$$W \text{ promedio } \% = (19,90 + 28,50) / 2$$

$$W \text{ promedio } \% = 24,19 \%$$

Con los datos obtenidos de las 4 muestras se grafica el  $W$  promedio% Vs. Número de golpes y la ecuación encontrada en la gráfica se reemplaza en (x) el número de golpes 25 como se calcula a continuación.

$$Y = -2,437 \ln(x) + 29,7 \quad (\text{Ecu. 20})$$

$$LL = -2,437 \ln(25) + 29,7$$

$$LL=21,86 \%$$

Se realizan los mismos pasos para obtener el LP hasta el cálculo de W promedio %

- **Cálculo del límite plástico**

$$LP=W \text{ promedio}\%=18,03\%$$

- **Cálculo del Índice Plástico**

$$Ip=LL-LP \quad (\text{Ecu. 21})$$

$$Ip=(21,86-18,03) \%$$

$$Ip=3,83 \%$$

En la siguiente tabla se detalla los límites de Atterberg de cada muestra de suelo.

Tabla 50: Límites de Atterberg

# CALICATA	MUESTRA	MATERIAL	Límite Líquido (LL) %	Límite Plástico (LP) %	Índice Plástico (IP) %	Tipo de material
C1	M1	Material granular	21,86	18,03	3,82	Cantos, grava y arena
C2	M2		22,04	18,21	3,83	
C3	M3		36,92	23,67	13,25	
C4	M4		37,04	30,49	6,55	Arena arcillosa
C1	M5	Subrasante	23,23	21,59	1,65	Arena arcillosa
C2	M6		21,68	18,70	2,98	
C3	M7		29,99	22,15	7,84	
C4	M8		32,58	21,92	10,66	

**Autor:** Jenny Manzano

### 3.1.8.3. Ensayo de compactación Proctor Modificado tipo B

El ensayo de compactación del Proctor Modificado tipo B sirve para saber cuál es la densidad máxima y la humedad óptima de la muestra de suelo.

A continuación, se detallan los valores encontrados de la subbase y la subrasante:

Tabla 51: Resumen Proctor Modificado tipo B del material granular

# CALICATA	MUESTRA	HUMEDAD ÓPTIMA	DENSIDAD MÁXIMA
	Material granular	W%	$\gamma_{m\acute{a}x}$
C1	M1	16,1	1,780
C2	M2	12,3	1,810
C3	M3	10,1	2,193
C4	M4	12,0	1,970

**Autor:** Jenny Manzano

Tabla 52: Resumen Proctor Modificado tipo B de la subrasante

# CALICATA	MUESTRA	HUMEDAD ÓPTIMA	DENSIDAD MÁXIMA
	Subrasante	W%	$\gamma_{m\acute{a}x}$
C1	M5	17,00	1,720
C2	M6	15,00	1,770
C3	M7	20,00	1,690
C4	M8	17,00	1,580

**Autor:** Jenny Manzano

#### 3.1.8.4 Ensayo de Relación Soporte California- CBR

El ensayo de relación soporte California sirve para conocer la resistencia del suelo al esfuerzo cortante, ya sea por su condición de humedad y densidad.

De acuerdo con los valores obtenidos en el ensayo de Proctor modificado se determinó la humedad óptima y su densidad máxima de las muestras obtenidas en campo.

En la siguiente tabla se puede clasificar el uso del suelo de acuerdo con el porcentaje del CBR.

Tabla 53: Clasificación del suelo según a la Relación Soporte California – CBR

CBR %	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS DEL SUELO
2_5	Muy mala	Subrasante
5_8	Mala	Subrasante
8_20	Regular - Buena	Subrasante
20_30	Excelente	Subrasante
30_60	Buena	Sub base

**Fuente:** AASHTO – 93, Diseño de Pavimentos

A continuación, se detalla de cada muestra el porcentaje del CBR, clasificación del suelo según el % CBR, el uso del suelo y el tipo del material.

Tabla 54: Porcentaje del CBR

CALICATA	MUESTRA	% CBR	CLAS.DEL SUELO SEGÚN EL %CBR	USO DEL SUELO	TIPO DE MATERIAL
C1	M1	32,00	Buena	Sub base	Canto, grava y arena
C2	M2	26,00	Excelente	Subrasante	
C3	M3	33,00	Buena	Sub base	
C4	M4	14,00	Regular - Buena	Subrasante	Arena arcillosa
C1	M5	14,80	Regular - Buena	Subrasante	Arena arcillosa
C2	M6	18,50	Regular - Buena	Subrasante	
C3	M7	33,00	Buena	Sub base	
C4	M8	39,50	Buena	Sub base	

**Autor:** Jenny Manzano

Según los porcentajes de CBR obtenidos en laboratorio el mejor rango de porcentaje de CBR es de 20 – 30, la calicata 2 se encuentra con una calidad de suelo excelente, el uso del suelo será como subrasante y el tipo de material es de canto, grava y arena.

### 3.1.8 Propuesta de Rehabilitación de la vía

Después de haber realizado todos los ensayos correspondientes de la vía Salasaka centro Km 0+000 hasta Huasalata Km 4+000, se obtuvo datos favorables en general como se detalla a continuación:

El valor promedio del PCI es de 74,18 se clasifica como Muy bueno, lo que indica que debería realizarse un mantenimiento vial del pavimento.

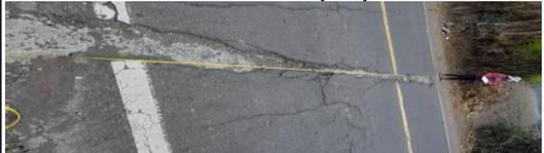
#### 3.1.8.1 Plan de Mantenimiento vial

Después de haber realizado todo el trabajo de campo y de laboratorio correspondiente al tema de tesis, se pudo evidenciar las fallas que existen a largo de los cuatro kilómetros, destacándose la falla longitudinal y transversal, esto puede ser a causa de las condiciones climáticas o debilitamiento de alguna de las bases, la falla piel de cocodrilo, entre las causas de su origen es la repetida acción de la carga de tránsito y la falla fisuras de bloque se debe a la contracción del pavimento debido a la gradiente térmica de la zona provocando rigidización de la mezcla asfáltica, así que se propone un proceso de reforzamiento del pavimento.

A continuación, en la siguiente tabla se muestra un resumen de todas las fallas encontradas, el área por intervenir y las soluciones.

Tabla 55: Fallas existentes en la vía

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO					
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO					
Responsable:		Jenny Manzano			
UBICACIÓN DE LAS FALLAS Y SOLUCIÓN					
TIPO DE FALLA	ABSCISAS		ÁREA POR INTERVENIR	ORIGEN DE LA FALLA	SOLUCIÓN
	Inicial	Final			
<b>1. Piel de cocodrilo (m2)</b> 	0+544	0+576	0,85 m2	<b>FALLA ESTRUCTURAL:</b> Son una serie de grietas interconectadas, falla por fatiga por la acción repetida de las cargas de tránsito, empieza en el fondo de la carpeta asfáltica ( o base estabilizadora) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores, de ahí las grietas aparecen en la superficie en forma de fisuras longitudinales paralelas, otra causa es el envejecimiento del ligante asfáltico y posterior pérdida de flexibilidad del pavimento.	Se debe realizar un sellado de todas las grietas y parcheo parcial.
	0+800	0+832	11,3 m2		
	1+056	1+088	12 m2		
	1+824	1+856	1,25 m2		
	2+080	2+112	0,175 m2		
	2+336	2+368	1,5 m2		
	2+848	2+880	0,41 m2		
	3+104	3+136	28,8 m2		
	3+360	3+392	20 m2		
3+872	3+904	4,4 m2			
<b>3. Fisuras de bloque (m2)</b> 	0+288	0+320	4,5 m2	<b>FALLA ESTRUCTURAL:</b> Estas grietas se origina por la contracción del concreto asfáltico y por la variación de temperatura, que origina ciclos diarios de esfuerzo, deformación unitaria. Este tipo de falla indica que el asfalto se ha endurecido significativamente.	Sellado de las grietas
	0+544	0+576	0,85 m2		
	1+568	1+600	4,48 m2		
	2+080	2+112	1,45 m2		
	2+336	2+368	2,38 m2		
	2+592	2+624	3,75 m2		
	2+848	2+880	1,9 m2		
	3+872	3+904	2,64 m2		

<b>4. Abultamiento y hundimientos (m)</b>				<b>FALLA ESTRUCTURAL:</b>	
	0+000	0+032	0,79 m	Los abultamientos y hundimientos se originan por algunos factores como: Crecimiento de lentes de hielo, infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas de tránsito	Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. sobrecarpeta
<b>7. Fisuras de borde (m)</b>				<b>FALLA SUPERFICIAL:</b>	
	0+288	0+320	3,55 m	Se origina por las cargas de tránsito y debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante cercanas al borde del pavimento.	Se debe realizar un sellado de grietas y parcheo parcial-profundo.
<b>10. Fisuras longitudinales y transv. (m)</b>	0+288	0+320	3 m	<b>FALLA SUPERFICIAL:</b>	
	0+800	0+832	11,3 m	Una junta de carril del pavimento pobremente construida, contracción del asfalto por bajas temperaturas, endurecimiento del asfalto. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base.	Se debe rellenar las grietas > que 3 mm con concreto asfáltico o parcheo parcial
	1+056	1+088	10,5 m		
	1+312	1+344	3m		
	1+568	1+600	9,8 m		
	1+824	1+856	7,4 m		
	2+080	2+112	9 m		
	2+336	2+368	2,4 m		
	2+592	2+624	14,5 m		
	3+360	3+392	18 m		
3+872	3+904	7 m			
<b>11. Parcheo (m2)</b>	0+544	0+576	0,85 m2	<b>FALLA SUPERFICIAL:</b>	
	1+312	1+344	2,95 m2	Debido al parche se genera alguna rugosidad ya que no se comporta tan bien como la sección original	Realizar un parcheo parcial con material de sub base o base
	1+568	1+600	1,4 m2		
	3+104	3+136	0,515 m2		
	3+360	3+392	0,95 m2		

<p><b>12. Pulimiento de agregados (m2)</b></p> 	3+616	3+648	30 m2	<p><b>FALLA SUPERFICIAL:</b></p>	<p>Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta</p>
<p><b>13. Huecos (u)</b></p> 	3+872	3+904	8 m2	<p>Es causado por la repetición de cargas de tránsito, cuando la cantidad de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo</p>	
<p><b>13. Huecos (u)</b></p> 	0+544	0+576	1 u	<p><b>FALLA EXTRACTURAL:</b></p>	<p>Realizar un parcheo parcial o parcheo profundo</p>
	1+056	1+088	1 u	<p>Se produce cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o subrasante.</p>	
	1+824	1+856	1 u		
	2+592	2+624	1 u		
	2+848	2+880	1 u		
	3+616	3+648	1 u		

**Autor:** Jenny Manzano

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

-El conteo vehicular manual, se obtuvo mediante el estudio de tráfico un TPDA actual de 904 vehículos por día, por lo cual la vía se clasifica como colectora de clase III y el TPDA proyectado para 15 años es igual a 1432 vehículos por día, teniendo una clasificación de colectora clase II, según el MTOP, así mejorará el flujo vehicular donde las personas de la zona o de otras parroquias puedan transitar con sus productos agrícolas y ganaderos a los distintos mercados de la provincia.

-Se realizó la evaluación superficial de 16 unidades de muestreo en donde se calculó un promedio del índice del Condición del Pavimento de 74,18 %, se clasifica como MUY BUENO así que se deberá realizar un mantenimiento vial y la falla más considerable es la Piel de Cocodrilo con una densidad igual a 8,55%.

-Se determinó con el ensayo de la Viga Benkelman una deflexión TIPO I, esto quiere decir que tiene un buen comportamiento estructural la subrasante y el pavimento, lo que corresponder a hacer es un mantenimiento rutinario de la calzada y así se ofrecerá un mejor servicio.

-Se determinó una propuesta de mantenimiento del pavimento de las trece fallas encontradas en la vía Salasaka centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 la cual se detalla en la tabla 55. El tipo de falla, la ubicación, el área por intervenir, origen de la falla y la solución.

#### **4.2 Recomendaciones**

-Cuando se vaya a realizar el trabajo en campo se recomienda utilizar equipos de protección, ropa cómoda, chaleco reflectivo, casco, calzado adecuado un paraguas por si sorprende la lluvia y la compañía de otras personas para hacer un trabajo rápido y eficiente.

-Antes del manejo de los equipos y materiales se recomienda revisar la información del uso para un mayor conocimiento de la manipulación así obtendrá valores confiables.

-Se recomienda realizar los mantenimientos adecuados según las fallas encontradas en la vía para evitar un mayor deterioro del pavimento con el tiempo.

-Para evitar la rehabilitación de la vía se recomienda realizar la evaluación superficial del pavimento usando la metodología PCI una vez por año y la evaluación estructural con la ayuda de la Viga Benkelman cada tres o cuatro años, ya que son muy prácticos y económicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Centeno, «“La infraestructura vial y su influencia en la calidad de vida de los moradores de las colonias Nueva Esperanza y Libertad, pertenecientes al cantón Santa Clara del la provincia de Pastaza.”», Pastaza, 2014.
- [2] Dirección General de Servicios Técnicos, GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERA EN MÉXICO, México: 03240 Méxi., 2014.
- [3] J. Z. Yibo, A Project-Based Sustainability Rating Tool for Pavement Maintenance, University of Louisville ed., Louisville, Ed., de Enginneering, pp. 1-9.
- [4] K. Flores, «"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENITA EN EL TRAMO Km 0+000 - 4+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO DEL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"»,» Universidad Técnica de Ambato, 2020.
- [5] J. Agudelo, «“Diseño Geométrico de Vías Ajustado al Manual Colombiano,”»,» Textos Univ, 2002.
- [6] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, «“Obras de infraestructura 2019 son expuestas ante los representantes de las cámaras y sector productivo.”»,» 07-Oct-2019.
- [7] L. Moreno et al., "MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS."
- [8] E. Telégrafo, «Plan Vial de Tungurahua,» 15 Agosto 2013.
- [9] W. Zecenarro, "Manual de carreteras conservación vial", M. d. T. y. Comunicación, Ed., Perú, 2013, p. 1243.
- [10] D. G. d. I. Pública-DGIP, «Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en carretera,» 2015.

- [11] F. S. S. y. S. X. Campagnoli, PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS, G. p. p. l. e. y. diseño, Ed., Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2016.
- [12] C. V. p. H. y. S. H. Sangay, Índice de Condición de Pavimento de la carretera Cajamarca, La Colpa Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.
- [13] T. J. M. Escobar, «IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO – PATATE EN EL TRAMO DEL KM 0+000 AL KM 4+170 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador, 2019.
- [14] N. J. Pérez, «Análisis de tráfico vehicular mediante visión artificial,» Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Ambato-Ecuador, 2019.
- [15] O. J. E. Freire, «Determinación del índice de condición del pavimento en la Av. Circunvalación sur entre primera este y Nueve de Mayo.,» Universidad Técnica de Machala, Machala, 2020.
- [16] C. J. Simeon, «ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS POR TAMIZADO EN AGREGADO FINO Y GRUESO Y DETERMINACIÓN DE MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ No. 200 (75  $\mu\text{m}$ ) EN AGREGADO MINERAL POR LAVADO,» *Departamento de Mecánica Estructural*, vol. 4, n° 1, pp. 1-15, 2000.
- [17] V. H. Umpiérrez, B. P. Sánchez, B. Lara y B. E. Eraña, «Experiencias en la Aplicación de Metodologías al Control de Obra y la Evaluación Estructural de Pavimentos.,» *Chem. Inf. Model*, vol. 9, n° 13, 2019.
- [18] F. H. González, C. P. Ruiz y V. D. Guerrero, «Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento,» *Ciencia en su PC*, vol. 1, n° 1, pp. 58-72, 2019.

- [19] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Ensayo de Materiales MTc., Peru, 2016.
- [20] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador,, Norma Ecuatoriana Vial,, vol. Vol. VI, MTOP, Ed., Quito, 2014.
- [21] L. Pérez, «Mecánica de suelos elemental,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2010.
- [22] O. S. J. Hernández, Mecánica de suelos, Quetzaltenango: División de Ciencias de la Ingeniería, 2021.
- [23] M. G. López, Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado., Valencia - España: Tecnología de sistemas de transportes, 2020.
- [24] S. A. O. Manotoa, «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,» Universidad Técnica de Ambato., Ambato-Ecuador, 2016.
- [25] J. Menéndez, «Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas,» Lima, 2003.
- [26] N. P. a. E. Y. Diseño, Ministerio de Transporte y Obras, 2013.
- [27] L. Vásquez, Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad De Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, 2006.
- [28] S. C. y. V. Marcelo, «Estudio y Diseño de la Vía El Salado Manantial de Guangala del cantón Santa Elena.,» *Artists*, 2015.
- [29] M. Aizaga, «La vialidad y su importancia para el desarrollo y la seguridad nacional, Ecuador: Secretaría General del Consejo de Seguridad Nacional,» 1988.

- [30] J. Cárdenas, *Carreteras de Diseño geométrico de carreteras*, Bogotá: ECOE EDICIONES, 2013, pp. 1-5.
- [31] M.d.T.O.P.y. Comunicaciones, «Manual de Mantenimiento y Señalización de carreteras.,» *República del Ecuador, Quito*, 2013.
- [32] M. S. R. Cevallos, «Modelo de Rehabilitación Vial que permita desarrollar un Plan que mejore las Condiciones de la Estructura de la Capa de Rodadura para Vías Interparroquiales del Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo»,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador, 2011.
- [33] M. D. A. Ruiz, «Aplicación de metodología de evaluación PCI a pavimento flexible en la localidad de Engativá.,» *Especialista en Ingeniería de Pavimentos*, 2019.
- [34] V. J. S. López, «El diseño de pavimentos flexibles, su comportamiento estructural, e incidencia en el deterioro temprano de la red vial en la provincia de Tungurahua,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2016.
- [35] L. S. A. Vargas, «Cálculo del índice de condición del pavimento flexible (PCI) en un tramo de la avenida américa oeste de la ciudad de Trujillo,» Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2021.
- [36] S. Navarro, «Maestría en vías terrestres,» Abril 2009. [En línea]. Available: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/velocidad-ingenieria-de-transito.pdf>. [Último acceso: 6 Julio 2020].
- [37] El Universo, «Se plantean soluciones para el problema del tránsito,» El Universo, 26 Febrero 2012. [En línea]. Available: <https://www.eluniverso.com/2012/02/26/1/1445/plantean-soluciones-para-problema-transito.html>. [Último acceso: 08 Junio 2020].
- [38] Ingeniería de tránsito, «El vehículo,» 05 Octubre 2012. [En línea]. Available: <http://ingenieriadetransitouasd.blogspot.com/2012/10/el-vehiculo.html>. [Último acceso: 6 Julio 2020].

- [39] Ingeniería de tránsito, «El Usuario,» 3 Octubre 2012. [En línea]. Available: <http://ingenieriadetransitouasd.blogspot.com/2012/10/el-vehiculo.html>. [Último acceso: 6 Julio 2020].
- [40] A. Montejo Fonseca, Ingeniería de pavimentos para carreteras., Cumbre, 1998.
- [41] J. A. Fajardo Niño y W. E. Viasus Pérez, «DISEÑO SIMPLIFICADO DE PUENTES,» Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia, 2007.
- [42] A. Vivanco Mendieta, «Análisis del riesgo de accidentes de tránsito relacionados al trabajo y sus factores determinantes en trabajadores del sector comercial.,» *Red Vial*, vol. 24, n° 6, pp. 14-25, 2018.

# ANEXOS

**ANEXO A:**  
**CONTEO VEHICULAR MANUAL**

## Anexo A1: Conteo vehicular del lunes 13 de diciembre del 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 					
PROYECTO											
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.											
Abscisa: 0+150	Responsable:	Jenny Manzano	Fecha:	13/12/2021	Estación:	1	Sentido:	Dos Sentidos	Hoja N° :	1	
CONTEO TRÁFICO VOLUMÉTRICO											
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				TOTAL CAMIONES	TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	CAMIONETAS	AUTOMÓVILES	MOTOS		C-2-L	C-2-M	C-3	C-4			
6:00 - 6:15	3	3	0	1	1	0	0	0	1	8	
6:15 - 6:30	3	3	0	0	1	0	1	0	2	8	
6:30 - 6:45	6	6	2	1	0	0	0	2	0	17	
6:45 - 7:00	4	7	0	0	0	0	0	0	0	11	44
7:00 - 7:15	5	15	0	2	0	1	0	0	1	23	59
7:15 - 7:30	13	11	4	0	2	1	0	0	3	31	82
7:30 - 7:45	2	6	3	2	0	1	0	0	1	14	79
7:45 - 8:00	4	9	1	0	0	0	0	0	0	14	82
8:00 - 8:15	9	16	0	2	1	0	0	0	1	28	87
8:15 - 8:30	13	12	0	0	0	1	0	0	1	26	82
8:30 - 8:45	14	13	0	2	0	0	0	0	0	29	97
8:45 - 9:00	9	10	0	0	1	1	0	0	2	21	104
9:00 - 9:15	9	7	0	2	0	1	0	0	1	19	95
9:15 - 9:30	5	7	0	0	0	0	0	0	0	12	81
9:30 - 9:45	12	0	0	2	2	0	1	0	3	17	69
9:45 - 10:00	4	6	0	0	0	2	0	0	2	12	60
10:00 - 10:15	6	7	1	2	0	1	0	0	1	17	58
10:15 - 10:30	12	12	1	0	0	0	0	0	0	25	71
10:30 - 10:45	7	11	0	1	2	0	1	0	3	22	76
10:45 - 11:00	5	9	1	0	0	0	0	0	0	15	79
11:00 - 11:15	12	5	2	2	0	0	0	0	0	21	83
11:15 - 11:30	4	9	0	0	1	0	0	0	1	14	72
11:30 - 11:45	8	9	1	2	1	1	1	0	3	23	73
11:45 - 12:00	8	13	0	0	0	1	0	0	1	22	80
12:00 - 12:15	6	4	2	2	0	0	0	0	0	14	73
12:15 - 12:30	13	14	1	0	0	0	0	0	0	28	87
12:30 - 12:45	12	8	1	2	2	0	0	0	2	25	89
12:45 - 13:00	11	4	0	0	1	0	0	0	1	16	83
13:00 - 13:15	13	11	0	2	0	0	0	1	0	27	96
13:15 - 13:30	15	11	0	0	2	1	0	0	3	29	97
13:30 - 13:45	20	16	2	2	0	0	1	0	1	41	113
13:45 - 14:00	13	10	1	0	1	0	1	0	2	26	123
14:00 - 14:15	11	9	1	2	0	0	0	0	0	23	119
14:15 - 14:30	12	9	0	0	0	1	0	0	1	22	112
14:30 - 14:45	13	13	0	2	0	1	0	0	1	29	100
14:45 - 15:00	17	13	0	0	0	0	0	0	0	30	104
15:00 - 15:15	13	11	1	2	1	0	0	0	1	28	109
15:15 - 15:30	10	9	0	0	0	2	0	0	2	21	108
15:30 - 15:45	13	13	0	2	0	0	0	0	0	28	107
15:45 - 16:00	12	11	1	0	0	0	0	0	0	24	101
16:00 - 16:15	17	9	0	2	1	0	0	0	1	29	102
16:15 - 16:30	17	18	0	0	0	1	0	0	1	36	117
16:30 - 16:45	16	16	2	2	0	0	1	0	1	37	126
16:45 - 17:00	15	14	0	0	0	0	1	0	1	30	132
17:00 - 17:15	15	11	1	2	0	0	0	1	0	30	133
17:15 - 17:30	16	11	2	0	1	0	0	0	1	30	127
17:30 - 17:45	14	18	4	1	1	1	0	0	2	39	129
17:45 - 18:00	17	19	0	0	0	1	0	0	1	37	136
<b>TOTAL</b>	508	488	35	44	22	19	8	4	49	1128	

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo A2: Conteo vehicular del martes 14 de diciembre del 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
											
PROYECTO											
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.											
Abscisa: 0+150	Responsable:	Jenny Manzano	Fecha:	14/12/2021	Estación:	1	Sentido:	Dos Sentidos	Hoja N° :	2	
CONTEO TRÁFICO VOLUMÉTRICO											
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				TOTAL CAMIONES	TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	CAMIONETAS	AUTOMÓVILES	MOTOS		C-2-L	C-2-M	C-3	C->3			
6:00 - 6:15	2	3	1	2	1	0	0	0	1	9	
6:15 - 6:30	2	4	1	0	1	0	0	0	1	8	
6:30 - 6:45	8	7	2	2	1	0	0	1	2	21	
6:45 - 7:00	4	9	0	0	0	0	0	0	0	13	51
7:00 - 7:15	6	13	1	2	0	2	0	0	2	24	66
7:15 - 7:30	8	6	0	0	1	0	1	0	2	16	74
7:30 - 7:45	9	4	0	2	0	1	0	0	1	16	69
7:45 - 8:00	9	8	0	0	0	0	0	0	0	17	73
8:00 - 8:15	1	14	0	2	0	1	0	0	1	18	67
8:15 - 8:30	11	13	1	0	0	1	0	0	1	26	77
8:30 - 8:45	10	11	0	2	1	0	1	0	2	25	86
8:45 - 9:00	9	5	0	0	0	0	0	0	0	14	83
9:00 - 9:15	7	5	1	2	0	1	0	0	1	16	81
9:15 - 9:30	6	4	1	0	0	0	0	1	1	12	67
9:30 - 9:45	4	10	0	2	1	0	1	0	2	18	60
9:45 - 10:00	7	3	0	0	0	0	1	0	1	11	57
10:00 - 10:15	3	5	1	1	0	1	0	0	1	11	52
10:15 - 10:30	8	11	0	2	0	0	0	0	0	21	61
10:30 - 10:45	12	8	0	1	0	0	1	0	1	22	65
10:45 - 11:00	11	16	0	0	0	0	0	0	0	27	81
11:00 - 11:15	12	6	1	2	0	0	0	0	0	21	91
11:15 - 11:30	9	10	0	0	1	0	0	0	1	20	90
11:30 - 11:45	2	12	0	2	0	0	0	0	0	16	84
11:45 - 12:00	15	16	1	0	0	1	0	0	1	33	90
12:00 - 12:15	12	20	0	2	1	0	0	0	1	35	104
12:15 - 12:30	10	12	0	0	0	0	1	0	1	23	107
12:30 - 12:45	10	6	0	2	0	0	0	0	0	18	109
12:45 - 13:00	5	15	0	0	1	0	0	0	1	21	97
13:00 - 13:15	9	15	1	2	0	0	0	1	1	28	90
13:15 - 13:30	14	12	1	0	1	1	0	0	2	29	96
13:30 - 13:45	14	9	1	2	0	0	0	0	0	26	104
13:45 - 14:00	20	21	0	0	1	0	1	0	2	43	126
14:00 - 14:15	18	5	0	2	0	0	0	0	0	25	123
14:15 - 14:30	11	9	1	0	0	1	0	0	1	22	116
14:30 - 14:45	12	7	1	2	1	0	0	0	1	23	113
14:45 - 15:00	18	8	2	0	0	0	0	1	1	29	99
15:00 - 15:15	13	8	0	2	0	1	0	0	1	24	98
15:15 - 15:30	9	8	0	0	0	0	0	0	0	17	93
15:30 - 15:45	8	15	0	2	0	0	0	0	0	25	95
15:45 - 16:00	12	8	0	0	0	0	0	0	0	20	86
16:00 - 16:15	5	11	0	2	1	1	1	0	3	21	83
16:15 - 16:30	5	12	1	0	0	1	0	0	1	19	85
16:30 - 16:45	11	17	0	2	0	0	1	0	1	31	91
16:45 - 17:00	7	16	0	0	0	0	0	0	0	23	94
17:00 - 17:15	8	6	2	2	0	2	2	0	4	22	95
17:15 - 17:30	18	15	1	0	1	0	0	0	1	35	111
17:30 - 17:45	13	15	2	1	0	0	0	0	0	31	111
17:45 - 18:00	16	18	2	0	0	1	0	0	1	37	125
<b>TOTAL</b>	453	491	26	47	14	16	11	4	45	1062	

Elaborado por: Jenny Manzano

### Anexo A3: Conteo vehicular del miércoles 15 de diciembre del 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 					
PROYECTO											
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.											
Abscisa: 0+150	Responsable:	Jenny Manzano	Fecha:	15/12/2021	Estación:	1	Sentido:	Dos Sentidos	Hoja N° :	3	
CONTEO TRÁFICO VOLUMÉTRICO											
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				TOTAL CAMIONES	TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	CAMIONETAS	AUTOMÓVILES	MOTOS		C-2-L	C-2-M	C-3	C->3			
6:00 - 6:15	3	3	2	2	0	0	0	0	0	10	44
6:15 - 6:30	3	3	1	0	0	0	0	0	0	7	
6:30 - 6:45	3	10	2	2	1	0	0	1	2	19	
6:45 - 7:00	3	5	0	0	0	0	0	0	0	8	
7:00 - 7:15	6	11	1	2	1	0	1	0	2	22	56
7:15 - 7:30	10	7	0	0	0	0	0	1	1	18	67
7:30 - 7:45	4	4	1	2	0	0	0	0	0	11	59
7:45 - 8:00	4	9	0	0	0	0	1	0	1	14	65
8:00 - 8:15	8	7	0	2	0	0	0	0	0	17	60
8:15 - 8:30	12	16	1	0	0	0	0	0	0	29	71
8:30 - 8:45	6	6	2	2	0	1	0	0	1	17	77
8:45 - 9:00	4	7	0	0	0	1	0	0	1	12	75
9:00 - 9:15	4	4	0	2	0	0	2	0	2	12	70
9:15 - 9:30	2	4	2	0	0	0	0	0	0	8	49
9:30 - 9:45	7	8	0	2	0	0	0	0	0	17	49
9:45 - 10:00	3	4	0	0	2	0	0	0	2	9	46
10:00 - 10:15	8	6	0	2	0	0	0	0	0	16	50
10:15 - 10:30	4	8	1	0	0	0	0	0	0	13	55
10:30 - 10:45	1	9	0	2	0	0	0	0	0	12	50
10:45 - 11:00	6	13	0	0	0	1	1	0	2	21	62
11:00 - 11:15	8	4	0	1	0	0	0	0	0	13	59
11:15 - 11:30	8	8	0	0	0	2	0	0	2	18	64
11:30 - 11:45	4	17	1	2	0	0	2	0	2	26	78
11:45 - 12:00	6	11	0	0	0	0	0	1	1	18	75
12:00 - 12:15	11	16	0	2	0	0	0	0	0	29	91
12:15 - 12:30	10	10	0	0	1	0	0	0	1	21	94
12:30 - 12:45	11	15	0	2	0	0	0	0	0	28	96
12:45 - 13:00	15	13	1	0	0	0	0	0	0	29	107
13:00 - 13:15	19	18	1	2	0	1	0	0	1	41	119
13:15 - 13:30	14	9	0	0	3	0	0	0	3	26	124
13:30 - 13:45	15	17	2	2	0	0	0	0	0	36	132
13:45 - 14:00	15	16	0	0	0	1	0	0	1	32	135
14:00 - 14:15	12	14	0	2	0	0	0	0	0	28	122
14:15 - 14:30	7	11	0	0	0	0	0	0	0	18	114
14:30 - 14:45	12	12	0	2	1	0	0	0	1	27	105
14:45 - 15:00	10	8	0	0	0	0	0	0	0	18	91
15:00 - 15:15	12	7	0	2	0	0	0	0	0	21	84
15:15 - 15:30	16	17	2	0	0	1	0	1	2	37	103
15:30 - 15:45	12	14	0	2	1	0	0	0	1	29	105
15:45 - 16:00	9	6	2	0	0	0	1	0	1	18	105
16:00 - 16:15	5	9	0	2	0	0	0	0	0	16	100
16:15 - 16:30	9	15	1	0	0	0	0	0	0	25	88
16:30 - 16:45	9	3	1	2	0	2	0	0	2	17	76
16:45 - 17:00	11	13	0	0	0	0	0	0	0	24	82
17:00 - 17:15	20	10	0	2	0	1	0	1	2	34	100
17:15 - 17:30	15	16	0	0	0	0	0	0	0	31	106
17:30 - 17:45	17	19	0	1	0	0	0	0	0	37	126
17:45 - 18:00	17	21	3	0	0	0	0	0	0	41	143
<b>TOTAL</b>	430	493	27	46	10	11	8	5	34	1030	

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo A4: Conteo vehicular del jueves 16 de diciembre del 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 					
PROYECTO											
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.											
Abscisa: 0+150	Responsable:	Jenny Manzano	Fecha:	16/12/2021	Estación:	1	Sentido:	Dos Sentidos	Hoja N° :	4	
CONTEO TRÁFICO VOLUMÉTRICO											
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				TOTAL CAMIONES	TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	CAMIONETAS	AUTOMÓVILES	MOTOS		C-2-L	C-2-M	C-3	C->3			
6:00 - 6:15	1	5	1	2	0	0	0	0	0	9	
6:15 - 6:30	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4	
6:30 - 6:45	9	7	2	2	0	1	0	0	1	21	
6:45 - 7:00	8	6	0	0	0	0	0	0	0	14	48
7:00 - 7:15	7	7	1	2	0	0	0	1	1	18	57
7:15 - 7:30	5	8	1	0	1	0	0	0	1	15	68
7:30 - 7:45	9	4	0	2	0	0	0	0	0	15	62
7:45 - 8:00	12	12	0	0	0	0	0	2	2	26	74
8:00 - 8:15	4	6	1	2	0	0	0	0	0	13	69
8:15 - 8:30	7	20	0	0	1	0	0	0	1	28	82
8:30 - 8:45	6	4	0	2	0	0	0	0	0	12	79
8:45 - 9:00	10	10	1	0	1	0	0	0	1	22	75
9:00 - 9:15	10	8	0	2	1	0	0	0	1	21	83
9:15 - 9:30	6	17	3	0	1	1	0	0	2	28	83
9:30 - 9:45	9	3	0	2	0	1	1	0	2	16	87
9:45 - 10:00	5	7	0	0	0	0	0	0	0	12	77
10:00 - 10:15	6	11	0	2	1	0	0	1	2	21	77
10:15 - 10:30	10	9	2	0	1	0	0	0	1	22	71
10:30 - 10:45	6	9	0	2	0	0	1	0	1	18	73
10:45 - 11:00	6	9	0	0	0	0	0	0	0	15	76
11:00 - 11:15	7	7	0	2	0	0	0	0	0	16	71
11:15 - 11:30	7	8	0	0	0	0	0	0	0	15	64
11:30 - 11:45	14	2	0	1	0	0	0	0	0	17	63
11:45 - 12:00	11	12	0	0	0	0	0	0	0	23	71
12:00 - 12:15	14	9	1	2	1	0	0	1	2	28	83
12:15 - 12:30	19	10	2	0	1	0	0	0	1	32	100
12:30 - 12:45	7	8	2	2	0	0	0	0	0	19	102
12:45 - 13:00	10	22	0	0	0	1	0	0	1	33	112
13:00 - 13:15	14	15	0	2	0	0	0	0	0	31	115
13:15 - 13:30	4	11	0	0	0	0	0	0	0	15	98
13:30 - 13:45	16	21	1	1	0	0	0	0	0	39	118
13:45 - 14:00	17	7	1	0	2	0	0	0	2	27	112
14:00 - 14:15	12	8	0	2	0	0	0	0	0	22	103
14:15 - 14:30	14	9	0	0	0	0	0	0	0	23	111
14:30 - 14:45	9	10	0	2	0	0	0	1	1	22	94
14:45 - 15:00	7	10	1	0	1	0	0	0	1	19	86
15:00 - 15:15	15	6	0	2	0	0	0	0	0	23	87
15:15 - 15:30	16	15	0	0	0	1	1	0	2	33	97
15:30 - 15:45	9	9	1	2	0	0	0	0	0	21	96
15:45 - 16:00	6	10	0	0	0	0	0	0	0	16	93
16:00 - 16:15	5	7	0	2	1	0	0	0	1	15	85
16:15 - 16:30	5	16	0	0	0	0	0	0	0	21	73
16:30 - 16:45	13	3	0	2	0	0	0	0	0	18	70
16:45 - 17:00	16	14	0	0	1	1	0	0	2	32	86
17:00 - 17:15	17	9	3	2	0	0	0	0	0	31	102
17:15 - 17:30	18	14	2	0	0	0	0	0	0	34	115
17:30 - 17:45	16	19	5	1	0	0	2	0	2	43	140
17:45 - 18:00	19	21	0	0	0	0	0	0	0	40	148
<b>TOTAL</b>	<b>475</b>	<b>476</b>	<b>31</b>	<b>45</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>31</b>	<b>1058</b>	

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo A5: Conteo vehicular del viernes 17 de diciembre del 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 					
PROYECTO											
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.											
Abscisa: 0+150	Responsable:	Jenny Manzano	Fecha:	17/12/2021	Estación:	1	Sentido:	Dos Sentidos	Hoja N° :	5	
CONTEO TRÁFICO VOLUMÉTRICO											
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				TOTAL CAMIONES	TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	CAMIONETAS	AUTOMÓVILES	MOTOS		C-2-L	C-2-M	C-3	C->3			
6:00 - 6:15	1	3	0	1	0	0	0	0	0	5	
6:15 - 6:30	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4	
6:30 - 6:45	2	5	2	2	0	1	0	0	1	12	
6:45 - 7:00	6	8	0	0	0	0	0	0	0	14	35
7:00 - 7:15	6	7	0	2	0	0	0	0	0	15	45
7:15 - 7:30	7	3	1	0	0	0	1	0	1	12	53
7:30 - 7:45	4	8	0	2	0	0	0	0	0	14	55
7:45 - 8:00	9	7	0	0	0	0	0	1	1	17	58
8:00 - 8:15	0	9	0	2	0	0	0	0	0	11	54
8:15 - 8:30	13	7	0	0	0	0	0	0	0	20	62
8:30 - 8:45	6	4	0	2	0	0	0	0	0	12	60
8:45 - 9:00	5	5	0	0	0	0	1	0	1	11	54
9:00 - 9:15	12	10	0	2	1	0	1	0	2	26	69
9:15 - 9:30	6	3	1	0	0	0	0	1	1	11	60
9:30 - 9:45	5	8	0	2	0	0	0	0	0	15	63
9:45 - 10:00	7	9	0	0	0	0	0	0	0	16	68
10:00 - 10:15	6	5	0	2	0	0	0	0	0	13	55
10:15 - 10:30	8	10	1	0	0	0	0	0	0	19	63
10:30 - 10:45	10	6	0	2	0	0	0	0	0	18	66
10:45 - 11:00	6	4	0	0	0	0	1	1	2	12	62
11:00 - 11:15	5	5	0	2	1	0	0	0	1	13	62
11:15 - 11:30	7	7	0	0	0	0	0	0	0	14	57
11:30 - 11:45	4	7	0	1	0	0	1	0	1	13	52
11:45 - 12:00	2	15	2	0	0	0	0	0	0	19	59
12:00 - 12:15	8	14	0	2	2	0	0	1	3	27	73
12:15 - 12:30	11	10	0	0	0	1	0	0	1	22	81
12:30 - 12:45	13	11	0	2	0	0	0	0	0	26	94
12:45 - 13:00	16	14	2	0	0	0	0	0	0	32	107
13:00 - 13:15	20	16	0	2	0	0	0	0	0	38	118
13:15 - 13:30	14	24	0	0	0	0	0	0	0	38	134
13:30 - 13:45	16	17	0	2	0	1	0	0	1	36	144
13:45 - 14:00	13	18	0	0	0	2	0	0	2	33	145
14:00 - 14:15	10	16	0	2	0	0	0	1	1	29	136
14:15 - 14:30	17	11	0	0	0	0	0	0	0	28	126
14:30 - 14:45	10	18	0	1	0	0	0	1	1	30	120
14:45 - 15:00	17	19	0	0	0	0	0	0	0	36	123
15:00 - 15:15	9	15	1	2	0	0	0	0	0	27	121
15:15 - 15:30	17	16	0	0	0	0	0	1	1	34	127
15:30 - 15:45	14	10	0	2	0	0	0	0	0	26	123
15:45 - 16:00	11	8	0	0	0	0	1	0	1	20	107
16:00 - 16:15	12	11	0	2	0	0	0	0	0	25	105
16:15 - 16:30	8	10	0	0	0	0	0	0	0	18	89
16:30 - 16:45	9	19	0	2	1	0	0	0	1	31	94
16:45 - 17:00	12	16	3	0	1	0	0	1	2	33	107
17:00 - 17:15	16	16	2	2	0	1	0	0	1	37	119
17:15 - 17:30	18	19	0	0	0	0	0	0	0	37	138
17:30 - 17:45	13	23	3	0	0	0	0	0	0	39	146
17:45 - 18:00	18	14	0	0	0	0	0	0	0	32	145
<b>TOTAL</b>	461	522	18	43	6	6	6	8	26	1070	

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo A6: Conteo vehicular del sábado 18 de diciembre del 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 					
PROYECTO											
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.											
Abscisa: 0+150	Responsable:	Jenny Manzano	Fecha:	18/12/2021	Estación:	1	Sentido:	Dos Sentidos	Hoja N° :	6	
CONTEO TRÁFICO VOLUMÉTRICO											
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				TOTAL CAMIONES	TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	CAMIONETAS	AUTOMÓVILES	MOTOS		C-2-L	C-2-M	C-3	C->3			
6:00 - 6:15	3	3	1	2	0	0	0	0	0	9	
6:15 - 6:30	2	3	0	0	0	0	0	0	0	5	
6:30 - 6:45	4	4	0	2	1	0	0	0	1	11	
6:45 - 7:00	5	5	0	0	1	0	0	0	1	11	36
7:00 - 7:15	6	11	0	2	0	0	1	0	1	20	47
7:15 - 7:30	11	14	0	0	1	0	1	0	2	27	69
7:30 - 7:45	12	7	0	2	0	0	0	0	0	21	79
7:45 - 8:00	11	14	3	0	0	0	0	0	0	28	96
8:00 - 8:15	13	4	1	2	0	0	0	0	0	20	96
8:15 - 8:30	10	8	0	1	2	0	0	0	2	21	90
8:30 - 8:45	9	3	1	1	0	0	0	0	0	14	83
8:45 - 9:00	5	3	1	0	0	0	0	0	0	9	64
9:00 - 9:15	2	2	2	1	0	0	0	0	0	7	51
9:15 - 9:30	4	2	0	0	1	0	0	0	1	7	37
9:30 - 9:45	3	2	0	1	0	2	0	0	2	8	31
9:45 - 10:00	8	1	1	1	0	0	0	0	0	11	33
10:00 - 10:15	15	5	0	1	2	1	1	0	4	25	51
10:15 - 10:30	12	4	0	1	0	0	0	1	1	18	62
10:30 - 10:45	2	6	3	0	0	0	0	0	0	11	65
10:45 - 11:00	8	4	1	0	0	0	0	0	0	13	67
11:00 - 11:15	14	5	0	1	1	1	0	0	2	22	64
11:15 - 11:30	15	4	0	0	0	0	0	0	0	19	65
11:30 - 11:45	20	5	1	1	1	0	0	0	1	28	82
11:45 - 12:00	10	2	0	1	0	0	0	0	0	13	82
12:00 - 12:15	11	8	2	1	1	0	1	1	3	25	85
12:15 - 12:30	7	8	0	0	0	1	0	1	2	17	83
12:30 - 12:45	14	7	0	0	0	0	0	0	0	21	76
12:45 - 13:00	12	7	0	0	0	1	0	0	1	20	83
13:00 - 13:15	20	10	1	2	0	0	0	0	0	33	91
13:15 - 13:30	21	16	0	0	0	0	1	0	1	38	112
13:30 - 13:45	19	19	0	2	0	0	0	0	0	40	131
13:45 - 14:00	11	18	0	0	0	0	0	0	0	29	140
14:00 - 14:15	18	10	0	2	0	1	0	1	2	32	139
14:15 - 14:30	11	15	1	0	0	0	0	0	0	27	128
14:30 - 14:45	9	15	0	2	1	0	0	0	1	27	115
14:45 - 15:00	11	24	0	0	0	0	0	0	0	35	121
15:00 - 15:15	21	9	0	2	0	0	0	0	0	32	121
15:15 - 15:30	16	6	0	0	1	0	0	1	2	24	118
15:30 - 15:45	15	9	1	2	0	0	0	0	0	27	118
15:45 - 16:00	14	9	0	0	0	0	0	0	0	23	106
16:00 - 16:15	5	19	1	2	0	0	0	0	0	27	101
16:15 - 16:30	10	14	2	0	0	0	0	0	0	26	103
16:30 - 16:45	10	14	0	2	1	1	1	0	3	29	105
16:45 - 17:00	17	16	0	0	0	0	0	0	0	33	115
17:00 - 17:15	19	13	0	2	0	0	0	0	0	34	122
17:15 - 17:30	19	21	3	0	1	0	1	0	2	45	141
17:30 - 17:45	18	18	0	1	1	0	0	0	1	38	150
17:45 - 18:00	23	22	1	0	3	0	0	0	3	49	166
<b>TOTAL</b>	555	448	27	40	19	8	7	5	39	1109	

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo A7: Conteo vehicular del domingo 19 de diciembre del 2021

 		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
PROYECTO Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.											
Abscisa: 0+150	Responsable:	Jenny Manzano	Fecha:	19/12/2021	Estación:	1	Sentido:	Dos Sentidos	Hoja N° :	7	
CONTEO TRÁFICO VOLUMÉTRICO											
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS			BUSES	CAMIONES				TOTAL CAMIONES	TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	CAMIONETAS	AUTOMÓVILES	MOTOS		C-2-L	C-2-M	C-3	C->3			
6:00 - 6:15	3	3	0	0	0	0	0	0	0	6	
6:15 - 6:30	4	3	0	0	0	0	0	0	0	7	
6:30 - 6:45	5	5	1	0	1	0	0	0	1	12	
6:45 - 7:00	5	7	0	0	0	0	0	0	0	12	37
7:00 - 7:15	10	2	0	0	1	1	0	0	2	14	45
7:15 - 7:30	5	4	1	0	1	1	0	0	2	12	50
7:30 - 7:45	9	1	0	1	0	1	1	0	2	13	51
7:45 - 8:00	8	2	0	0	0	0	0	0	0	10	49
8:00 - 8:15	11	1	1	0	0	1	0	0	1	14	49
8:15 - 8:30	10	4	0	0	0	1	0	0	1	15	52
8:30 - 8:45	10	6	4	0	0	0	0	0	0	20	59
8:45 - 9:00	10	4	1	0	0	0	0	0	0	15	64
9:00 - 9:15	8	1	0	0	0	1	1	0	2	11	61
9:15 - 9:30	13	3	4	0	1	0	0	0	1	21	67
9:30 - 9:45	11	7	1	0	0	0	2	0	2	21	68
9:45 - 10:00	8	6	0	0	0	0	0	0	0	14	67
10:00 - 10:15	15	9	3	0	1	1	0	0	2	29	85
10:15 - 10:30	13	3	0	1	1	0	0	0	1	18	82
10:30 - 10:45	13	3	6	0	0	0	1	0	1	23	84
10:45 - 11:00	19	10	1	1	0	0	0	0	0	31	101
11:00 - 11:15	8	4	0	0	1	1	0	0	1	13	85
11:15 - 11:30	8	5	0	0	0	0	0	1	1	14	81
11:30 - 11:45	7	10	1	0	1	0	0	0	1	19	77
11:45 - 12:00	6	9	0	0	0	0	1	0	1	16	62
12:00 - 12:15	14	10	1	0	0	0	0	0	0	25	74
12:15 - 12:30	18	19	0	0	0	0	0	0	0	37	97
12:30 - 12:45	15	16	1	0	1	0	0	0	1	33	111
12:45 - 13:00	20	16	0	0	1	0	0	0	1	37	132
13:00 - 13:15	13	10	0	0	0	0	0	1	1	24	131
13:15 - 13:30	17	9	3	0	1	1	0	0	2	31	125
13:30 - 13:45	19	19	0	0	0	1	0	0	1	39	131
13:45 - 14:00	18	9	0	0	0	0	0	0	0	27	121
14:00 - 14:15	9	20	0	0	0	0	0	0	0	29	126
14:15 - 14:30	9	22	0	1	0	0	0	0	0	32	127
14:30 - 14:45	10	8	0	0	0	0	0	0	0	18	106
14:45 - 15:00	7	1	0	0	0	0	0	0	0	8	87
15:00 - 15:15	6	4	1	0	0	0	0	0	0	11	69
15:15 - 15:30	9	8	1	0	0	0	0	1	1	19	56
15:30 - 15:45	10	7	1	0	0	0	0	0	0	18	56
15:45 - 16:00	6	2	2	1	0	0	1	1	2	13	61
16:00 - 16:15	2	1	0	0	2	0	0	0	2	5	55
16:15 - 16:30	13	6	2	0	0	1	0	0	1	22	58
16:30 - 16:45	9	5	0	0	0	0	0	1	1	15	55
16:45 - 17:00	4	9	0	0	0	0	0	0	0	13	55
17:00 - 17:15	11	8	0	1	0	1	0	0	1	21	71
17:15 - 17:30	13	4	0	0	1	0	1	0	2	19	68
17:30 - 17:45	17	5	0	0	0	1	0	0	1	23	76
17:45 - 18:00	9	6	1	0	0	0	0	0	0	16	79
<b>TOTAL</b>	497	336	37	6	14	12	8	5	39	915	

Elaborado por: Jenny Manzano

**ANEXO B:**  
**INVENTARIO**  
**VIAL**

## Anexo B1: Inventario vial de la abscisa 0+000 km hasta 1+000 km

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		PROYECTO		CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA SALASAKA-HUASALATA		OBSERVACIONES	
RESPONSABLE		Jenny Manzano		Absc. Inicial		0+000 km		Absc. Final		1+000 km	
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.											
ABSCISADO	ANCHO-CAL.	ACERA		CUNETAS		POZO	PASO DE AGUA	ENTRADA		OBSERVACIONES	
(m)	(m)	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	ALCANTARILLADO		IZQUIERDA	DERECHA		
0+000	7	X	X								
0+020	2,1	X	X								
0+040	7	X	X							4,50 m	Entrada a la Plaza centro
0+060	7					X		5,20 m			Entrada a Chilcapamba
0+080	7					X					
0+100	7										
0+120	7										
0+140	7									6 m	Entrada a Ramus Loma
0+160	7										
0+180	7,6	X	X								
0+200	7,6	X	X			X					
0+220	6,7							5,40 m			E. a casa del Sr. Pref.
0+240	6,7					X				6,0m	Entrada -desvio al Centro Salasaka
0+260	6,7										
0+280	6,7	X	X								
0+300	6,7										
0+320	6,9	X	X			X					
0+340	6,9	X	X								
0+360	6,9	X	X			X					
0+380	6,9	X	X								
0+400	6,9	X	X			X					
0+420	6,9	X	X				L=70 m,(0,50*0,45)m	5,4			Entrada Manzana Pamba Chico
0+440	6,9		X								
0+460	7		X							5,4	Entrada a Ramus Loma
0+480	7		X								
0+500	7					X					
0+520	7						L=8m (0,50*0,45)m				
0+540	7										Entrada frente a la casa Comunal
0+560	7					X		4,0 m			
0+580	7									4,5	E. a la Casa Comunal Manzanapamba
0+600	7										
0+620	7,2					X				6,0 m	Entrada al Cementerio Parroquial Salasaka
0+640	7,2										
0+660	7,2							4,80 m			Entrada a Chilcapamba
0+680	7,2										
0+700	7,2					X					
0+720	7,2										
0+740	7,2										
0+760	7,3										
0+780	7										
0+800	7										
0+820	7					X					
0+840	6,2										
0+860	6,2										
0+880	6,2							4,5 m			Entrada a Chilcapamba
0+900	6,2										
0+920	6,2										Entrada a Manzanapamba Grande
0+940	6,2									5,0 m	
0+960	6,9		X								
0+980	6,9		X								
1+000	7,3										

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo B2: Inventario vial de la abscisa 1+020 km hasta 2+000 km

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		FICM				
PROYECTO										
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.										
RESPONSABLE		Jenny Manzano		Absc. Inicial		1+020 km	Absc. Final	2+000 km		
CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA SALASAKA-HUASALATA										
ABSCISADO (m)	ANCHO-CAL. (m)	ACERA		CUNETAS		POZO ALCANTARILLADO	PASO DE AGUA	ENTRADA		OBSERVACIONES
		IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA			IZQUIERDA	DERECHA	
1+020	7,3									
1+040	7,3									
1+060	7,3					X				
1+080	7,3									
1+100	7,3									
1+120	7,3									
1+140	7,3									
1+160	7,3									
1+180	7,3									
1+200	7,3								5,50 m	Entrada al acopio de Leche
1+220	7,3									
1+240	7,3									
1+260	7,3									
1+280	7,3					X				
1+300	7									
1+320	7									
1+340	7									
1+360	7									
1+380	7									
1+400	7								7,30 m	E. al cementerio P.
1+420	7								7,30 m	Entrada al río Pachanlica
1+440	7,2					X				
1+460	7,2									
1+480	7,2									
1+500	7,2					X				
1+520	7,2									
1+540	7,2					X				
1+560	7,2									
1+580	7,2					X				
1+600	6,8									
1+620	6,8					X	L=15,70 m (1*1)m			
1+640	6,8							6,0 m		Entrada al río Pachanlica
1+660	6,8								7.10 m	E. casa C. Manguihua
1+680	6,8									
1+700	6,8					X				
1+720	6,8									
1+740	6,8									
1+760	6,8					X				
1+780	6,8									
1+800	6,9									
1+820	6,9									
1+840	6,9									
1+860	7					X				
1+880	7									
1+900	7								6,60 m	Desvío a Pelileo
1+920	7									
1+940	7								7,0 m	Desvío a Huasalata
1+960	7					X				
1+980	7									
2+000	7									

Elaborado por: Jenny Manzano

### Anexo B3: Inventario vial de la abscisa 2+020 km hasta 3+000 km

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
PROYECTO										
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.										
RESPONSABLE		Jenny Manzano				Absc. Inicial		2+020 km	Absc. Final	3+000 km
CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA SALASAKA-HUASALATA										
ABSCISADO (m)	ANCHO-CAL. (m)	ACERA		CUNETAS		POZO ALCANTARILLADO	PASO DE AGUA	ENTRADA		OBSERVACIONES
		IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA			IZQUIERDA	DERECHA	
2+020	7									
2+040	7					X				
2+060	7									
2+080	6,8					X				
2+100	6,8									
2+120	6,8									
2+140	6,6									
2+160	6,6									
2+180	6,6							6,40 m		Entrada a Patuloma
2+200	6,6									
2+220	6,6									
2+240	6,6					X			6,8	Entrada al estadio de Manguihua
2+260	6,6					X				
2+280	6,6									
2+300	6,6					X				
2+320	6,6					X				
2+340	6,8									
2+360	6,8					X				
2+380	6,8									
2+400	6,8									
2+420	6,8									
2+440	6,8									
2+460	6,8								4,0 m	Desvío a Nitón
2+480	6,8			X	X					
2+500	6,8			X	X					
2+520	6,8			X	X					
2+540	6,8			X	X					
2+560	6,8			X	X	X			6,7	E. al Estad. de Patuloma
2+580	6,8			X	X					
2+600	6,8			X	X					
2+620	6,8			X	X					
2+640	6,8			X	X					
2+660	6,8			X	X					
2+680	6,8									
2+700	6,8									
2+720	6,8									
2+740	6,8					X				
2+760	7,2									
2+780	7,2									
2+800	7,2					X				
2+820	7						L=100m (1+0,6)m			
2+840	7									
2+860	7									
2+880	7									
2+900	7								5,50 m	Entrada UPC El Rosario
2+920	7									
2+940	7									
2+960	7									
2+980	7,2									
3+000	7,2									

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo B4: Inventario vial de la abscisa 3+020 km hasta 4+000 km

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		PROYECTO				
				Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.						
RESPONSABLE		Jenny Manzano		Absc. Inicial	3+020 km	Absc. Final	4+000 km			
CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA SALASAKA-HUASALATA										
ABSCISADO (m)	ANCHO-CAL. (m)	ACERA		CUNETAS		POZO ALCANTARILLADO	PASO DE AGUA	ENTRADA		OBSERVACIONES
		IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA			IZQUIERDA	DERECHA	
3+020	7,2									
3+040	7,2									
3+060	7,2					X				
3+080	7,2									
3+100	7,2					X				
3+120	7,2									
3+140	7,2								6,0 m	Desvío UPC El Rosario
3+160	7,2								7,30 m	Entrada Parroquia El Rosario
3+180	7							6,40 m		
3+200	7								4,40 m	Entrada a Rumichaca
3+220	7									
3+240	7									
3+260	7					X				
3+280	7									
3+300	7					X				
3+320	7									
3+340	7									
3+360	7,4									
3+380	7,4									
3+400	7,4					X				
3+420	7,4									
3+440	7,4									
3+460	7,4									
3+480	7,4									
3+500	7,4									
3+520	7,4									
3+540	7,4					X				
3+560	7,2									
3+580	7,2									
3+600	7,2									
3+620	7,2									
3+640	7,2									
3+660	7,2									
3+680	7,2							6,80 m		Desvío a Manguihua
3+700	7,2					X				
3+720	7,2									
3+740	7,2									
3+760	6,9									
3+780	6,9									
3+800	6,9					X				
3+820	6,9									
3+840	6,9									
3+860	6,9									
3+880	6,6									
3+900	6,6									
3+920	6,6					X		7,1		Desvío a Salasaka
3+940	6,6									
3+960	6,6									
3+980	7									
4+000	7									

Elaborado por: Jenny Manzano

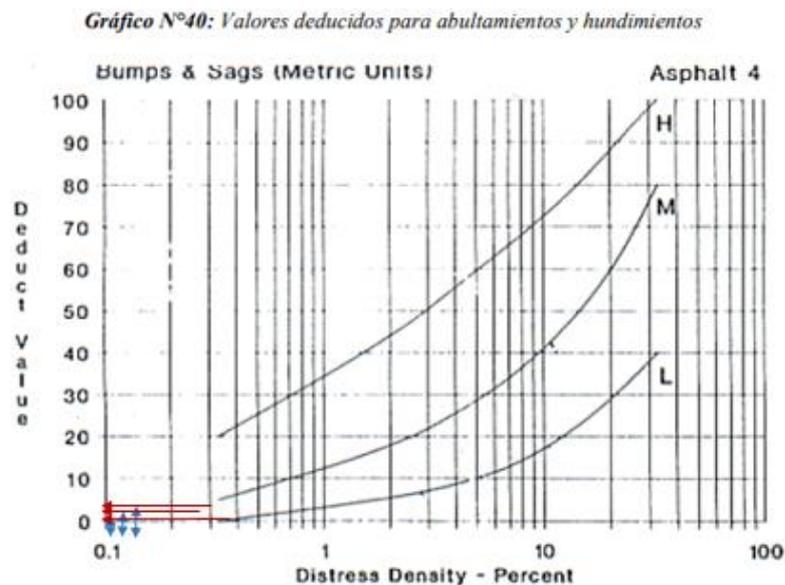
**ANEXO C:**  
**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO –**  
**PCI**

## Anexo C1: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM1

TIPOS D E FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI						
		Estado del Tiempo	SOLEADO					
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 1						
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	0+000						
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	0+032						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3						
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32						
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234						
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco		
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	4	(B) Bajo	0,1	0,11	0,21	0,09%	1	
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M) Medio	0,12	0,13	0,25	0,11%	2,3	
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)		(A) Alto	0,18	0,15	0,33	0,14%	3,6	
11. Parcheo (m2)		B						
12. Pulimiento de agregados (m2)	M							
13. Huecos (u)	A							
14. Cruce de vía férrea (m2)	B							
15. Ahuellamientos (m2)	M							
16. Desplazamiento (m2)	A							
17. Grieta parabólica (m2)	B							
18. Hinchamientos (m2)	M							
19. Desprendimiento de agregados (m2)	A							
Número de valores VD	Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)					
>2(q)=	2	4,5	$mi=1+(9/98)*(100-VDa)=$					
			9,8					
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)					VDT	q (1-7) Á.	VDc-Ábaco
1	3,6	2,3	1			6,9	2	7,8
2	3,6	2	1			6,6	1	4,5
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
7,5		PCI=100-Máx.VDc				EXCELENTE		
		92,50						

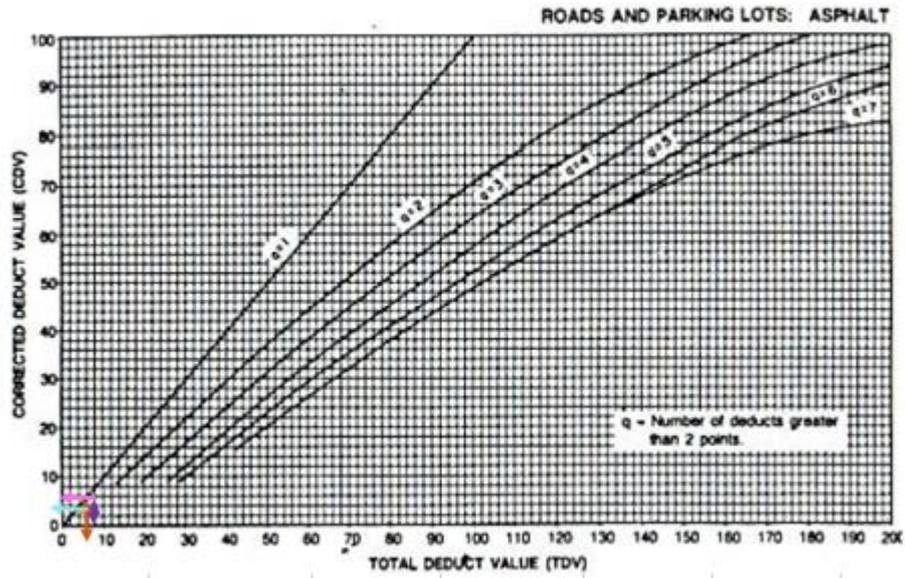
Elaborado por: Jenny Manzano

Figura: Valores deducidos para abultamientos y hundimientos



Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Figura:** Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM1-(VDc)



**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

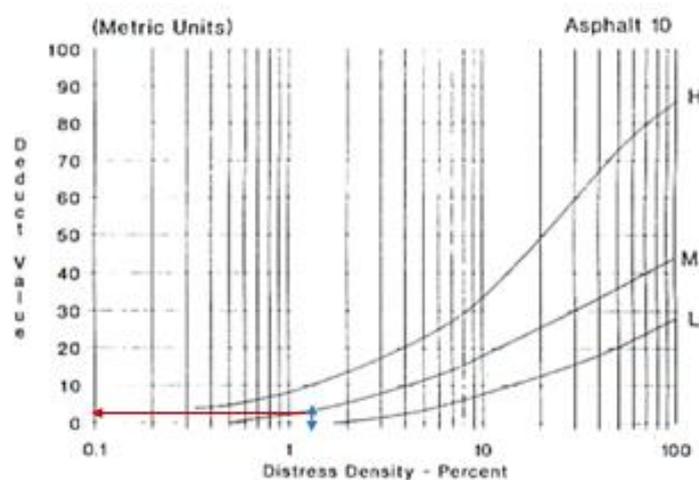
## Anexo C2: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM2

TIPOS D E FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI						
		Estado del Tiempo	SOLEADO					
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 2						
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	0+288						
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	0+320						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3						
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32						
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234						
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco		
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	10	(B) Bajo		0	0,00%			
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M) Medio	3	3	1,28%	3,1		
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)		(A) Alto		0	0,00%			
11. Parcheo (m2)	7	B		0	0,00%			
12. Pulimiento de agregados (m2)		M	1,2	1,9	0,45	3,55	1,52%	7,3
13. Huecos (u)	3	A		0	0,00%			
14. Cruce de vía férrea (m2)		B		0	0,00%			
15. Ahuellamientos (m2)	3	M	1,5	3	4,5	1,92%	8,4	
16. Desplazamiento (m2)		A						
17. Grieta parabólica (m2)		B						
18. Hinchamientos (m2)		M						
19. Desprendimiento de agregados (m2)		A						
Número de valores VD	Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)					
>2(q)=	3	8,4	$mi=1+(9/98)*(100-VDa)=$				9,4	
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)					VDT	q (1-7) Á.	VDc-Ábaco
1	8,4	7,3	3,1			18,8	3	8,2
2	8,4	7,3	2			17,7	2	11,8
3	8,4	2	2			12,4	1	13,9
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
13,9		PCI=100-Máx.VDc				EXCELENTE		
		86,1						

Elaborado por: Jenny Manzano

Figura: Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales

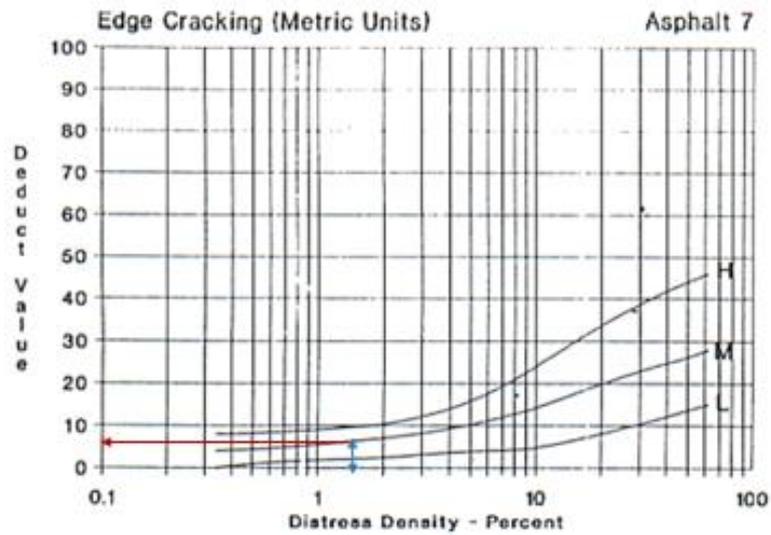
Gráfico N°46: Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales



Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Figura:** Valores deducidos para grietas de borde

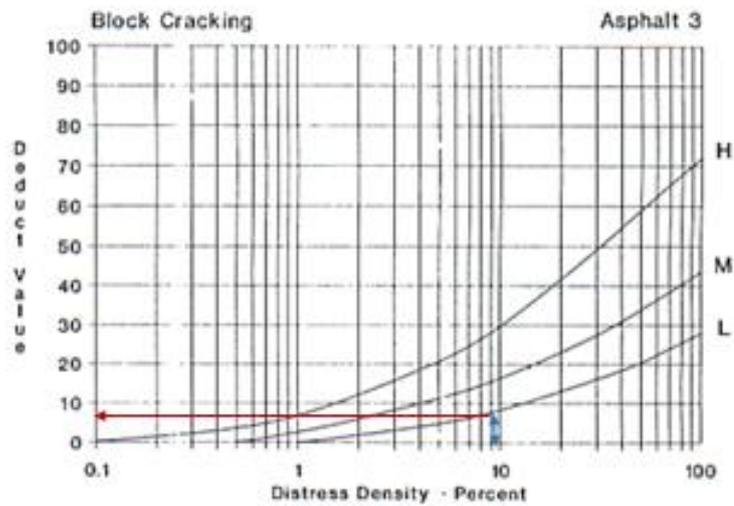
*Gráfico N°43: Valores deducidos para grita de bordes*



**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

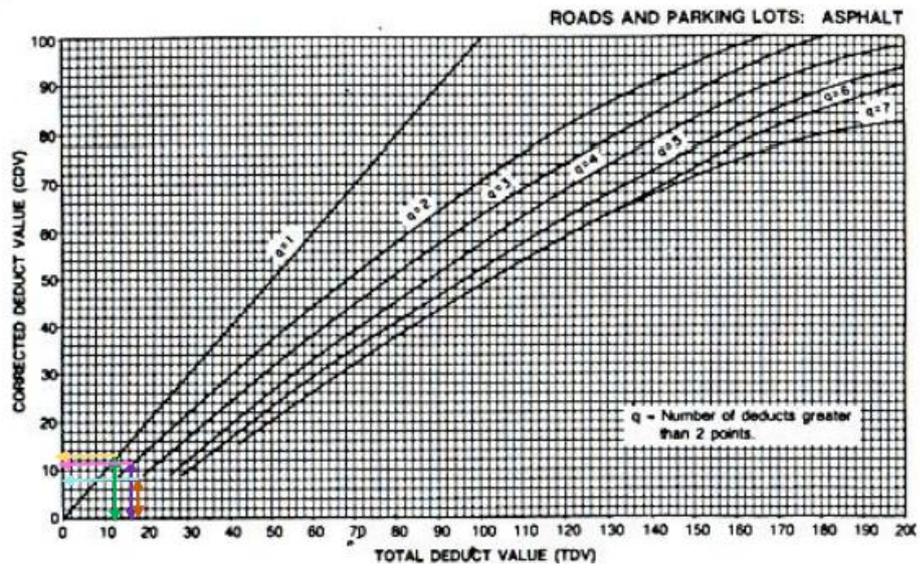
**Figura:** Valores deducidos para agrietamiento en bloque

*Gráfico N°39: Valores deducidos para agrietamiento en bloque*



**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

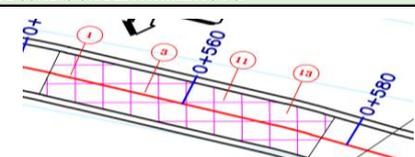
**Figura:** Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM2 - (VDc)



**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

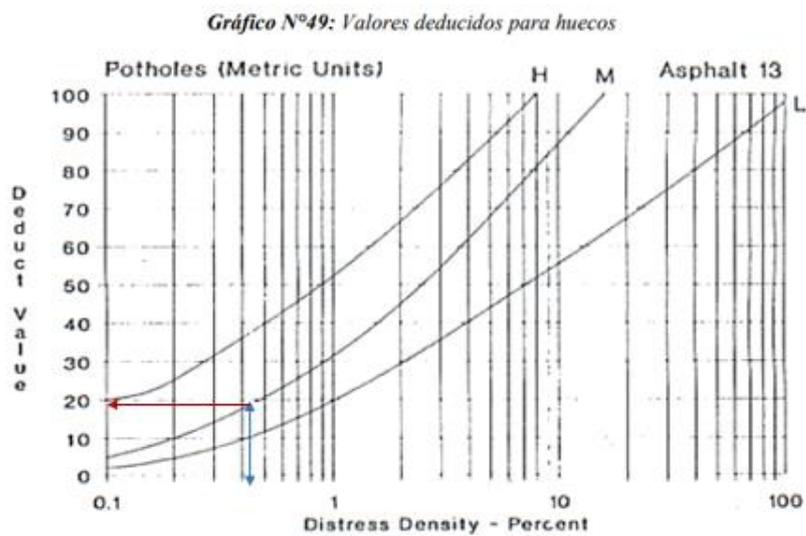
### Anexo C3: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO DE TESIS							
Propuesta de rehabilitación del pavimento de la vía Salasaka Centro km 0+000 hasta Huasalata km 4+000 del Cantón Pelileo Provincia de Tungurahua.							
TIPOS D E FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI						
1. Piel de cocodrilo (m2)	Estado del Tiempo	SOLEADO					
2. Exudación (m2)	Unidad de Muestreo	UM 3					
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Inicial	0+544					
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Abscisa Final	0+576					
5. Corrugación (m2)	Ancho de la vía Av	7,3					
6. Depresión (m2)	Longitud de la UM	32					
7. Fisuras de borde (m)	Área de la UM	234					
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	FALLA	Severidad	Cantidad				
9. Desnivel / carril / berma (m)	13	(B) Bajo					
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)		(M) Medio	1				
11. Parcheo (m2)		(A) Alto					
12. Pulimiento de agregados (m2)	3	B					
13. Huecos (u)		M	0,57				
14. Cruce de vía férrea (m2)		A					
15. Ahuellamientos (m2)	11	B					
16. Desplazamiento (m2)		M	2,68				
17. Grieta parabólica (m2)		A					
18. Hinchamientos (m2)	1	B					
19. Desprendimiento de agregados (m2)		M	0,85				
		A					
Número de valores VD	Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)				
>2(q)=	4	20,1	$mi=1+(9/98)*(100-VDa)=$ 8,3				
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)				VDT	q (1-7) Á.	VDc-Ábaco
1	20,1	13,5	10	5	48,6	4	26,2
2	20,1	13,5	10	2	45,6	3	28
3	20,1	13,5	2	2	37,6	2	30
4	20,1	2	2	2	26,1	1	29
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)			CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
29		PCI=100-Máx.VDc			MUY BUENO		



Elaborado por: Jenny Manzano

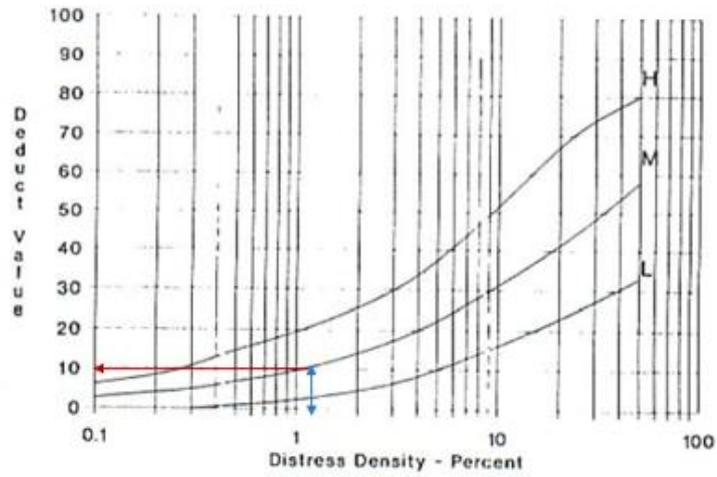
Figura: Valores deducidos para huecos



Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Figura:** Valores deducidos para parcheo y acometidas de servicios públicos

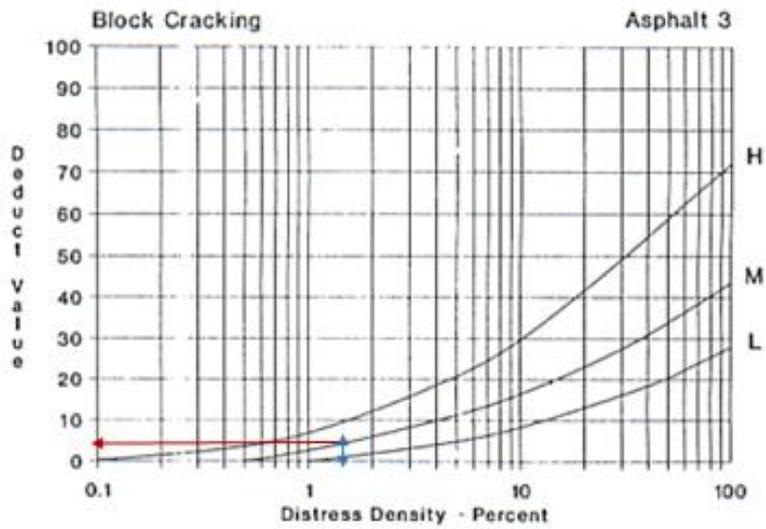
*Gráfico N°47: Valores deducidos para parcheo y acometidas de servicios públicos*



**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

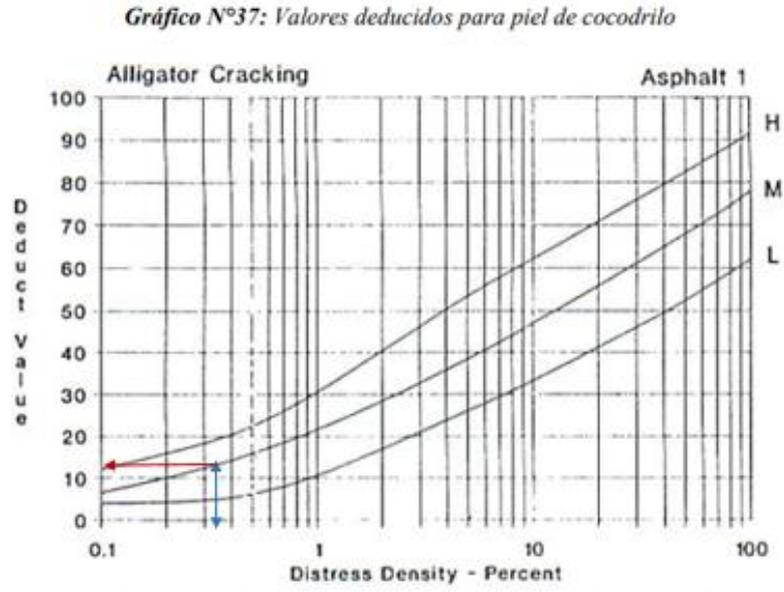
Figura: Valores deducidos para agrietamiento en bloque

*Gráfico N°39: Valores deducidos para agrietamiento en bloque*



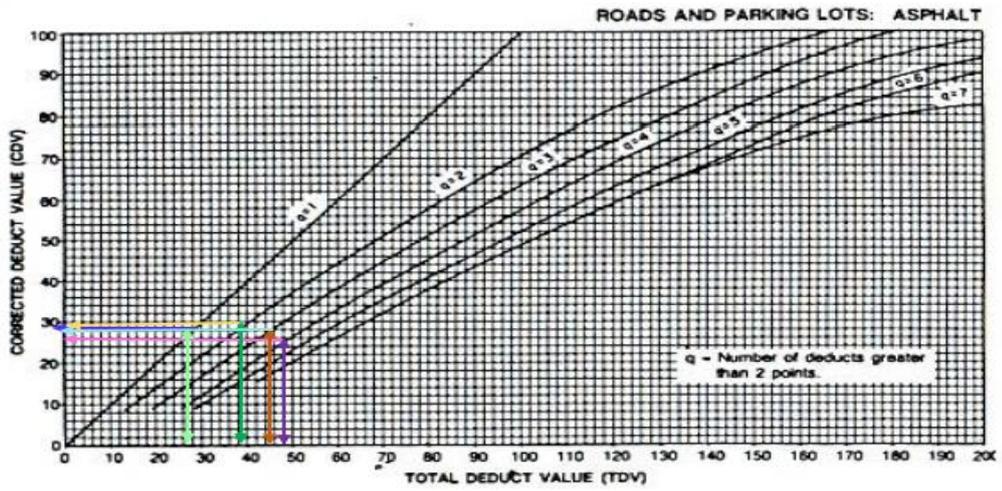
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Figura:** Valores deducidos para piel de cocodrilo



**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

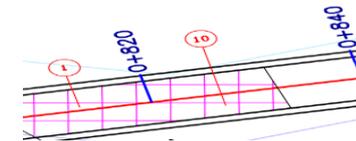
**Figura:** Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM3-(VDC)



**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

## Anexo C4: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM4

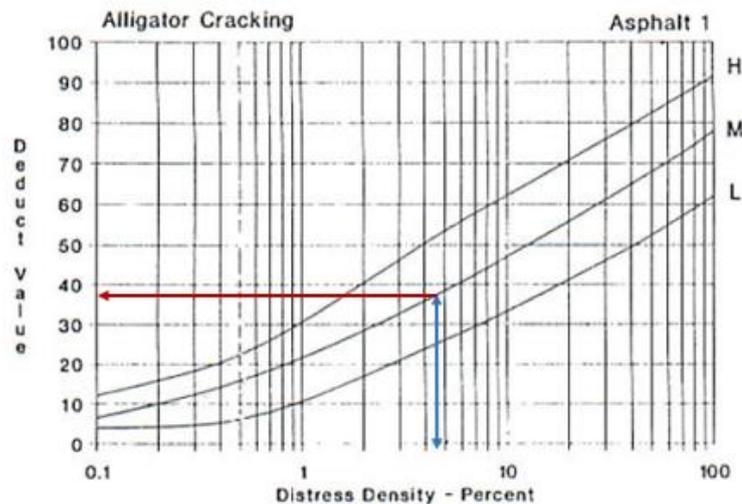
TIPOS DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI						
		Estado del Tiempo	SOLEADO					
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 4						
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	0+800						
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	0+832						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3						
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32						
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234						
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco		
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	1	(B) Bajo		0	0,00%			
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M) Medio	8	3,3	11,3	4,83%	37,5	
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)		(A) Alto			0	0,00%		
11. Parcheo (m2)	10	B		0	0,00%			
12. Pulimiento de agregados (m2)		M	1,218	2,5	3,718	1,59%	11	
13. Huecos (u)		A						
14. Cruce de vía férrea (m2)		B						
15. Ahuellamientos (m2)		M						
16. Desplazamiento (m2)		A						
17. Grieta parabólica (m2)		B						
18. Hinchamientos (m2)		M						
19. Desprendimiento de agregados (m2)		A						
Número de valores VD		Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)				
>2(q)=	2	37,5	$mi=1+(9/98)*(100-VDa)=$				6,7	
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)					VDT	q (1-7) Á.	VDc-Ábaco
1	37,5	11				48,5	2	36
2	37,5	2				39,5	1	39
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
39		PCI=100-Máx.VDc				BUENO		



Elaborado por: Jenny Manzano

Figura: Valores deducidos para piel de cocodrilo

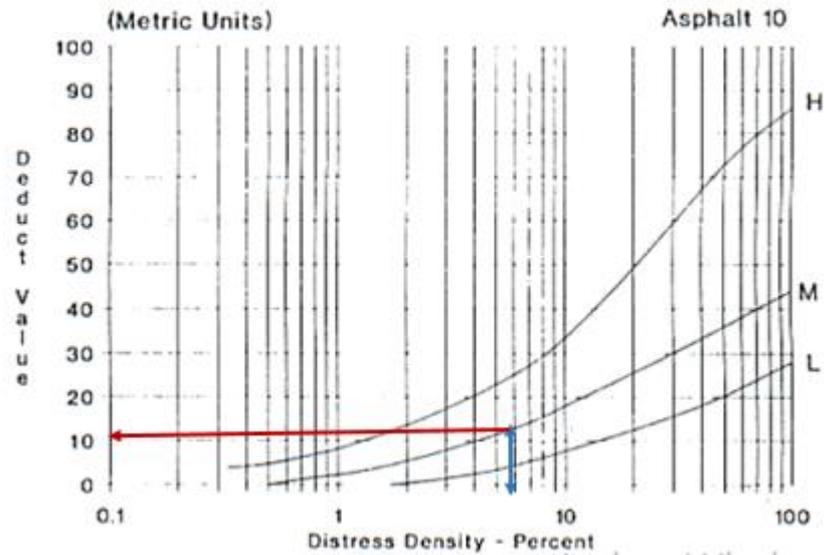
Gráfico N°37: Valores deducidos para piel de cocodrilo



Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

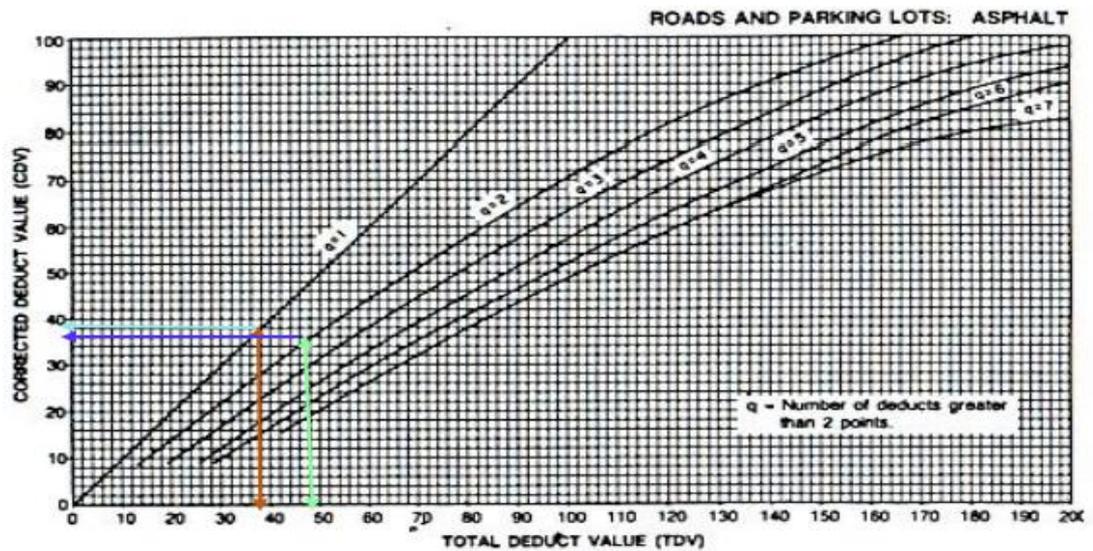
**Figura:** Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales

*Gráfico N°46: Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales*



**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Figura:** Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM4-(VDC)



**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

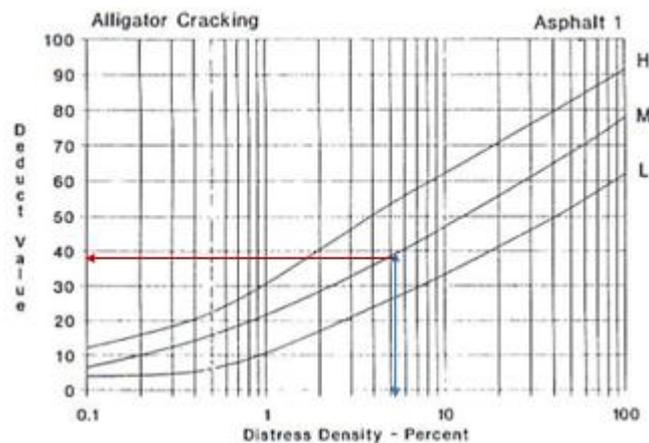
## Anexo C5: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM5

TIPOS DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI						
		Estado del Tiempo	SOLEADO					
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 5						
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	1+056						
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	1+088						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3						
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32						
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234						
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco		
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	1	(B) Bajo		0	0,00%			
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M) Medio	12	12	5,13%	38		
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)		(A) Alto		0	0,00%			
11. Parcheo (m2)	10	B		0	0,00%			
12. Pulimiento de agregados (m2)		M	7	3,5	10,5	4,49%	9	
13. Huecos (u)	13	A		0	0,00%			
14. Cruce de vía férrea (m2)		B		0	0,00%			
15. Ahuellamientos (m2)		M		0	0,00%			
16. Desplazamiento (m2)	13	A	1	1	0,43%	19,5		
17. Grieta parabólica (m2)		B						
18. Hinchamientos (m2)		M						
19. Desprendimiento de agregados (m2)	A							
Número de valores VD	Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)					
>2(q)=	3	38	$mi=1+(9/98)*(100-VDa)=$				6,7	
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)					VDT	q (1-7) Á.	VDc-Ábaco
1	38	19,5	9			66,5	3	41
2	38	19,5	2			59,5	2	42,5
3	38	2	2			42	1	41,5
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
42,5		PCI=100-Máx.VDc				BUENO		

Elaborado por: Jenny Manzano

Figura: Valores deducidos para piel de cocodrilo

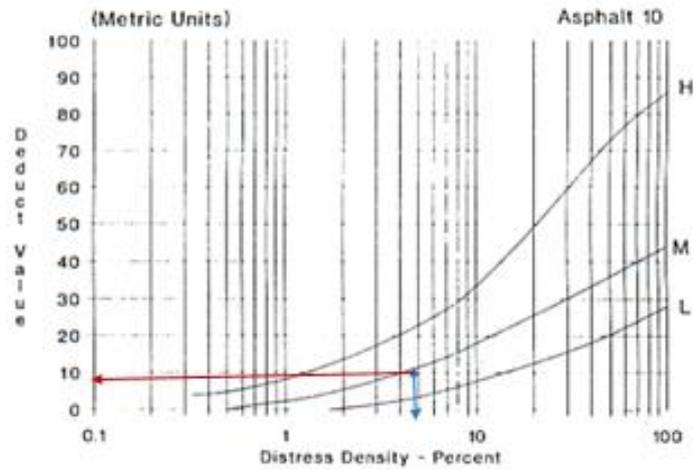
Gráfico N°37: Valores deducidos para piel de cocodrilo



Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Figura:** Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales

*Gráfico N°46: Valores deducidos para grietas longitudinales y transversales*

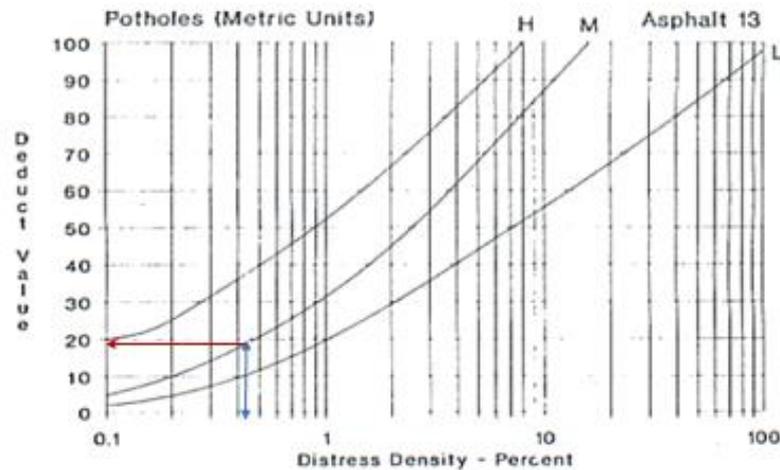


*Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

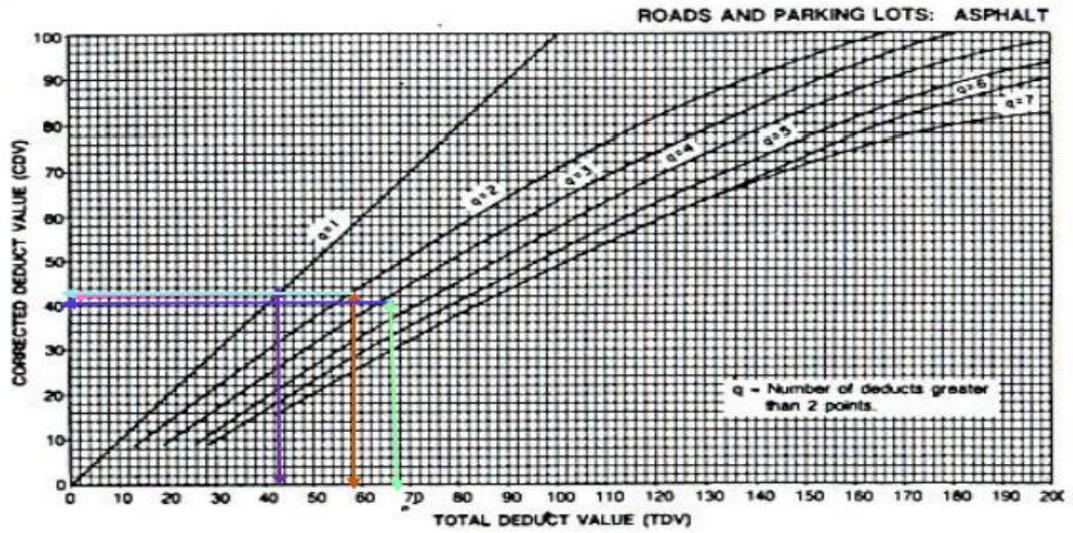
**Figura:** Valores deducidos para huecos

*Gráfico N°49: Valores deducidos para huecos*



**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

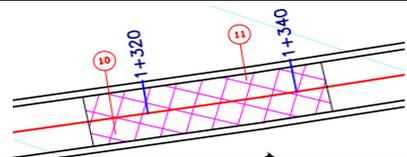
**Figura:** Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM5-(VDc)



**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

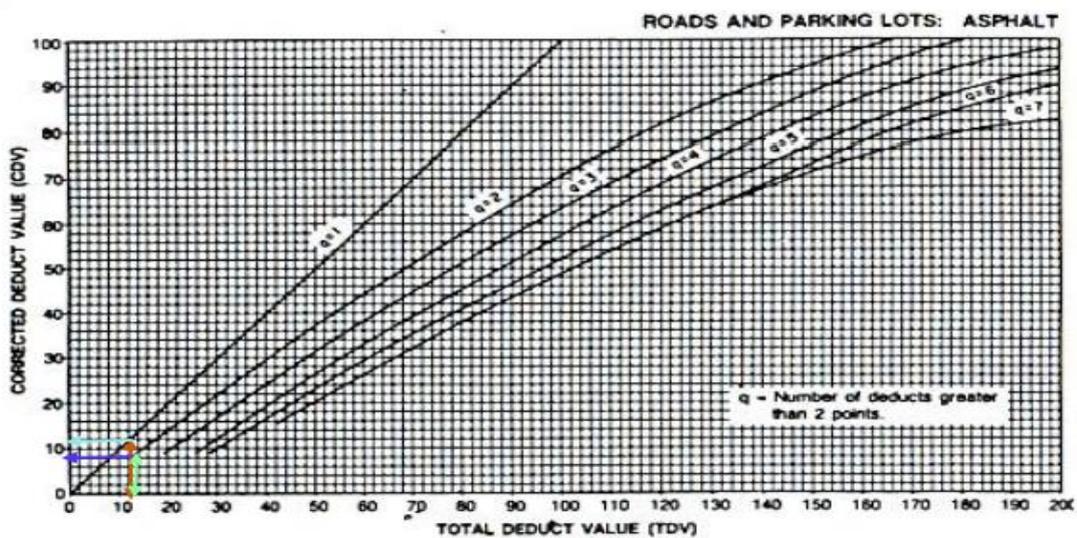
## Anexo C6: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM6

TIPOS D E FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI						
		Estado del Tiempo	SOLEADO					
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 6						
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	1+312						
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	1+344						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3						
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32						
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234						
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco		
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	10	(B) Bajo		0	0,00%			
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M)Medio	3	3	1,28%	2,2		
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)		(A) Alto		0	0,00%			
11. Parcheo (m2)	11	B		0	0,00%			
12. Pulimiento de agregados (m2)		M	0,45	0,8	1,7	2,95	1,26%	10,1
13. Huecos (u)	11	A						
14. Cruce de vía férrea (m2)		B						
15. Ahuellamientos (m2)		M						
16. Desplazamiento (m2)		A						
17. Grieta parabólica (m2)		B						
18. Hinchamientos (m2)		M						
19. Desprendimiento de agregados (m2)		A						
Número de valores VD	Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)					
>2(q)=	2,2	10	$mi=1+(9/98)*(100-VDa)=$				9,3	
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)					VDT	q (1-7) Á.	VDc-Ábaco
1	10,1	2,2				12,3	2	8
2	10,1	2				12,1	1	12
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CCONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
12		PCI=100-Máx.VDc				EXCELENTE		



Elaborado por: Jenny Manzano

Figura: Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM6-(VDc)



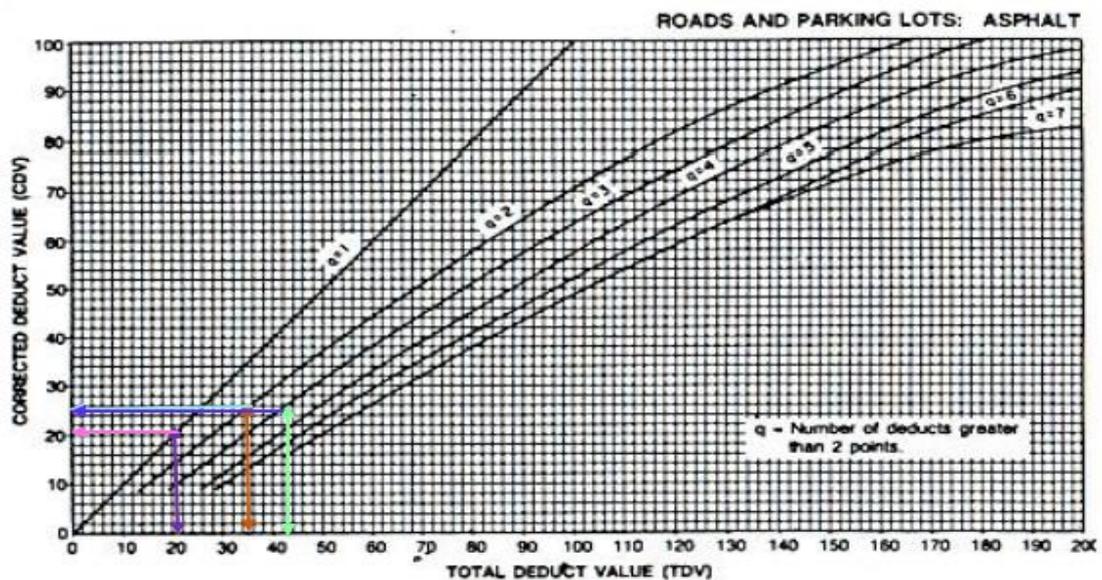
Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

## Anexo C7: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM7

TIPOS D E FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
		Estado del Tiempo	SOLEADO						
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 7							
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	1+568							
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	1+600							
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3							
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32							
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234							
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco			
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	3	(B) Bajo		0	0,00%				
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M) Medio	1,5	0,88	2,1	4,48	1,91%	16	
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)		(A) Alto			0	0,00%			
11. Parcheo (m2)	10	B		0	0,00%				
12. Pulimiento de agregados (m2)		M	6,8	3	9,8	4,19%	10		
13. Huecos (u)	11	A		0	0,00%				
14. Cruce de vía férrea (m2)		B		0	0,00%				
15. Ahuellamientos (m2)		M		0	0,00%				
16. Desplazamiento (m2)		A	1,4		1,4	0,60%	16,5		
17. Grieta parabólica (m2)		B							
18. Hinchamientos (m2)		M							
19. Desprendimiento de agregados (m2)	A								
Número de valores VD	Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)						
>2(q)=	3	16,5	$mi=1+(9/98)*(100-VDa)=$					8,7	
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)						VDT	q (1-7) Á.	VDc-Ábaco
1	16,5	16	10				42,5	3	25
2	16,5	16	2				34,5	2	26
3	16,5	2	2				20,5	1	21
							0		
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
26		PCI=100-Máx.VDc				MUY BUENO			
		74							

Elaborado por: Jenny Manzano

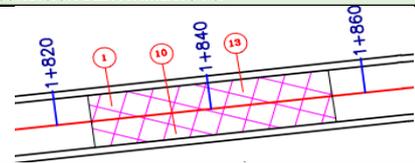
Figura: Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM7-(VDc)



Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

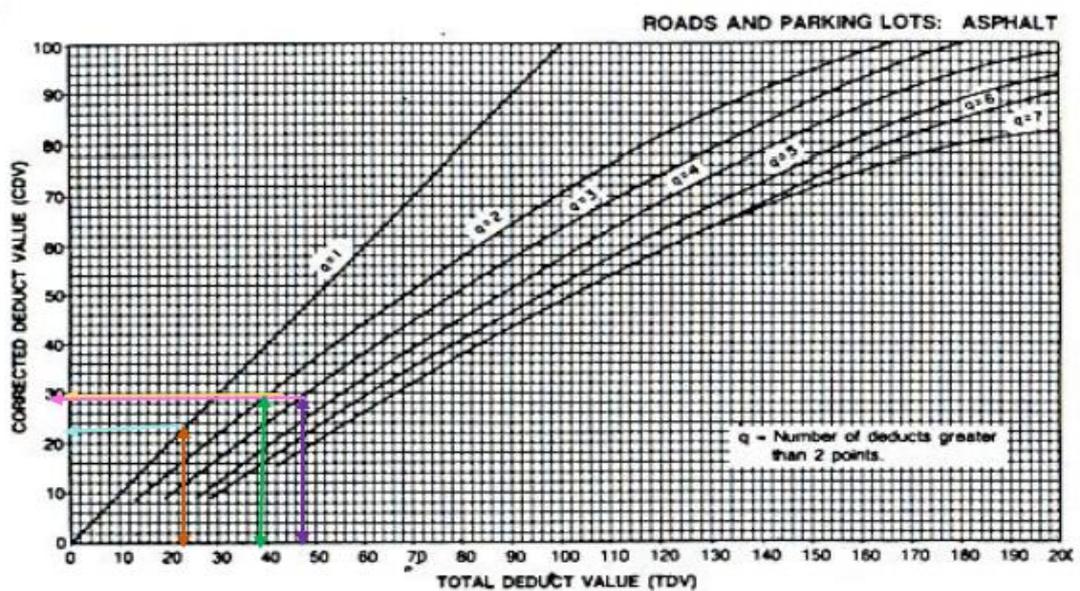
## Anexo C8: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM8

TIPOS D E FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI						
		Estado del Tiempo	SOLEADO					
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 8						
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	1+824						
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	1+856						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3						
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32						
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234						
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco		
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	1	(B) Bajo		0	0,00%			
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M) Medio	1,25	1,25	0,53%	17,2		
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)		(A) Alto		0	0,00%			
11. Parcheo (m2)	10	B		0	0,00%			
12. Pulimiento de agregados (m2)		M	2,9	2,5	2	7,4	3,16%	11
13. Huecos (u)	13	A		0	0,00%			
14. Cruce de vía férrea (m2)		B		0	0,00%			
15. Ahuellamientos (m2)		M		0	0,00%			
16. Desplazamiento (m2)		A	1	1	0,43%	19		
17. Grieta parabólica (m2)		B						
18. Hinchamientos (m2)		M						
19. Desprendimiento de agregados (m2)	A							
Número de valores VD		Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)				
>2(q)=	3	19	$mi=1+(9/98)*(100-VDa)=$					8,4
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)					VDT	q (1-7) Á.	VDC-Ábaco
1	19	17,2	11			47,2	3	29
2	19	17,2	2			38,2	2	30
3	19	2	2			23	1	23
						0		
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
30		PCI=100-Máx.VDc				BUENO		
		70						



Elaborado por: Jenny Manzano

Figura: Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM8-(VDC)



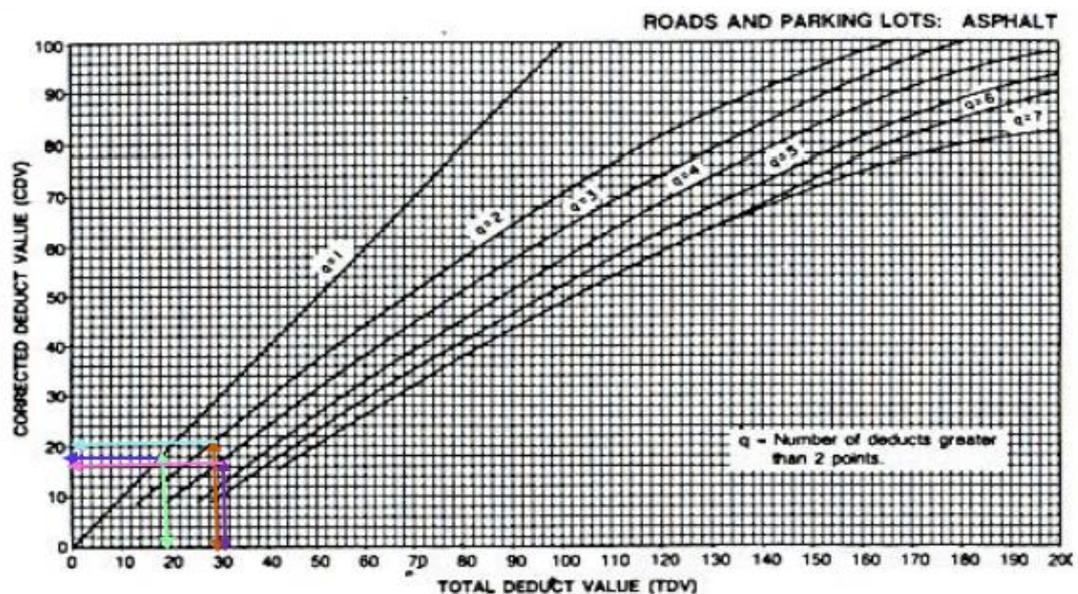
Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

## Anexo C9: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM9

TIPOS DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
1. Piel de cocodrilo (m2)		Estado del Tiempo	SOLEADO						
2. Exudación (m2)		Unidad de Muestreo	UM 9						
3. Fisuras de bloque (m2)		Abscisa Inicial	2+080						
4. Abultamientos y hundimientos (m)		Abscisa Final	2+112						
5. Corrugación (m2)		Ancho de la vía Av	7,3						
6. Depresión (m2)		Longitud de la UM	32						
7. Fisuras de borde (m)		Área de la UM	234						
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)		FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco		
9. Desnivel / carril / berma (m)		1	(B) Bajo	0,075		0,075	0,03%	4,5	
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)			(M) Medio	0,1		0,1	0,04%	14,5	
11. Parcheo (m2)			(A) Alto			0	0,00%		
12. Pulimiento de agregados (m2)		3	B			0	0,00%		
13. Huecos (u)			M	1	0,45	1,45	0,62%	12,5	
14. Cruce de vía férrea (m2)		10	A			0	0,00%		
15. Ahuellamientos (m2)			B	3	3	9	3,85%		
16. Desplazamiento (m2)			M						
17. Grieta parabólica (m2)		A							
18. Hinchamientos (m2)		B							
19. Desprendimiento de agregados (m2)		M							
Número de valores VD		Valor deducido mas alto=VDa			Número máximo de VD= (mi)				
>2(q)=		3			mi=1+(9/98)*(100-VDa)= 8,9				
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)						VDT	q (1-7) Á.	VDc-Ábaco
1	14,5	12,5	4,5			31,5	3	17	
2	14,5	12,5	2			29	2	20,5	
3	14,5	2	2			18,5	1	18	
						0			
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)			ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
20,5			PCI=100-Máx.VDc				MUY BUENO		
			79,5						

Elaborado por: Jenny Manzano

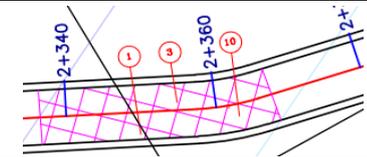
Figura: Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM9-(VDc)



Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

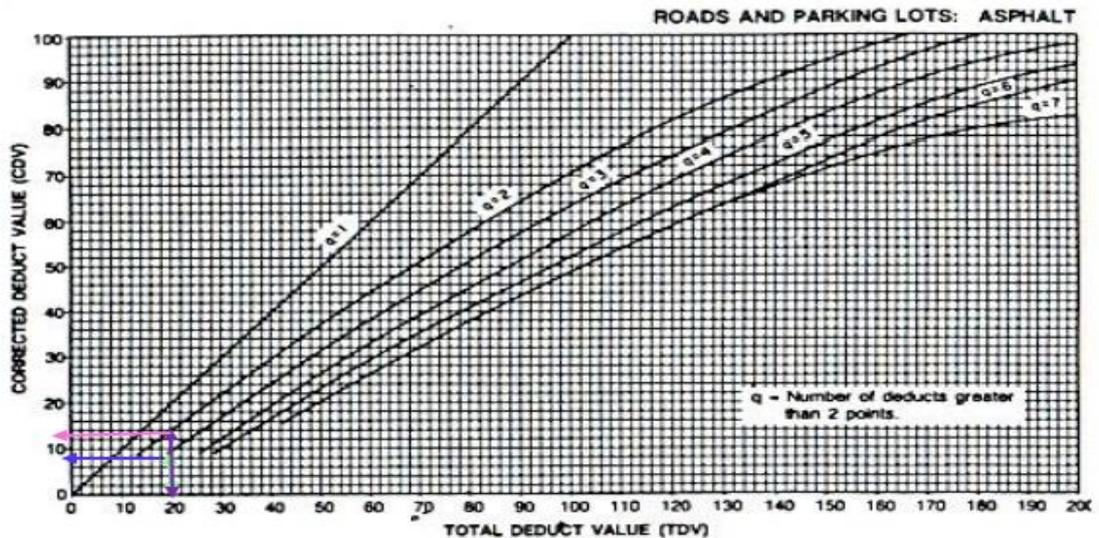
## Anexo C10: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM10

TIPOS DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI						
		Estado del Tiempo	SOLEADO					
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 10						
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	2+336						
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	2+368						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3						
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32						
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234						
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco		
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	1	(B) Bajo		0	0,00%			
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M) Medio	1,5	1,5	0,64%	18		
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)		(A) Alto		0	0,00%			
11. Parcheo (m2)	3	B		0	0,00%			
12. Pulimiento de agregados (m2)		M	1,6	0,78	2,38	1,02%	2	
13. Huecos (u)		A			0	0,00%		
14. Cruce de vía férrea (m2)	10	B		0	0,00%			
15. Ahuellamientos (m2)		M	2,4	2,4	1,03%	0,8		
16. Desplazamiento (m2)		A						
17. Grieta parabólica (m2)		B						
18. Hinchamientos (m2)		M						
19. Desprendimiento de agregados (m2)		A						
Número de valores VD		Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)				
>2(q)=	2	18	$mi=1+(9/98)*(100-VDa)=$				8,5	
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)					VDT	q (1-7) Á.	VDc-Ábaco
1	18	2				20	2	8
2	18	2				20	1	13
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
13		PCI=100-Máx.VDc				EXCELENTE		



Elaborado por: Jenny Manzano

Figura: Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM10- (VDc)



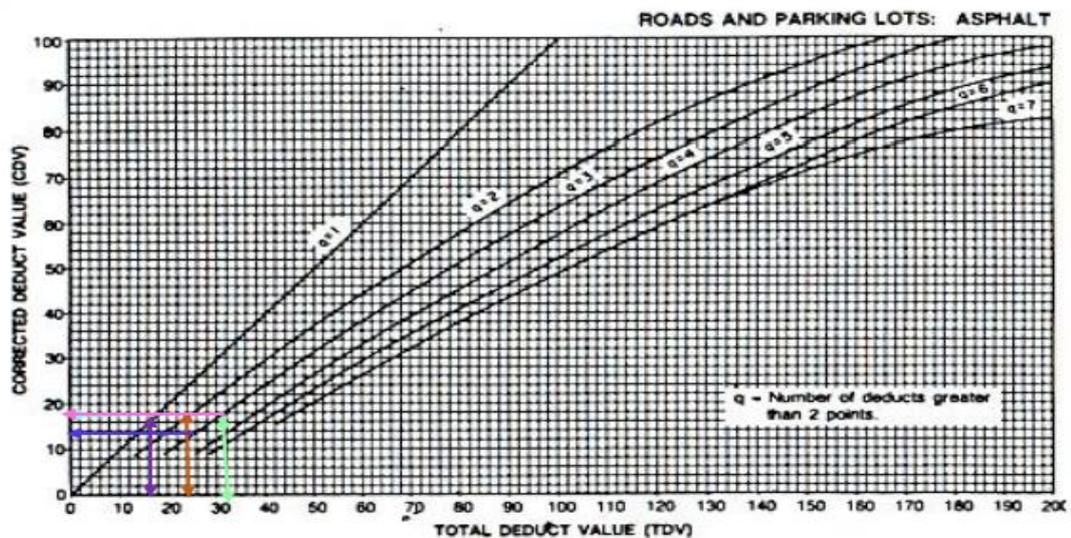
Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

## Anexo C11: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM11

TIPOS D E FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
		Estado del Tiempo	SOLEADO						
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 11							
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	2+592							
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	2+624							
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3							
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32							
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234							
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco			
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	3	(B) Bajo		0	0,00%				
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M)Medio	0,75	3	3,75	1,60%	12		
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)		(A) Alto			0	0,00%			
11. Parcheo (m2)	10	B		0	0,00%				
12. Pulimiento de agregados (m2)		M	7	3,5	4	14,5	6,20%	10,5	
13. Huecos (u)	13	A		0	0,00%				
14. Cruce de vía férrea (m2)		B	1		1	0,427%	9		
15. Ahuellamientos (m2)		M							
16. Desplazamiento (m2)		A							
17. Grieta parabólica (m2)		B							
18. Hinchamientos (m2)		M							
19. Desprendimiento de agregados (m2)		A							
Número de valores VD		Valor deducido mas alto=VDa			Número máximo de VD= (mi)				
>2(q)=	3	12	mi=1+(9/98)*(100-VDa)=						9,1
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)						VDT	q (1-7) Á.	VDc-Ábaco
1	12	10,5	9			31,5	3	18	
2	12	10,5	2			24,5	2	17,8	
3	12	2	2			16	1	15,9	
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
18		PCI=100-Máx.VDc				MUY BUENO			

Elaborado por: Jenny Manzano

Figura: Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM11- (VDc)



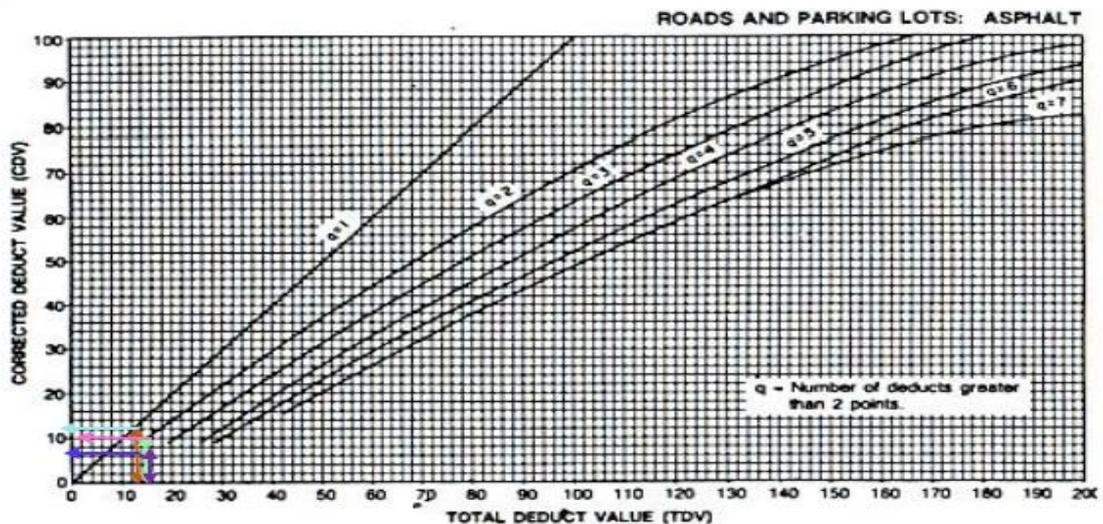
Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

## Anexo C12: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM12

TIPOS D E FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI						
		Estado del Tiempo	SOLEADO					
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 12						
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	2+848						
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	2+880						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3						
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32						
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234						
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad		Total	Densidad	VD-Ábaco	
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	1	(B) Bajo	0,06	0,05	0,3	0,41	0,18%	4
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M)Medio				0	0,00%	
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	3	(A) Alto				0	0,00%	2
11. Parcheo (m2)		B				0	0,00%	
12. Pulimiento de agregados (m2)	3	M	1,25	0,5	0,15	1,9	0,81%	2
13. Huecos (u)		A				0	0,00%	
14. Cruce de vía férrea (m2)	13	B				0	0,00%	9
15. Ahuellamientos (m2)		M				0	0,000%	
16. Desplazamiento (m2)	13	A	1			1	0,43%	9
17. Grieta parabólica (m2)		B						
18. Hinchamientos (m2)	13	M						9
19. Desprendimiento de agregados (m2)		A						
Número de valores VD		Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)				
>2(q)=		3	9	mi=1+(9/98)*(100-VDa)=			9,4	
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)					VDT	q (1-7) Á.	VDC-Ábaco
1	9	4	2			15	3	6,5
2	9	4	2			15	2	10,2
3	9	2	2			13	1	12
						0		
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
12		PCI=100-Máx.VDc				EXCELENTE		

Elaborado por: Jenny Manzano

Figura: Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM12- (VDc)



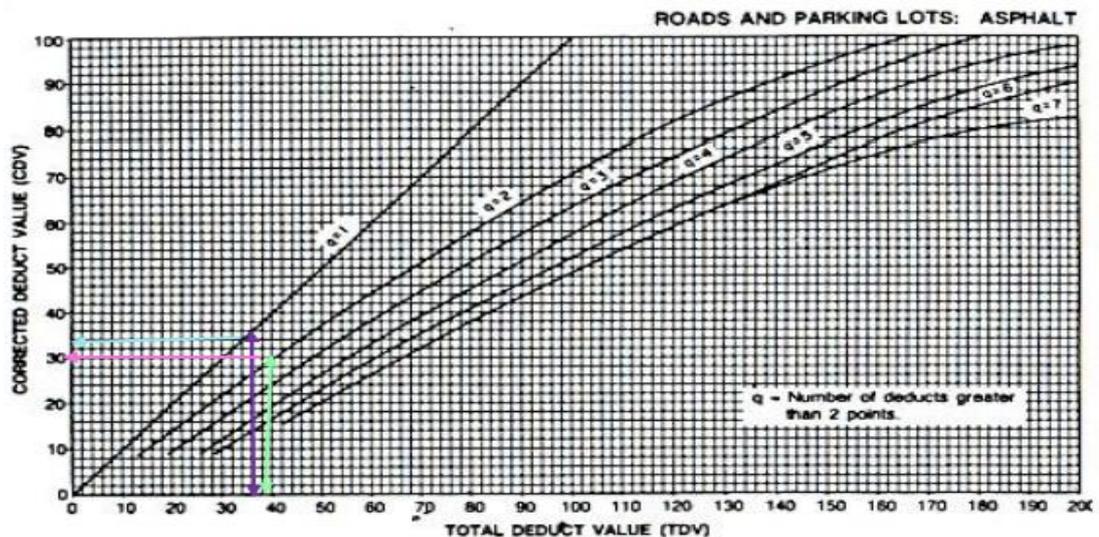
Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

### Anexo C13: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM13

TIPOS D E FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI						
		Estado del Tiempo	SOLEADO					
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 13						
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	3+104						
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	3+136						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3						
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32						
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234						
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad		Total	Densidad	VD-Ábaco	
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	1	(B) Bajo			0	0,00%		
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M) Medio	28,8		28,8	12,31%	33	
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)		(A) Alto			0	0,00%		
11. Parcheo (m2)	11	B			0	0,00%		
12. Pulimiento de agregados (m2)		M	0,075	0,2	0,24	0,515	0,22%	5
13. Huecos (u)		A						
14. Cruce de vía férrea (m2)		B						
15. Ahuellamientos (m2)		M						
16. Desplazamiento (m2)		A						
17. Grieta parabólica (m2)		B						
18. Hinchamientos (m2)		M						
19. Desprendimiento de agregados (m2)		A						
Número de valores VD		Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)				
>2(q)=	2	33		mi=1+(9/98)*(100-VDa)= 7,2				
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)					VDT	q (1-7) Á.	VDc-Ábaco
1	33	5				38	2	30
2	33	2				35	1	34
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
34		PCI=100-Máx.VDc				BUENO		

Elaborado por: Jenny Manzano

Figura: Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM13- (VDc)



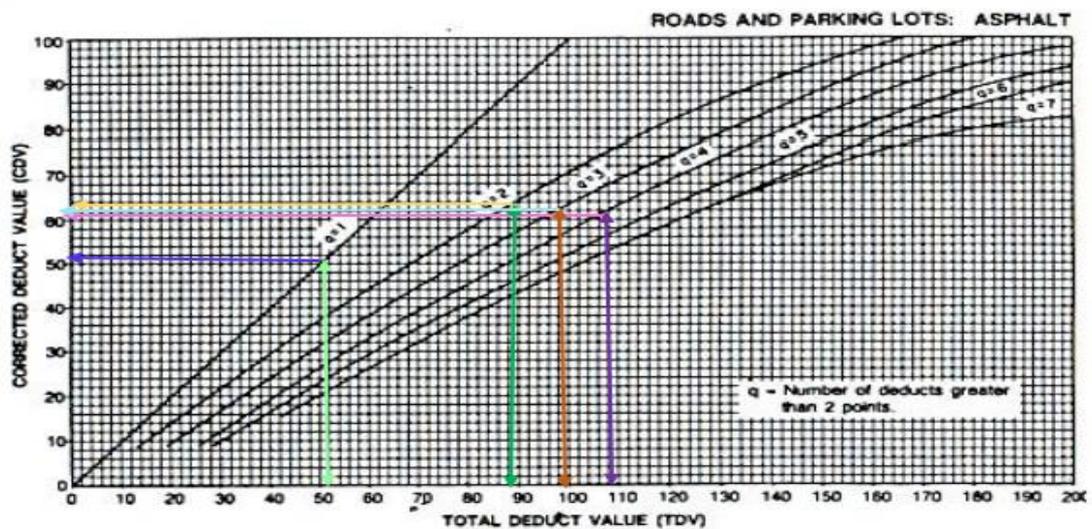
Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

## Anexo C14: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM14

TIPOS D E FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI						
		Estado del Tiempo	SOLEADO					
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 14						
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	3+360						
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	3+392						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3						
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32						
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234						
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco		
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	1	(B) Bajo		0	0,00%			
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M) Medio		0	0,00%			
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	10	(A) Alto	20	20	8,55%	45		
11. Parcheo (m2)		B		0	0,00%			
12. Pulimiento de agregados (m2)	10	M	18	18	7,69%	13		
13. Huecos (u)		A		0	0,00%			
14. Cruce de vía férrea (m2)	11	B	0,5	0,45	0,95	0,41%	10	
15. Ahuellamientos (m2)		M		0	0,00%			
16. Desplazamiento (m2)		A		0	0,00%			
17. Grieta parabólica (m2)	13	B		0	0,00%			
18. Hinchamientos (m2)		M		0	0,00%			
19. Desprendimiento de agregados (m2)		A	4	4	1,71%	40,5		
Número de valores VD		Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)				
>2(q)=	4	45	mi=1+(9/98)*(100-VDa)=			6,1		
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)					VDT	q (1-7) Á.	VDC-Ábaco
1	45	40,5	13	10		108,5	4	61
2	45	40,5	13	2		100,5	3	62
3	45	40,5	2	2		89,5	2	63,5
4	45	2	2	2		51	1	51,6
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)			CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
63,5		PCI=100-Máx.VDc			MALO			

Elaborado por: Jenny Manzano

Figura: Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM14- (VDc)



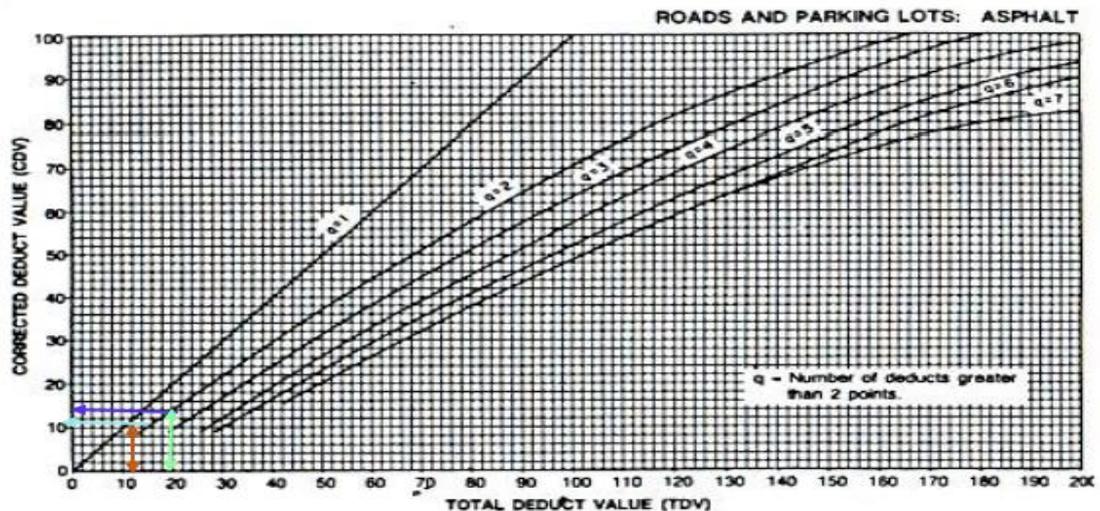
Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

## Anexo C15: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM15

TIPOS D E FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI						
		Estado del Tiempo	SOLEADO					
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 15						
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	3+616						
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	3+648						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3						
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32						
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234						
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco		
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	12	(B) Bajo		0	0,00%			
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M) Medio	30	30	12,82%	10		
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)		(A) Alto		0	0,00%			
11. Parcheo (m2)	13	B		0	0,00%			
12. Pulimiento de agregados (m2)		M		0	0,00%			
13. Huecos (u)		A	1	1	0,43%	9,8		
14. Cruce de vía férrea (m2)	B							
15. Ahuellamientos (m2)	M							
16. Desplazamiento (m2)	A							
17. Grieta parabólica (m2)	B							
18. Hinchamientos (m2)	M							
19. Desprendimiento de agregados (m2)	A							
Número de valores VD	Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)					
>2(q)=	2	10	$mi=1+(9/98)*(100-VDa)=$				9,3	
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)					VDT	q (1-7) Á.	VDc-Ábaco
1	10	9,8			19,8	2	14	
2	10	2			12	1	11	
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)			CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
14		PCI=100-Máx.VDc			EXCELENTE			

Elaborado por: Jenny Manzano

Figura: Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM15- (VDc)



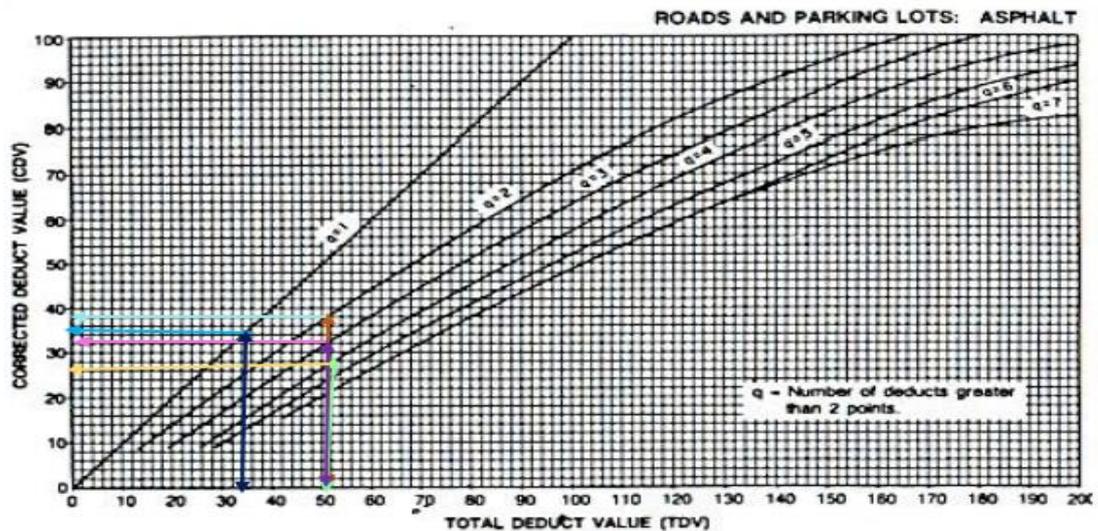
Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

## Anexo C16: Índice de condición del pavimento unidad de muestreo UM16

TIPOS D E FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI						
		Estado del Tiempo	SOLEADO					
1. Piel de cocodrilo (m2)	Unidad de Muestreo	UM 16						
2. Exudación (m2)	Abscisa Inicial	3+872						
3. Fisuras de bloque (m2)	Abscisa Final	3+904						
4. Abultamientos y hundimientos (m)	Ancho de la vía Av	7,3						
5. Corrugación (m2)	Longitud de la UM	32						
6. Depresión (m2)	Área de la UM	234						
7. Fisuras de borde (m)	FALLA	Severidad	Cantidad	Total	Densidad	VD-Ábaco		
8. Fisuras de reflexión de junta (m2)	1	(B) Bajo		0	0,00%			
9. Desnivel / carril / berma (m)		(M) Medio	4,4	4,4	1,88%	28		
10. Fisuras longitudinales y transv. (m)	3	(A) Alto		0	0,00%			
11. Parcheo (m2)		B		0	0,00%			
12. Pulimiento de agregados (m2)	3	M	1,5	1,14	2,64	1,13%	2	
13. Huecos (u)		A		0	0,00%			
14. Cruce de vía férrea (m2)	10	B		0	0,00%			
15. Ahuellamientos (m2)		M		0	0,00%			
16. Desplazamiento (m2)	10	A	7	7	2,99%	18		
17. Grieta parabólica (m2)		B		0	0,00%			
18. Hinchamientos (m2)	12	M	8	8	3,42%	3,2		
19. Desprendimiento de agregados (m2)		A		0	0,00%			
Número de valores VD	Valor deducido mas alto=VDa		Número máximo de VD= (mi)					
>2(q)=	4	28	mi=1+(9/98)*(100-VDa)= 7,6					
Número	VALORES DEDUCIDOS (VD)					VDT	q (1-7) Á.	VDc-Ábaco
1	28	18	3,2	2		51,2	4	26,1
2	28	18	3,2	2		51,2	3	32
3	28	18	2	2		50	2	38
4	28	2	2	2		34	1	34
Máximo Valor Deducido Corregido (Max.VDc)		ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) PCI=100-Máx.VDc				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		
38		62				BUENO		

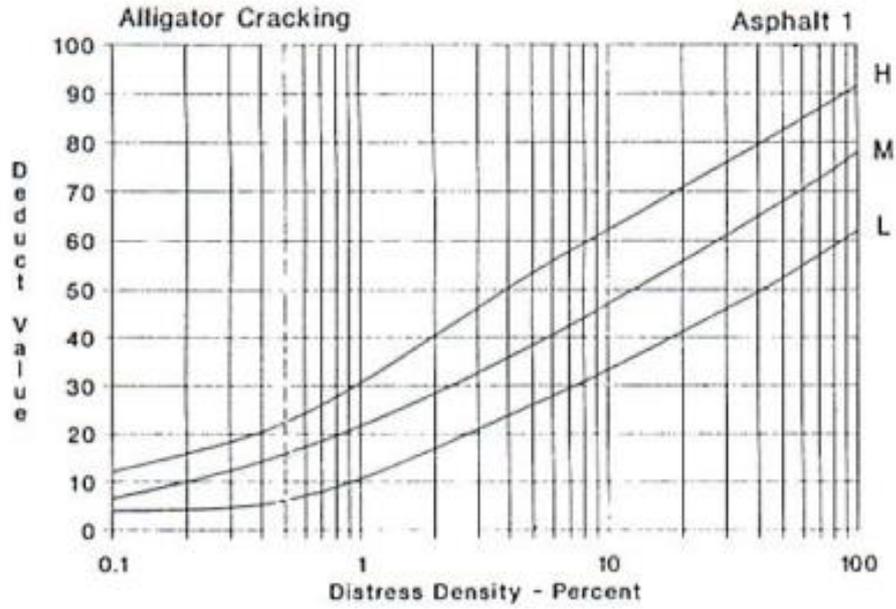
Elaborado por: Jenny Manzano

Figura: Monograma para determinar los valores deducidos finales de la UM16- (VDc)



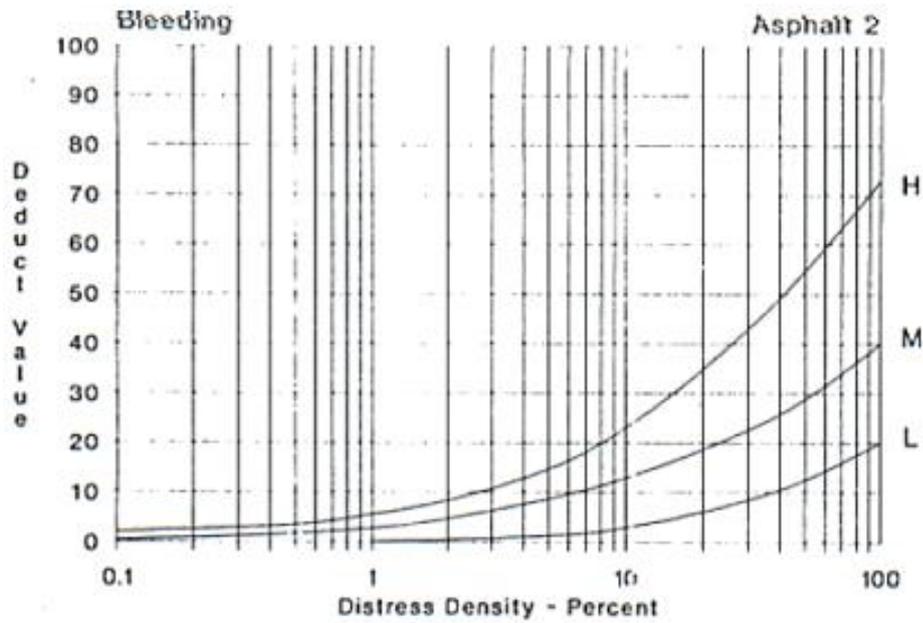
Fuente: Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C17: Valores deducidos para Piel de cocodrilo**



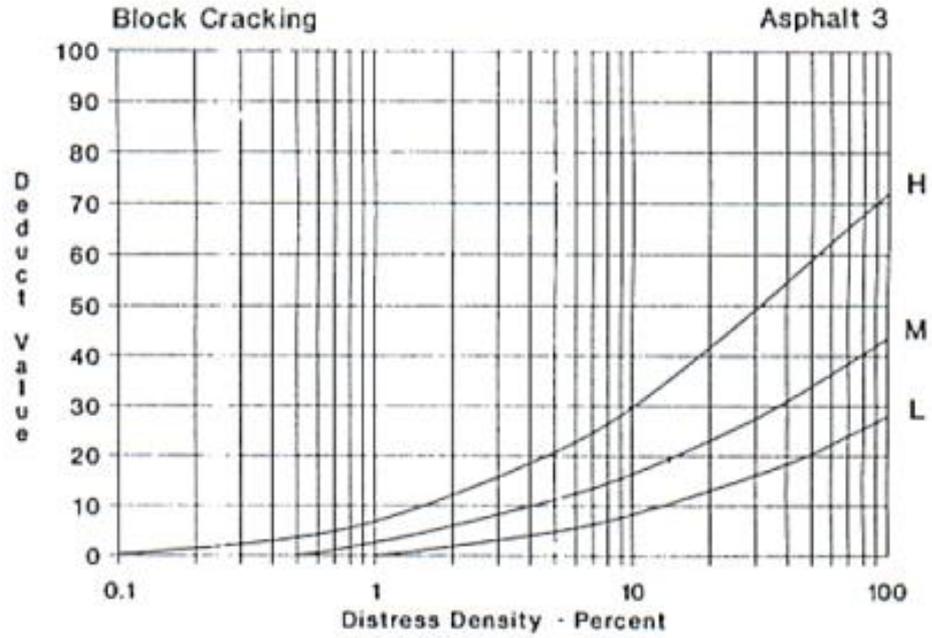
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C18: Valores deducidos para Exudación**



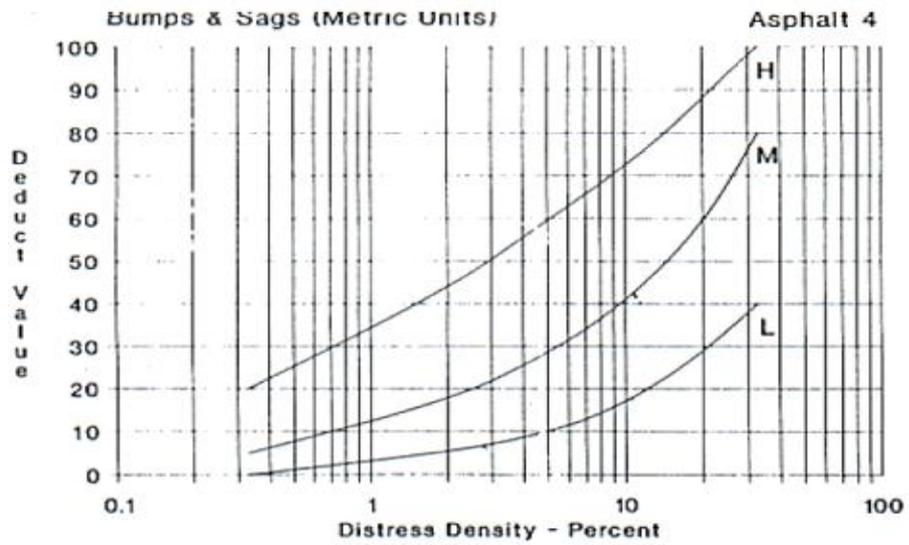
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C19:** Valores deducidos para Agrietamiento en bloque



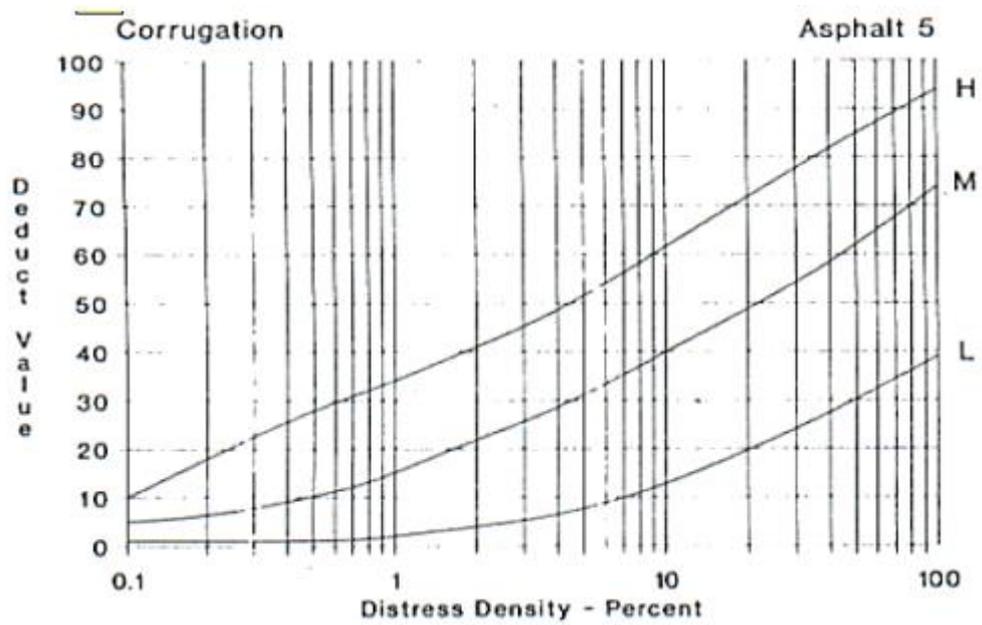
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C20:** Valores deducidos para Abundamientos y hundimientos



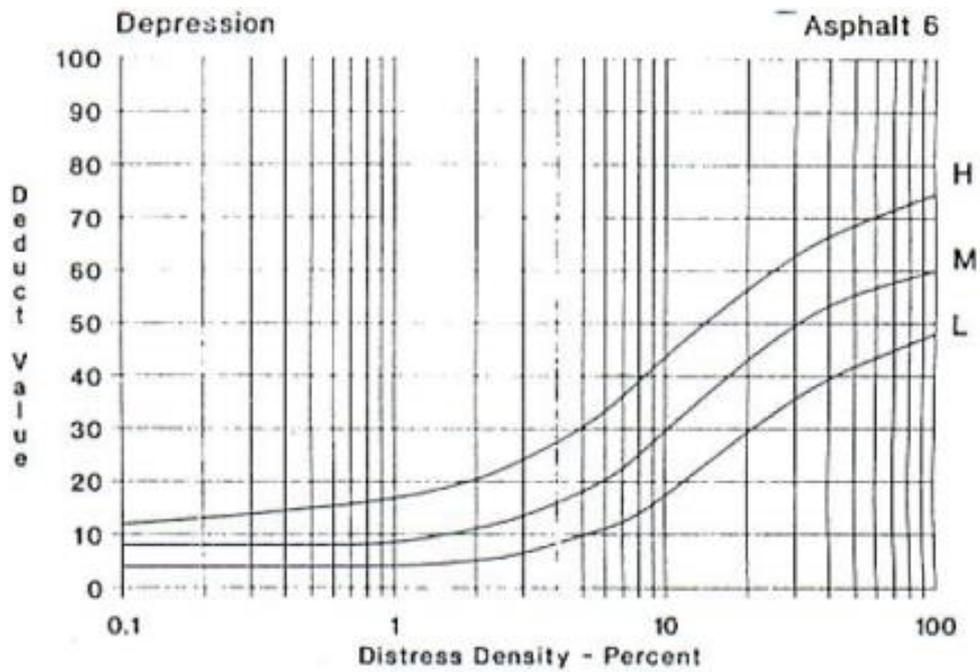
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C21: Valores deducidos para Corrugación**



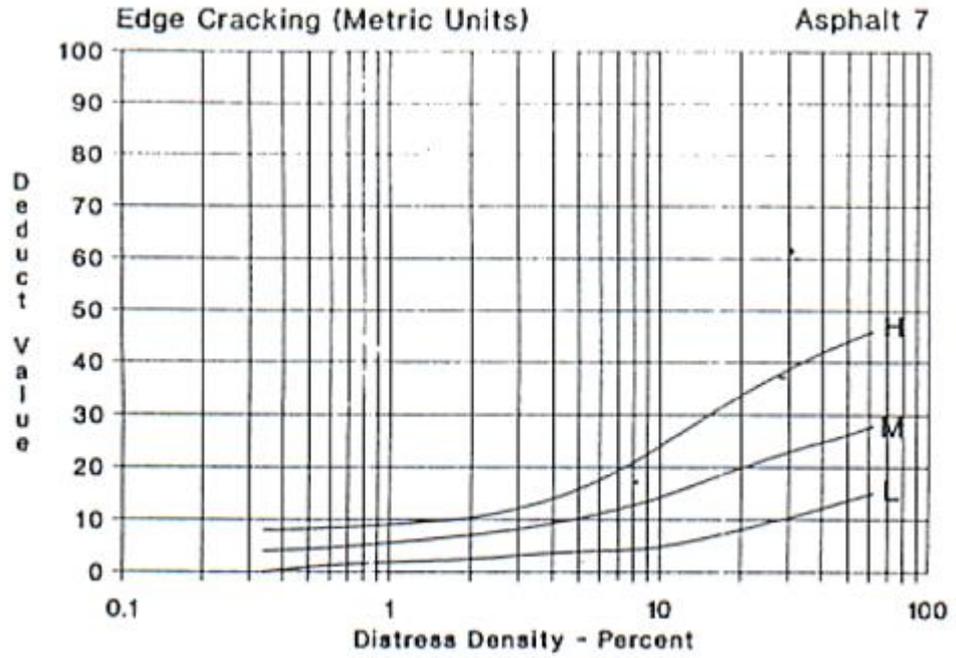
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C22: Valores deducidos para Depresión**



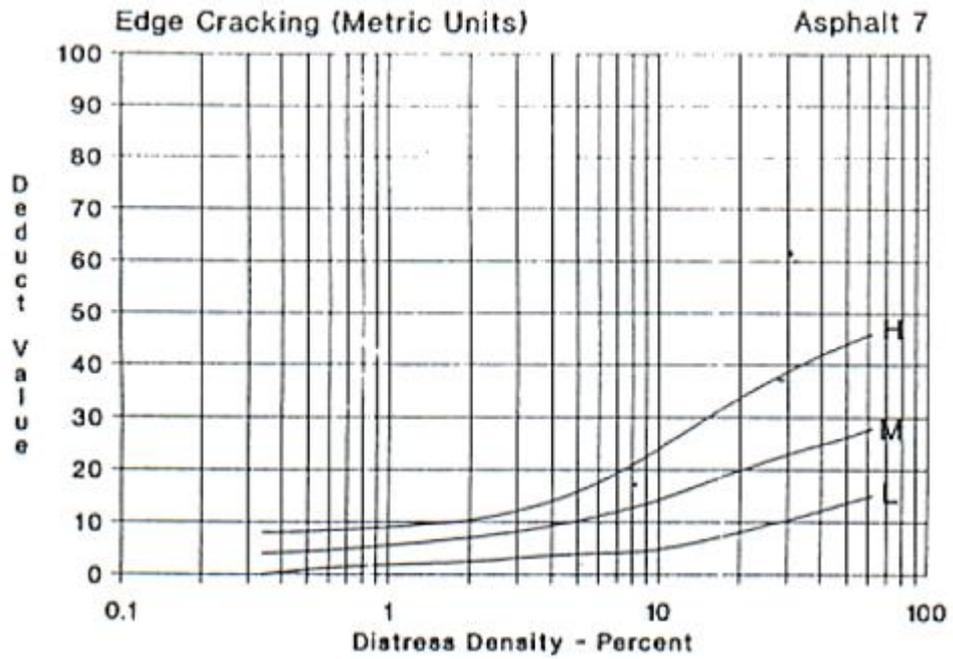
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C23: Valores deducidos para Grietas de borde**



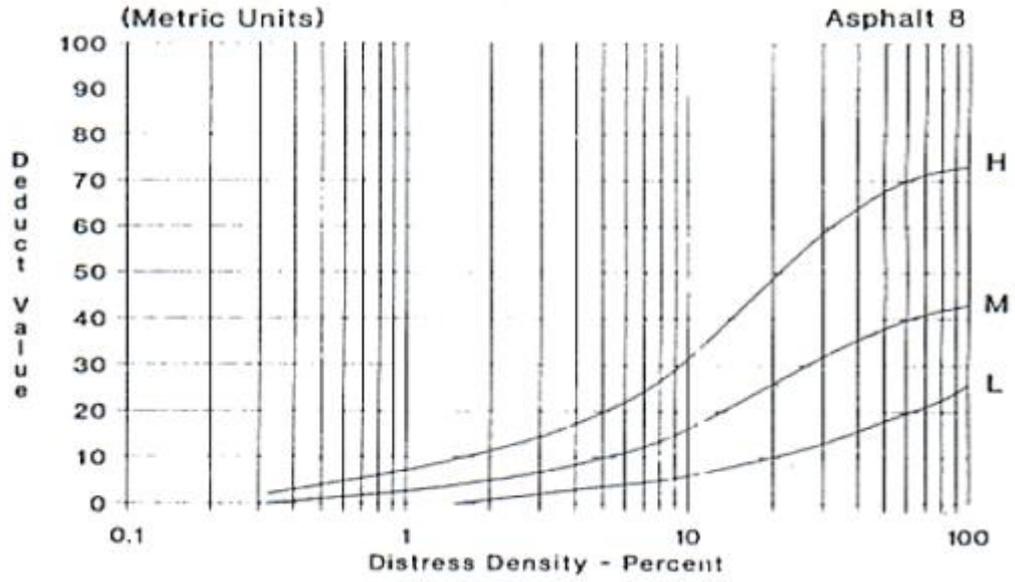
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C24: Valores deducidos para Grieta de Borde**



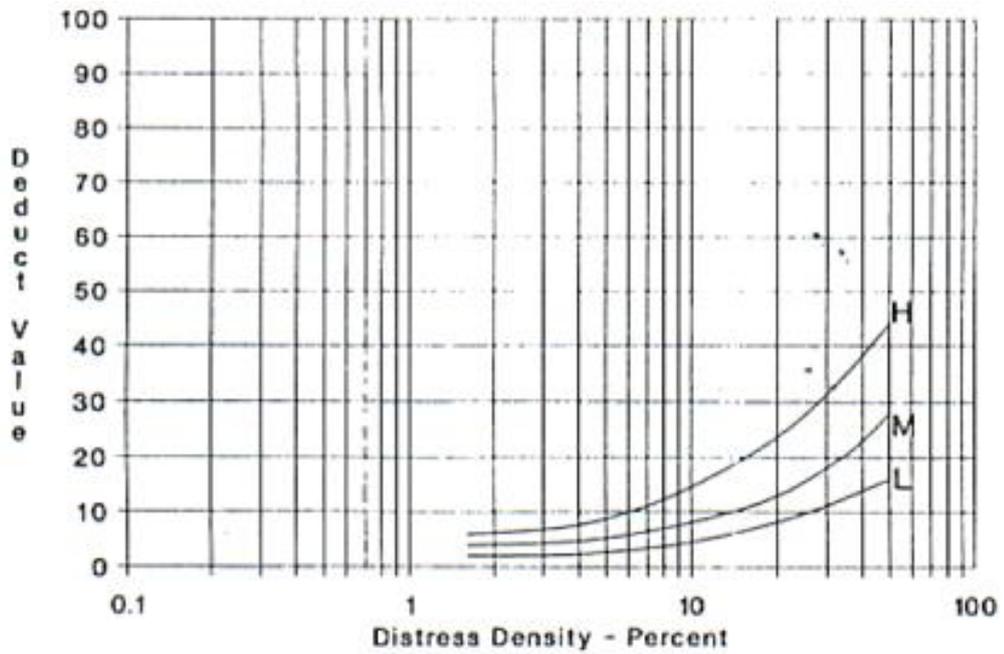
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C25:** Valores deducidos para Deflexión de junta



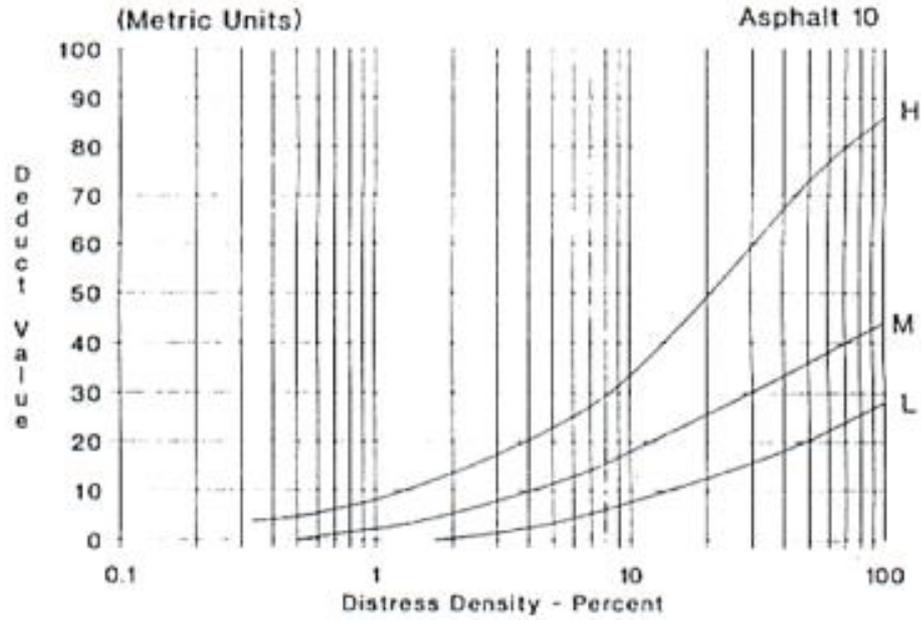
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C26:** Valores deducidos para Desnivel carril/berma



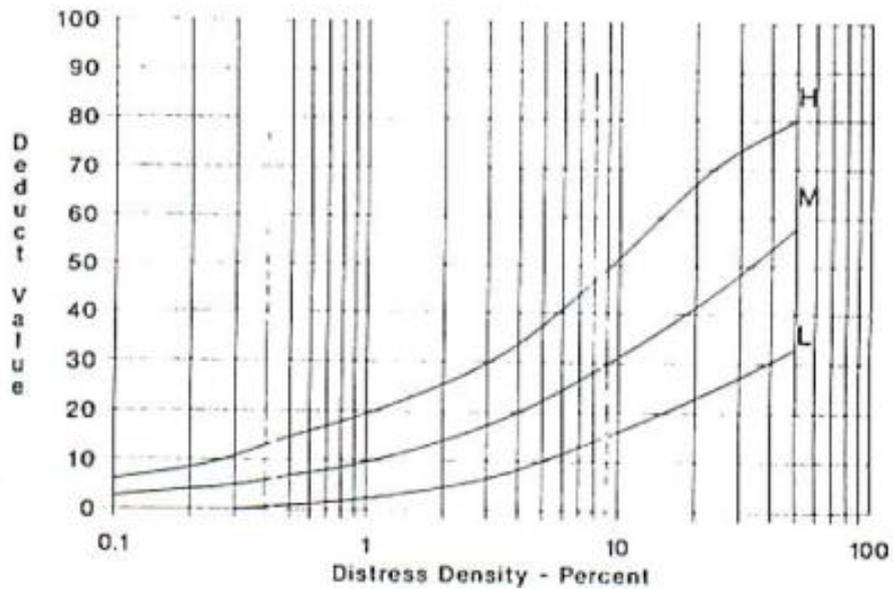
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C27:** Valores deducidos para Agrietamiento longitudinales y transversales



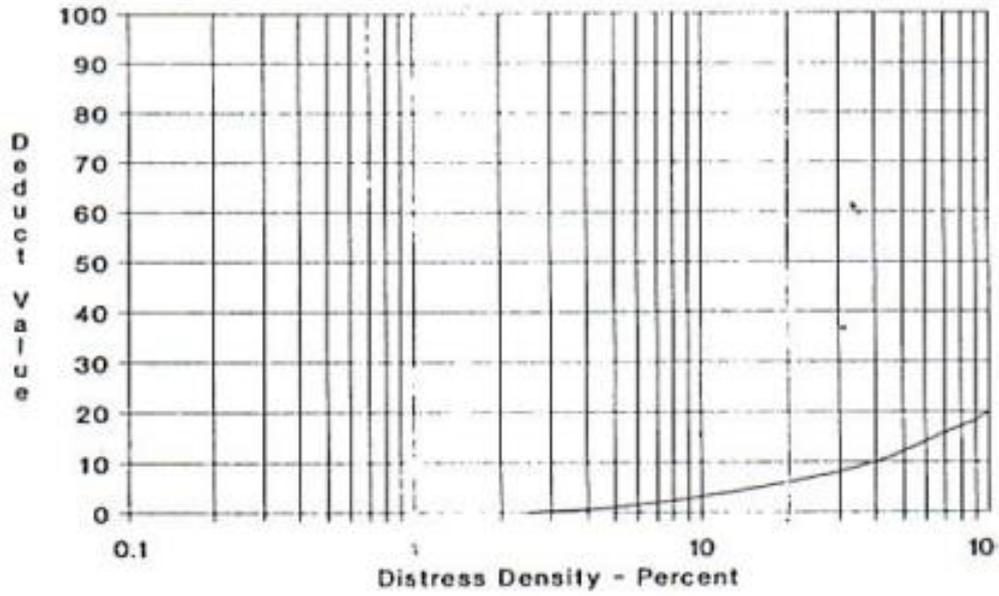
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C28:** Valores deducidos para Parcheo y acometidas de servicios públicos



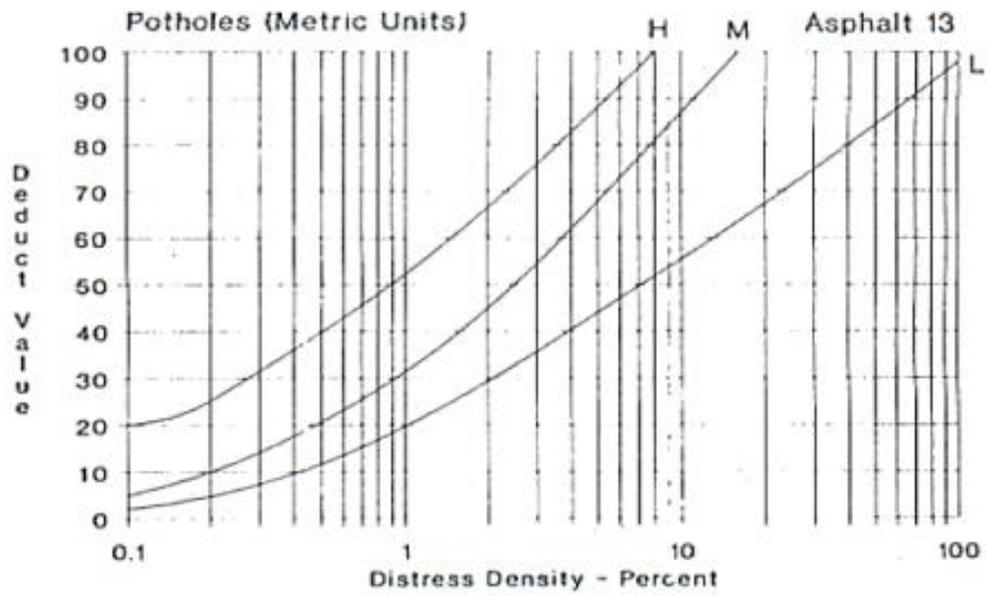
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C29:** Valores deducidos para Pulimiento de agregados



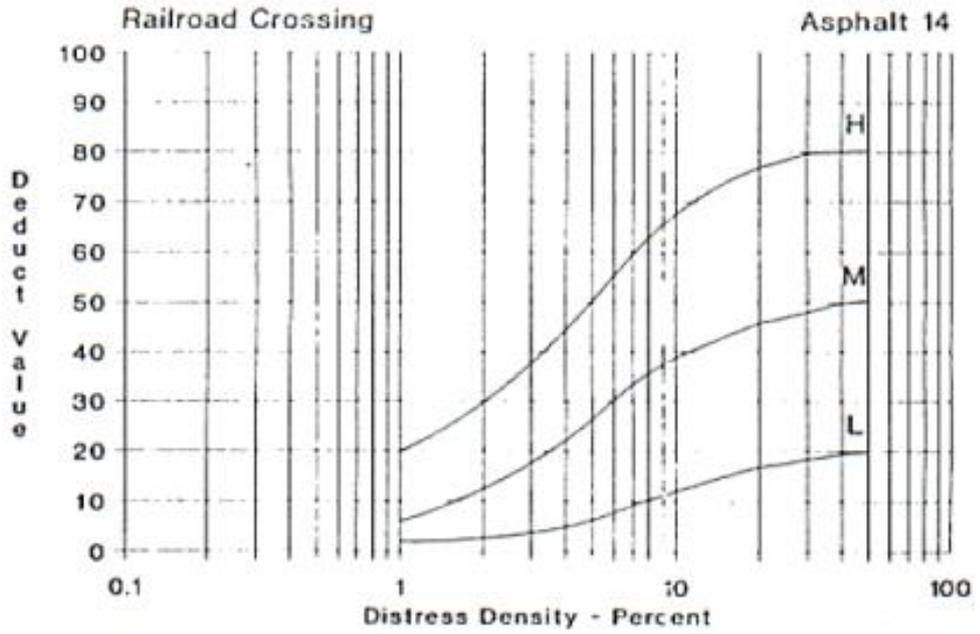
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C30:** Valores deducidos para Huecos



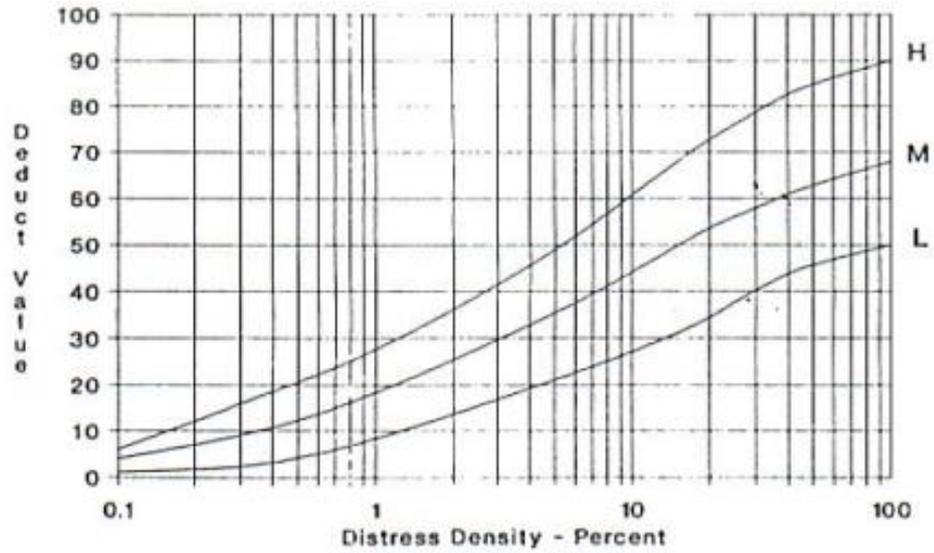
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C31: Valores deducidos para Cruce de vía férrea**



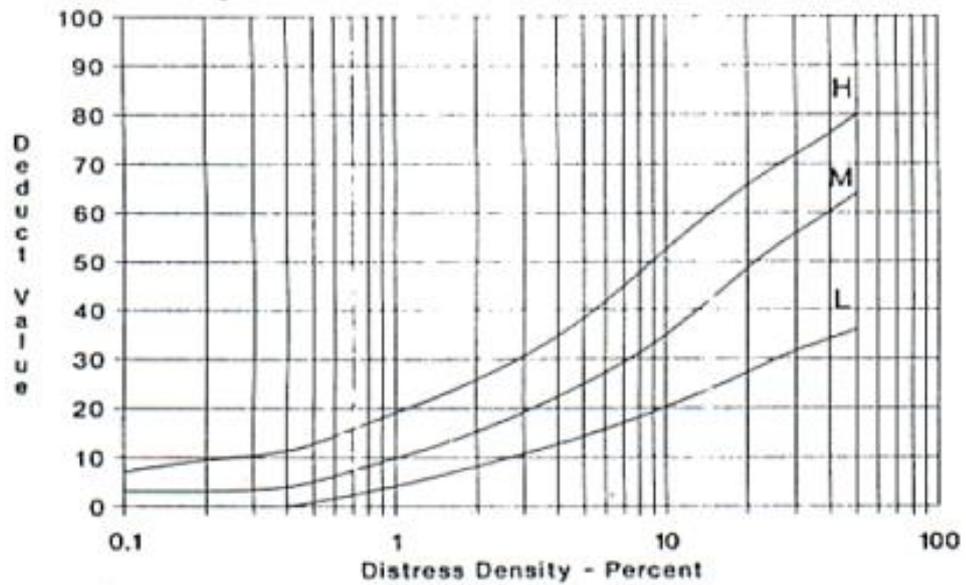
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C32: Valores deducidos para Ahuellamiento**



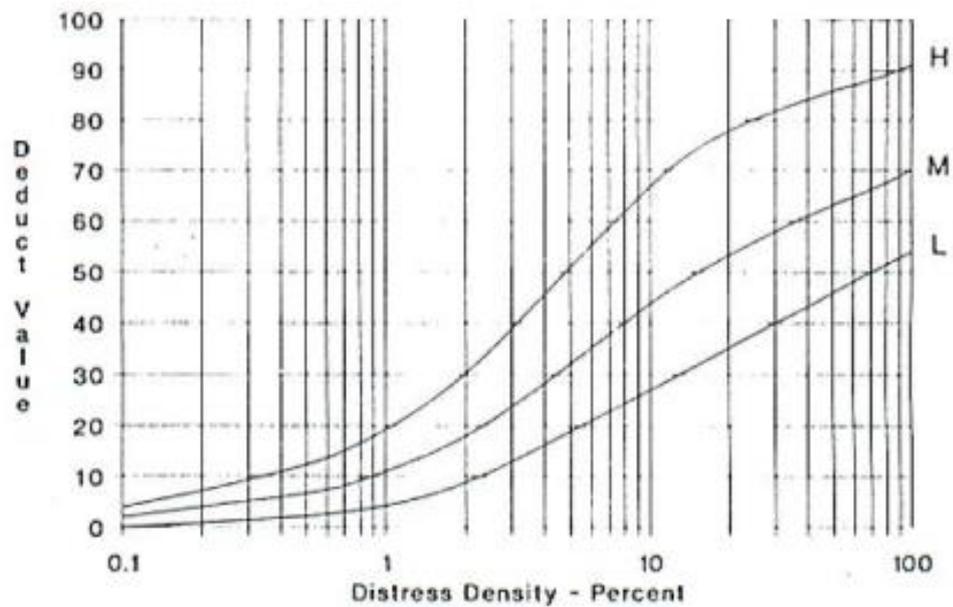
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C33: Valores deducidos para Desplazamiento**



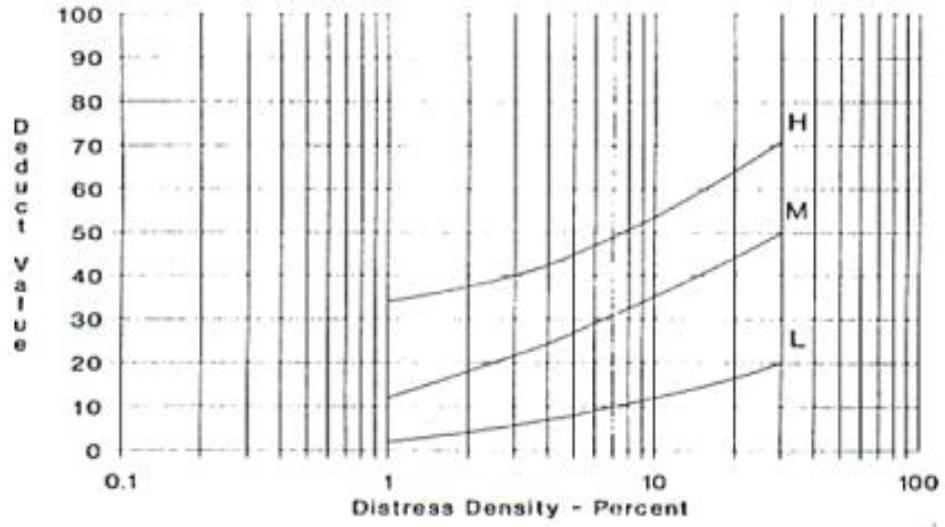
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C34: Valores deducidos para Grietas parabólicas o por deslizamiento**



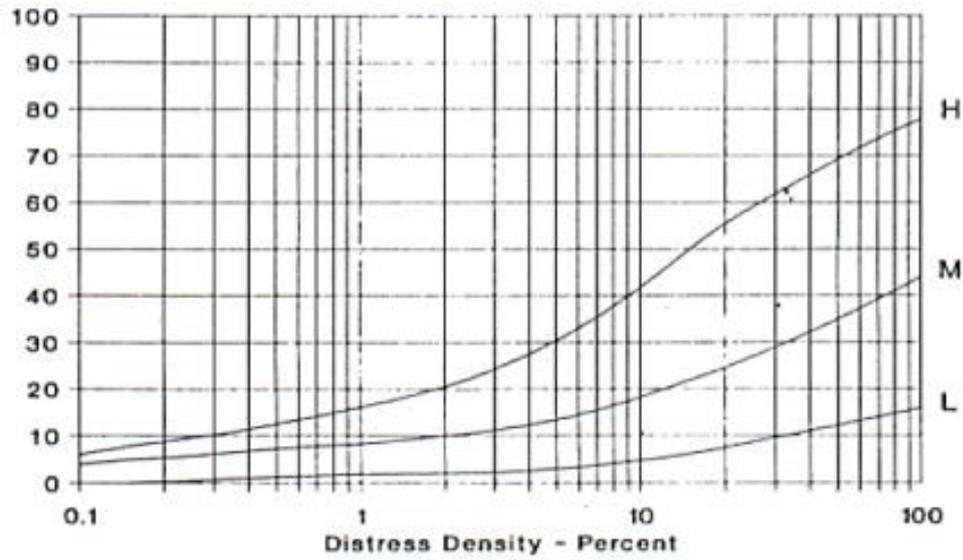
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C35: Valores deducidos para Hinchamiento**



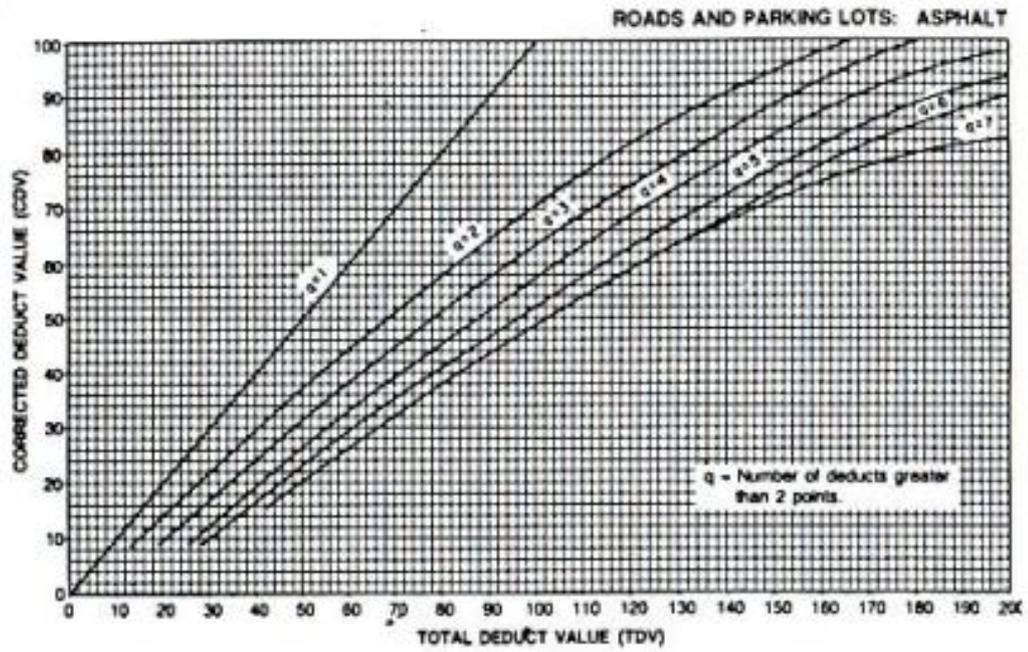
**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C36: Valores deducidos para Meteorización/desprendimiento de agregados**



**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**Anexo C37:** Valores deducidos finales Nomograma para determinar el valor deducido corregido



**Fuente:** Manual of Roads and Parking Lots de Shahin

**ANEXO D**

**ESTUDIO DE SUELOS**

**ENSAYOS DE LA CALICATA 1- MUESTRA 1:**

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

-LÍMITES DE ATTERBERG

-PROCTOR MODIFICADO TIPO B

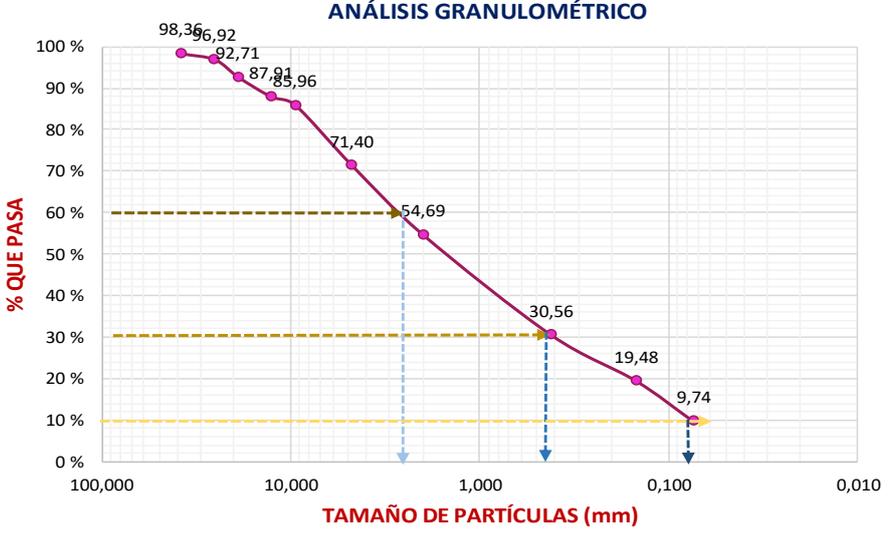
-CBR

## Anexo D1: Análisis granulométrico de C1-M1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
ESPECIFICACIONES				
<b>Muestra</b>	<b>Capa</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Norma</b>	
M1-C1	Material granular	Km 1+000	ASTM D-421-58	AASHTO T-87-70
<b>Responsable</b>		Jenny Fernanda Manzano Yanza		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	P. RETENIDOS/ACUMULADOS (gr)	ACUMULADO RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
#	(mm)	(gr)	%	%
2"	50,800	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	114,53	1,64	98,36
1"	25,400	215,78	3,08	96,92
3/4"	19,100	510,56	7,29	92,71
1/2"	12,700	846,20	12,09	87,91
3/8"	9,520	982,53	14,04	85,96
N°4	4,760	2002,09	28,60	71,40
FUENTE	-	4997,91	71,40	-
<b>TOTAL</b>		<b>7000</b>	-	-
#10	2,000	1124,10	45,31	54,69
#40	0,420	1722,55	69,44	30,56
#100	0,149	1997,44	80,52	19,48
#200	0,074	2239,11	90,26	9,74
FUENTE	-	241,67	9,74	-
<b>TOTAL</b>		<b>2480,78</b>		

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

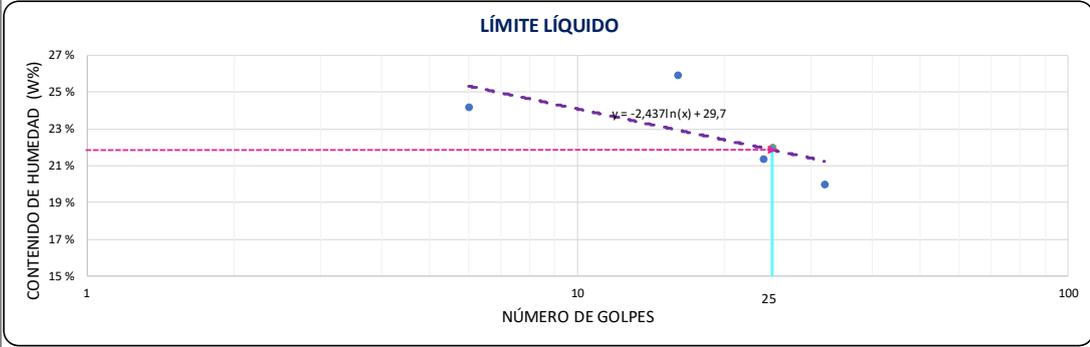


El gráfico muestra la curva granulométrica para el material granular. El eje horizontal representa el tamaño de partículas en milímetros (mm) en una escala logarítmica, desde 100,000 hasta 0,010. El eje vertical representa el porcentaje de material que pasa (% QUE PASA) desde 0% hasta 100%. La curva comienza en 100% para tamaños superiores a 50,8 mm y disminuye a medida que el tamaño de las partículas se reduce. Los puntos clave marcados en el gráfico corresponden a los datos de la tabla adjunta.

PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA		
Peso del Cuarteo	2480,78	gr
Diámetro efectivo D10	0,08	mm
Diámetro equivalente D30	0,47	mm
Diámetro dimensional D60	2,80	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu)	35,00	
Coefficiente de curvatura (Cc)	0,99	

Elaborado por: Jenny Manzano

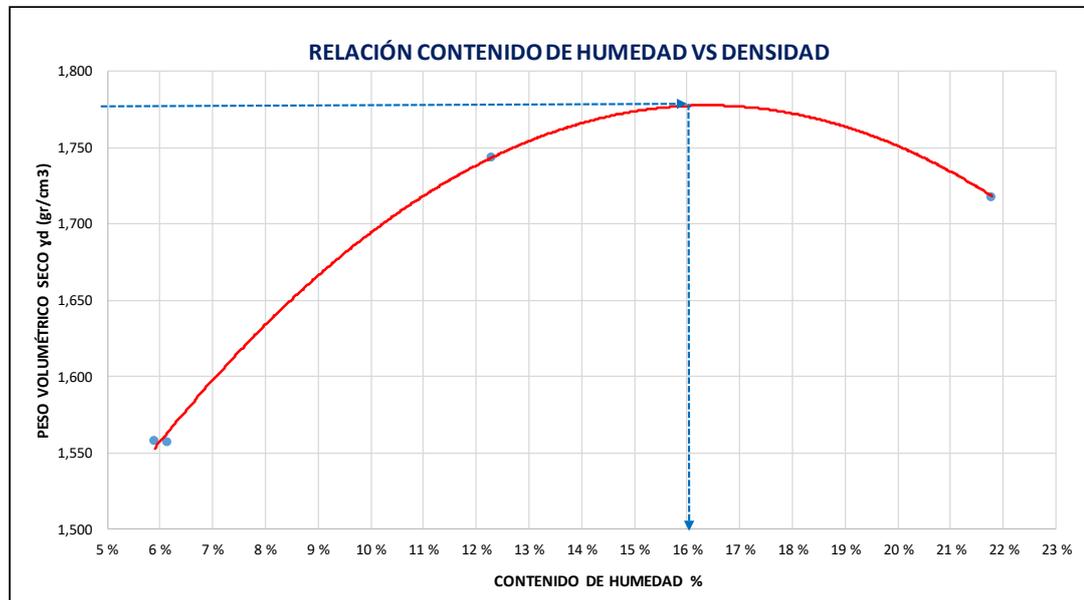
## Anexo D2: Límites de Atterberg de C1-M1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO									
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE									
MUESTRA	M1-1	ABSCISA	Km 1+000	CAPA	Sub base	NORMAS	ASTM D-424 71	AASHTO T- 90-70	INEN 691
RESPONSABLE	Jenny Fernanda Manzano Yanza								
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO									
Rango de número de golpes	0 - 10		10 - 20		20 - 30		30 - 40		
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
Peso del recipiente (Wrec) gr	11,9	10,6	11,6	17,73	10,8	10,9	10,8	10,8	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	28,0	24,6	27,9	32,2	20,7	24,1	25,0	23,7	
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	24,6	21,8	25,2	28,96	19,1	21,6	22,7	21,5	
Peso del agua (Ww) gr	3,4	2,8	2,7	3,2	1,6	2,5	2,3	2,2	
Peso de los sólidos (Ws) gr	12,7	11,2	13,6	11,2	8,3	10,6	11,9	10,7	
Contenido de humedad (w%)	26,79	25,07	19,90	28,50	19,25	23,52	19,34	20,62	
Contenido de humedad promedio (w%)	25,930		24,196		21,384		19,979		
Número de golpes	16		6		24		32		
GRÁFICO DEL LÍMITE LÍQUIDO									
									
Límite Líquido (LL) %					21,856				
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO									
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6			
Peso del recipiente (Wrec) gr	10,5	10,5	10,4	10,6	10,5	10,5			
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	16,5	15,5	17,1	16,6	12,9	13,0			
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	15,4	14,7	16,0	15,6	12,6	12,7			
Peso del suelo húmedo (Wm) gr	6,0	4,9	6,7	6,0	2,4	2,5			
Peso del agua (Ww) gr	1,0	0,8	1,1	1,0	0,3	0,3			
Peso de los sólidos (Ws) gr	4,9	4,2	5,6	5,0	2,1	2,1			
Contenido de humedad (w%)	21,10	18,75	19,82	19,72	14,35	14,48			
Contenido de humedad promedio	18,03								
Límite Plástico (LP) %	18,03								
Índice Plástico (Ip) %	3,82								

Elaborado por: Jenny Manzano

### Anexo D3: Proctor modificado tipo B de C1-M1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>								
<b>PROYECTO:</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
<b>ABSCISA:</b>	Km 1+000	<b>CAPA:</b>	Sub base	<b>NORMA:</b>				
<b>RESPONSABLE:</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza			AASHTO T - 180				
<b>ESPECIFICACIONES</b>								
<b>Número de Golpes</b>	56	<b>Altura de Caída</b>	18"	<b>Peso del Molde</b>	16770	gr		
<b>Número de Capas</b>	5	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb	<b>Volumen del Molde</b>	2304,52	cm <sup>3</sup>		
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Ensayo Número	1	2	3	4				
Peso inicial deseado (gr)	6000	6000	6000	6000				
Humedad inicial añadida en %	5%	10%	15%	20%				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	<b>20573</b>	<b>20579</b>	<b>21592</b>	<b>21282</b>				
Peso suelo húmedo (Wm) gr	3803	3809	4822	4512				
Peso unitario humedo (γm) gr/cm <sup>3</sup>	1,650	1,653	2,092	1,958				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) gr	26,70	30,00	30,30	31,00	30,50	26,00	30,30	24,70
Rec + suelo humedo (Wr+Wm) gr	78,50	75,10	102,70	102,20	91,70	102,30	108,00	110,00
Rec + suelo seco (Ws+Wm) gr	75,60	72,60	98,00	98,60	79,00	91,00	96,70	104,00
Peso de los sólidos (Ws) gr	48,90	42,60	67,70	67,60	48,50	65,00	66,40	79,30
Peso del agua (Ww) gr	2,90	2,50	4,70	3,60	12,70	11,30	11,30	6,00
Contenido de humedad (ω%)	5,93	5,87	6,94	5,33	26,19	17,38	17,02	7,57
Contenido promedio (ω%)	5,90		6,13		21,79		12,29	
<b>PESO VOLUMÉTRICO</b>								
Peso volumétrico de la masa (γm)	1,650	1,653	2,092		1,958			
Peso volumetrico seco (γd)	1,558	1,557	1,718		1,744			
Densidad máxima (γmax)	1,780							
Humedad óptima %	16,10							



Elaborado por: Jenny Manzano

Anexo D4: % CBR de C1-M1

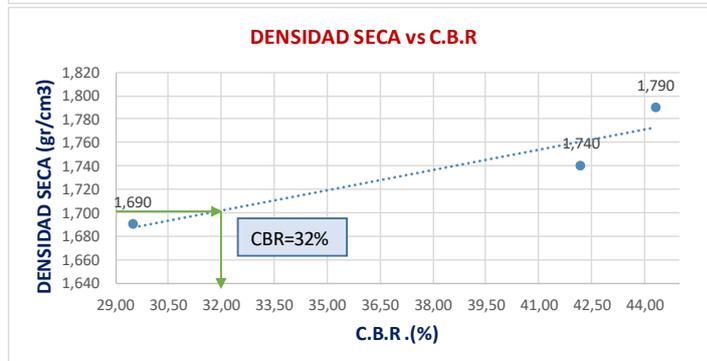
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>PROYECTO</b>						
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA						
<b>Responsable</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza					
<b>Muestra</b>	M1-C1	<b>Capa</b>	Sub base	<b>Abscisa</b>	Km 4+000	
<b>Peso de la muestra</b>	6000	<b>Altura de Caída</b>	18"	<b>Norma</b>	AASTHO T-99	
<b>Tipo</b>	B	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb	<b>Material</b>	Grava y arena	
<b>MOLDES PARA CBR</b>						
<b>Número de molde</b>	1		2		3	
<b>Número de Capas</b>	5		5		5	
<b>Número de golpes por capa</b>	56		27		11	
<b>Altura del molde</b>	12,1		12,9		12,4	
<b>Díametro del molde</b>	15,22		15,4		15,08	
<b>ANTES DEL REMOJO</b>						
<b>Peso del molde</b>	14731		15232		14689	
<b>Wm + Molde (gr)</b>	19325		20021		19013	
<b>Peso muestra húmeda (gr)</b>	4594		4789		4324	
<b>Volumen de la muestra (cm3)</b>	2201,43		2402,82		2214,70	
<b>Densidad húmeda (gr/cm3)</b>	2,087		1,993		1,952	
<b>Densidad seca (gr/cm3)</b>	1,791		1,742		1,693	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD C.B.R.</b>						
<b>Número de recipiente</b>	1	2	3	4	5	6
<b>Peso recipiente (gr)</b>	33,62	32,76	30,11	33,67	30,97	33,07
<b>Wm + recipiente (gr)</b>	134,11	149,12	98,27	146,07	117,38	128,30
<b>Peso muestra seca + r. (gr)</b>	117,82	135,13	89,57	132,05	105,32	116,31
<b>Peso agua (gr)</b>	16,29	13,99	8,70	14,02	12,06	11,99
<b>Peso muestra seca (gr)</b>	84,20	102,37	59,46	98,38	74,35	83,24
<b>Contenido de humedad %</b>	19,35	13,67	14,63	14,25	16,22	14,40
<b>C. de humedad promedio %</b>	16,51		14,44		15,31	
<b>PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm3)</b>						
<b>Peso V. de la masa (γm)</b>	2,087		1,993		1,952	
<b>Peso V. seco (γd)</b>	1,791		1,742		1,693	

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo D5: Ensayo de carga vs Penetración de C1-M1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>									
<b>PROYECTO</b> PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
<b>Responsable</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza								
<b>Ubicación</b>	Parroquia Salasaka	<b>Material</b>	Grava y arena						
<b>Muestra</b>	M1-C1	<b>Abscisa</b>	Km 4+000						
<b>Capa</b>	Sub base	<b>Norma</b>	AASHTO T-99, ASTM 1883-73						
<b>ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN - DETERMINACIÓN DEL CBR</b>									
# Golpes	56			27			11		
Penetración (plg-3)	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
25	841,73	280,58		876,80	292,27		491,01	163,67	
50	2052,45	684,15		1061,10	353,70		615,44	205,15	
75	2103,72	701,24		1134,30	378,10		680,58	226,86	
100	1329,20	443,07	44,31	1265,90	421,97	42,20	884,86	294,95	29,50
150	1863,54	621,18		1725,50	575,17		1104,32	368,11	
200	2229,88	743,29		2008,90	669,63		1325,87	441,96	
250	3747,41	1249,14		3287,20	1095,73		2235,30	745,10	
300	4151,28	1383,76		3548,10	1182,70		2483,67	827,89	
400	4768,08	1589,36		3973,40	1324,47		2860,85	953,62	
500	5430,94	1810,31		4415,40	1471,80		3267,40	1089,13	

GRÁFICOS C.B.R.							
# GOLPES	DENSIDAD SECA (Yd)		RESISTENCIA C.B.R.		RESULTADOS DEL 95% DE D <sub>máx</sub> - C.B.R PUNTUAL		
56	1,790	gr/cm <sup>3</sup>	44,31	%	DENSIDAD máx	1,790	gr/cm <sup>3</sup>
27	1,740	gr/cm <sup>3</sup>	42,20	%	95% DE D <sub>máx</sub>	1,701	gr/cm <sup>3</sup>
11	1,690	gr/cm <sup>3</sup>	29,50	%	C.B.R. PUNTUAL	32,0	%



Elaborado por: Jenny Manzano

**ENSAYOS DE LA CALICATA 1- MUESTRA 2:**

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

-LÍMITES DE ATTERBERG

-PROCTOR MODIFICADO TIPO B

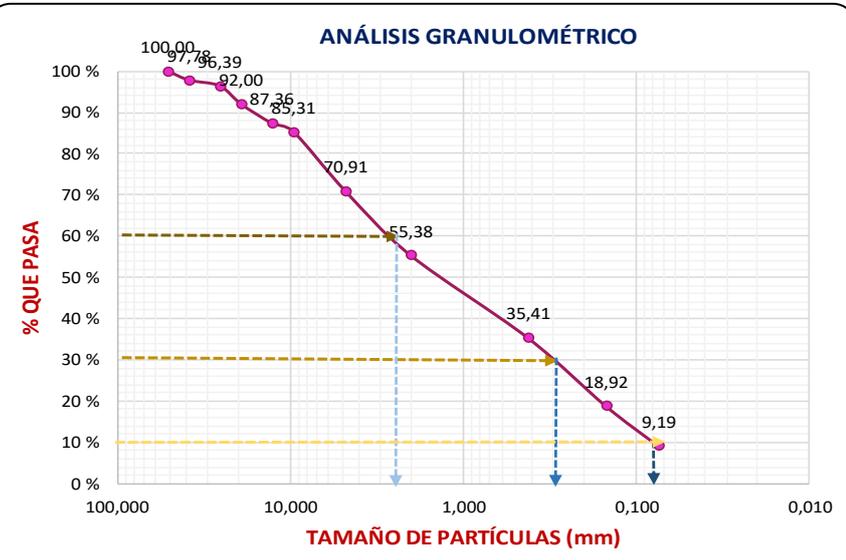
-CBR

## Anexo D6: Análisis granulométrico de C1-M2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
ESPECIFICACIONES				
<b>Muestra</b>	<b>Capa</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Norma</b>	
M2-C2	Material granular	Km 1+000	ASTM D-421-58 AASHTO T-87-70	
<b>Responsable</b>		Jenny Fernanda Manzano Yanza		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	P. RETENIDOS/ACUMULADOS (gr)	ACUMULADO RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
2"	50,800	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	155,67	2,22	97,78
1"	25,400	252,50	3,61	96,39
3/4"	19,100	560,28	8,00	92,00
1/2"	12,700	884,49	12,64	87,36
3/8"	9,520	1028,21	14,69	85,31
N°4	4,760	2036,07	29,09	70,91
<b>FUENTE</b>	-	<b>4963,93</b>	70,91	-
<b>TOTAL</b>		<b>7000</b>	-	-
#10	2,000	887,27	44,62	55,38
#40	0,420	1284,34	64,59	35,41
#100	0,149	1612,20	81,08	18,92
#200	0,074	1805,65	90,81	9,19
<b>FUENTE</b>	-	<b>182,72</b>	9,19	-
<b>TOTAL</b>		<b>1988,37</b>		

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



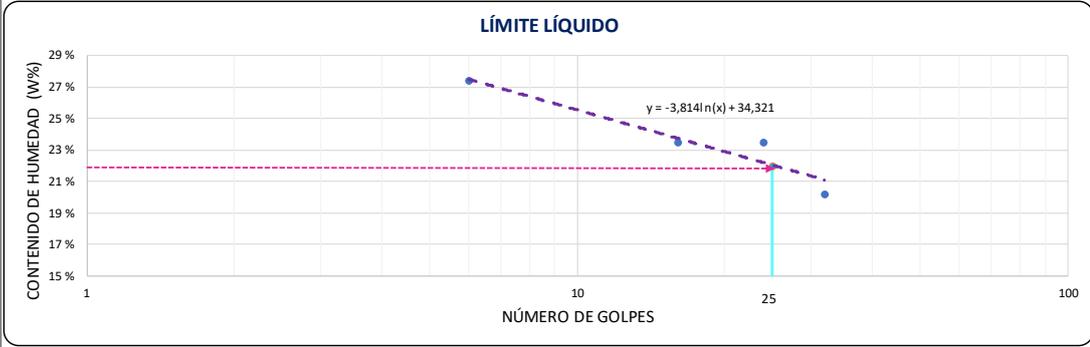
**TAMAÑO DE PARTÍCULAS (mm)**

PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA		
Peso del Cuarteo	1988,37	gr
Diámetro efectivo D10	0,08	mm
Diámetro equivalente D30	0,30	mm
Diámetro dimensional D60	2,70	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu)	33,75	
Coefficiente de curvatura (Cc)	0,42	

Elaborado por: Jenny Manzano

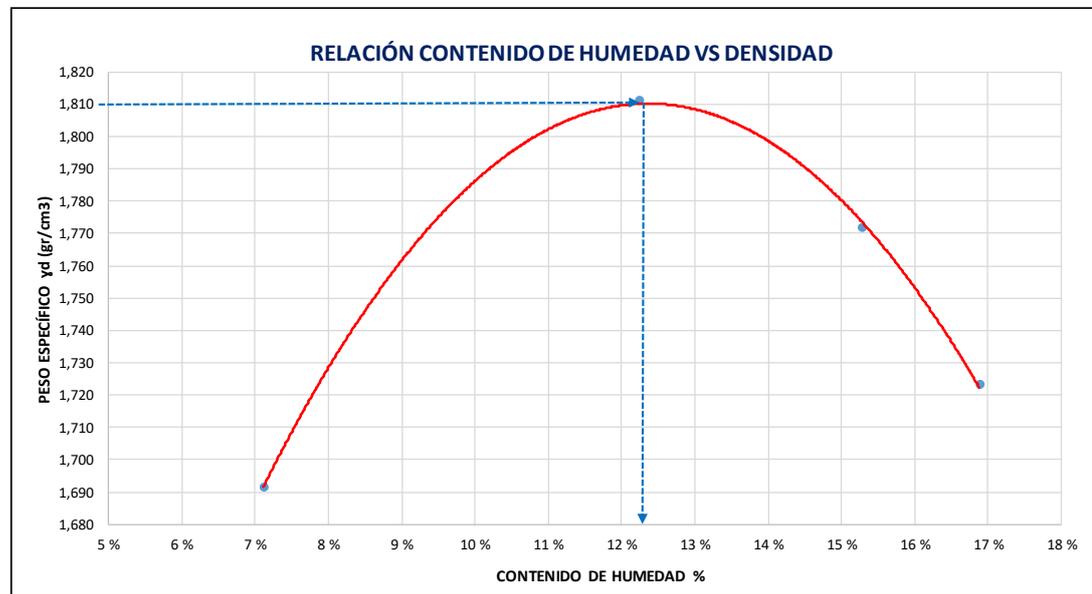
## Anexo D7: Límites de Atterberg de C1-M2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
PROYECTO										
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE										
MUESTRA	M2-1	ABSCISA	Km 2+000	CAPA	Sub base	NORMAS	ASTM D-424 71	AASHTO T- 90-70	INEN 691	
RESPONSABLE	Jenny Fernanda Manzano Yanza									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO										
Rango de número de golpes	0 - 10		10 - 20		20 - 30		30 - 40			
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8		
Peso del recipiente (Wrec) gr	10,9	11,1	10,7	11,1	11,0	10,6	10,4	10,3		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	25,2	27,7	18,7	24,3	25,8	20,6	19,7	20,7		
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	22,1	24,1	17,1	21,8	22,9	18,7	18,1	18,9		
Peso del agua (Ww) gr	3,0	3,6	1,5	2,5	2,9	1,9	1,6	1,8		
Peso de los sólidos (Ws) gr	11,2	13,0	6,5	10,7	12,0	8,1	7,7	8,6		
Contenido de humedad (w%)	27,05	27,72	23,72	23,17	23,85	23,15	20,05	20,35		
Contenido de humedad promedio (w%)	27,388		23,446		23,501		20,200			
Número de golpes	6		16		24		32			
GRÁFICO DEL LÍMITE LÍQUIDO										
										
Límite Líquido (LL) %					22,044					
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO										
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6				
Peso del recipiente (Wrec) gr	11,02	11,03	11,11	10,95	10,87	10,85				
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	11,82	12,13	12,41	12,62	11,95	11,62				
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	11,69	11,95	12,25	12,39	11,77	11,49				
Peso del suelo húmedo (Wm) gr	0,8	1,1	1,3	1,7	1,1	0,8				
Peso del agua (Ww) gr	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1				
Peso de los sólidos (Ws) gr	0,7	0,9	1,1	1,4	0,9	0,6				
Contenido de humedad (w%)	19,40	19,57	14,04	15,97	20,00	20,31				
Contenido de humedad promedio							18,21			
Límite Plástico (LP) %					18,21					
Índice Plástico (Ip) %					3,83					

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo D8: Proctor modificado tipo B de C1-M2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>								
<b>PROYECTO:</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
<b>ABSCISA:</b>	Km 2+000	<b>CAPA:</b>	Sub base	<b>NORMA:</b>				
<b>RESPONSABLE:</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza			AASHTO T - 180				
ESPECIFICACIONES								
<b>Número de Golpes</b>	56	<b>Altura de Caída</b>	18"	<b>Peso del Molde</b>	16643	gr		
<b>Número de Capas</b>	5	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb	<b>Volumen del Molde</b>	2304,52	cm <sup>3</sup>		
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
<b>Ensayo Número</b>	1	2	3	4				
<b>Peso inicial deseado (gr)</b>	6000	6000	6000	6000				
<b>Humedad inicial añadida en %</b>	5%	10%	15%	20%				
<b>Peso molde + suelo húmedo (gr)</b>	<b>20818</b>	<b>21328</b>	<b>21350</b>	<b>21285</b>				
<b>Peso suelo húmedo (Wm) gr</b>	4175	4685	4707	4642				
<b>Peso unitario humedo (γm) gr/cm<sup>3</sup></b>	1,812	2,033	2,043	2,014				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
<b>Recipiente numero</b>	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Peso del recipiente (Wr) gr</b>	57,60	31,20	31,20	24,30	24,00	30,80	24,50	24,30
<b>Rec + suelo humedo (Wr+Wm) gr</b>	120,50	118,20	95,50	98,90	90,00	112,40	109,30	110,50
<b>Rec + suelo seco (Ws+Wm) gr</b>	116,20	112,60	88,80	90,40	81,00	101,90	97,40	97,70
<b>Peso de los sólidos (Ws) gr</b>	58,60	81,40	57,60	66,10	57,00	71,10	72,90	73,40
<b>Peso del agua (Ww) gr</b>	4,30	5,60	6,70	8,50	9,00	10,50	11,90	12,80
<b>Contenido de humedad (w%)</b>	7,34	6,88	11,63	12,86	15,79	14,77	16,32	17,44
<b>Contenido promedio (w%)</b>	7,11		12,25		15,28		16,88	
PESO VOLUMÉTRICO								
<b>Peso volumétrico de la masa (γm)</b>	1,812	2,033	2,043	2,014				
<b>Peso volumetrico seco (γd)</b>	1,691	1,811	1,772	1,723				
<b>Densidad máxima (γmax)</b>	1,810							
<b>Humedad óptima %</b>	12,30							



Elaborado por: Jenny Manzano

Anexo D9: % CBR de C1-M2

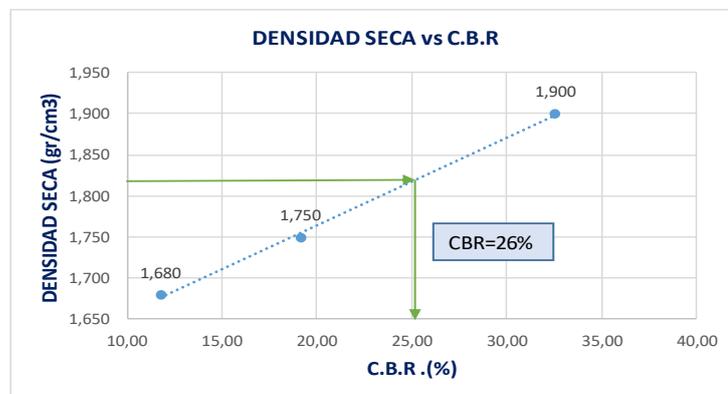
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>PROYECTO</b>						
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA						
<b>Responsable</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza					
<b>Muestra</b>	M2-C2	<b>Capa</b>	Sub base	<b>Abscisa</b> Km 2+000		
<b>Peso de la muestra</b>	6000	<b>Altura de Caída</b>	18"	<b>Norma</b> AASTHO T-99		
<b>Tipo</b>	B	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb	<b>Material</b> Grava y arena		
<b>MOLDES PARA CBR</b>						
<b>Número de molde</b>	1	2	3			
<b>Número de Capas</b>	5	5	5			
<b>Número de golpes por capa</b>	56	27	11			
<b>Altura del molde</b>	11,9	12,32	12,2			
<b>Díametro del molde</b>	15,3	15,11	15,1			
<b>ANTES DEL REMOJO</b>						
<b>Peso del molde</b>	<b>15104</b>	<b>16026</b>	<b>15170</b>			
<b>Wm + Molde (gr)</b>	<b>19758</b>	<b>20385</b>	<b>19331</b>			
<b>Peso muestra húmeda (gr)</b>	4654	4359	4161			
<b>Volumen de la muestra (cm3)</b>	2187,86	2209,17	2184,76			
<b>Densidad húmeda (gr/cm3)</b>	2,127	1,973	1,905			
<b>Densidad seca (gr/cm3)</b>	1,904	1,750	1,676			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD C.B.R.</b>						
<b>Número de recipiente</b>	1	2	3	4	5	6
<b>Peso recipiente (gr)</b>	<b>31,66</b>	<b>31,14</b>	<b>32,45</b>	<b>32,04</b>	<b>32,45</b>	<b>34,15</b>
<b>Wm + recipiente (gr)</b>	<b>122,40</b>	<b>121,31</b>	<b>123,44</b>	<b>156,11</b>	<b>118,10</b>	<b>116,23</b>
<b>Peso muestra seca + r. (gr)</b>	<b>112,69</b>	<b>112,03</b>	<b>112,87</b>	<b>142,41</b>	<b>108,25</b>	<b>105,97</b>
<b>Peso agua (gr)</b>	9,71	9,28	10,57	13,70	9,85	10,26
<b>Peso muestra seca (gr)</b>	81,03	80,89	80,42	110,37	75,80	71,82
<b>Contenido de humedad %</b>	11,98	11,47	13,14	12,41	12,99	14,29
<b>C. de humedad promedio %</b>	11,73		12,78		13,64	
<b>PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm3)</b>						
<b>Peso V. de la masa (γm)</b>	2,127	1,973	1,905			
<b>Peso V. seco (γd)</b>	1,904	1,750	1,676			

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo D10: Ensayo de carga vs Penetración de C1-M2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>									
PROYECTO									
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
Responsable	Jenny Fernanda Manzano Yanza								
Ubicación	Parroquia Salasaka	Material	Grava y arena						
Muestra	M2-C2	Abscisa	Km 2+000						
Capa	Sub base	Norma	AASHTO T-99, ASTM 1883-73						
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN - DETERMINACIÓN DEL CBR									
# Golpes	56			27			11		
Penetración (plg-3)	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
25	397,09	132,36		245,12	81,71		170,22	56,74	
50	588,65	196,22		356,76	118,92		237,84	79,28	
75	785,51	261,84		443,76	147,92		284,46	94,82	
100	976,94	325,65	32,56	574,52	191,51	19,15	353,78	117,93	11,79
150	1126,89	375,63		647,64	215,88		385,50	128,50	
200	1340,70	446,90		757,46	252,49		435,32	145,11	
250	1551,12	517,04		861,73	287,24		478,74	159,58	
300	1783,11	594,37		974,38	324,79		523,86	174,62	
400	2174,79	724,93		1169,24	389,75		608,98	202,99	
500	2609,81	869,94		1380,85	460,28		697,40	232,47	

GRÁFICOS C.B.R.							
# GOLPES	DENSIDAD SECA (Yd)		RESISTENCIA C.B.R.		RESULTADOS DEL 95% DE Dmáx - C.B.R PUNTUAL		
56	1,900	gr/cm <sup>3</sup>	32,56	%	DENSIDAD máx	1,900	gr/cm <sup>3</sup>
27	1,750	gr/cm <sup>3</sup>	19,15	%	95% DE Dmáx	1,805	gr/cm <sup>3</sup>
11	1,680	gr/cm <sup>3</sup>	11,79	%	C.B.R. PUNTUAL	26	%



Elaborado por: Jenny Manzano

**ENSAYOS DE LA CALICATA 1- MUESTRA 3:**

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

-LÍMITES DE ATTERBERG

-PROCTOR MODIFICADO TIPO B

-CBR

## Anexo D11: Análisis granulométrico de C1-M3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
ESPECIFICACIONES				
<b>Muestra</b>	<b>Capa</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Norma</b>	
M3-C3	Material granular	Km 1+000	ASTM D-421-58 AASHTO T-87-70	
<b>Responsable</b>		Jenny Fernanda Manzano Yanza		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ	P. RETENIDOS/ACUMULADOS	ACUMULADO RETENIDO	QUE PASA
#	(mm)	(gr)	%	%
2"	50,800	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	103,39	1,48	98,52
1"	25,400	179,06	2,56	97,44
3/4"	19,100	460,84	6,58	93,42
1/2"	12,700	807,91	11,54	88,46
3/8"	9,520	936,85	13,38	86,62
N°4	4,760	1968,11	28,12	71,88
FUENTE	-	5031,89	71,88	-
TOTAL		7000	-	-
#10	2,000	1191,27	55,37	44,63
#40	0,420	1755,37	81,59	18,41
#100	0,149	1892,40	87,96	12,04
#200	0,074	1958,65	91,04	8,96
FUENTE	-	192,72	8,96	-
TOTAL		2151,37		

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

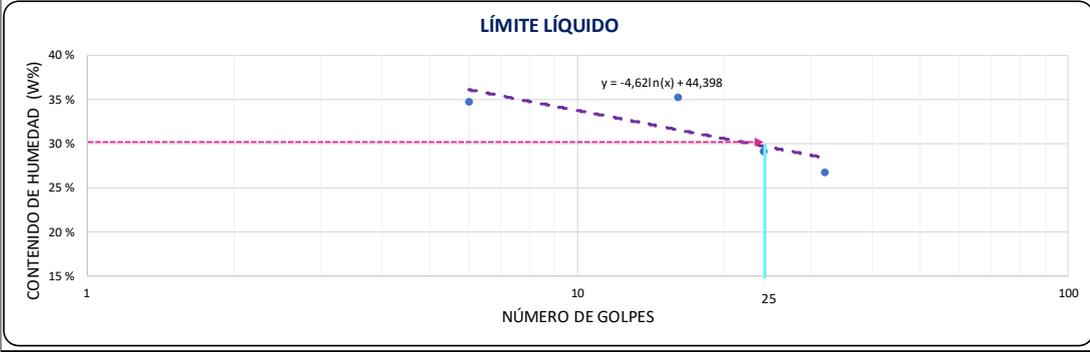
**TAMAÑO DE PARTÍCULAS (mm)**

PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA		
Peso del Cuarteo	2151,37	gr
Diámetro efectivo D10	0,10	mm
Diámetro equivalente D30	0,90	mm
Diámetro dimensional D60	3,30	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu)	33,00	
Coefficiente de curvatura (Cc)	2,45	

Elaborado por: Jenny Manzano

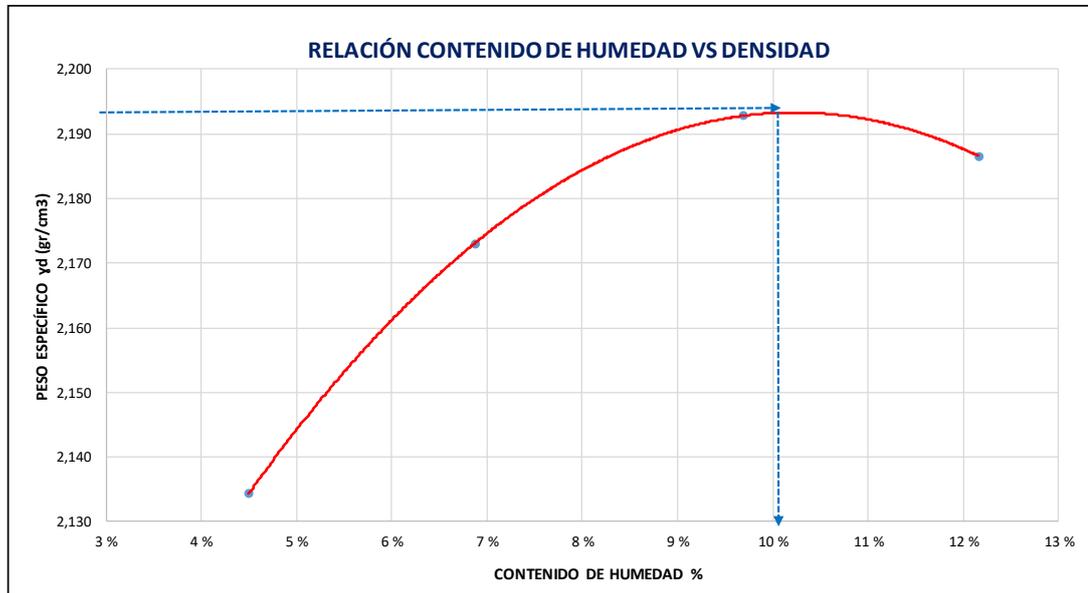
## Anexo D12: Límites de Atterberg de C1-M3

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO									
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE									
MUESTRA	M3-1	ABSCISA	Km 3+000	CAPA	Sub base	NORMAS	ASTM D-424 71	AASHTO T- 90-70	INEN 691
RESPONSABLE	Jenny Fernanda Manzano Yanza								
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO									
Rango de número de golpes	0 - 10		10 - 20		20 - 30		30 - 40		
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
Peso del recipiente (Wrec) gr	10,81	11,23	11,07	10,91	10,69	11,32	10,79	17,56	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	22,44	23,54	20,83	21,14	24,82	28,12	19,81	26,47	
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	19,44	20,37	18,24	18,53	21,64	24,31	17,94	24,56	
Peso del agua (Ww) gr	3,0	3,2	2,6	2,6	3,2	3,8	1,9	1,9	
Peso de los sólidos (Ws) gr	8,6	9,1	7,2	7,6	11,0	13,0	7,2	7,0	
Contenido de humedad (w%)	34,76	34,68	36,12	34,25	29,04	29,33	26,15	27,29	
Contenido de humedad promedio (w%)	34,723		35,187		29,186		26,720		
Número de golpes	6		16		24		32		
GRÁFICO DEL LÍMITE LÍQUIDO									
									
Límite Líquido (LL) %				36,922					
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO									
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6			
Peso del recipiente (Wrec) gr	10,29	10,44	10,37	5,97	5,77	7,19			
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	14,15	15,73	15,53	8,93	12,13	13,53			
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	13,46	14,78	14,48	8,32	10,92	12,33			
Peso del suelo húmedo (Wm) gr	3,9	5,3	5,2	3,0	6,4	6,3			
Peso del agua (Ww) gr	0,7	1,0	1,1	0,6	1,2	1,2			
Peso de los sólidos (Ws) gr	3,2	4,3	4,1	2,4	5,2	5,1			
Contenido de humedad (w%)	21,77	21,89	25,55	25,96	23,50	23,35			
Contenido de humedad promedio	23,67								
Límite Plástico (LP) %	23,67								
Índice Plástico (Ip) %	13,25								

Elaborado por: Jenny Manzano

### Anexo D13: Proctor modificado tipo B de C1-M3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>								
<b>PROYECTO:</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
<b>ABSCISA:</b>	Km 3+000	<b>CAPA:</b>	Sub base	<b>NORMA:</b>				
<b>RESPONSABLE:</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza			AASHTO T - 180				
ESPECIFICACIONES								
<b>Número de Golpes</b>	56	<b>Altura de Caída</b>	18"	<b>Peso del Molde</b>	16770	gr		
<b>Número de Capas</b>	5	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb	<b>Volumen del Molde</b>	2300,90	cm <sup>3</sup>		
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
Peso inicial deseado (gr)	6000	6000	6000	6000				
Humedad inicial añadida en %	5%	10%	15%	20%				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	<b>21902</b>	<b>22114</b>	<b>22305</b>	<b>22413</b>				
Peso suelo húmedo (Wm) gr	5132	5344	5535	5643				
Peso unitario humedo ( $\gamma_m$ ) gr/cm <sup>3</sup>	2,230	2,323	2,406	2,453				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) gr	<b>40,00</b>	<b>42,40</b>	<b>23,50</b>	<b>30,00</b>	<b>31,10</b>	<b>40,00</b>	<b>30,80</b>	<b>25,60</b>
Rec + suelo humedo (Wr+Wm) gr	<b>96,70</b>	<b>99,60</b>	<b>94,90</b>	<b>93,10</b>	<b>97,90</b>	<b>94,20</b>	<b>114,90</b>	<b>114,60</b>
Rec + suelo seco (Ws+Wm) gr	<b>94,70</b>	<b>96,70</b>	<b>89,90</b>	<b>89,40</b>	<b>91,40</b>	<b>89,90</b>	<b>107,30</b>	<b>103,40</b>
Peso de los sólidos (Ws) gr	54,70	54,30	66,40	59,40	60,30	49,90	76,50	77,80
Peso del agua (Ww) gr	2,00	2,90	5,00	3,70	6,50	4,30	7,60	11,20
Contenido de humedad (w%)	3,66	5,34	7,53	6,23	10,78	8,62	9,93	14,40
Contenido promedio (w%)	4,50		6,88		9,70		12,17	
PESO VOLUMÉTRICO								
Peso volumétrico de la masa ( $\gamma_m$ )	2,230		2,323		2,406		2,453	
Peso volumetrico seco ( $\gamma_d$ )	2,134		2,173		2,193		2,187	
<b>Densidad máxima (<math>\gamma_{max}</math>)</b>								<b>2,193</b>
<b>Humedad óptima %</b>								<b>10,10</b>



Elaborado por: Jenny Manzano

Anexo D14: % CBR de C1-M3

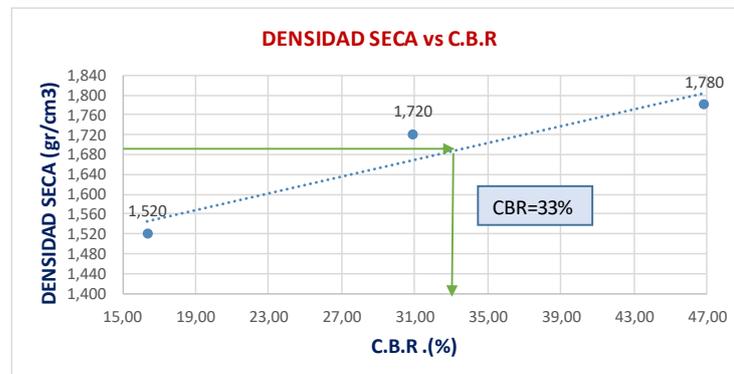
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
PROYECTO						
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA						
Responsable	Jenny Fernanda Manzano Yanza					
Muestra	M3-C3	Capa	Sub base	Abscisa	Km 3+000	
Peso de la muestra	6000	Altura de Caída	18"	Norma	AASHTO T-99	
Tipo	B	Peso del Martillo	10 lb	Material	Grava y arena	
MOLDES PARA CBR						
Número de molde	1		2		3	
Número de Capas	5		5		5	
Número de golpes por capa	56		27		11	
Altura del molde	12,69		12,32		12,9	
Díametro del molde	15,1		15,1		15,2	
ANTES DEL REMOJO						
Peso del molde	14461		15342		15126	
Wm + Molde (gr)	18977		19658		19125	
Peso muestra húmeda (gr)	4516		4316		3999	
Volumen de la muestra (cm3)	2272,51		2206,25		2340,81	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1,987		1,956		1,708	
Densidad seca (gr/cm3)	1,779		1,724		1,522	
CONTENIDO DE HUMEDAD C.B.R.						
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6
Peso recipiente (gr)	31,11	31,36	31,17	###	32,19	33,08
Wm + recipiente (gr)	123,20	134,10	109,20	###	145,89	122,07
Peso muestra seca + r. (gr)	113,10	123,87	99,88	###	134,59	111,53
Peso agua (gr)	10,10	10,23	9,32	###	11,30	10,54
Peso muestra seca (gr)	81,99	92,51	68,71	###	102,40	78,45
Contenido de humedad %	12,32	11,06	13,56	###	11,04	13,44
C. de humedad promedio %	11,69		13,46		12,24	
PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm3)						
Peso V. de la masa (γm)	1,987		1,956		1,708	
Peso V. seco (γd)	1,779		1,724		1,522	

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo D15: Ensayo de carga vs Penetración de C1-M3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>									
<b>PROYECTO</b> PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
<b>Responsable</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza								
<b>Ubicación</b>	Parroquia Salasaka	<b>Material</b>	Grava y arena						
<b>Muestra</b>	M3-C3	<b>Abscisa</b>	Km 3+000						
<b>Capa</b>	Sub base	<b>Norma</b>	AASHTO T-99, ASTM 1883-73						
<b>ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN - DETERMINACIÓN DEL CBR</b>									
# Golpes	56			27			11		
Penetración (plg-3)	Carga lb	Esfuerzo lb/plg <sup>2</sup>	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg <sup>2</sup>	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg <sup>2</sup>	CBR %
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
25	860,72	286,91		542,25	180,75		254,86	84,95	
50	1391,34	463,78		890,46	296,82		436,32	145,44	
75	1561,16	520,39		1014,75	338,25		517,52	172,51	
100	1404,68	468,23	46,82	927,09	309,03	30,90	491,36	163,79	16,38
150	2358,10	786,03		1579,93	526,64		868,96	289,65	
200	2701,32	900,44		1836,90	612,30		1047,03	349,01	
250	2881,94	960,65		1988,54	662,85		1173,24	391,08	
300	3098,56	1032,85		2168,99	723,00		1323,09	441,03	
400	3448,38	1149,46		2448,35	816,12		1542,46	514,15	
500	3787,50	1262,50		2727,00	909,00		1772,55	590,85	

<b>GRÁFICOS C.B.R.</b>							
# GOLPES	DENSIDAD SECA (Yd)		RESISTENCIA C.B.R.		RESULTADOS DEL 95% DE D <sub>máx</sub> - C.B.R. PUNTUAL		
56	1,780	gr/cm <sup>3</sup>	46,82	%	DENSIDAD máx	1,780	gr/cm <sup>3</sup>
27	1,720	gr/cm <sup>3</sup>	30,90	%	95% DE D <sub>máx</sub>	1,691	gr/cm <sup>3</sup>
11	1,520	gr/cm <sup>3</sup>	16,38	%	C.B.R. PUNTUAL	33	%



Elaborado por: Jenny Manzano

**ENSAYOS DE LA CALICATA 1- MUESTRA 4:**

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

-LÍMITES DE ATTERBERG

-PROCTOR MODIFICADO TIPO B

-CBR

## Anexo D16: Análisis granulométrico de C1-M4

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
<b>ESPECIFICACIONES</b>				
<b>Muestra</b>	<b>Capa</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Norma</b>	
M4-C4	Material granular	Km 1+000	ASTM D-421-58	AASHTO T-87-70
<b>Responsable</b>		Jenny Fernanda Manzano Yanza		
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>				
TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	P. RETENIDOS/ACUMULADOS (gr)	ACUMULADO RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
#	(mm)	(gr)	%	%
2"	50,800	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	191,78	2,74	97,26
1"	25,400	293,03	4,19	95,81
3/4"	19,100	587,81	8,40	91,60
1/2"	12,700	923,45	13,19	86,81
3/8"	9,520	1059,78	15,14	84,86
N°4	4,760	2079,34	29,70	70,30
FUENTE	-	4920,66	70,30	-
<b>TOTAL</b>		<b>7000</b>	-	-
#10	2,000	1184,94	55,63	44,37
#40	0,420	1603,01	75,25	24,75
#100	0,149	1788,87	83,98	16,02
#200	0,074	1894,32	88,93	11,07
FUENTE	-	235,79	11,07	-
<b>TOTAL</b>		<b>2130,11</b>		

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**% QUE PASA**

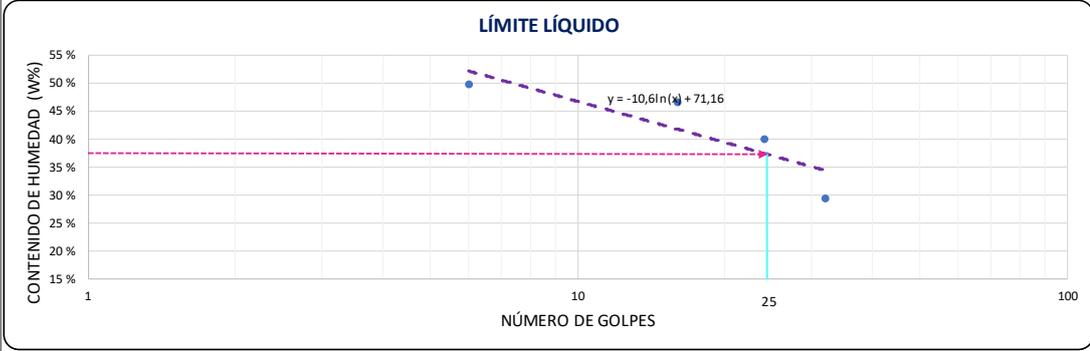
**TAMAÑO DE PARTÍCULAS (mm)**

<b>PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA</b>		
Peso del Cuarteo	2130,11	gr
Diámetro efectivo D10	<b>0,08</b>	mm
Diámetro equivalente D30	<b>0,68</b>	mm
Diámetro dimensional D60	<b>3,50</b>	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu)	46,67	
Coefficiente de curvatura (Cc)	1,76	

Elaborado por: Jenny Manzano

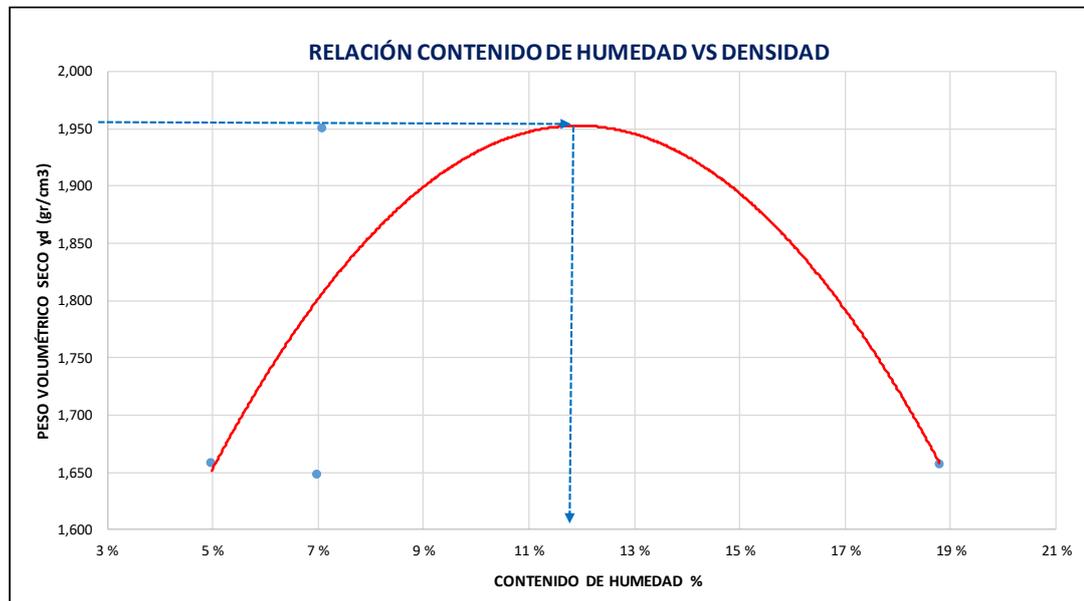
## Anexo D17: Límites de Atterberg de C1-M4

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
PROYECTO										
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE										
MUESTRA	M4-1	ABSCISA	Km 4+000	CAPA	Sub base	NORMAS	ASTM D-424-71	AASHTO T-90-70	INEN 691	
RESPONSABLE	Jenny Fernanda Manzano Yanza									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO										
Rango de número de golpes	0 - 10		10 - 20		20 - 30		30 - 40			
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8		
Peso del recipiente (Wrec) gr	11,36	11,07	10,77	11,13	10,57	11,08	11,52	11,39		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	18,36	17,66	25,76	26,06	19,66	27,86	20,16	22,26		
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	16,16	15,36	21,26	21,06	16,86	23,46	18,06	19,96		
Peso del agua (Ww) gr	2,2	2,3	4,5	5,0	2,8	4,4	2,1	2,3		
Peso de los sólidos (Ws) gr	4,8	4,3	10,5	9,9	6,3	12,4	6,5	8,6		
Contenido de humedad (w%)	45,83	53,61	42,90	50,35	44,52	35,54	32,11	26,84		
Contenido de humedad promedio (w%)	49,723		46,625		40,028		29,474			
Número de golpes	6		16		24		32			
GRÁFICO DEL LÍMITE LÍQUIDO										
										
Límite Líquido (LL) %					37,040					
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO										
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6				
Peso del recipiente (Wrec) gr	5,10	5,33	5,37	5,27	5,15	5,41				
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	6,08	6,12	7,25	8,26	8,59	10,67				
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	5,84	5,92	6,75	7,47	7,98	9,69				
Peso del suelo húmedo (Wm) gr	1,0	0,8	1,9	3,0	3,4	5,3				
Peso del agua (Ww) gr	0,2	0,2	0,5	0,8	0,6	1,0				
Peso de los sólidos (Ws) gr	0,7	0,6	1,4	2,2	2,8	4,3				
Contenido de humedad (w%)	32,43	33,90	36,23	35,91	21,55	22,90				
Contenido de humedad promedio	30,49									
Límite Plástico (LP) %	30,49									
Índice Plástico (Ip) %	6,55									

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo D18: Proctor modificado tipo B de C1-M4

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 								
<b>PROYECTO:</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
<b>ABSCISA:</b>	Km 4+000	<b>CAPA:</b>	Sub base					
<b>RESPONSABLE:</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza		<b>NORMA:</b> AASHTO T - 180					
ESPECIFICACIONES								
<b>Número de Golpes</b>	56	<b>Altura de Caída</b>	18"					
<b>Número de Capas</b>	5	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb					
		<b>Peso del Molde</b>	16643 gr					
		<b>Volumen del Molde</b>	2304,52 cm <sup>3</sup>					
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
<b>Ensayo Número</b>	1	2	3					
<b>Peso inicial deseado (gr)</b>	6000	6000	6000					
<b>Humedad inicial añadida en %</b>	5%	10%	15%					
<b>Peso molde + suelo húmedo (gr)</b>	<b>20655</b>	<b>20707</b>	<b>21182</b>					
<b>Peso suelo húmedo (Wm) gr</b>	4012	4064	4539					
<b>Peso unitario húmedo (γ<sub>m</sub>) gr/cm<sup>3</sup></b>	1,741	1,763	1,970					
			2,089					
CONTENIDO DE HUMEDAD								
<b>Recipiente numero</b>	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Peso del recipiente (Wr) gr</b>	<b>24,20</b>	<b>57,60</b>	<b>30,30</b>	<b>31,10</b>	<b>31,20</b>	<b>30,80</b>	<b>23,40</b>	<b>30,10</b>
<b>Rec + suelo húmedo (Wr+Wm) gr</b>	<b>113,20</b>	<b>132,00</b>	<b>154,60</b>	<b>174,90</b>	<b>96,70</b>	<b>112,00</b>	<b>97,20</b>	<b>115,00</b>
<b>Rec + suelo seco (Ws+Wm) gr</b>	<b>109,30</b>	<b>128,20</b>	<b>145,50</b>	<b>166,70</b>	<b>86,30</b>	<b>99,20</b>	<b>92,40</b>	<b>109,30</b>
<b>Peso de los sólidos (Ws) gr</b>	85,10	70,60	115,20	135,60	55,10	68,40	69,00	79,20
<b>Peso del agua (Ww) gr</b>	3,90	3,80	9,10	8,20	10,40	12,80	4,80	5,70
<b>Contenido de humedad (ω%)</b>	4,58	5,38	7,90	6,05	18,87	18,71	6,96	7,20
<b>Contenido promedio (ω%)</b>	4,98		6,97		18,79		7,08	
PESO VOLUMÉTRICO								
<b>Peso volumétrico de la masa (γ<sub>m</sub>)</b>	1,741	1,763	1,970	2,089				
<b>Peso volumétrico seco (γ<sub>d</sub>)</b>	1,658	1,649	1,658	1,951				
<b>Densidad máxima (γ<sub>max</sub>)</b>	1,970							
<b>Humedad óptima %</b>	12,00							



Elaborado por: Jenny Manzano

Anexo D19: % CBR de C1-M4

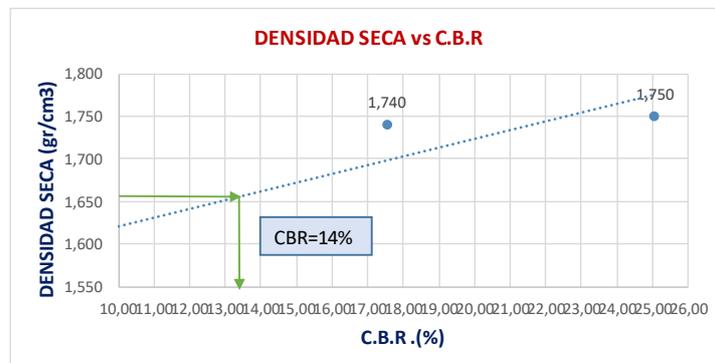
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>PROYECTO</b>						
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA						
<b>Responsable</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza					
<b>Muestra</b>	M4-C4	<b>Capa</b>	Sub base	<b>Abscisa</b> Km 1+000		
<b>Peso de la muestra</b>	6000	<b>Altura de Caída</b>	18"	<b>Norma</b> AASHTO T-99		
<b>Tipo</b>	B	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb	<b>Material</b> Grava y arena		
<b>MOLDES PARA CBR</b>						
<b>Número de molde</b>	1	2	3			
<b>Número de Capas</b>	5	5	5			
<b>Número de golpes por capa</b>	56	27	11			
<b>Diametro del molde</b>	15	15,09	15,26			
<b>Altura del molde</b>	11,96	12,86	12,79			
<b>ANTES DEL REMOJO</b>						
<b>Peso del molde</b>	<b>14403</b>	<b>15356</b>	<b>15190</b>			
<b>Wm + Molde (gr)</b>	<b>18610</b>	<b>19985</b>	<b>19268</b>			
<b>Peso muestra húmeda (gr)</b>	4207	4629	4078			
<b>Volumen de la muestra (cm3)</b>	2113,51	2349,60	2310,11			
<b>Densidad húmeda (gr/cm3)</b>	1,99	1,97	1,77			
<b>Densidad seca (gr/cm3)</b>	1,75	1,74	1,57			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD C.B.R.</b>						
<b>Número de recipiente</b>	1	2	3	4	5	6
<b>Peso recipiente (gr)</b>	<b>30,97</b>	<b>30,27</b>	<b>31,73</b>	##	<b>26,63</b>	<b>33,13</b>
<b>Wm + recipiente (gr)</b>	<b>164,96</b>	<b>122,51</b>	<b>116,31</b>	##	<b>97,76</b>	<b>144,91</b>
<b>Peso muestra seca + r. (gr)</b>	<b>149,78</b>	<b>110,80</b>	<b>106,80</b>	##	<b>89,80</b>	<b>132,10</b>
<b>Peso agua (gr)</b>	15,18	11,71	9,51	##	7,96	12,81
<b>Peso muestra seca (gr)</b>	118,81	80,53	75,07	##	63,17	98,97
<b>Contenido de humedad %</b>	12,78	14,54	12,67	##	12,60	12,94
<b>C. de humedad promedio %</b>	13,66		13,52		12,77	
<b>PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm3)</b>						
<b>Peso V. de la masa (γm)</b>	1,991		1,970		1,765	
<b>Peso V. seco (γd)</b>	1,751		1,736		1,565	

**Elaborado por:** Jenny Manzano

## Anexo D20: Ensayo de carga vs Penetración de C1-M4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
PROYECTO									
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
Responsable	Jenny Fernanda Manzano Yanza								
Ubicación	Parroquia Salasaka	Material	Grava y arena						
Muestra	M4- C4	Abscisa	Km 1+000						
Capa	Sub base	Norma	AASHTO T-99, ASTM 1883-73						
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN - DETERMINACIÓN DEL CBR									
# Golpes	56			27			11		
Penetración (plg-3)	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
25	477,02	159,01		319,60	106,53		105,47	35,16	
50	676,84	225,61		460,25	153,42		161,09	53,70	
75	733,26	244,42		505,95	168,65		187,20	62,40	
100	751,68	250,56	25,06	526,18	175,39	17,54	205,21	68,40	6,84
150	787,90	262,63		559,41	186,47		229,36	76,45	
200	986,02	328,67		709,93	236,64		305,27	101,76	
250	1055,44	351,81		770,47	256,82		346,71	115,57	
300	1066,16	355,39		788,96	262,99		370,81	123,60	
400	1399,68	466,56		1049,76	349,92		514,38	171,46	
500	1753,80	584,60		1332,89	444,30		679,77	226,59	

GRÁFICOS C.B.R.							
# GOLPES	DENSIDAD SECA (Yd)		RESISTENCIA C.B.R.		RESULTADOS DEL 95% DE Dmáx - C.B.R PUNTUAL		
56	1,750	gr/cm <sup>3</sup>	25,06	%	DENSIDAD máx	1,750	gr/cm <sup>3</sup>
27	1,740	gr/cm <sup>3</sup>	17,54	%	95% DE Dmáx	1,663	gr/cm <sup>3</sup>
11	1,570	gr/cm <sup>3</sup>	6,84	%	C.B.R. PUNTUAL	14	%



Elaborado por: Jenny Manzano

**ENSAYOS DE LA CALICATA 2- MUESTRA 1:**

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

-LÍMITES DE ATTERBERG

-PROCTOR MODIFICADO TIPO B

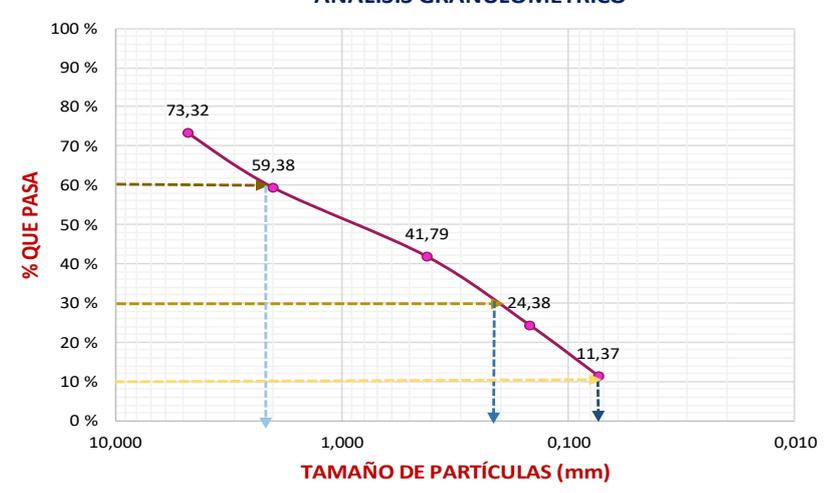
-CBR

## Anexo D21: Análisis granulométrico de C2-M1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
<b>ESPECIFICACIONES</b>				
<b>Muestra</b>	<b>Capa</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Norma</b>	
M5-C1	Subrasante	Km4+000	ASTM D-421-58 AASHTO T-87-70	
<b>Responsable</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza			
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>				
TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ	P. RETENIDOS/ACUMULADOS	ACUMULADO RETENIDO	QUE PASA
#	(mm)	(gr)	%	%
2"	50,800	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	100,00
1"	25,400	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,100	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,520	0,00	0,00	100,00
N°4	4,760	1873,40	26,68	73,32
<b>FUENTE</b>	-	<b>5148,60</b>	73,32	-
<b>TOTAL</b>		<b>7022</b>	-	-
#10	2,000	818,22	40,62	59,38
#40	0,420	1172,47	58,21	41,79
#100	0,149	1523,19	75,62	24,38
#200	0,074	1785,38	88,63	11,37
<b>FUENTE</b>	-	<b>228,95</b>	11,37	-
<b>TOTAL</b>		<b>2014,33</b>		

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



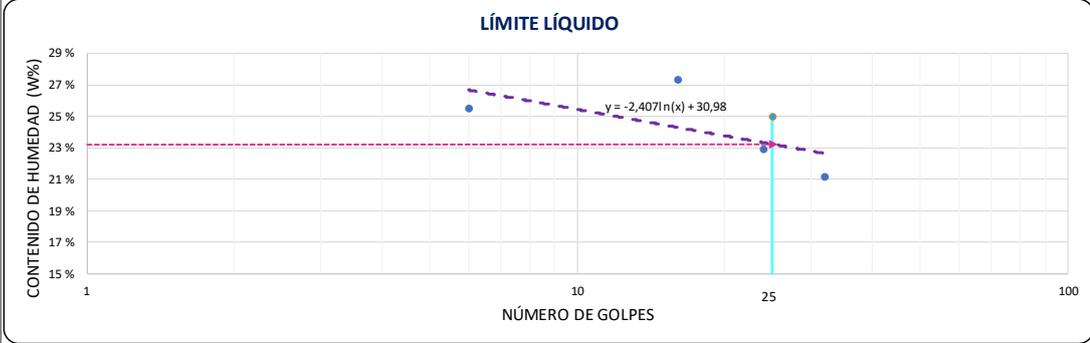
El gráfico muestra una curva de acumulación que comienza en 73,32% para partículas mayores que 4,76 mm y disminuye hasta 11,37% para partículas menores que 0,075 mm. Las líneas horizontales de referencia indican los límites de especificación para los tamices #10, #40, #100 y #200.

<b>PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA</b>		
Peso del Cuarteo	2014,33	gr
Diámetro efectivo D10	0,08	mm
Diámetro equivalente D30	0,22	mm
Diámetro dimensional D60	2,20	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu)	29,33	
Coefficiente de curvatura (Cc)	0,29	

Elaborado por: Jenny Manzano

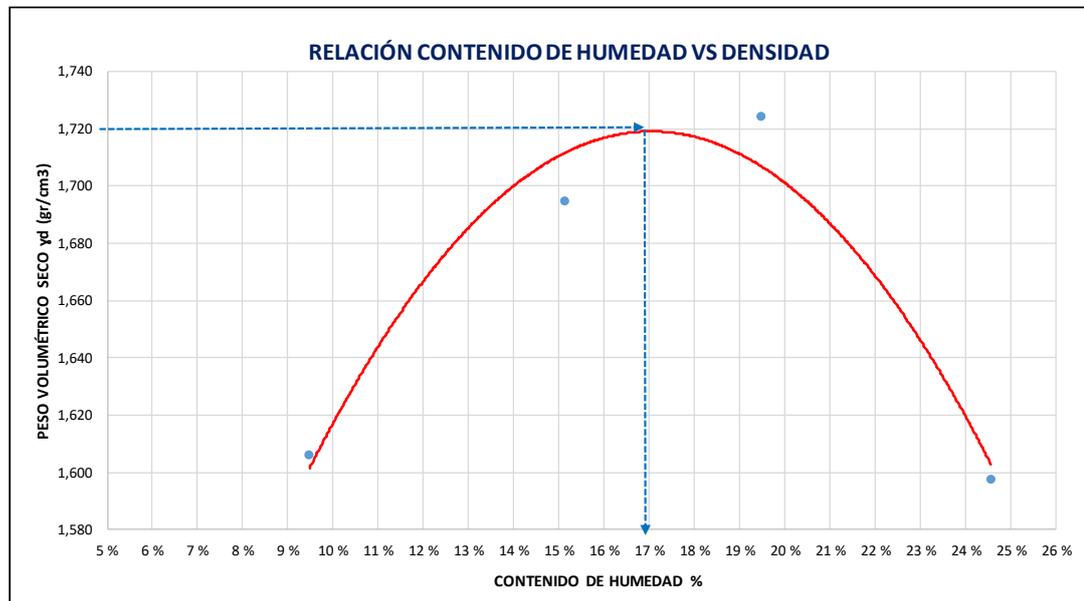
## Anexo D22: Límites de Atterberg de C2-M1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
MUESTRA	M1-2	ABSCISA	Km 1+000	CAPA	Subrasante	NORMAS	ASTM D-424 71	AASHTO T- 90-70	INEN 691
RESPONSABLE	Jenny Fernanda Manzano Yanza								
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO									
Rango de número de golpes	0 - 10		10 - 20		20 - 30		30 - 40		
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
Peso del recipiente (Wrec) gr	12,1	10,8	11,8	18,0	11,0	11,2	11,1	11,1	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	27,6	24,2	27,5	31,8	20,3	23,7	24,6	23,3	
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	24,2	21,4	24,8	28,6	18,7	21,2	22,3	21,1	
Peso del agua (Ww) gr	3,4	2,8	2,7	3,2	1,6	2,5	2,3	2,2	
Peso de los sólidos (Ws) gr	12,1	10,6	13,0	10,6	7,7	10,0	11,3	10,0	
Contenido de humedad (w%)	28,15	26,52	20,83	30,13	20,86	25,03	20,44	21,93	
Contenido de humedad promedio (w%)	27,330		25,483		22,943		21,189		
Número de golpes	16		6		24		32		
GRÁFICO DEL LÍMITE LÍQUIDO									
									
Límite Líquido (LL) %					23,232				
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO									
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6			
Peso del recipiente (Wrec) gr	10,7	10,8	10,7	10,8	10,8	10,8			
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	16,1	15,1	16,7	16,2	12,5	12,6			
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	14,9	14,3	15,6	15,5	12,2	12,3			
Peso del suelo húmedo (Wm ) gr	5,4	4,3	6,0	5,4	1,8	1,8			
Peso del agua (Ww) gr	1,2	0,8	1,1	0,7	0,3	0,3			
Peso de los sólidos (Ws) gr	4,2	3,5	4,9	4,7	1,5	1,5			
Contenido de humedad (w%)	28,85	22,16	22,27	14,89	20,69	20,67			
Contenido de humedad promedio	21,59								
Límite Plástico (LP) %					21,59				
Índice Plástico (Ip) %					1,65				

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo D23: Proctor modificado tipo B de C2-M1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>								
<b>PROYECTO:</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
<b>ABCISA:</b>	Km 1+000	<b>CAPA:</b>	Subrasante	<b>NORMA:</b>				
<b>RESPONSABLE:</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza		AASHTO T - 180					
ESPECIFICACIONES								
<b>Número de Golpes</b>	56	<b>Altura de Caída</b>	18"	<b>Peso del Molde</b>	14046	gr		
<b>Número de Capas</b>	5	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb	<b>Volumen del Molde</b>	2331,18	cm <sup>3</sup>		
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
<b>Ensayo Número</b>	1	2	3	4				
<b>Peso inicial deseado (gr)</b>	6000	6000	6000	6000				
<b>Humedad inicial añadida en %</b>	5%	10%	15%	20%				
<b>Peso molde + suelo húmedo (gr)</b>	<b>18145</b>	<b>18595</b>	<b>18849</b>	<b>18685</b>				
<b>Peso suelo húmedo (Wm) gr</b>	4099	4549	4803	4639				
<b>Peso unitario húmedo (γ<sub>m</sub>) gr/cm<sup>3</sup></b>	1,758	1,951	2,060	1,990				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
<b>Recipiente numero</b>	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Peso del recipiente (Wr) gr</b>	<b>31,65</b>	<b>31,76</b>	<b>30,75</b>	<b>33,53</b>	<b>33,19</b>	<b>33,62</b>	<b>32,55</b>	<b>32,42</b>
<b>Rec + suelo húmedo (Wr+Wm) gr</b>	<b>133,57</b>	<b>134,50</b>	<b>161,63</b>	<b>182,92</b>	<b>205,95</b>	<b>208,56</b>	<b>354,51</b>	<b>328,17</b>
<b>Rec + suelo seco (Ws+Wm) gr</b>	<b>125,15</b>	<b>125,20</b>	<b>144,40</b>	<b>163,31</b>	<b>177,84</b>	<b>179,98</b>	<b>291,44</b>	<b>269,48</b>
<b>Peso de los sólidos (Ws) gr</b>	93,50	93,44	113,65	129,78	144,65	146,36	258,89	237,06
<b>Peso del agua (Ww) gr</b>	8,42	9,30	17,23	19,61	28,11	28,58	63,07	58,69
<b>Contenido de humedad (w%)</b>	9,01	9,95	15,16	15,11	19,43	19,53	24,36	24,76
<b>Contenido promedio (w%)</b>	9,48		15,14		19,48		24,56	
PESO VOLUMÉTRICO								
<b>Peso volumétrico de la masa (γ<sub>m</sub>)</b>	1,758	1,951	2,060	1,990				
<b>Peso volumétrico seco (γ<sub>d</sub>)</b>	1,606	1,695	1,724	1,598				
<b>Densidad máxima (γ<sub>max</sub>)</b>	1,720							
<b>Humedad óptima %</b>	17,00							



Elaborado por: Jenny Manzano

Anexo D24: % CBR de C2-M1

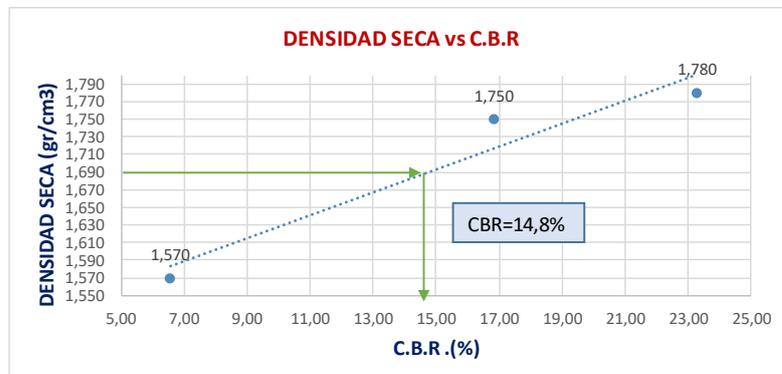
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>							
<b>PROYECTO</b>							
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
<b>Responsable</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza						
<b>Muestra</b>	M5-C1	<b>Capa</b>	Subrasante	<b>Abscisa</b>	Km 1+000		
<b>Peso de la muestra</b>	6000	<b>Altura de Caída</b>	18"	<b>Norma</b>	AASHTO T-99		
<b>Tipo</b>	B	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb	<b>Material</b>	Arena		
<b>MOLDES PARA CBR</b>							
<b>Número de molde</b>	1		2		3		
<b>Número de Capas</b>	5		5		5		
<b>Número de golpes por capa</b>	56		27		11		
<b>Diametro del molde</b>	15,01		15,1		15,27		
<b>Altura del molde</b>	12		12,9		12,83		
<b>ANTES DEL REMOJO</b>							
<b>Peso del molde</b>	<b>14389</b>		<b>15342</b>		<b>15176</b>		
<b>Wm + Molde (gr)</b>	<b>18635</b>		<b>20010</b>		<b>19283</b>		
<b>Peso muestra húmeda (gr)</b>	4246		4668		4107		
<b>Volumen de la muestra (cm3)</b>	2123,40		2349,60		2310,11		
<b>Densidad húmeda (gr/cm3)</b>	2,00		1,99		1,78		
<b>Densidad seca (gr/cm3)</b>	1,78		1,75		1,57		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD C.B.R.</b>							
<b>Número de recipiente</b>		1	2	3	4	5	6
<b>Peso recipiente (gr)</b>		<b>30,74</b>	<b>30,04</b>	<b>31,50</b>	<b>33,00</b>	<b>26,40</b>	<b>32,90</b>
<b>Wm + recipiente (gr)</b>		<b>164,25</b>	<b>121,80</b>	<b>115,60</b>	<b>115,40</b>	97,5	144,2
<b>Peso muestra seca + r. (gr)</b>		<b>150,28</b>	<b>111,30</b>	<b>106,30</b>	<b>105,20</b>	<b>89,30</b>	<b>131,60</b>
<b>Peso agua (gr)</b>		13,97	10,50	9,30	10,20	8,20	12,60
<b>Peso muestra seca (gr)</b>		119,54	81,26	74,80	72,20	62,90	98,70
<b>Contenido de humedad %</b>		11,69	12,92	12,43	14,13	13,04	12,77
<b>C. de humedad promedio %</b>		12,30		13,28		12,90	
<b>PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm3)</b>							
<b>Peso V. de la masa (γm)</b>		2,000		1,987		1,778	
<b>Peso V. seco (γd)</b>		1,781		1,754		1,575	

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo D25: Ensayo de carga vs Penetración de C2-M1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>									
PROYECTO									
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
<b>Responsable</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza								
<b>Ubicación</b>	Parroquia Salasaka	<b>Material</b>	Arena						
<b>Muestra</b>	M5-C2	<b>Abscisa</b>	Km 1+000						
<b>Capa</b>	Subrasante	<b>Norma</b>	AASHTO T-99, ASTM 1883-73						
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN - DETERMINACIÓN DEL CBR									
# Golpes	56			27			11		
Penetración (plg-3)	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
25	449,90	149,97		301,43	100,48		99,47	33,16	
50	648,60	216,20		441,05	147,02		154,37	51,46	
75	671,13	223,71		485,69	161,90		179,71	59,90	
100	698,12	232,71	23,27	504,84	168,28	16,83	196,89	65,63	6,56
150	726,30	242,10		536,97	178,99		220,16	73,39	
200	1012,30	337,43		686,38	228,79		295,14	98,38	
250	1023,30	341,10		745,77	248,59		335,60	111,87	
300	1031,20	343,73		763,09	254,36		358,65	119,55	
400	1363,60	454,53		1022,70	340,90		501,12	167,04	
500	1716,60	572,20		1304,62	434,87		665,35	221,78	

GRÁFICOS C.B.R.							
# GOLPES	DENSIDAD SECA (Yd)		RESISTENCIA C.B.R.		RESULTADOS DEL 95% DE D <sub>máx</sub> - C.B.R PUNTUAL		
56	1,780	gr/cm <sup>3</sup>	23,27	%	DENSIDAD máx	1,780	gr/cm <sup>3</sup>
27	1,750	gr/cm <sup>3</sup>	16,83	%	95% DE D <sub>máx</sub>	1,691	gr/cm <sup>3</sup>
11	1,570	gr/cm <sup>3</sup>	6,56	%	C.B.R. PUNTUAL	14,8	%



Elaborado por: Jenny Manzano

**ENSAYOS DE LA CALICATA 2- MUESTRA 2:**

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

-LÍMITES DE ATTERBERG

-PROCTOR MODIFICADO TIPO B

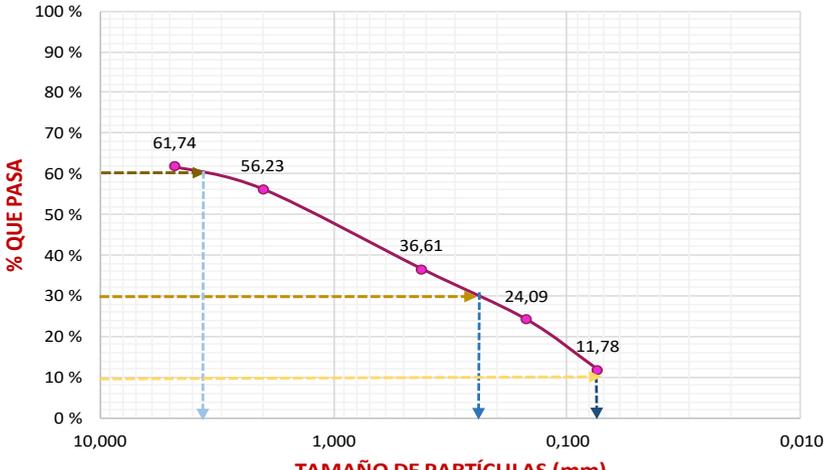
-CBR

## Anexo D26: Análisis granulométrico de C2-M2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 				
<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
ESPECIFICACIONES				
<b>Muestra</b>	<b>Capa</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Norma</b>	
M6-C2	Subrasante	Km 2+000	ASTM D-421-58	AASHTO T-87-70
<b>Responsable</b>		Jenny Fernanda Manzano Yanza		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ	P. RETENIDOS/ACUMULADOS	ACUMULADO RETENIDO	QUE PASA
#	(mm)	(gr)	%	%
2"	50,800	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	100,00
1"	25,400	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,100	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,520	0,00	0,00	100,00
N°4	4,760	2678,15	38,26	61,74
<b>FUENTE</b>	-	<b>4321,66</b>	61,74	-
<b>TOTAL</b>		<b>7000</b>	-	-
#10	2,000	957,27	43,77	56,23
#40	0,420	1386,44	63,39	36,61
#100	0,149	1660,22	75,91	24,09
#200	0,074	1929,43	88,22	11,78
<b>FUENTE</b>	-	<b>257,59</b>	11,78	-
<b>TOTAL</b>		<b>2187,02</b>		

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



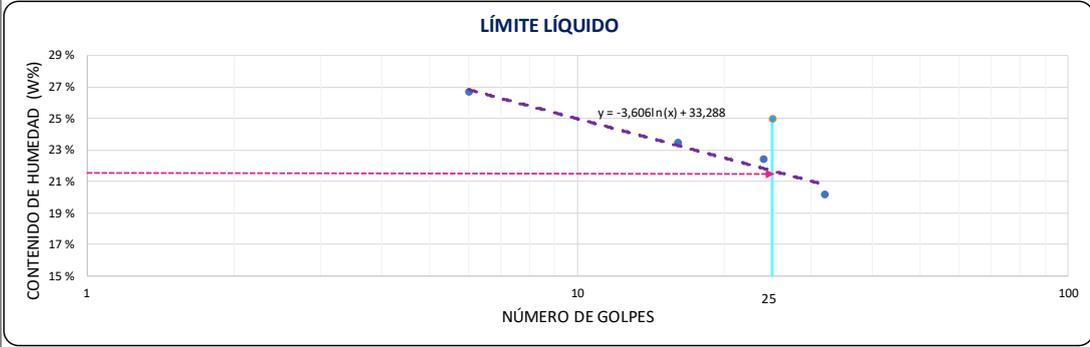
El gráfico muestra una curva de acumulación que comienza en 61,74% para partículas mayores que 4,76 mm y disminuye a 11,78% para partículas menores que 0,075 mm. Las líneas horizontales de referencia están marcadas en 10%, 30%, 50% y 60%.

PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA		
Peso del Cuarteo	2187,02	gr
Diámetro efectivo D10	0,07	mm
Diámetro equivalente D30	0,25	mm
Diámetro dimensional D60	3,70	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu)	56,92	
Coefficiente de curvatura (Cc)	0,26	

Elaborado por: Jenny Manzano

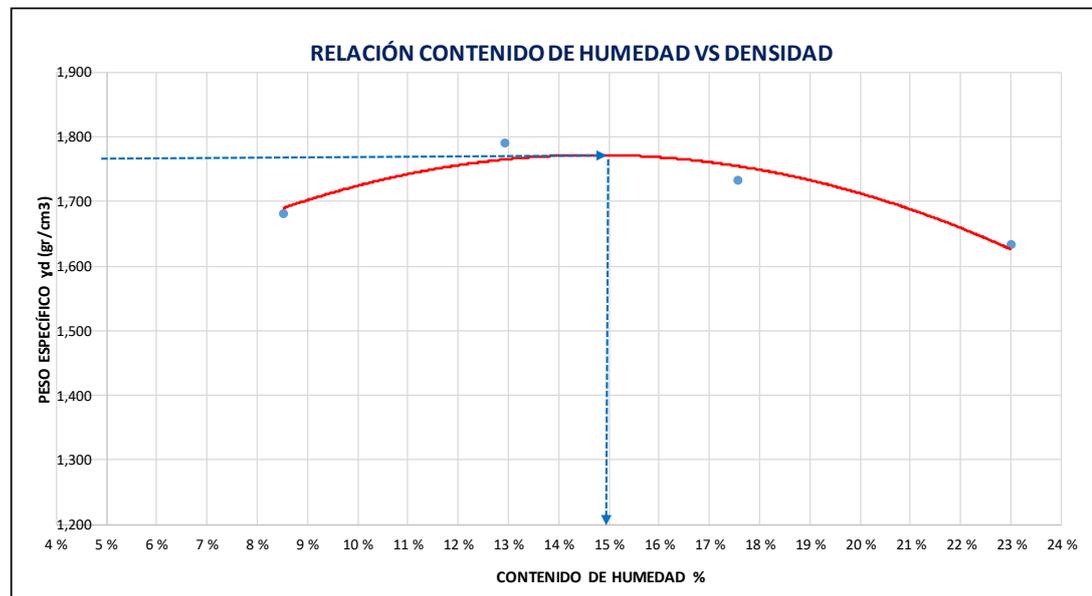
## Anexo D27: Límites de Atterberg de C2-M2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO									
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE									
MUESTRA	M2-2	ABSCISA	Km 2+000	CAPA	Subrasante	NORMAS	ASTM D-424 71	AASHTO T- 90-70	INEN 691
RESPONSABLE	Jenny Fernanda Manzano Yanza								
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO									
Rango de número de golpes	0 - 10		10 - 20		20 - 30		30 - 40		
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
Peso del recipiente (Wrec) gr	11,5	11,7	11,2	11,7	11,5	11,1	10,9	10,9	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	25,7	28,2	19,2	24,8	26,3	21,1	20,2	21,2	
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	22,8	24,6	17,7	22,3	23,7	19,2	18,7	19,5	
Peso del agua (Ww) gr	2,9	3,6	1,5	2,5	2,6	1,9	1,6	1,8	
Peso de los sólidos (Ws) gr	11,3	13,0	6,5	10,7	12,2	8,1	7,7	8,6	
Contenido de humedad (w%)	25,60	27,72	23,72	23,17	21,71	23,15	20,05	20,35	
Contenido de humedad promedio (w%)	26,659		23,446		22,432		20,200		
Número de golpes	6		16		24		32		
GRÁFICO DEL LÍMITE LÍQUIDO									
									
Límite Líquido (LL) %					21,681				
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6			
Peso del recipiente (Wrec) gr	10,8	10,7	10,7	10,6	10,6	10,5			
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	16,1	14,7	15,0	14,7	14,8	14,1			
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	15,6	13,9	14,9	14,0	13,6	13,7			
Peso del suelo húmedo (Wm) gr	5,4	4,0	4,3	4,1	4,2	3,6			
Peso del agua (Ww) gr	0,5	0,9	0,1	0,7	1,2	0,4			
Peso de los sólidos (Ws) gr	4,9	3,2	4,2	3,4	3,0	3,2			
Contenido de humedad (w%)	10,31	26,98	2,38	20,59	39,07	12,85			
Contenido de humedad promedio						18,70			
Límite Plástico (LP) %					18,70				
Índice Plástico (Ip) %					2,98				

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo D28: Proctor modificado tipo B de C2-M2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>								
<b>PROYECTO:</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
<b>ABSCISA:</b>	Km 2+000	<b>CAPA:</b>	Subrasante	<b>NORMA:</b>				
<b>RESPONSABLE:</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza			AASHTO T - 180				
ESPECIFICACIONES								
<b>Número de Golpes</b>	56	<b>Altura de Caída</b>	18"	<b>Peso del Molde</b>	14046	gr		
<b>Número de Capas</b>	5	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb	<b>Volumen del Molde</b>	2331,18	cm <sup>3</sup>		
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
<b>Ensayo Número</b>	1	2	3	4				
<b>Peso inicial deseado (gr)</b>	6000	6000	6000	6000				
<b>Humedad inicial añadida en %</b>	5%	10%	15%	20%				
<b>Peso molde + suelo húmedo (gr)</b>	18299	18727	18793	18758				
<b>Peso suelo húmedo (Wm) gr</b>	4253	4712	4747	4681				
<b>Peso unitario humedo (γ<sub>m</sub>) gr/cm<sup>3</sup></b>	1,824	2,021	2,036	2,008				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
<b>Recipiente numero</b>	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Peso del recipiente (W<sub>r</sub>) gr</b>	31,55	30,30	30,24	33,45	33,46	31,11	30,56	32,51
<b>Rec + suelo húmedo (W<sub>r</sub>+W<sub>m</sub>) gr</b>	143,55	153,70	304,41	246,50	184,92	194,44	195,82	196,35
<b>Rec + suelo seco (W<sub>s</sub>+W<sub>m</sub>) gr</b>	135,67	143,01	253,17	206,66	162,44	169,89	176,98	177,54
<b>Peso de los sólidos (W<sub>s</sub>) gr</b>	104,12	112,71	146,42	145,03	128,98	138,78	222,93	173,21
<b>Peso del agua (W<sub>w</sub>) gr</b>	7,88	10,69	18,84	18,81	22,48	24,55	51,24	39,84
<b>Contenido de humedad (w%)</b>	7,57	9,48	12,87	12,97	17,43	17,69	22,98	23,00
<b>Contenido promedio (w%)</b>	8,53		12,92		17,56		22,99	
PESO VOLUMÉTRICO								
<b>Peso volumétrico de la masa (γ<sub>m</sub>)</b>	1,824		2,021		2,036		2,008	
<b>Peso volumetrico seco (γ<sub>d</sub>)</b>	1,681		1,790		1,732		1,633	
<b>Densidad máxima (γ<sub>max</sub>)</b>								1,770
<b>Humedad óptima %</b>								15,00



Elaborado por: Jenny Manzano

Anexo D29: % CBR de C2-M2

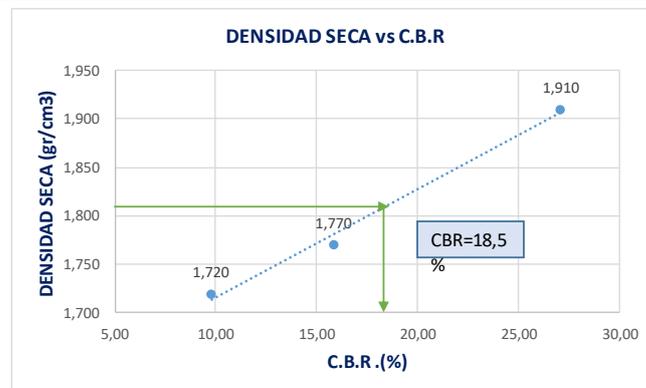
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>PROYECTO</b>						
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA						
<b>Responsable</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza					
<b>Muestra</b>	M6-C2	<b>Capa</b>	Subrasante	<b>Abscisa</b>	Km 2+000	
<b>Peso de la muestra</b>	6000	<b>Altura de Caída</b>	18"	<b>Norma</b>	AASHTO T-99	
<b>Tipo</b>	B	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb	<b>Material</b>	Arena	
<b>MOLDES PARA CBR</b>						
<b>Número de molde</b>	1		2		3	
<b>Número de Capas</b>	5		5		5	
<b>Número de golpes por capa</b>	56		27		11	
<b>Altura del molde</b>	11,9		12,32		12,2	
<b>Díametro del molde</b>	15,3		15,11		15,1	
<b>ANTES DEL REMOJO</b>						
<b>Peso del molde</b>	15063		15975		15119	
<b>Wm + Molde (gr)</b>	19745		20372		19318	
<b>Peso muestra húmeda (gr)</b>	4682		4397		4199	
<b>Volumen de la muestra (cm3)</b>	2187,86		2209,17		2184,76	
<b>Densidad húmeda (gr/cm3)</b>	2,140		1,990		1,922	
<b>Densidad seca (gr/cm3)</b>	1,914		1,770		1,716	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD C.B.R.</b>						
<b>Número de recipiente</b>	1	2	3	4	5	6
<b>Peso recipiente (gr)</b>	30,73	30,21	31,52	31,11	31,52	33,22
<b>Wm + recipiente (gr)</b>	122,40	120,60	122,73	155,22	117,10	115,30
<b>Peso muestra seca + r. (gr)</b>	112,20	111,60	113,10	140,81	107,50	106,90
<b>Peso agua (gr)</b>	10,20	9,00	9,63	14,41	9,60	8,40
<b>Peso muestra seca (gr)</b>	81,47	81,39	81,58	109,70	75,98	73,68
<b>Contenido de humedad %</b>	12,52	11,06	11,80	13,14	12,63	11,40
<b>C. de humedad promedio %</b>	11,79		12,47		12,02	
<b>PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm3)</b>						
<b>Peso V. de la masa (γm)</b>	2,140		1,990		1,922	
<b>Peso V. seco (γd)</b>	1,914		1,770		1,716	

**Elaborado por:** Jenny Manzano

## Anexo D30: Ensayo de carga vs Penetración de C2-M2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>									
PROYECTO									
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
Responsable	Jenny Fernanda Manzano Yanza								
Ubicación	Parroquia Salasaka	Material	Arena						
Muestra	M6-C3	Abscisa	Km 1+000						
Capa	Subrasante	Norma	AASHTO T-99, ASTM 1883-73						
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN - DETERMINACIÓN DEL CBR									
# Golpes	56			27			11		
Penetración (plg-3)	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
25	333,82	111,27		206,06	68,69		143,10	47,70	
50	518,76	172,92		314,40	104,80		209,60	69,87	
75	668,57	222,86		397,96	132,65		255,10	85,03	
100	812,50	270,83	27,08	475,15	158,38	15,84	293,30	97,77	9,78
150	1034,52	344,84		594,55	198,18		353,90	117,97	
200	1239,93	413,31		700,52	233,51		402,60	134,20	
250	1441,48	480,49		800,82	266,94		444,90	148,30	
300	1664,12	554,71		909,35	303,12		488,90	162,97	
400	2045,94	681,98		1099,97	366,66		572,90	190,97	
500	2470,60	823,53		1307,20	435,73		660,20	220,07	

GRÁFICOS C.B.R.							
# GOLPES	DENSIDAD SECA (Yd)		RESISTENCIA C.B.R.		RESULTADOS DEL 95% DE D <sub>máx</sub> - C.B.R PUNTUAL		
56	1,910	gr/cm <sup>3</sup>	27,08	%	DENSIDAD máx	1,910	gr/cm <sup>3</sup>
27	1,770	gr/cm <sup>3</sup>	15,84	%	95% DE D <sub>máx</sub>	1,815	gr/cm <sup>3</sup>
11	1,720	gr/cm <sup>3</sup>	9,78	%	C.B.R. PUNTUAL	18,5	%



Elaborado por: Jenny Manzano

**ENSAYOS DE LA CALICATA 2- MUESTRA 3:**

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

-LÍMITES DE ATTERBERG

-PROCTOR MODIFICADO TIPO B

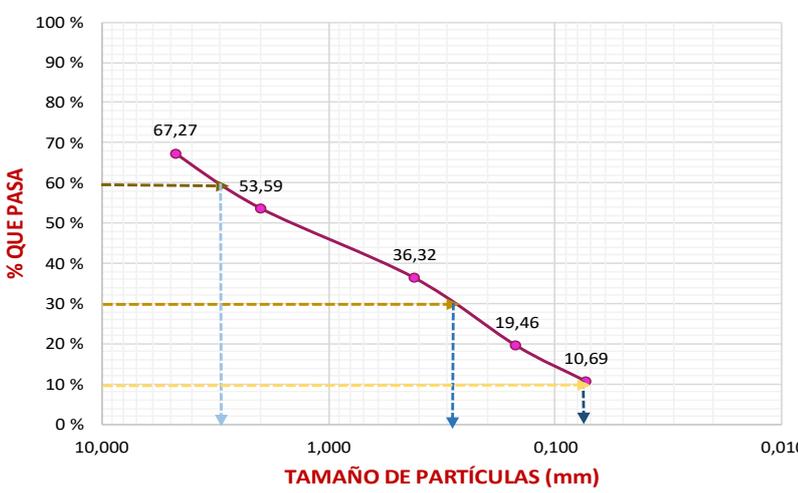
-CBR

## Anexo D31: Análisis granulométrico de C2-M3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 				
<b>PROYECTO</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
ESPECIFICACIONES				
<b>Muestra</b>	<b>Capa</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Norma</b>	
M7-C3	Subrasante	Km 3+000	ASTM D-421-58	AASHTO T-87-70
<b>Responsable</b>		Jenny Fernanda Manzano Yanza		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	P. RETENIDOS/ACUMULADOS (gr)	ACUMULADO RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
#	(mm)	(gr)	%	%
2"	50,800	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	100,00
1"	25,400	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,100	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,520	0,00	0,00	100,00
N°4	4,760	2291,53	32,73	67,27
<b>FUENTE</b>	-	<b>4710,48</b>	67,27	-
<b>TOTAL</b>		<b>7002</b>	-	-
#10	2,000	938,37	46,41	53,59
#40	0,420	1287,52	63,68	36,32
#100	0,149	1628,34	80,54	19,46
#200	0,074	1805,53	89,31	10,69
<b>FUENTE</b>	-	<b>216,22</b>	10,69	-
<b>TOTAL</b>		<b>2021,75</b>		

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



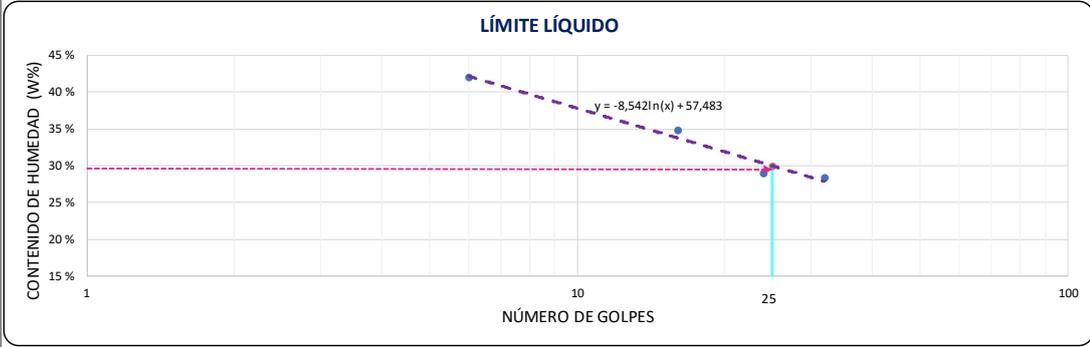
El gráfico muestra una curva de acumulación que comienza en 67,27% para el tamiz N°4 y disminuye a 10,69% para el tamiz #200. Las líneas horizontales de referencia están marcadas en 10%, 30%, 50% y 60%.

PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA		
Peso del Cuarteo	2021,75	gr
Diámetro efectivo D10	0,07	mm
Diámetro equivalente D30	0,29	mm
Diámetro dimensional D60	3,00	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu)	46,15	
Coefficiente de curvatura (Cc)	0,43	

Elaborado por: Jenny Manzano

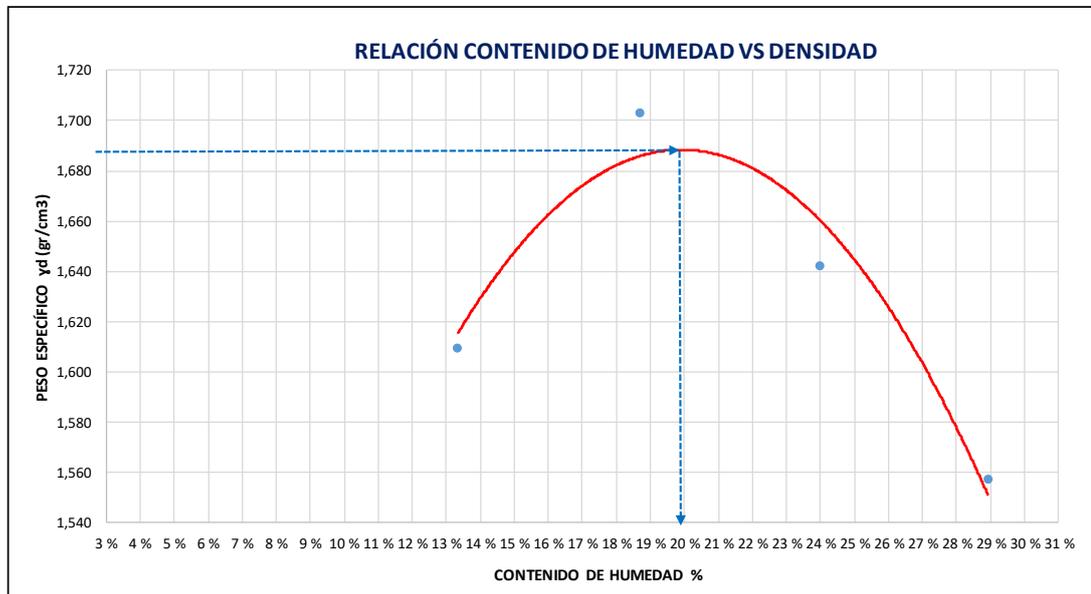
## Anexo D32: Límites de Atterberg de C2-M3

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
PROYECTO									
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE									
MUESTRA	M3-2	ABSCISA	Km 3+000	CAPA	Subrasante	NORMAS	ASTM D-424 71	AASHTO T- 90-70	INEN 691
RESPONSABLE	Jenny Fernanda Manzano Yanza								
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO									
Rango de número de golpes	0 - 10		10 - 20		20 - 30		30 - 40		
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
Peso del recipiente (Wrec) gr	11,0	11,4	11,3	11,1	10,9	11,5	11,0	17,7	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	22,6	23,8	21,1	21,4	25,1	28,4	20,1	26,7	
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	19,4	19,9	18,5	18,8	21,9	24,6	18,0	24,8	
Peso del agua (Ww) gr	3,2	3,9	2,6	2,6	3,2	3,8	2,1	1,9	
Peso de los sólidos (Ws) gr	8,4	8,5	7,3	7,7	11,0	13,1	7,0	7,1	
Contenido de humedad (w%)	38,05	45,94	35,86	33,72	29,01	29,01	29,87	26,91	
Contenido de humedad promedio (w%)	41,993		34,792		29,010		28,392		
Número de golpes	6		16		24		32		
GRÁFICO DEL LÍMITE LÍQUIDO									
									
Límite Líquido (LL) %					29,987				
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO									
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6			
Peso del recipiente (Wrec) gr	10,6	10,7	10,6	6,2	6,0	7,5			
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	14,4	16,0	15,8	9,2	12,4	13,8			
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	13,7	14,9	14,8	8,9	11,2	12,5			
Peso del suelo húmedo (Wm) gr	3,8	5,3	5,2	3,0	6,4	6,3			
Peso del agua (Ww) gr	0,7	1,1	1,0	0,3	1,2	1,3			
Peso de los sólidos (Ws) gr	3,1	4,2	4,2	2,7	5,2	5,0			
Contenido de humedad (w%)	22,29	26,25	24,04	11,28	23,26	25,79			
Contenido de humedad promedio	22,15								
Límite Plástico (LP) %					22,15				
Índice Plástico (Ip) %					7,84				

Elaborado por: Jenny Manzano

### Anexo D33: Proctor modificado tipo B de C2-M3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>								
<b>PROYECTO:</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
<b>ABSCISA:</b>	Km 3+000	<b>CAPA:</b>	Subrasante	<b>NORMA:</b>				
<b>RESPONSABLE:</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza		AASHTO T - 180					
ESPECIFICACIONES								
<b>Número de Golpes</b>	56	<b>Altura de Caída</b>	18"	<b>Peso del Molde</b>	14046	gr		
<b>Número de Capas</b>	5	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb	<b>Volumen del Molde</b>	2331,16	cm <sup>3</sup>		
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
Peso inicial deseado (gr)	6000	6000	6000	6000				
Humedad inicial añadida en %	5%	10%	15%	20%				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	<b>18314</b>	<b>18679</b>	<b>18471</b>	<b>18404</b>				
Peso suelo húmedo (Wm) gr	4253	4712	4747	4681				
Peso unitario humedo (γm) gr/cm <sup>3</sup>	1,824	2,021	2,036	2,008				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente (Wr) gr	<b>31,54</b>	<b>33,44</b>	<b>34,63</b>	<b>33,06</b>	<b>30,66</b>	<b>31,48</b>	<b>32,60</b>	<b>30,01</b>
Rec + suelo humedo (Wr+Wm) gr	<b>168,25</b>	<b>140,72</b>	<b>170,01</b>	<b>158,56</b>	<b>215,30</b>	<b>220,49</b>	<b>322,02</b>	<b>273,49</b>
Rec + suelo seco (Ws+Wm) gr	<b>152,49</b>	<b>127,84</b>	<b>148,64</b>	<b>138,86</b>	<b>179,52</b>	<b>183,98</b>	<b>257,69</b>	<b>218,36</b>
Peso de los sólidos (Ws) gr	120,95	94,40	114,01	105,80	148,86	152,50	225,09	188,35
Peso del agua (Ww) gr	15,76	12,88	21,37	19,70	35,78	36,51	64,33	55,13
Contenido de humedad (w%)	13,03	13,64	18,74	18,62	24,04	23,94	28,58	29,27
Contenido promedio (w%)	13,34		18,68		23,99		28,92	
PESO VOLUMÉTRICO								
Peso volumétrico de la masa (γm)	1,824		2,021		2,036		2,008	
Peso volumetrico seco (γd)	1,610		1,703		1,642		1,558	
<b>Densidad máxima (γmax)</b>	<b>1,690</b>							
<b>Humedad óptima %</b>	<b>20,00</b>							



Elaborado por: Jenny Manzano

Anexo D34: % CBR de C2-M4

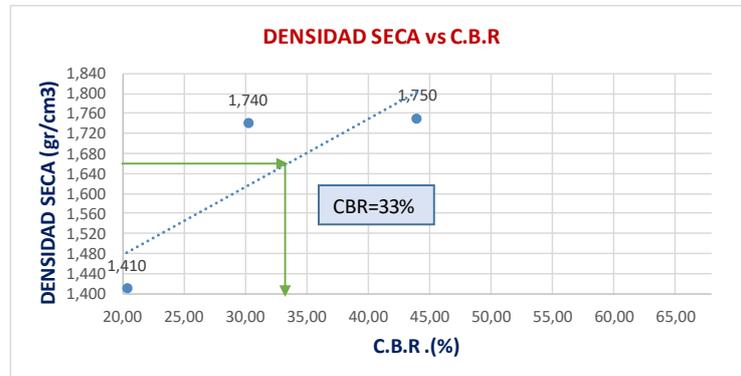
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>PROYECTO</b>						
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA						
<b>Responsable</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza					
<b>Muestra</b>	M7-C3	<b>Capa</b>	Subrasante	<b>Abscisa</b> Km 3+000		
<b>Peso de la muestra</b>	6000	<b>Altura de Caída</b>	18"	<b>Norma</b> AASHTO T-99		
<b>Tipo</b>	B	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb	<b>Material</b> Arena		
<b>MOLDES PARA CBR</b>						
<b>Número de molde</b>	1	2	3			
<b>Número de Capas</b>	5	5	5			
<b>Número de golpes por capa</b>	56	27	11			
<b>Altura del molde</b>	12,89	12,25	12,8			
<b>Díámetro del molde</b>	15,17	15,3	15,6			
<b>ANTES DEL REMOJO</b>						
<b>Peso del molde</b>	14058	15119	15082			
<b>Wm + Molde (gr)</b>	18691	19574	19012			
<b>Peso muestra húmeda (gr)</b>	4633	4455	3930			
<b>Volumen de la muestra (cm3)</b>	2329,77	2252,21	2446,52			
<b>Densidad húmeda (gr/cm3)</b>	1,989	1,978	1,606			
<b>Densidad seca (gr/cm3)</b>	1,745	1,741	1,412			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD C.B.R.</b>						
<b>Número de recipiente</b>	1	2	3	4	5	6
<b>Peso recipiente (gr)</b>	30,37	30,24	30,20	32,17	31,50	33,67
<b>Wm + recipiente (gr)</b>	121,40	135,10	99,70	122,20	148,75	120,04
<b>Peso muestra seca + r. (gr)</b>	111,20	121,20	91,20	111,60	134,59	109,53
<b>Peso agua (gr)</b>	10,20	13,90	8,50	10,60	14,16	10,51
<b>Peso muestra seca (gr)</b>	80,83	90,96	61,00	79,43	103,09	75,86
<b>Contenido de humedad %</b>	12,62	15,28	13,93	13,35	13,74	13,85
<b>C. de humedad promedio %</b>	13,95		13,64		13,80	
<b>PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm3)</b>						
<b>Peso V. de la masa (γm)</b>	1,989		1,978		1,606	
<b>Peso V. seco (γd)</b>	1,745		1,741		1,412	

**Elaborado por:** Jenny Manzano

### Anexo D35: Ensayo de carga vs Penetración de C2-M3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>PROYECTO</b>									
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
<b>Responsable</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza								
<b>Ubicación</b>	Parroquia Salasaka	<b>Material</b>	Arena						
<b>Muestra</b>	M7-C4	<b>Abscisa</b>	Km 3+000						
<b>Capa</b>	Subrasante	<b>Norma</b>	AASHTO T-99, ASTM 1883-73						
<b>ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN - DETERMINACIÓN DEL CBR</b>									
<b># Golpes</b>	56			27			11		
<b>Penetración (plg-3)</b>	<b>Carga lb</b>	<b>Esfuerzo lb/plg2</b>	<b>CBR %</b>	<b>Carga lb</b>	<b>Esfuerzo lb/plg2</b>	<b>CBR %</b>	<b>Carga lb</b>	<b>Esfuerzo lb/plg2</b>	<b>CBR %</b>
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
25	833,60	277,87		525,17	175,06		246,83	82,28	
50	1163,10	387,70		872,38	290,79		427,47	142,49	
75	1281,80	427,27		850,67	283,56		524,09	174,70	
100	1320,30	440,10	44,01	907,00	302,33	30,23	611,71	203,90	20,39
150	1826,50	608,83		1558,76	519,59		857,32	285,77	
200	2668,60	889,53		1814,65	604,88		1034,35	344,78	
250	2848,10	949,37		1965,19	655,06		1159,46	386,49	
300	3063,60	1021,20		2144,52	714,84		1308,16	436,05	
400	3412,30	1137,43		2422,73	807,58		1526,32	508,77	
500	3750,30	1250,10		2700,22	900,07		1755,14	585,05	

GRÁFICOS C.B.R.							
# GOLPES	DENSIDAD SECA (Yd)		RESISTENCIA C.B.R.		RESULTADOS DEL 95% DE D <sub>máx</sub> - C.B.R PUNTUAL		
56	1,750	gr/cm <sup>3</sup>	44,01	%	DENSIDAD máx	1,750	gr/cm <sup>3</sup>
27	1,740	gr/cm <sup>3</sup>	30,23	%	95% DE D <sub>máx</sub>	1,663	gr/cm <sup>3</sup>
11	1,410	gr/cm <sup>3</sup>	20,39	%	C.B.R. PUNTUAL	33	%



Elaborado por: Jenny Manzano

**ENSAYOS DE LA CALICATA 2- MUESTRA 4:**

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

-LÍMITES DE ATTERBERG

-PROCTOR MODIFICADO TIPO B

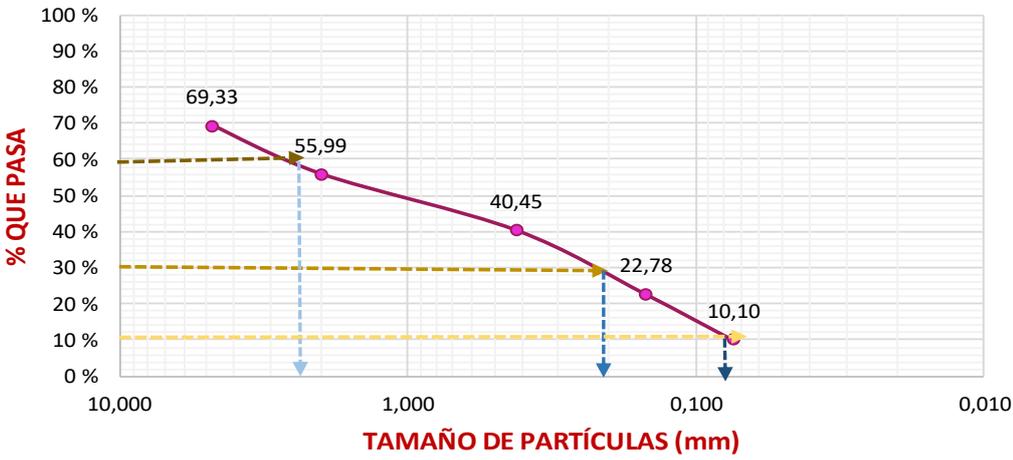
-CBR

Anexo D36: Análisis granulométrico de C2-M4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
<b>PROYECTO</b>		PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
<b>ESPECIFICACIONES</b>				
<b>Muestra</b>	<b>Capa</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Norma</b>	
M8-C4	Subrasante	Km 1+000	ASTM D-421-58	AASHTO T-87-70
<b>Responsable</b>		Jenny Fernanda Manzano Yanza		
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>				
TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	P. RETENIDOS/ACUMULADOS (gr)	ACUMULADO RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
# 2"	50,800	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	100,00
1"	25,400	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,100	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,520	0,00	0,00	100,00
N°4	4,760	2143,19	30,67	69,33
<b>FUENTE</b>	-	<b>4844,74</b>	69,33	-
<b>TOTAL</b>		<b>6988</b>	-	-
#10	2,000	923,60	44,01	55,99
#40	0,420	1249,77	59,55	40,45
#100	0,149	1620,55	77,22	22,78
#200	0,074	1886,76	89,90	10,10
<b>FUENTE</b>	-	<b>211,92</b>	10,10	-
<b>TOTAL</b>		<b>2098,68</b>		

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

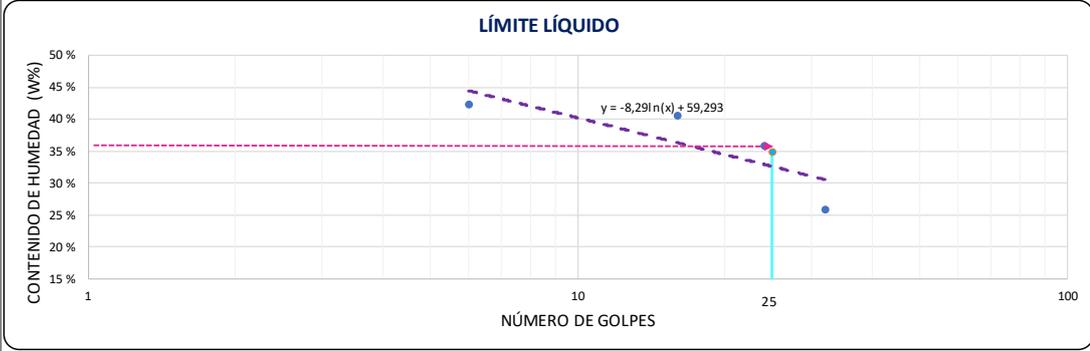


El gráfico muestra una curva de acumulación que comienza en 69,33% para partículas mayores que 4,76 mm y disminuye a medida que el tamaño de las partículas se reduce. Los puntos clave marcados son: 55,99% para 2,0 mm, 40,45% para 0,425 mm, 22,78% para 0,15 mm y 10,10% para 0,075 mm.

<b>PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA</b>		
Peso del Cuarteo	2098,68	gr
Diámetro efectivo D10	0,08	mm
Diámetro equivalente D30	0,22	mm
Diámetro dimensional D60	2,70	mm
Coeficiente de uniformidad (Cu)	33,75	
Coeficiente de curvatura (Cc)		0,22

Elaborado por: Jenny Manzano

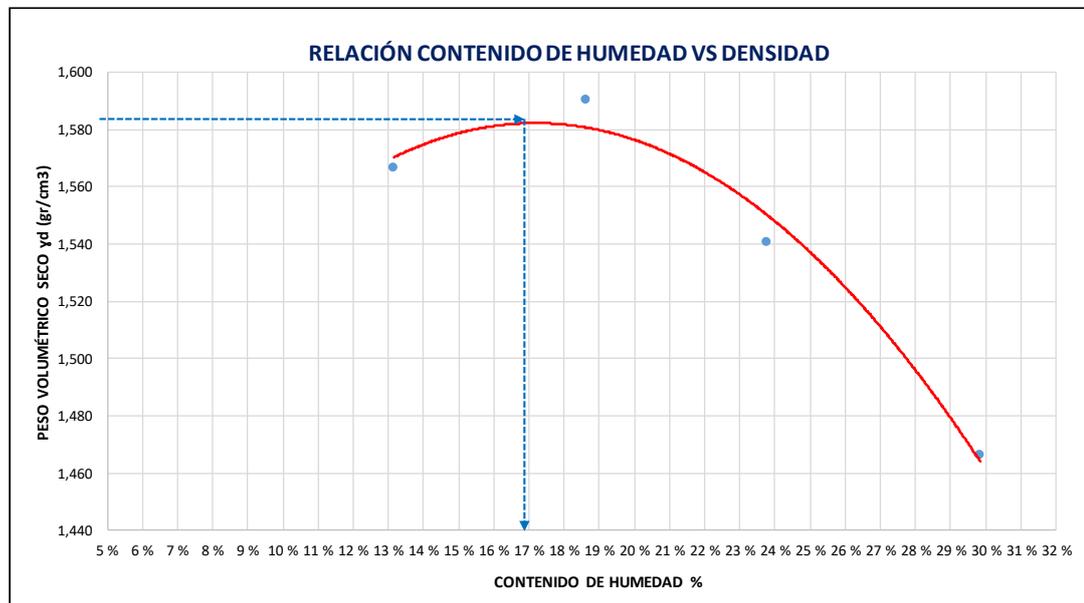
## Anexo D37: Límites de Atterberg de C2-M4

		S FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
PROYECTO										
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE										
MUESTRA	M4-2	ABSCISA	Km 4+000	CAPA	Subrasante	NORMAS	ASTM D-424-71	AASHTO T-90-70	INEN 691	
RESPONSABLE	Jenny Fernanda Manzano Yanza									
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO										
Rango de número de golpes	0 - 10		10 - 20		20 - 30		30 - 40			
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8		
Peso del recipiente (Wrec) gr	10,9	11,0	11,3	11,1	10,6	11,2	11,5	11,4		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	26,8	27,1	19,4	18,7	20,7	28,9	21,2	23,3		
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	22,3	22,1	17,2	16,4	17,9	24,5	19,1	21,0		
Peso del agua (Ww) gr	4,5	5,0	2,2	2,3	2,8	4,4	2,1	2,3		
Peso de los sólidos (Ws) gr	11,4	11,1	5,9	5,3	7,3	13,3	7,6	9,6		
Contenido de humedad (w%)	39,34	45,13	37,54	43,40	38,46	33,06	27,52	24,06		
Contenido de humedad promedio (w%)	42,231		40,469		35,760		25,791			
Número de golpes	6		16		24		32			
GRÁFICO DEL LÍMITE LÍQUIDO										
										
Límite Líquido (LL) %					32,580					
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO										
Número de recipiente	M1	M2	M3	M4	M5	M6				
Peso del recipiente (Wrec) gr	5,9	6,2	6,2	6,1	6,0	6,2				
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wrec) gr	7,6	7,3	8,4	9,4	9,7	11,8				
Peso muestra seca+ recipiente (Ws + Wrec) gr	7,5	7,2	7,9	8,6	8,9	10,8				
Peso del suelo húmedo (Wm) gr	1,7	1,1	2,2	3,3	3,7	5,6				
Peso del agua (Ww) gr	0,1	0,1	0,5	0,8	0,8	1,0				
Peso de los sólidos (Ws) gr	1,5	1,0	1,7	2,5	2,9	4,6				
Contenido de humedad (w%)	9,87	9,62	29,41	32,00	28,72	21,93				
Contenido de humedad promedio	21,92									
Límite Plástico (LP) %	21,92									
Índice Plástico (Ip) %	10,66									

Elaborado por: Jenny Manzano

### Anexo D38: Proctor modificado tipo B de C2-M4

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>								
<b>PROYECTO:</b>	PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
<b>ABSCISA:</b>	Km 4+000	<b>CAPA:</b>	Subrasante	<b>NORMA:</b>				
<b>RESPONSABLE:</b>	Jenny Fernanda Manzano Yanza			AASHTO T - 180				
ESPECIFICACIONES								
<b>Número de Golpes</b>	56	<b>Altura de Caída</b>	18"	<b>Peso del Molde</b>	14046	gr		
<b>Número de Capas</b>	5	<b>Peso del Martillo</b>	10 lb	<b>Volumen del Molde</b>	2331,18	cm <sup>3</sup>		
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
<b>Ensayo Número</b>	1	2	3	4				
<b>Peso inicial deseado (gr)</b>	6000	6000	6000	6000				
<b>Humedad inicial añadida en %</b>	5%	10%	15%	20%				
<b>Peso molde + suelo húmedo (gr)</b>	<b>18179</b>	<b>18444</b>	<b>18492</b>	<b>18486</b>				
<b>Peso suelo húmedo (Wm) gr</b>	4133	4398	4446	4440				
<b>Peso unitario humedo (γm) gr/cm<sup>3</sup></b>	1,773	1,887	1,907	1,905				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
<b>Recipiente numero</b>	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Peso del recipiente (Wr) gr</b>	<b>31,65</b>	<b>31,76</b>	<b>30,75</b>	<b>33,53</b>	<b>33,19</b>	<b>33,62</b>	<b>32,55</b>	<b>32,42</b>
<b>Rec + suelo humedo (Wr+Wm) gr</b>	<b>145,33</b>	<b>162,51</b>	<b>190,60</b>	<b>189,16</b>	<b>205,62</b>	<b>195,03</b>	<b>279,55</b>	<b>275,63</b>
<b>Rec + suelo seco (Ws+Wm) gr</b>	<b>132,29</b>	<b>147,13</b>	<b>165,30</b>	<b>164,95</b>	<b>172,09</b>	<b>164,40</b>	<b>222,65</b>	<b>219,84</b>
<b>Peso de los sólidos (Ws) gr</b>	100,64	115,37	134,55	131,42	138,90	130,78	190,10	187,42
<b>Peso del agua (Ww) gr</b>	13,04	15,38	25,30	24,21	33,53	30,63	56,90	55,79
<b>Contenido de humedad (ω%)</b>	12,96	13,33	18,80	18,42	24,14	23,42	29,93	29,77
<b>Contenido promedio (ω%)</b>	13,14		18,61		23,78		29,85	
PESO VOLUMÉTRICO								
<b>Peso volumétrico de la masa (γm)</b>	1,773	1,887		1,907		1,905		
<b>Peso volumetrico seco (γd)</b>	1,567	1,591		1,541		1,467		
<b>Densidad máxima (γmax)</b>	1,580							
<b>Humedad óptima %</b>	17,00							



Elaborado por: Jenny Manzano

Anexo D39: % CBR de C2-M4

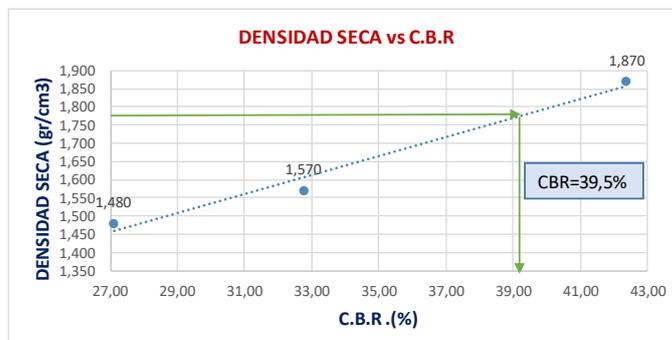
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
PROYECTO						
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA						
Responsable	Jenny Fernanda Manzano Yanza					
Muestra	M8-C4	Capa	Subrasante	Abscisa	Km 4+000	
Peso de la muestra	6000	Altura de Caída	18"	Norma	AASHTO T-99	
Tipo	B	Peso del Martillo	10 lb	Material	Arena	
MOLDES PARA CBR						
Número de molde	1	2	3			
Número de Capas	5	5	5			
Número de golpes por capa	56	27	11			
Altura del molde	12	12,8	12,6			
Díametro del molde	15,3	15,2	15,19			
ANTES DEL REMOJO						
Peso del molde	14564	15492	14468			
Wm + Molde (gr)	19292	19715	18391			
Peso muestra húmeda (gr)	4728	4223	3923			
Volumen de la muestra (cm3)	2206,25	2322,67	2283,37			
Densidad húmeda (gr/cm3)	2,143	1,818	1,718			
Densidad seca (gr/cm3)	1,865	1,574	1,480			
CONTENIDO DE HUMEDAD C.B.R.						
Número de recipiente	1	2	3	4	5	6
Peso recipiente (gr)	34,63	31,75	28,43	32,87	31,15	32,60
Wm + recipiente (gr)	142,81	148,23	97,90	145,21	118,10	118,70
Peso muestra seca + r. (gr)	128,82	133,09	87,70	131,60	106,00	106,80
Peso agua (gr)	13,99	15,14	10,20	13,61	12,10	11,90
Peso muestra seca (gr)	94,19	101,34	59,27	98,73	74,85	74,20
Contenido de humedad %	14,85	14,94	17,21	13,79	16,17	16,04
C. de humedad promedio %	14,90		15,50		16,10	
PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm3)						
Peso V. de la masa (γm)	2,143		1,818		1,718	
Peso V. seco (γd)	1,865		1,574		1,480	

Elaborado por: Jenny Manzano

## Anexo D40: Ensayo de carga vs Penetración de C2-M4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
PROYECTO									
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
Responsable	Jenny Fernanda Manzano Yanza								
Ubicación	Parroquia Salasaka	Material	Arena						
Muestra	M8-C4	Abscisa	Km 4+000						
Capa	Subrasante	Norma	AASHTO T-99, ASTM 1883-73						
ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN - DETERMINACIÓN DEL CBR									
# Golpes	56			27			11		
Penetración (plg-3)	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %	Carga lb	Esfuerzo lb/plg2	CBR %
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
25	704,35	234,78		733,70	244,57		410,87	136,96	
50	842,99	281,00		851,50	283,83		493,87	164,62	
75	896,78	298,93		879,20	293,07		527,52	175,84	
100	1271,23	423,74	42,37	982,60	327,53	32,75	813,01	271,00	27,10
150	1481,33	493,78		1371,60	457,20		877,82	292,61	
200	1782,99	594,33		1606,30	535,43		1060,16	353,39	
250	3240,22	1080,07		2842,30	947,43		1932,76	644,25	
300	3579,26	1193,09		3059,20	1019,73		2141,44	713,81	
400	4080,60	1360,20		3400,50	1133,50		2448,36	816,12	
500	4618,90	1539,63		3755,20	1251,73		2778,85	926,28	

GRÁFICOS C.B.R.							
# GOLPES	DENSIDAD SECA (Yd)		RESISTENCIA C.B.R.		RESULTADOS DEL 95% DE D <sub>máx</sub> - C.B.R PUNTUAL		
56	1,870	gr/cm <sup>3</sup>	42,37	%	DENSIDAD máx	1,870	gr/cm <sup>3</sup>
27	1,570	gr/cm <sup>3</sup>	32,75	%	95% DE D <sub>máx</sub>	1,777	gr/cm <sup>3</sup>
11	1,480	gr/cm <sup>3</sup>	27,10	%	C.B.R. PUNTUAL	39,5	%



Elaborado por: Jenny Manzano

**ANEXO E**  
**FOTOGRAFÍAS DEL PROYECTO**  
**DE TESIS**

ANEXO E1: Conteo vehicular manual

	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>	
<p><b>ANEXO FOTOGRÁFICO</b></p>		
		
		

**ANEXO E3: Abscisado e inventario de la vía en estudio**

	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>	
<p><b>ANEXO FOTOGRÁFICO</b></p>		
<p>1.-Abscisado de la vía cada 20 metros</p>		
		
<p>2.-Inventario vial</p>		
		
		

**ANEX E4: Elaboración de las cuatro calicatas y la extracción del suelo**

	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>	
<p><b>ANEXO FOTOGRÁFICO</b></p>		
<p style="text-align: center;">1. Elaboración de 4 calicatas</p> 	<p style="text-align: center;">2. Extracción del suelo</p> 	
<p style="text-align: center;">3. Medición de la calicata</p> 	<p style="text-align: center;">4. Medición de las capas de la estructura del pavimento</p> 	

**ANEXO E5: Ensayo de granulometría con las muestras extraídas de campo**

	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>	
<p><b>ANEXO FOTOGRÁFICO</b></p>		
<p>1.-Secado de las muestras de suelo</p>	<p>2.-Limpieza de los tamices redondos</p>	
		
<p>3.-Tamizado de la muestra</p>	<p>4.-Pesar la muestra retenida</p>	
		
<p>5.-Tamiz cuadrado</p>	<p>6.-Pesar las muestras retenidas</p>	
		

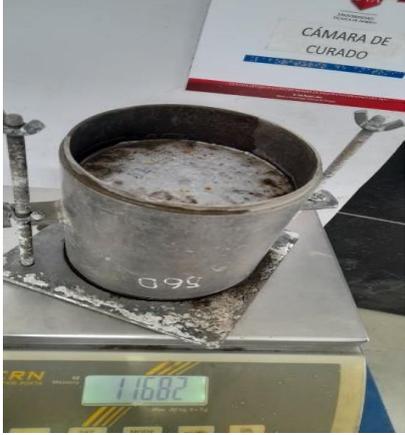
**ANEXO E6: Límites de Atterberg**

	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>	
<p><b>ANEXO FOTOGRÁFICO</b></p>		
<p>1.Hacer un espacio con el ranurador</p>	<p>2.-Dar los golpes hasta que se una la muestra</p>	
		
<p>3.-Realizar rollitos</p>	<p>4.-Pesar las muestras</p>	
		
<p>5.-Llevar al horno previamente identificado</p>	<p>6.-Pesar als muestrars secas</p>	
		

**ANEXO E7: Ensayo de Compactación**

	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>	
<p><b>ANEXO FOTOGRÁFICO</b></p>		
<p>1.-Identificar, medir y pesar los cilindros</p>	<p>2.-Colocar el porcentaje de agua</p>	
		
<p>3.-Mezclar y cuartear en 5 porciones</p>	<p>4.-Compactar</p>	
		
<p>5.-Enrazar</p>	<p>6.-Sacar 2 muestras</p>	
		

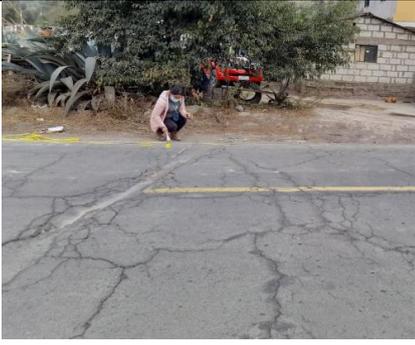
**ANEXO E8: Ensayo de Carga Penetración C.B.R.**

	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>	
<p><b>ANEXO FOTOGRÁFICO</b></p>		
<p>Realizar los mismos pasos del Proctor, pero con la humedad óptima ya calculado anteriormente</p>		
<p>1.-Identificar y pesar el cilindro</p>	<p>2.-Colocar en la camara de curado</p>	
		
<p>3.-Sacar los cilindros y pesar</p>	<p>4.- Ensayar</p>	
		
<p>5.-Cilindro ensayado</p>	<p>6.-Desalojo de las muestras</p>	
		

**ANEXO E9: Ensayo con la Viga Benkelman en la vía de estudio**

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>ANEXO FOTOGRÁFICO</b>		
1.-Armar la Viga B.	2.- Toma de la temperatura y medir 90 cm desde el borde, señalar cada 0.25, 0.50, 1.50 y 8.0 metros.	
	 	
3.-Nivelación de la Viga B.	4.-Lectura de las deflexiones	
		

**ANEXO E10: Levantamiento de información para el Índice de Condición del Pavimento**

	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>		
<p><b>ANEXO FOTOGRÁFICO</b></p>			
<p>1.- Huecos</p>		<p>2.-Fisuras de bloque</p>	
			
<p>3.-Piel de cocodrilo</p>		<p>4.-Parcheo</p>	
			
<p>5.-Fallas longitudinales y transversales</p>		<p>6.-Fisuras de borde</p>	
			

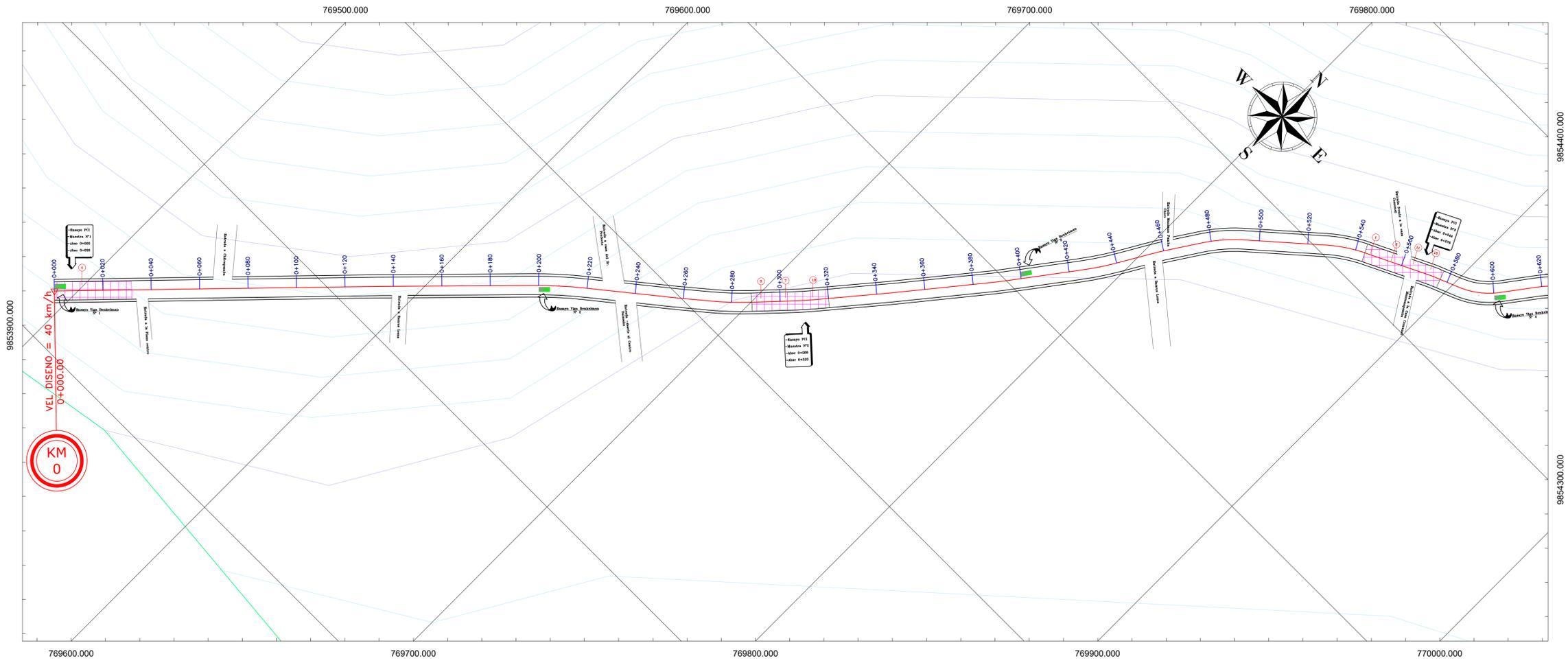
ANEXO E11: Levantamiento Georreferenciado

	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>	
<b>ANEXO FOTOGRÁFICO</b>		
<b>1.-Georreferenciación de la vía</b>		
		
		

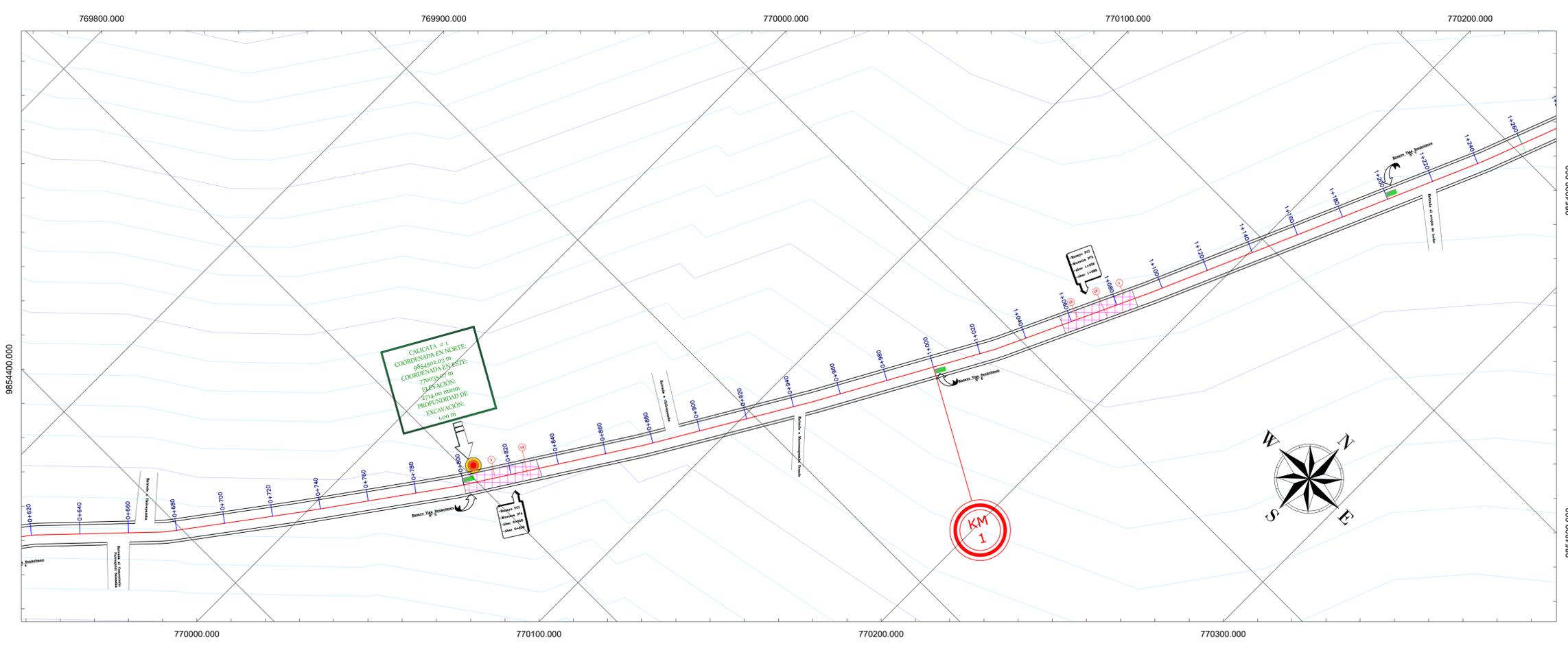
## **ANEXO F**

**PLANO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO - HUASALATA**

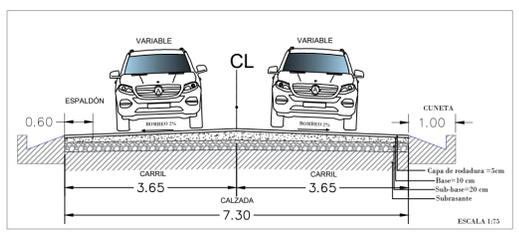
## VISTA EN PLANTA VÍA SALASAKA CENTRO ABSCISA 0+000 - 0+620



## VISTA EN PLANTA VÍA SALASAKA CENTRO ABSCISA 0+620 - 1+260



### SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA



### SIMBOLOGÍA

- Curva de nivel cada 5m
- Curva de nivel cada 1m
- Calle
- Pozo a cielo abierto PCA
- Ensayo viga Benkelman
- Índice de condición del pavimento PCI
- Piel de cocodrilo
- Exudación
- Fisura de bloque
- Abultamiento o hundimiento
- Fisura de borde
- Desnivel/Carril/Berma
- Fisura longitudinal y transversal
- Huecos
- Ahuellamientos
- Meteorización/Desprendimientos de agregados

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:  
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

CONTIENE:  
- Viga Benkelman  
- Ensayos PCI  
- Ensayos PCA

FECHA:  
25/05/2022

ESCALA:  
1:1000

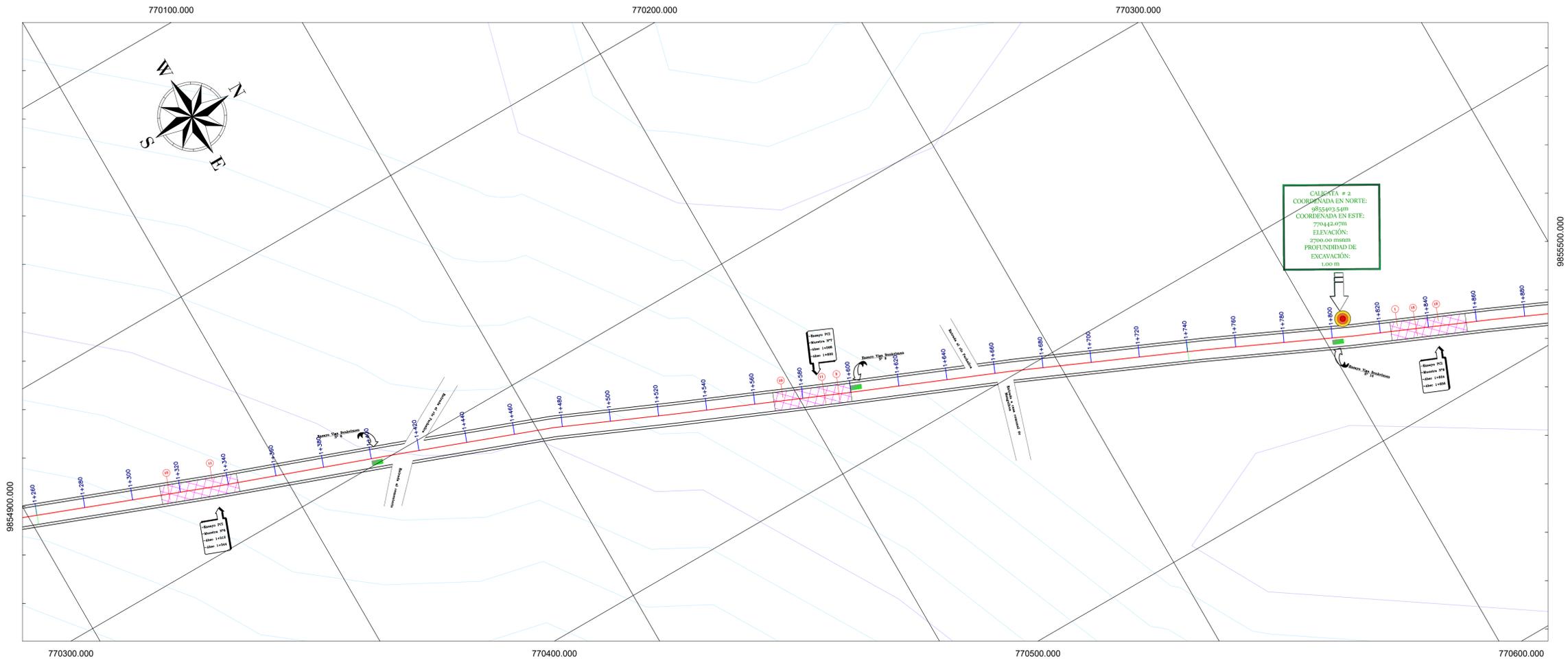
#### UBICACIÓN

PROVINCIA: Tungurahua	CANTÓN: Pelileo	PARROQUIA: Salasaka
--------------------------	--------------------	------------------------

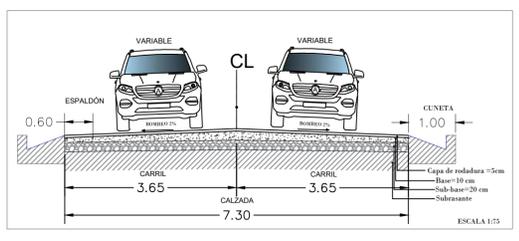
#### SUPERVISIÓN

REVISADO: Ingeniero Mg. Alex López	DIBUJÓ: Jenny F. Manzano Y.	HOJA: 1 de 3
---------------------------------------	--------------------------------	-----------------

# VISTA EN PLANTA VÍA SALASAKA CENTRO ABSCISA 1+260 - 1+880



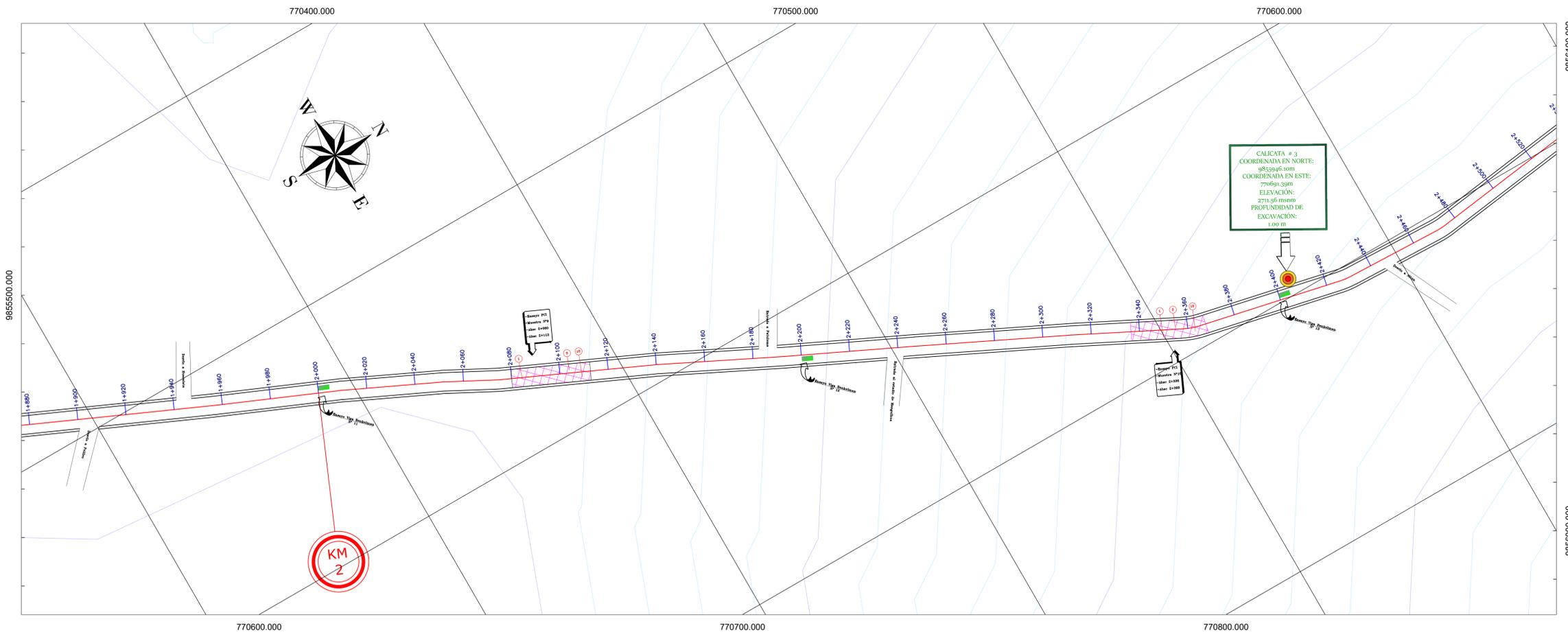
## SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA



## SIMBOLOGÍA

- Curva de nivel cada 5m
- Curva de nivel cada 1m
- Calle
- Pozo a cielo abierto PCA
- Ensayo viga Benkelman
- Índice de condición del pavimento PCI
- Piel de cocodrilo
- Exudación
- Fisura de bloque
- Abultamiento o hundimiento
- Fisura de borde
- Desnivel/Carril/Berma
- Fisura longitudinal y transversal
- Huecos
- Ahuellamientos
- Meteorización/Desprendimientos de agregados

# VISTA EN PLANTA VÍA SALASAKA CENTRO ABSCISA 1+880 - 2+520



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:  
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

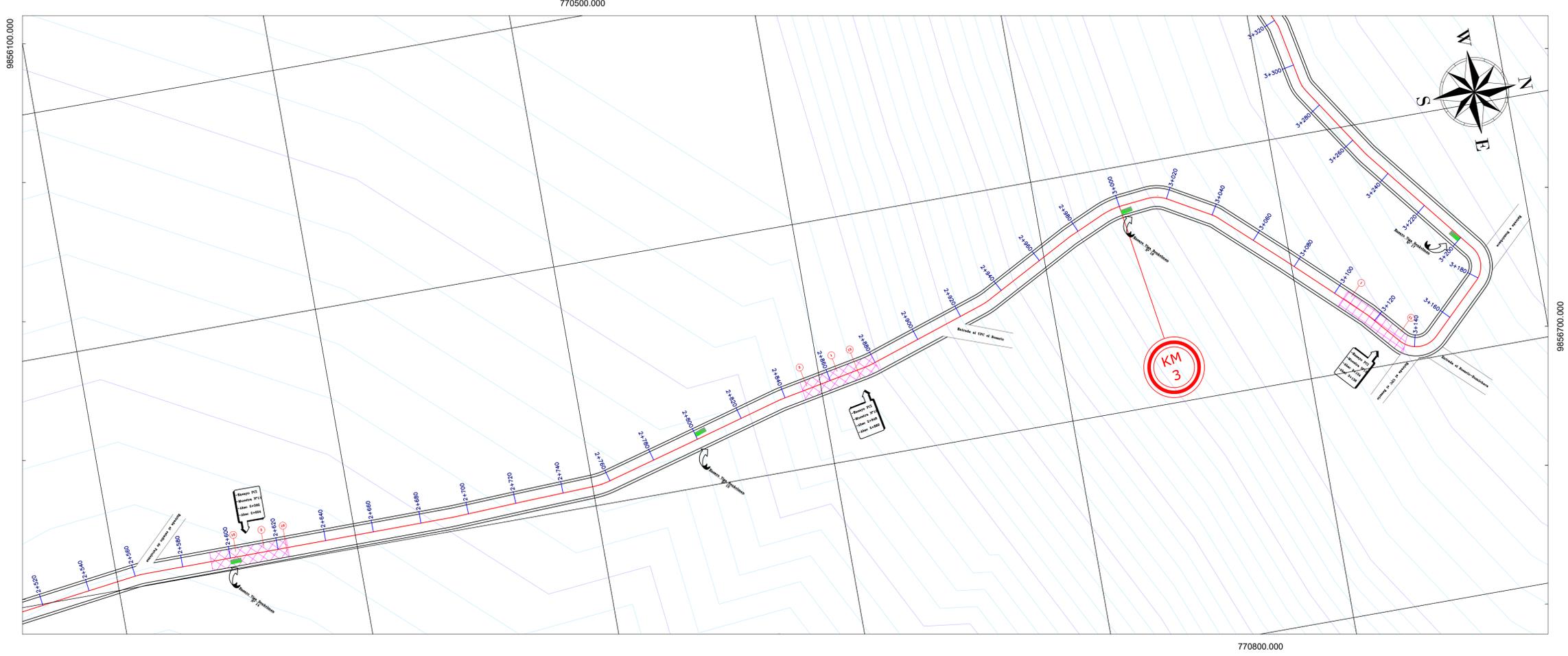
CONTIENE:  
- Viga Benkelman  
- Ensayos PCI  
- Ensayos PCA

FECHA:  
25/05/2022

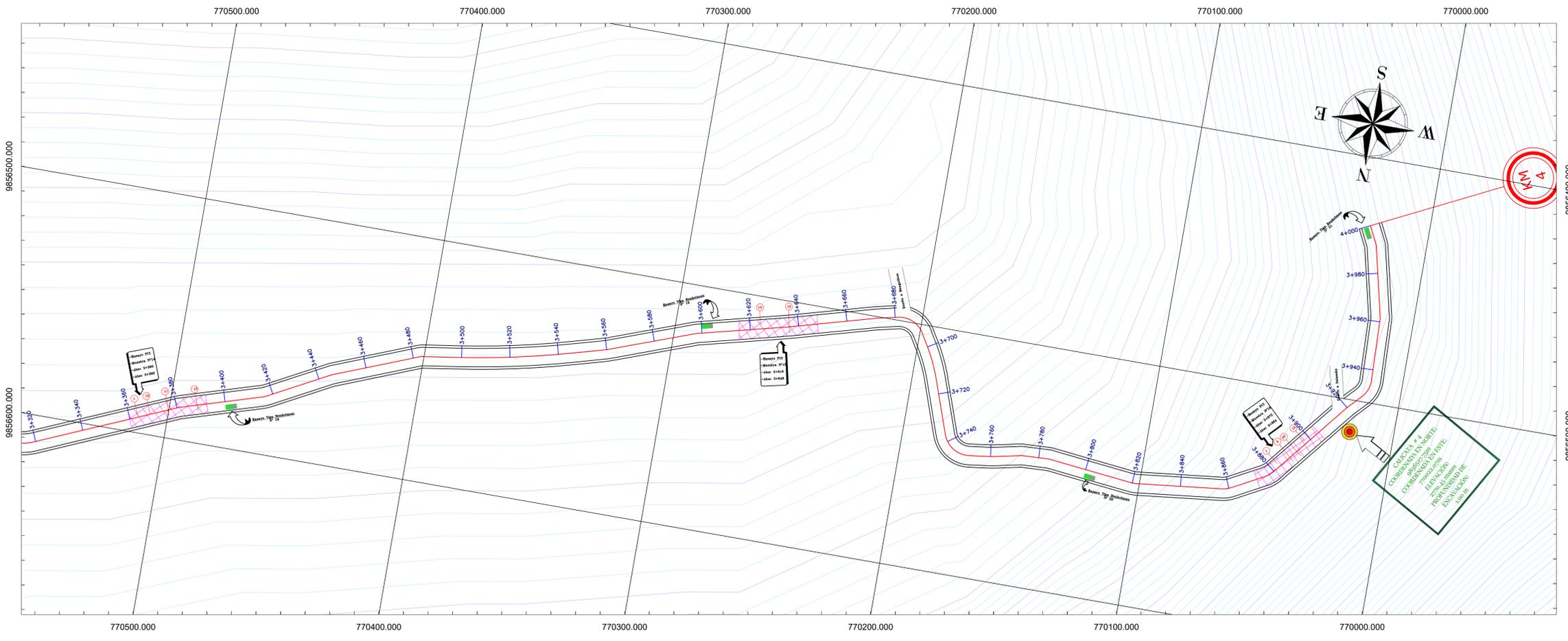
ESCALA:  
1:1000

UBICACIÓN		
PROVINCIA: Tungurahua	CANTÓN: Pelileo	PARROQUIA: Salasaka
SUPERVISIÓN		HOJA
REVISADO: Ingeniero Mg. Alex López	DIBUJÓ: Jenny F. Manzano Y.	2 de 3

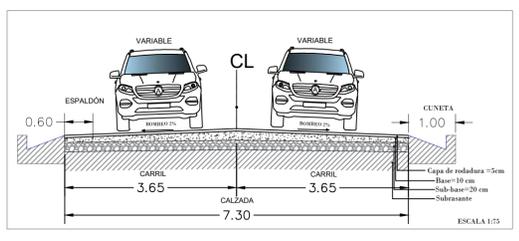
## VISTA EN PLANTA VÍA SALASAKA CENTRO ABSCISA 2+520 - 3+320



## VISTA EN PLANTA VÍA SALASAKA CENTRO ABSCISA 3+320 - 4+000



### SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA



### SIMBOLOGÍA

- Curva de nivel cada 5m
- Curva de nivel cada 1m
- Calle
- Pozo a cielo abierto PCA
- Ensayo viga Benkelman
- Índice de condición del pavimento PCI
- Piel de cocodrilo
- Exudación
- Fisura de bloque
- Abultamiento o hundimiento
- Fisura de borde
- Desnivel/Carril/Berma
- Fisura longitudinal y transversal
- Huecos
- Ahuellamientos
- Meteorización/Desprendimientos de agregados

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:  
PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SALASAKA CENTRO KM 0+000 HASTA HUASALATA KM 4+000 DEL CANTÓN PELILEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

CONTIENE:  
- Viga Benkelman  
- Ensayos PCI  
- Ensayos PCA

FECHA:  
25/05/2022

ESCALA:  
1:1000

### UBICACIÓN

PROVINCIA: Tungurahua      CANTÓN: Pelileo      PARROQUIA: Salasaka

### SUPERVISIÓN

REVISADO: Ingeniero Mg. Alex López      DIBUJÓ: Jenny F. Manzano Y.

HOJA: 3 de 3