



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, DEL  
TRAMO DE LA VÍA TRONCAL DEL PACÍFICO COMPRENDIDO  
ENTRE LA CALLE 24 DE MAYO Y LA AVENIDA DÉCIMO  
OCTAVA, RUTA DEL SPONDYLUS, CANTÓN SANTA ELENA,  
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**ESTUDIO DE CASO**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO CIVIL**

**AUTORAS:**

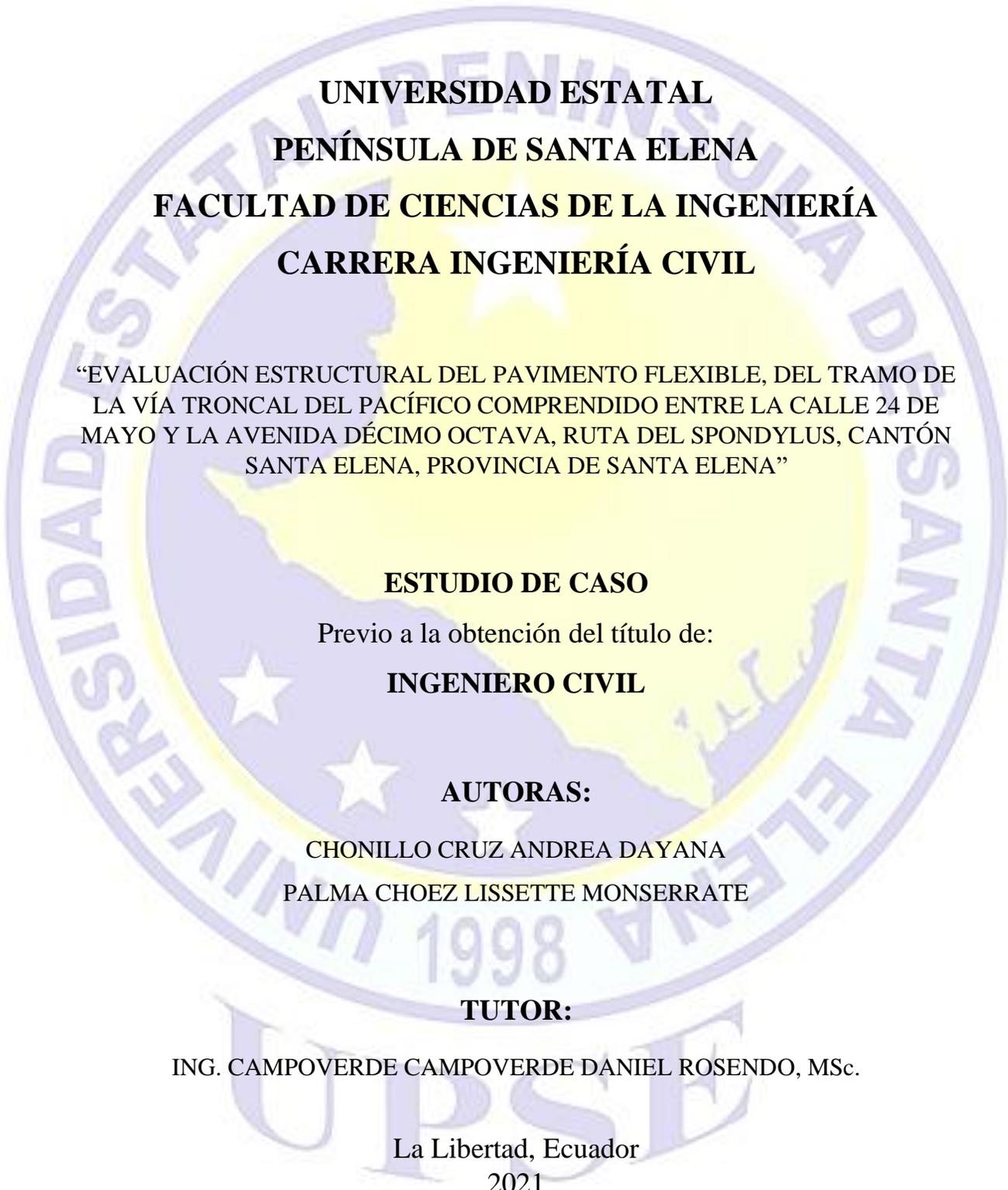
CHONILLO CRUZ ANDREA DAYANA  
PALMA CHOEZ LISSETTE MONSERRATE

**TUTOR:**

ING. CAMPOVERDE CAMPOVERDE DANIEL ROSENDO, MSc.

La Libertad, Ecuador

2021



**UNIVERSIDAD ESTADAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, DEL TRAMO DE LA VÍA TRONCAL DEL PACÍFICO COMPRENDIDO ENTRE LA CALLE 24 DE MAYO Y LA AVENIDA DÉCIMO OCTAVA, RUTA DEL SPONDYLUS, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**ESTUDIO DE CASO**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO CIVIL**

**AUTORAS:**

CHONILLO CRUZ ANDREA DAYANA  
PALMA CHOEZ LISSETTE MONSERRATE

**TUTOR:**

ING. CAMPOVERDE CAMPOVERDE DANIEL ROSENDO, MSc.

La Libertad, Ecuador  
2021

## CERTIFICACIÓN

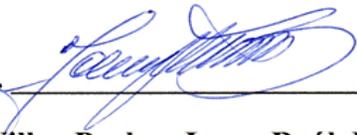
Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **CHONILLO CRUZ ANDREA DAYANA** y **PALMA CHOEZ LISSETTE MONSERRATE**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**.

**TUTOR**

f.   
\_\_\_\_\_

**Ing. Campoverde Campoverde Daniel Rosendo, MSc.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

f.   
\_\_\_\_\_

**Ing. Villao Borbor Jonny Raúl, MSc.**

La Libertad, a los 15 días del mes de septiembre del año 2021

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad estudio de caso “**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, DEL TRAMO DE LA VÍA TRONCAL DEL PACÍFICO COMPRENDIDO ENTRE LA CALLE 24 DE MAYO Y LA AVENIDA DÉCIMO OCTAVA, RUTA DEL SPONDYLUS, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA**”, elaborado por las Srtas. **CHONILLO CRUZ ANDREA DAYANA** y **PALMA CHOEZ LISSETTE MONSERRATE**, egresadas de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Campoverde Campoverde Daniel Rosendo, MSc.**

La Libertad, a los 15 días del mes de septiembre del año 2021

**Lic. ALEXI JAVIER HERRERA REYES**

*Magíster En Diseño Y Evaluación*

*De Modelos Educativos*

**La Libertad, septiembre 13 del 2021**

## **Certifica:**

---

Que después de revisar el contenido del trabajo de titulación en opción al título de INGENIERO(A) CIVIL de: **CHONILLO CRUZ ANDREA DAYANA & PALMA CHOEZ LISSETTE MONSERRATE**, cuyo tema es: “**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, DEL TRAMO DE LA VÍA TRONCAL DEL PACÍFICO COMPRENDIDO ENTRE LA CALLE 24 DE MAYO Y AVENIDA DÉCIMO OCTAVA, RUTA DEL SPONDYLUS, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA**” me permito declarar que el trabajo investigativo se encuentra idóneo y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para su respectiva defensa.

Es todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.



**Lic. Alexi Herrera R, MSc.**

Docente de Español A: Literatura

Cel: 0963143788

e-mail: alexiherrerareyes@hotmail.com

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotras, **Chonillo Cruz Andrea Dayana** y **Palma Choez Lissette Monserrate**

### DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Evaluación estructural del pavimento flexible, del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena**” previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**La Libertad, a los 15 días del mes de septiembre del año 2021**

### LAS AUTORAS

f. Andrea Chonillo

**Chonillo Cruz Andrea Dayana**

f. Lissette Palma

**Palma Choez Lissette Monserrate**

## AUTORIZACIÓN

Nosotras, **Chonillo Cruz Andrea Dayana** y **Palma Choez Lissette Monserrate**

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**Evaluación estructural del pavimento flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

**La Libertad, a los 15 días del mes de septiembre del año 2021**

### LAS AUTORAS

f. Andrea Chonillo

**Chonillo Cruz Andrea Dayana**

f. Lissette Palma

**Palma Choez Lissette Monserrate**

## CERTIFICADO ANTIPLAGIO

La Libertad, 12 de noviembre de 2021

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación, modalidad estudio de caso denominado **“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, DEL TRAMO DE LA VÍA TRONCAL DEL PACÍFICO COMPRENDIDO ENTRE LA CALLE 24 DE MAYO Y LA AVENIDA DÉCIMO OCTAVA, RUTA DEL SPONDYLUS, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”** elaborado por las estudiantes **PALMA CHOEZ LISSETTE MONSERRATE** y **CHONILLO CRUZ ANDREA DAYANA** con C.I. **0928235472** y **2450649971** respectivamente, egresadas de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio **URKUND**, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con **4%** de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Campoverde Campoverde Daniel Rosendo, MSc.**



Original

Document Information

|                   |  |
|-------------------|--|
| Analyzed document | URKUND TESIS INGC PALMA - CHONILLO.docx (D112666226) |
| Submitted         | 9/15/2021 11:05:00 PM                                |
| Submitted by      | MORENO ALCIVAR LUCRECIA CRISTINA                     |
| Submitter email   | lmoreno@upse.edu.ec                                  |
| Similarity        | 4%   |
| Analysis address  | lmoreno.upse@analysis.arkund.com                     |

Sources included in the report

|   |   |   |
|---|---|---|
| W | URL: <a href="https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2070/1/T-UIDE-1195.pdf">https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2070/1/T-UIDE-1195.pdf</a><br>Fetched: 11/6/2020 8:55:08 AM   | 5 |
| W | URL: <a href="https://docplayer.es/90777394-Universidad-internacional-del-ecuador-facultad-de-ingenieria-civil.html">https://docplayer.es/90777394-Universidad-internacional-del-ecuador-facultad-de-ingenieria-civil.html</a><br>Fetched: 2/20/2020 10:43:50 PM  | 6 |
| W | URL: <a href="https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf?sequence=Rodr">https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf?sequence=Rodr</a><br>Fetched: 9/15/2021 11:06:00 PM  | 4 |
| W | URL: <a href="http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15352/1/VARGAS_ALEJANDRO_TRABAJO_TITULACION_VIAS_NOVIEMBRE_2016.pdf">http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15352/1/VARGAS_ALEJANDRO_TRABAJO_TITULACION_VIAS_NOVIEMBRE_2016.pdf</a><br>Fetched: 1/28/2021 3:21:50 AM   | 3 |
| W | URL: <a href="http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5534/P%3A9rez%20Le%3B3n%20%26%20Ramirez%20Leyva.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5534/P%3A9rez%20Le%3B3n%20%26%20Ramirez%20Leyva.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a><br>Fetched: 6/25/2021 8:08:36 PM   | 1 |
| W | URL: <a href="http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1389/1/UNESUM-ECUADOR-ING.CIVIL-2018-35.pdf">http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1389/1/UNESUM-ECUADOR-ING.CIVIL-2018-35.pdf</a><br>Fetched: 12/5/2020 9:16:10 AM   | 2 |
| W | URL: <a href="http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/16824/1/MOREIRA_CRISTHIAN_TRABAJO_TITULACION_VIAS_NOVIEMBRE_2016.pdf">http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/16824/1/MOREIRA_CRISTHIAN_TRABAJO_TITULACION_VIAS_NOVIEMBRE_2016.pdf</a><br>Fetched: 12/6/2020 7:11:11 AM   | 1 |
| W | URL: <a href="http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/50907/1/BMAT-V%20116-2019-Ing.%20CIVIL%20-%20D%3B%81GER%20PACHECO%20ENRIQUE%20MARAK%20-%20ORTIZ%20S%3B%81NCHEZ%20ALEX%20PAX%3B%9AL.pdf">http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/50907/1/BMAT-V%20116-2019-Ing.%20CIVIL%20-%20D%3B%81GER%20PACHECO%20ENRIQUE%20MARAK%20-%20ORTIZ%20S%3B%81NCHEZ%20ALEX%20PAX%3B%9AL.pdf</a><br>Fetched: 7/16/2021 5:46:30 PM | 1 |
| W | URL: <a href="https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/32003/3/Tesis%20I%20C.%201426%200-%20Pico%20Vaca%20Gabriela%20Estefan%3B%20ADa.pdf">https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/32003/3/Tesis%20I%20C.%201426%200-%20Pico%20Vaca%20Gabriela%20Estefan%3B%20ADa.pdf</a><br>Fetched: 7/17/2021 2:40:39 AM   | 1 |
| W | URL: <a href="https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/3945/TESIS%20FINAL%20HERNANDEZ%20-%20TORRES%20OK.pdf?sequence=1">https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/3945/TESIS%20FINAL%20HERNANDEZ%20-%20TORRES%20OK.pdf?sequence=1</a><br>Fetched: 8/27/2021 2:15:56 AM   | 2 |
| W | URL: <a href="http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/23396/1/T-ESPE-044127.pdf">http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/23396/1/T-ESPE-044127.pdf</a><br>Fetched: 9/10/2021 5:57:42 PM   | 2 |
| W | URL: <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/143451539.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/143451539.pdf</a><br>Fetched: 9/15/2021 11:06:00 PM  | 1 |
| W | URL: <a href="https://www.slideshare.net/roy_foker01/aashto-93">https://www.slideshare.net/roy_foker01/aashto-93</a><br>Fetched: 9/15/2021 11:06:00 PM  | 2 |

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento en primer lugar a Dios por permitir que esto sea posible, su protección infinita y por guiarme en cada uno de mis pasos. Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis anhelos, por guiarme, creer en mí y en mis metas, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis.

A la Ing. Lucrecia Moreno Alcívar por su paciencia y tiempo brindado para el desarrollo y culminación de este trabajo de titulación, por prestar las instalaciones de su Laboratorio de Suelos “INGEOTOP S.A” para la ejecución de los ensayos de laboratorio necesarios para el desarrollo de la presente investigación.

A nuestro tutor de tesis Ing. Daniel Campoverde por impartirnos sus conocimientos, sus exigentes y acertadas correcciones del presente trabajo de titulación.

Gracias también a mis queridos compañeros, por su colaboración y apoyo para el desarrollo del presente trabajo de titulación.

*Andrea Chonillo Cruz*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por ser luz que ilumina mi camino, por esta vida que ha sido llena de amor, alegrías y experiencias, permitiéndome alcanzar mis metas y culminar mi carrera.

A mi familia por brindarme su apoyo incondicional en mis estudios y formación profesional, todo se lo agradezco a ellos, lo que fui, lo que soy y lo que podre ser algún día.

A nuestro tutor de tesis Ing. Daniel Campoverde por impartirnos sus conocimientos, dirigiendo y asesorando el presente trabajo de titulación.

A la Ing. Lucrecia Moreno, por brindarnos sus conocimientos, su tiempo, y sobre todo por haberme ayudado en mi formación profesional prestando las instalaciones de su laboratorio de suelos “INGEOTOP S.A” para la ejecución de los ensayos requeridos para el desarrollo y culminación de este trabajo de titulación.

A mis queridos compañeros y amigos, por compartir durante mi formación académica, además por su colaboración y apoyo para el desarrollo del presente trabajo de titulación con mención especial a Holger A, Alexander D, Rafael O, Jairo G.

*Lissette Palma Choez*

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico a Dios quién es el hacedor de mi camino, por permitirme culminar con éxito uno de mis mayores sueños.

A mi amada madre por darme la vida, su apoyo incondicional en todo momento y ser mi mayor inspiración y la base fundamental a lo largo de mi vida, por sus oraciones, amor, comprensión, consejos, valores y fortaleza para alcanzar mis objetivos.

A mi querido tío Abg. Lelio Baquerizo que es un padre para mí, por apoyarme con los recursos necesarios para estudiar, su apoyo incondicional y por mostrarme el camino hacia la superación.

*Andrea Chonillo Cruz*

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a Dios por siempre estar conmigo, por darme salud, protección, sabiduría y por guiarme en el camino correcto para superar las dificultades y obstáculos con el propósito de lograr esta gran meta.

A mi querida madre Lcda. María Chóez, quien fue la persona que me acompañó en todo momento de mi vida y me dio su comprensión, cariño y creyó en mí, su esfuerzo y su sacrificio fueron motivo para cumplir mi meta profesional.

A mi querido padre Henry Palma, por protegerme, prepararme y alistarme debidamente para la vida, por sus sabios consejos quien ahora desde el cielo me guía y me acompaña, cuanto más lo recuerdo, más quiero darle las gracias por todo lo que hizo por mí.

A mis hermanos Gabriela y Enrico, por su apoyo comprensión y paciencia en este proceso de crecimiento profesional y personal que, en los momentos difíciles, me dieron la fortaleza para no rendirme y seguir adelante.

*Lissette Palma Choez*

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.



**Ing. Jonny Villao Borbor, MSc.**

DIRECTOR DE LA CARRERA Y PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

f.



**Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.**

DOCENTE ESPECIALISTA

f.



**Ing. Daniel Campoverde Campoverde, MSc.**

DOCENTE TUTOR

f.



**Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.**

DOCENTE GUÍA DE LA UCI Y SECRETARIA

# ÍNDICE GENERAL

|   |       |
|---|-------|
| AGRADECIMIENTOS .....                         | X     |
| DEDICATORIA .....                             | XII   |
| ÍNDICE GENERAL.....                           | XV    |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                        | XX    |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                        | XXIII |
| RESUMEN.....                                  | XXVI  |
| INTRODUCCIÓN .....                            | 1     |
| CAPÍTULO 1 .....                              | 5     |
| 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....            | 5     |
| 1.1. Antecedentes.....                        | 5     |
| 1.2. Objetivos.....                           | 8     |
| 1.2.1. Objetivo General .....                 | 8     |
| 1.2.2. Objetivos Específicos.....             | 8     |
| 1.3. Alcance .....                            | 9     |
| 1.4. Justificación .....                      | 10    |
| 1.5. Hipótesis de la Investigación.....       | 10    |
| 1.6. Variables de la Investigación.....       | 11    |
| 1.6.1. Variables Independientes.....          | 11    |
| 1.6.2. Variables Dependientes .....           | 11    |
| CAPÍTULO 2 .....                              | 12    |
| 2. ASPECTOS SUSTANCIALES DEL PROYECTO .....   | 12    |
| 2.1. Identificación del área de estudio ..... | 12    |
| 2.2. Descripción del tramo de vía actual..... | 13    |
| 2.3. Población .....                          | 14    |

|                  |   |    |
|------------------|---|----|
| 2.4.             | Salud .....   | 14 |
| 2.5.             | Educación.....                                      | 14 |
| 2.6.             | Clima.....  | 15 |
| 2.7.             | Geología.....                                       | 15 |
| 2.8.             | Hidrología .....                                    | 16 |
| 2.9.             | Riesgo Sísmico .....                                | 16 |
| 2.10.            | Servicios Básicos .....                             | 18 |
| 2.10.1.          | Agua Potable .....                                  | 18 |
| 2.10.2.          | Energía Eléctrica .....                             | 18 |
| 2.10.3.          | Vías de Comunicación.....                           | 18 |
| 2.10.4.          | Alcantarillado y tratamiento de desecho .....       | 19 |
| 2.11.            | Aspectos Socioeconómicos.....                       | 19 |
| 2.11.1.          | Pesca.....  | 19 |
| 2.11.2.          | Agropecuaria .....                                  | 19 |
| 2.11.3.          | Turismo.....  | 20 |
| 2.11.4.          | Artesanía.....                                      | 21 |
| CAPÍTULO 3 ..... |   | 22 |
| 3.               | MARCO TEÓRICO.....                                  | 22 |
| 3.1.             | Pavimentos.....                                     | 22 |
| 3.1.1.           | Clasificación de los Pavimentos.....                | 23 |
| 3.2.             | Pavimentos Flexibles .....                          | 24 |
| 3.2.1.           | Estructura del Pavimento Flexible.....              | 24 |
| 3.2.2.           | Componentes de la Capa de Rodadura.....             | 30 |
| 3.2.3.           | Emulsión Asfáltica .....                            | 31 |
| 3.3.             | Clasificación de las Fallas en los Pavimentos ..... | 33 |

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| 3.3.1.           | Fallas Funcionales .....   | 33 |
| 3.3.2.           | Fallas Estructurales.....  | 34 |
| 3.4.             | Evaluación del Comportamiento del Pavimento .....                | 54 |
| 3.4.1.           | Evaluación Superficial.....                                      | 54 |
| 3.4.2.           | Evaluación Estructural.....                                      | 55 |
| 3.4.3.           | Métodos Directos de Auscultación Estructural .....               | 57 |
| 3.4.4.           | Métodos Indirectos de Auscultación Estructural.....              | 59 |
| CAPÍTULO 4 ..... |  | 60 |
| 4.               | MARCO METODOLÓGICO .....   | 60 |
| 4.1.             | Estudio de Tráfico.....  | 60 |
| 4.1.1.           | Tráfico .....  | 61 |
| 4.1.2.           | Mediciones de flujo .....  | 62 |
| 4.1.3.           | Conteo de Tráfico .....  | 62 |
| 4.1.4.           | Estación de Conteo .....   | 63 |
| 4.1.5.           | Tipo de Vehículos.....   | 63 |
| 4.1.6.           | Clasificación vehicular .....                                    | 64 |
| 4.1.7.           | Volumen de Tráfico.....  | 65 |
| 4.1.8.           | Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (T.P.D.A.) ..... | 66 |
| 4.1.9.           | Proyección del Tráfico .....                                     | 73 |
| 4.1.10.          | Clasificación del Tipo de Carretera según el M.T.O.P.....        | 75 |
| 4.1.11.          | Estimación del ESAL's .....                                      | 76 |
| 4.1.12.          | Cálculo de los ejes equivalentes, Método AASHTO simplificado     | 80 |
| 4.2.             | Estudios Geotécnicos .....                                       | 82 |
| 4.2.1.           | Contenido de Humedad Natural .....                               | 84 |
| 4.2.2.           | Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad. ....    | 86 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 4.2.3. | Análisis Granulométrico.....                                   | 89  |
| 4.2.4. | Ensayos de Compactación (Proctor Modificado).....              | 91  |
| 4.2.5. | Ensayo California Bearing Ration (C.B.R.).....                 | 93  |
| 4.3.   | Evaluación de la Carpeta Asfáltica.....                        | 97  |
| 4.3.1. | Método Marshall .....  | 98  |
| 4.3.2. | Análisis de resultados obtenidos .....                         | 101 |
| 4.4.   | Método Pavement Condition Index (PCI).....                     | 104 |
| 4.4.1. | Definición.....  | 104 |
| 4.4.2. | Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento..... | 105 |
| 4.4.3. | Materiales e Instrumentos de Evaluación.....                   | 106 |
| 4.4.4. | Determinación de las unidades de muestreo .....                | 106 |
| 4.4.5. | Selección del intervalo de las unidades de muestreo.....       | 107 |
| 4.4.6. | Cálculo del PCI de una Unidad de Muestra .....                 | 108 |
| 4.4.7. | Cálculo de los Valores Deducidos.....                          | 109 |
| 4.4.8. | Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido CDV .....          | 109 |
| 4.4.9. | Resultados y Análisis .....                                    | 111 |
| 4.5.   | Periodo de Diseño.....   | 113 |
| 4.6.   | Tránsito, ESAL'S (W18).....                                    | 114 |
| 4.7.   | Confiability R.....  | 114 |
| 4.8.   | Pérdida de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI) .....               | 115 |
| 4.8.1. | Índice de Serviciabilidad Inicial (Po).....                    | 115 |
| 4.8.2. | Índice de Serviciabilidad Final (Pt).....                      | 116 |
| 4.9.   | Módulo Resiliente (Mr) .....                                   | 116 |
| 4.9.1. | Módulo resiliente de la subrasante. ....                       | 117 |
| 4.10.  | Sistema de Drenaje .....                                       | 117 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.10.1. Alcantarillas.....   | 118 |
| 4.10.2. Cunetas en la vía.....   | 120 |
| 4.10.3. Sumideros.....   | 121 |
| 4.11. Diseño de Obras de Rehabilitación.....   | 126 |
| 4.11.1. Diseño de sobrecapa.....   | 126 |
| 4.11.2. Diseño de Pavimento Flexible Reciclado en Frío Método del Instituto del Asfalto..... | 132 |
| 4.12. Diseño Estructural del Pavimento Flexible .....  | 136 |
| 4.12.1. Cálculo de coeficiente estructural de capa .....                                     | 137 |
| 4.12.2. Cálculos de Número Estructural (SN).....   | 140 |
| 4.12.1. Cálculo de espesores.....  | 143 |
| 4.13. Resultados y análisis de diseño del pavimento flexible.....                            | 147 |
| CAPÍTULO 5 .....   | 151 |
| 5. PRESUPUESTO DEL DISEÑO DE LA RECONSTRUCCIÓN .....   | 151 |
| 5.1. Presupuesto .....   | 151 |
| 5.1.1. Análisis de Precios Unitarios (APU).....  | 151 |
| 5.1.2. Presupuesto referencial.....  | 151 |
| CAPÍTULO 6.....  | 152 |
| 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....   | 152 |
| 6.1. Conclusiones.....   | 152 |
| 6.2. Recomendaciones .....   | 153 |
| REFERENCIAS.....   | 155 |
| ANEXOS.....  | 160 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> Ubicación del tramo en estudio, vía Santa Elena – Ballenita..... | 12 |
| <b>Figura 2</b> Probabilidad diaria de precipitación .....                       | 15 |
| <b>Figura 3</b> Cuencas hidrográficas y drenajes principales en Santa Elena..... | 16 |
| <b>Figura 4</b> Zonas sísmicas y valor del factor de zona Z.....                 | 17 |
| <b>Figura 5</b> Turismo, Malecón de Ballenita .....                              | 20 |
| <b>Figura 6</b> Artesanía en la Provincia de Santa Elena .....                   | 21 |
| <b>Figura 7</b> Estructura del pavimento flexible.....                           | 24 |
| <b>Figura 8</b> Esquema de una emulsión aniónica y catiónica .....               | 32 |
| <b>Figura 9</b> Piel de cocodrilo .....  | 35 |
| <b>Figura 10</b> Exudación.....  | 36 |
| <b>Figura 11</b> Agrietamiento en bloque .....                                   | 37 |
| <b>Figura 12</b> Abultamientos y hundimientos.....                               | 38 |
| <b>Figura 13</b> Corrugaciones.....  | 39 |
| <b>Figura 14</b> Depresiones .....   | 40 |
| <b>Figura 15</b> Grietas de Borde .....  | 41 |
| <b>Figura 16</b> Grietas de reflexión de juntas de losas de concreto.....        | 42 |
| <b>Figura 17</b> Desnivel carril/berma .....                                     | 43 |
| <b>Figura 18</b> Grietas longitudinales y transversales .....                    | 44 |
| <b>Figura 19</b> Parcheo y acometidas de servicios públicos,.....                | 45 |
| <b>Figura 20</b> Pulimiento de agregados.....                                    | 46 |
| <b>Figura 21</b> Huecos .....  | 47 |
| <b>Figura 22</b> Cruce de vía férrea.....  | 48 |
| <b>Figura 23</b> Ahuellamiento .....   | 49 |
| <b>Figura 24</b> Desplazamiento .....  | 50 |
| <b>Figura 25</b> Grietas parabólicas .....                                       | 51 |
| <b>Figura 26</b> Hinchamiento.....   | 52 |
| <b>Figura 27</b> Meteorización .....   | 53 |
| <b>Figura 28</b> Calicatas.....  | 58 |
| <b>Figura 29</b> Extracción de núcleos.....                                      | 58 |

|                  |   |     |
|------------------|---|-----|
| <b>Figura 30</b> | Estación de conteo Santa Elena – Ballenita.....       | 60  |
| <b>Figura 31</b> | Tráfico Santa Elena - Ballenita.....                  | 61  |
| <b>Figura 32</b> | Estación de conteo de tráfico vehicular.....          | 63  |
| <b>Figura 33</b> | Clasificación de vehículos de acuerdo al MTOP.....    | 64  |
| <b>Figura 34</b> | Formato de conteo de tráfico vehicular.....           | 66  |
| <b>Figura 35</b> | Conteo vehicular nocturno.....                        | 68  |
| <b>Figura 36</b> | Conteo vehicular semanal.....                         | 69  |
| <b>Figura 37</b> | Eje sencillo.....                                     | 77  |
| <b>Figura 38</b> | Eje tándem.....                                       | 77  |
| <b>Figura 39</b> | Eje trídem.....                                       | 77  |
| <b>Figura 40</b> | Ubicación de las calicatas.....                       | 82  |
| <b>Figura 41</b> | Calicata 1.....                                       | 83  |
| <b>Figura 42</b> | Calicata 3.....                                       | 83  |
| <b>Figura 43</b> | Calicata 2.....                                       | 83  |
| <b>Figura 44</b> | Calicata 4.....                                       | 83  |
| <b>Figura 45</b> | Muestras de suelo con contenido de humedad.....       | 84  |
| <b>Figura 46</b> | Muestras secas después del horno.....                 | 85  |
| <b>Figura 47</b> | Ensayos de límite de Atteberg.....                    | 88  |
| <b>Figura 48</b> | Análisis granulométrico de las muestras.....          | 89  |
| <b>Figura 49</b> | Ensayo de compactación.....                           | 92  |
| <b>Figura 50</b> | Ensayo de California Bearing Ration.....              | 95  |
| <b>Figura 51</b> | Perforación y extracción de núcleos.....              | 97  |
| <b>Figura 52</b> | Muestras de las briquetas del pavimento flexible..... | 98  |
| <b>Figura 53</b> | Determinación de la Densidad Bulk.....                | 98  |
| <b>Figura 54</b> | Briquetas en Baño de María.....                       | 99  |
| <b>Figura 55</b> | Ensayo de Estabilidad y Flujo.....                    | 100 |
| <b>Figura 56</b> | Ensayo de Rice.....                                   | 101 |
| <b>Figura 57</b> | Inventario de fallas en el pavimento evaluado.....    | 108 |
| <b>Figura 58</b> | Valores de deducción falla piel de cocodrilo.....     | 109 |
| <b>Figura 59</b> | Cálculo PCI unidad de muestra 1.....                  | 110 |
| <b>Figura 60</b> | Alcantarillas en la vía Santa Elena - Ballenita.....  | 118 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 61</b> Cunetas tipo L.....  | 121 |
| <b>Figura 62</b> Sumideros de rejillas .....  | 122 |
| <b>Figura 63</b> Presencia de aguas lluvias en el pavimento.....  | 122 |
| <b>Figura 64</b> Plano Arquitectónico de la vía - Ubicación de sumideros nuevos,<br>abscisas 0+765 - 1+370.....                             | 124 |
| <b>Figura 65</b> Pérdida de capacidad estructural después de tiempo y tránsito.....   | 126 |
| <b>Figura 66</b> Coeficiente estructural a partir del módulo de elasticidad del concreto<br>asfáltico .....                                 | 130 |
| <b>Figura 67</b> Gráfica para el diseño de pavimentos asfálticos reciclados. ....   | 134 |
| <b>Figura 68</b> Ábaco para estimar el coeficiente estructural $a_1$ y el módulo resiliente<br>Mr.....                                      | 137 |
| <b>Figura 69</b> Ábaco de variación del coeficiente $a_2$ estructural de la capa de base<br>estabilizada con asfalto .....                  | 138 |
| <b>Figura 70</b> Ábaco de variación de coeficiente estructural para subbase granular $a_3$<br>con diferentes parámetros de resistencia..... | 139 |
| <b>Figura 71</b> Número Estructural de la Base reciclada estabilizada.....  | 141 |
| <b>Figura 72</b> Número Estructural de la Subbase Granular. ....  | 142 |
| <b>Figura 73</b> Número Estructural del Mejoramiento .....  | 142 |
| <b>Figura 74</b> Número Estructural de la Subrasante .....  | 143 |
| <b>Figura 75</b> Sección Típica de la Reconstrucción - Propuesta.....   | 150 |
| <b>Figura 76</b> Espesores del Diseño de Pavimento Flexible .....   | 150 |
| <b>Figura 77</b> Presupuesto Referencial de Reconstrucción.....   | 151 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                 |   |    |
|-----------------|---|----|
| <b>Tabla 1</b>  | Ubicación del proyecto .....                                      | 13 |
| <b>Tabla 2</b>  | Características del área del proyecto.....                        | 13 |
| <b>Tabla 3</b>  | Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada ..... | 17 |
| <b>Tabla 4</b>  | Granulometría para áridos de la carpeta asfáltica .....           | 25 |
| <b>Tabla 5</b>  | Recomendaciones para uso de material de base .....                | 27 |
| <b>Tabla 6</b>  | Áridos para base.....   | 27 |
| <b>Tabla 7</b>  | Granulometría Bases Estabilizadas con Emulsión Asfáltica .....    | 28 |
| <b>Tabla 8</b>  | Áridos de subbase .....   | 29 |
| <b>Tabla 9</b>  | Clasificación del material de subrasante de acuerdo al CBR.....   | 30 |
| <b>Tabla 10</b> | Tipos de fallas para pavimentos flexibles .....                   | 34 |
| <b>Tabla 11</b> | Piel de cocodrilo.....  | 35 |
| <b>Tabla 12</b> | Exudación.....  | 36 |
| <b>Tabla 13</b> | Agrietamiento en bloque.....                                      | 37 |
| <b>Tabla 14</b> | Abultamientos y hundimientos .....                                | 38 |
| <b>Tabla 15</b> | Corrugaciones .....   | 39 |
| <b>Tabla 16</b> | Depresiones.....  | 40 |
| <b>Tabla 17</b> | Grietas de borde .....  | 41 |
| <b>Tabla 18</b> | Grietas de reflexión de juntas de losas de concreto .....         | 42 |
| <b>Tabla 19</b> | Desnivel carril/berma.....  | 43 |
| <b>Tabla 20</b> | Grietas longitudinales y transversales.....                       | 44 |
| <b>Tabla 21</b> | Parcheo y acometidas de servicios públicos .....                  | 45 |
| <b>Tabla 22</b> | Pulimento de agregados .....                                      | 46 |
| <b>Tabla 23</b> | Huecos.....   | 47 |
| <b>Tabla 24</b> | Cruce de vía férrea .....   | 48 |
| <b>Tabla 25</b> | Ahuellamiento.....  | 49 |
| <b>Tabla 26</b> | Desplazamiento.....   | 50 |
| <b>Tabla 27</b> | Grietas parabólicas .....   | 51 |
| <b>Tabla 28</b> | Hinchamiento .....  | 52 |
| <b>Tabla 29</b> | Meteorización.....  | 53 |

|                 |  |     |
|-----------------|--|-----|
| <b>Tabla 30</b> | Factor ajuste nocturno.....  | 67  |
| <b>Tabla 31</b> | Factor de ajuste diario.....                                       | 70  |
| <b>Tabla 32</b> | Factor de ajuste mensual en la Provincia de Santa Elena.....       | 71  |
| <b>Tabla 33</b> | TPDA existente por tipo de vehículo.....                           | 72  |
| <b>Tabla 34</b> | Tasas de crecimiento de tráfico anual.....                         | 73  |
| <b>Tabla 35</b> | Tráfico Futuro para el año 2030.....                               | 75  |
| <b>Tabla 36</b> | Determinación de la función de la vía.....                         | 76  |
| <b>Tabla 37</b> | Factor direccional.....  | 79  |
| <b>Tabla 38</b> | Factor de distribución por carril.....                             | 79  |
| <b>Tabla 39</b> | Resumen de Cálculo de ejes equivalentes.....                       | 81  |
| <b>Tabla 40</b> | Resumen de datos obtenidos en los ensayos de suelos.....           | 96  |
| <b>Tabla 41</b> | Especificaciones para cemento asfáltico.....                       | 101 |
| <b>Tabla 42</b> | Resultados obtenidos de capa de rodadura.....                      | 102 |
| <b>Tabla 43</b> | Escala de clasificación PCI.....                                   | 105 |
| <b>Tabla 44</b> | Materiales e instrumentos.....                                     | 106 |
| <b>Tabla 45</b> | Resultados PCI - Tramo 1.....                                      | 111 |
| <b>Tabla 46</b> | Resultados PCI - Tramo 2.....                                      | 112 |
| <b>Tabla 47</b> | Resultados PCI - Tramo 3.....                                      | 112 |
| <b>Tabla 48</b> | Resultados PCI - Tramo 4.....                                      | 113 |
| <b>Tabla 49</b> | Números de ejes equivalentes.....                                  | 114 |
| <b>Tabla 50</b> | Valores de, $ZR$ en función de la confiabilidad $R$ .....          | 114 |
| <b>Tabla 51</b> | Desviación Estándar $S_o$ combinado para pavimentos flexibles..... | 115 |
| <b>Tabla 52</b> | Serviciabilidad Inicial.....                                       | 115 |
| <b>Tabla 53</b> | Serviciabilidad Final.....   | 116 |
| <b>Tabla 54</b> | Inventario de alcantarillas tipo cuadrada.....                     | 119 |
| <b>Tabla 55</b> | Inventario de alcantarillas tipo circular.....                     | 120 |
| <b>Tabla 56</b> | Inventario de cunetas.....   | 121 |
| <b>Tabla 57</b> | Inventario de sumideros.....                                       | 122 |
| <b>Tabla 58</b> | Ubicación de sumideros nuevos.....                                 | 123 |
| <b>Tabla 59</b> | Calidad de drenaje.....  | 125 |
| <b>Tabla 60</b> | Valores recomendados de drenaje mi recomendado.....                | 125 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 61</b> Coeficientes estructurales.....  | 128 |
| <b>Tabla 62</b> Datos de entrada para determinar el $SN_{eff}$ existente.....  | 129 |
| <b>Tabla 63</b> Posibilidades de reciclado en frío con ligantes hidrocarbonados.....   | 132 |
| <b>Tabla 64</b> Espesores mínimos de nueva carpeta asfáltica para pavimentos reciclados en frío con emulsión asfáltica. .... | 134 |
| <b>Tabla 65</b> Datos de Entrada .....   | 141 |
| <b>Tabla 66</b> Número Estructural (SN) del Pavimento Flexible. ....   | 143 |
| <b>Tabla 67</b> Datos de entrada para el diseño de la estructura del pavimento .....   | 144 |
| <b>Tabla 68</b> Resumen del diseño de rehabilitación por sobrecapa asfáltica .....   | 147 |
| <b>Tabla 69</b> Resumen del diseño de rehabilitación con reciclado en frío.....  | 148 |
| <b>Tabla 70</b> Diseño propuesto de las capas de la estructura del pavimento flexible .....                                  | 149 |

“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, DEL TRAMO DE LA VÍA TRONCAL DEL PACÍFICO COMPRENDIDO ENTRE LA CALLE 24 DE MAYO Y LA AVENIDA DÉCIMO OCTAVA, RUTA DEL SPONDYLUS, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**Autora:** Chonillo Cruz Andrea Dayana

**Autora:** Palma Choez Lissette Monserrate

**Tutor:** Campoverde Campoverde Daniel Rosendo

## RESUMEN

*El presente estudio de caso pretende evaluar el estado actual de la estructura del pavimento flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de mayo y la Avenida Décimo Octava a través de estudios de tráfico, suelos y extracciones de carpeta asfáltica además se realizó una auscultación visual, identificando el nivel de deterioro de la vía a través del método PCI (Índice de Condición del Pavimento) basado en la Norma ASTM D6433-03. Para esto se realizó una inspección de campo, obteniendo información de diferentes fallas entre las más comunes como piel de cocodrilo, fisuras, hundimientos, exudación, fallas transversales y longitudinales causadas por origen diverso las cuales indican que el pavimento flexible presenta una deficiencia estructural para soportar las repeticiones de carga esperadas para el período de análisis de 10 años, debido a esto se evalúa la vía realizando la comparación de alternativas de rehabilitación entre un diseño de sobrecapa o reciclado en frío y se concluye que constructivamente no es posible dejar una sobrecarpeta de 12,5 cm sobre el nivel de la vía existente por lo que se dañaría la parte arquitectónica de la vía, por esa razón se analiza como solución viable realizar una reconstrucción y se recomienda elaborar una base reciclada con la carpeta asfáltica y material de base existente de la vía.*

**Palabras Claves:** Pavimento Flexible - Índice de Condición del Pavimento – Rehabilitación - Diseño - Análisis - Fallas - Reciclado en frío.

“STRUCTURAL EVALUATION OF THE FLEXIBLE PAVEMENT OF THE SECTION OF THE PACIFIC TRUNK ROAD BETWEEN 24 DE MAYO STREET AND EIGHTEENTH AVENUE, SPONDYLUS ROUTE, SANTA ELENA CANTON, SANTA ELENA PROVINCE”

**Author:** Chonillo Cruz Andrea Dayana

**Author:** Palma Choez Lissette Monserrate

**Tutor:** Campoverde Campoverde Daniel Rosendo

### **ABSTRACT**

*This case study aims to evaluate the current condition of the flexible pavement structure of the Troncal del Pacífico road section between 24 de Mayo Street and Eighteenth Avenue through traffic studies, soils and asphalt layer extractions. In addition, a visual auscultation was performed, identifying the level of deterioration of the road through the PCI (Pavement Condition Index) method based on ASTM D6433-03 Standard. For this purpose, a field inspection was carried out, obtaining information on different faults among the most common ones, such as crocodile skin, cracks, subsidence, exudation, transverse and longitudinal faults caused by different origins, which indicate that the flexible pavement presents a structural deficiency to support the expected load repetitions for the 10-year analysis period, Due to this, the road is evaluated by comparing rehabilitation alternatives between an overlay design or cold recycling and it is concluded that it is constructively impossible to leave an overlay of 12.5 cm above the level of the existing road because it would damage the architectural part of the road, for this reason it is analyzed as a viable solution to carry out a reconstruction and it is recommended to develop a recycled base with the existing asphalt layer and base material of the road.*

**Key words:** Flexible pavement - Pavement condition index - Rehabilitation - Design - Analysis - Failures - Cold recycling.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de titulación se realiza la descripción del proceso evaluación estructural del pavimento flexible, del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena. La importancia de estudiar y evaluar este tramo es que, justamente aledaño se encuentra la terminal terrestre regional SUMPA y por lo tanto es la principal arteria de acceso y salida de vehículos de servicio interprovincial e intercantonal, en tal virtud y debido al prematuro y permanente deterioro que sufre el pavimento, ha dado lugar a un deficiente nivel de servicio.

La provincia de Santa Elena está ubicada dentro de la región costera del Ecuador, conformada por tres cantones: La Libertad, Salinas y Santa Elena, limita al norte con la provincia de Manabí, al sur y al oeste con el Océano Pacífico y al este con la provincia del Guayas. Cuenta con un territorio de  $3.690 \text{ Km}^2$ , las actividades principales de la provincia son el comercio, la industria, la pesca y el turismo, además tiene una alta población flotante, que se acrecienta durante épocas de temporada, se estima llegan a la Península alrededor de 300.000 personas siendo el Terminal Terrestre Regional SUMPA el punto estratégico para la movilización de turistas hacia las otras regiones, provincia y cantones, atravesando localidades costeras de alto atractivo turístico, entre ellas las que se encuentran a lo largo de la vía de los Spondylus.

Corros et al. (2009) considera la conexión directa entre la infraestructura vial y el desarrollo social y económico, la infraestructura vial se define como una parte muy importante del patrimonio nacional, ya que permite la comunicación e interconexión entre centro densamente poblados, asimismo argumenta Carahuatay (2015) que la necesidad de contar con un sistema de carreteras que conecten a poblaciones de una región con otra es fundamental en el desarrollo de una región, por lo tanto, las redes viales de un país son las que promueven un verdadero desarrollo social, cultural y económico de sus habitantes.

Siendo el pavimento, la infraestructura artificial que cubre el suelo natural debidamente acondicionado (subrasante), Olivera (1996), Vergara (2015) y Reyes and Rondón (2015) definen al pavimento como el conjunto de capas de materiales seleccionados que reciben directamente las cargas de tráfico y las transmiten a las capas inferiores, distribuidas uniformemente, construida de tal forma que debe resistir o soportar estas cargas y descargas debido al tráfico de los diferentes tipos de automotores que circulan sobre la superficie de rodadura y que debe garantizar la máxima fluidez y seguridad. Thenoux and Gaete (2012) menciona que las características iniciales del pavimento de una carretera se van degradando con el transcurso del tiempo debido al paso de los vehículos, las condiciones del suelo de fundación, la calidad y capacidad de drenaje y subdrenaje del corredor vial y a las acciones climáticas.

El deterioro del pavimento flexible que se presenta a lo largo de las vías provoca una disminución del nivel de serviciabilidad que debe ser controlado siendo necesario evaluar la condición de las vías en cualquier momento de su periodo de vida útil, Díaz (2014), Rodríguez (2009), Caldas and Erazo (2018) indican que la situación ideal es detectar y evaluar el daño del pavimento con expectativas suficientes, de modo que las reparaciones realizadas sean equivalentes a trabajos de mantenimiento o reparación menor, en lugar de reconstrucción, lo que ahorra dinero y recursos por el costo de reparación del pavimento mucho mayor que los costos de mantenimiento.

En el tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la Calle 24 de mayo y La Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus se evidencia que la capa de rodadura ha empezado a perder sus propiedades y con ello su índice de serviciabilidad, presenta fallas comunes como piel de cocodrilo, fisuras, hundimientos, fallas considerables que impiden la circulación fluida de vehículos, ocasionando un deterioro continuo ante la falta de mantenimiento por lo que genera un malestar en los usuarios. Con la finalidad de aportar con una solución técnica y definitiva a la presente problemática y contribuir con la provincia, hemos planteado realizar la presente investigación, la misma que, nos permitan determinar los motivos de estas fallas en la carpeta asfáltica las cuales pueden ocasionarse por un inadecuado diseño o malos procedimientos constructivos.

El estudio de la condición actual de los pavimentos es un mecanismo importante para mantener un adecuado nivel de servicio, proporcionando al usuario seguridad y comodidad a fin de solucionar problemas causados por el tráfico vehicular. El estudio debe entenderse como aquel que se realiza desde su superficie; entendiéndose con esto que todos los métodos a utilizar deben ser de tipo no destructivo, y la evaluación estructural del pavimento podría definirse como la medida de adecuación estructural del pavimento ya que, con una exhaustiva valoración del pavimento obtendremos información necesaria para el estudio de caso de las causas que originaron la falla del pavimento, es decir debe aportar elementos de juicio necesarios para el diagnóstico de las fallas observadas, a fin de hallar las estrategias óptimas para proporcionar, evaluar y mantener a los pavimentos en una condición útil durante un período de tiempo.

En el presente estudio de caso establece las causas que han originado las diferentes fallas en el pavimento a través de la norma ASTM (2004) D6433-03 donde se describe el método del PCI (Índice de Condición del Pavimento), según Vásquez (2002), Canturias and Watanabe (2017), Leguía and Pacheco (2016) manifiestan que este método se basa en la inspección visual determinado el tipo de deterioro existente, esto permitirá estudiar el comportamiento estructural y funcional del mismo, con el fin de darle una calificación al pavimento y definir las necesidades que requiere para reestablecer sus condiciones iniciales de servicio, Cardona and Prieto (2014) sostiene que la auscultación de vías es esencial en la gestión de pavimentos, razón por la cual se hace necesario realizar un seguimiento del estado actual de las redes viales a través de inspecciones visuales, para proporcionar la información necesaria para el procesamiento de datos que pueden utilizarse para determinar los modelos de comportamiento de las estructuras de pavimentos.

Con el objetivo de conseguir una vía que se acomode a las condiciones a las cuales es sometida se realiza un estudio para el rediseño de un pavimento flexible con el método de la AASHTO 93 y según indicaciones del libro de Cordo (2006).

Para realizar un correcto estudio y evaluación estructural del pavimento flexible se requiere conocer ciertos parámetros como indica Menéndez (2009), Higuera (2010), Olivera (1996), Minaya and Ordoñez (2006) que serán obtenidos mediante ensayos geotécnicos de laboratorio como menciona Botía (2015) y mediciones en sitio, donde se valorarán las deformaciones longitudinales y transversales, fisuraciones y desprendimientos, los cuales nos facilitan el manejo de la información acerca del estado del pavimento, una vez obtenida la información relevante, es importante publicar los resultados del estudio para que los responsables de la intervención y restauración vial como es el GAD Municipal de Santa Elena, puedan plantear alternativas de solución para mejorar la calidad de la vía, realizando los mantenimientos periódicos correctivos para que la estructura del pavimento alcance la vida útil.

Como expresa Navarro (2018), para el dimensionamiento de un pavimento es necesario determinar los efectos que las cargas de los vehículos causan en el pavimento, por lo cual se debe conocer el número y tipo de vehículos que circulan por la vía, así como la intensidad de la carga y la configuración del eje que aplica. Se establece un análisis del tránsito proyectado a un periodo de diseño de 10 años, el tránsito representa la principal variable que conllevan al deterioro de la serviciabilidad de la estructura del pavimento, por lo que es necesario elaborar un conteo vehicular para obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) y determinar las condiciones de tráfico en la que se encuentra dicha vía usando las normas (MTOP, 2003); NEVI-12-MTOP (2013) por ello, se definirá un adecuado plan de mantenimiento y reparación vial, incluyendo el tipo de rediseño de la estructura del pavimento que se puede realizar para el correcto funcionamiento de la vía, posteriormente se establecerá un presupuesto referencial basado en el análisis de precios unitarios de acuerdo a la zona.

# CAPÍTULO 1

## GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 1.1. Antecedentes

Cayambe and Santillán (2015) y Ruiz (2019) indican que la infraestructura vial es un factor decisivo en el desarrollo social, económico y cultural de nuestro país, considerándose como el principal activo económico, durante los últimos años nuestro país se ha visto afectado por el crecimiento poblacional, esto ha generado la necesidad de desarrollar infraestructuras viales construyendo nuevas rutas de conexión vial para satisfacer la demanda de los volúmenes crecientes de tráfico, mejorando la calidad de vida en la población, pero por las pocas oportunidades de inversión en la construcción el desarrollo vial en el Ecuador ha sido lento en investigación y cambios tecnológicos.

Montejo (2002) sostiene que el pavimento es una obra vial conformada por capas superpuestas horizontalmente de diferentes espesores, son diseñados y construidos con materiales que cumplan las especificaciones técnicas además de las necesidades particulares de cada obra y de la calidad del terreno de fundación. Estas capas estratificadas se apoyan sobre el suelo de subrasante debidamente conformado y compactado después de que se realiza el movimiento de tierras durante el proceso de construcción deben resistir completamente el esfuerzo de las cargas de tráfico generada repetidamente durante el diseño de la estructura del pavimento.

Romero (2017) señala que, en el pavimento flexible, la capa superior está conformada por material bituminoso y debe tener resistencia al corte, absorber esfuerzos horizontales además de las presiones verticales que se transmiten a los estratos inferiores, los cuales son solicitados bajo la acción repetitiva de las cargas de los vehículos. Las deformaciones acumuladas en los pavimentos flexibles se reflejan en los ahuellamientos de las calzadas y otras distorsiones del perfil de la vía.

La evaluación de pavimentos flexibles es un procedimiento que se realiza para obtener información y de esta manera plantear alternativas de mantenimiento de vías en términos de economía y ecología; también se realiza el análisis e interpretación de la información de tránsito; para luego evaluar la eficacia restante de vida útil a través de la descripción de diferentes fallas que se encuentran en el pavimento flexible.

Las fallas estructurales del pavimento surgen de las condiciones que afectan adversamente la capacidad de carga de la estructura del pavimento, el proceso de deterioro, el tránsito, solicitaciones de carga, espesor inadecuado, el agrietamiento, la distorsión y la desintegración provocan deficiencias estructurales, la deficiencia funcional surge cuando el pavimento no proporciona una superficie de conducción suave y cómoda para el usuario, esto puede darse por la textura de la superficie. El tipo de deterioro debe ser considerado para determinar si tiene una deficiencia funcional o estructural, de modo que se puede desarrollar el tipo y el diseño de superposición adecuados.

En el país varias entidades contratantes realizan estudios para determinar el diseño estructural de pavimentos y su evaluación funcional, el mantenimiento del sistema vial depende de recursos humanos para construir y mantener las redes viales, debido a que no se implementan de acuerdo a las normativas del MTOP las reparaciones no son definitivas y provocan un deterioro continuo del pavimento dando lugar a problemas de congestión vehicular e incremento de los costos de operación, así como la posibilidad de un aumento de accidentes de tránsito sobre todo en feriados donde los usuarios se dirigen a los principales balnearios de la Provincia de Santa Elena.

La Vía del Pacífico o Troncal del Pacífico (E15) es una carretera de Ecuador promovida por los ministerios de Obras Públicas, Turismo y Ambiente que atraviesa las provincias de Esmeraldas, Manabí y Santa Elena, ubicada estratégicamente en la costa central del Ecuador, con un clima que va del subtropical seco hasta el tropical húmedo de temperatura promedio de 25 °C llegando a temperaturas máximas de hasta 36 °C, es también conocida como Ruta del Sol a lo largo de su tramo por la provincia de Santa Elena, atraviesa localidades costeras de alto atractivo turístico entre ellas Ballenita.

El tramo de vía a estudiar es de gran aporte a la red vial como principal acceso de miles de usuarios y turistas que circularán con dirección desde la Ruta Spondylus o Guayaquil hacia la capital de la provincia de Santa Elena o viceversa, cruzando la Terminal Terrestre Regional SUMPA. Por la vía Guayaquil – Santa Elena transitan alrededor de 15 000 vehículos en promedio al día y en feriados, se estima que la cifra supera los 45 000, por lo que es muy frecuentada por diferentes tipos de usuarios quienes se transportan en vehículos livianos y pesados.

Debido a la preocupación por la calidad de la estructura vial actual que presenta muchas falencias a causas de los malos procesos constructivos, calidad de los materiales, mala operación y mantenimiento, entre otros, se realiza el proceso de evaluación estructural del pavimento para saber las condiciones actuales el cual permita tomar decisiones oportunas para lograr obtener vías óptimas para la circulación vehicular y por tratarse de una ciudad en donde su principal actividad económica es el turismo, es fundamental contar con vías de acceso en excelente estado.

Mediante la observación se evidencia que el pavimento flexible presenta un considerable índice de fallas debido a muchos factores como el aumento de la intensidad del tráfico, la alta presión de los neumáticos, el aumento de las cargas por eje, etc. provocando deterioro en el pavimento, lo que reduce su flexibilidad y capacidad de contracción bajo cambios de temperatura provocando agrietamiento, si el pavimento no es reparado se genera cierta inseguridad e incomodidad a los usuarios.

## **1.2. Objetivos**

### ***1.2.1. Objetivo General***

Realizar la evaluación estructural del pavimento flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.

### ***1.2.2. Objetivos Específicos***

- Evaluar el estado actual de la estructura del pavimento flexible a través de una auscultación visual en el tramo de la vía actualmente en servicio a través del método PCI (Índice de Condición del Pavimento).
- Realizar el estudio de tráfico promedio diario anual (TPDA) por el conteo de vehículos, para determinar los ejes equivalentes que actúan sobre la vía (ESAL's).
- Efectuar los ensayos geotécnicos para obtener la caracterización del suelo donde se asienta la vía en estudio.
- Analizar las alternativas de rehabilitación y reconstrucción del pavimento flexible aplicando el método del Instituto de Asfalto y el método de la American Association of State Highways and Transportation Officials (AASHTO) 1993 para un mejor funcionamiento vial de la zona de estudio.
- Establecer el presupuesto referencial del diseño de pavimento flexible propuesto.

### **1.3. Alcance**

El estudio de caso abarca fundamentalmente la evaluación estructural de pavimentos para el tramo en estudio usando ensayos no destructivos a través de método del PCI (Índice de Condición del Pavimento), comprendiendo un análisis técnico del comportamiento existente del pavimento a través un procedimiento visual de recolección de datos y realizar el análisis correspondiente para determinar diferentes fallas, calcular las cantidades de obra, presupuesto y especificaciones técnicas.

Además, nos apoyaremos de estudios realizados con respecto a temas relacionados en evaluación estructural de pavimento flexible y rehabilitación de pavimentos asfálticos, este trabajo simplemente establece una guía sobre la cual se podrán crear estrategias iniciales de intervención ya que por lo general se toman decisiones de rehabilitación únicamente conociendo el estado del pavimento y los resultados del estudio para plantear alternativas de solución y mejorar la calidad de la vía.

El estudio será realizado en estricto cumplimiento de las normas y las especificaciones, las limitaciones se plantearán en el proceso que se lleve a cabo la investigación, se espera obtener todos los resultados de los estudios de acuerdo al cronograma propuesto en el plan de tesis, asimismo de no sobrepasar el presupuesto estimado para la ejecución de este trabajo investigativo, por lo que, se usarán metodologías no tan costosas que determinan resultados confiables con respecto a la temática de la investigación, asimismo existen ensayos muy complejos y de costos elevados que determinan el diagnóstico del pavimento flexible con mayor exactitud.

Este trabajo se realizará con la finalidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante los años de nuestra formación profesional en la carrera de Ingeniería Civil con el propósito de beneficiar a nuestra provincia, será una gran herramienta para la ampliación y profundización de saberes dentro de la rama de pavimentos, además servirá de guía a los estudiantes e ingenieros civiles para brindarles ayuda en los futuros proyectos que se vayan a realizar con respecto al tema tratado.

#### **1.4. Justificación**

En el presente trabajo de titulación se efectúa evaluación estructural del pavimento flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena, para identificar el nivel de deterioro del pavimento flexible a través de una auscultación visual en el tramo de la vía actualmente en servicio.

El estudio de los pavimentos es un tema de alta importancia y pertinencia, en el que se articulan conocimientos básicos, humanísticos y profesionales, por lo que es de suma importancia en el ejercicio profesional de la carrera de Ingeniería Civil, como estudiantes de la carrera somos capaces de generar alternativas de solución con el propósito de beneficiar a nuestra provincia, contribuyendo con los conocimientos adquiridos durante los años de nuestra formación profesional.

El desarrollo de este estudio se efectúa en base a la necesidad de mejorar el sistema vial de nuestra provincia, de esta manera existiría un incremento en el número de turistas nacionales como internacionales además disminuirán los índices de accidentes causados, estableciendo un interés positivo en la comunidad, además se logrará fomentar la productividad de la Provincia de Santa Elena logrando que los turistas y habitantes lleguen a sus lugares de destino de una manera cómoda, mejorando su calidad de vida, así nuestra provincia contará con un eficaz sistema vial.

#### **1.5. Hipótesis de la Investigación**

La evaluación estructural del pavimento flexible, del tramo de la Vía Troncal Del Pacífico comprendido entre la calle de 24 de mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, nos permite conocer el comportamiento estructural del pavimento estableciendo el por qué este tramo se encuentra en prematuro y permanente proceso de deterioro, a pesar de las intervenciones por parte del GAD Municipal de Santa Elena.

## **1.6. Variables de la Investigación**

### ***1.6.1. Variables Independientes***

Pavimentos flexibles.

### ***1.6.2. Variables Dependientes***

Índice de condición del pavimento.

## CAPÍTULO 2

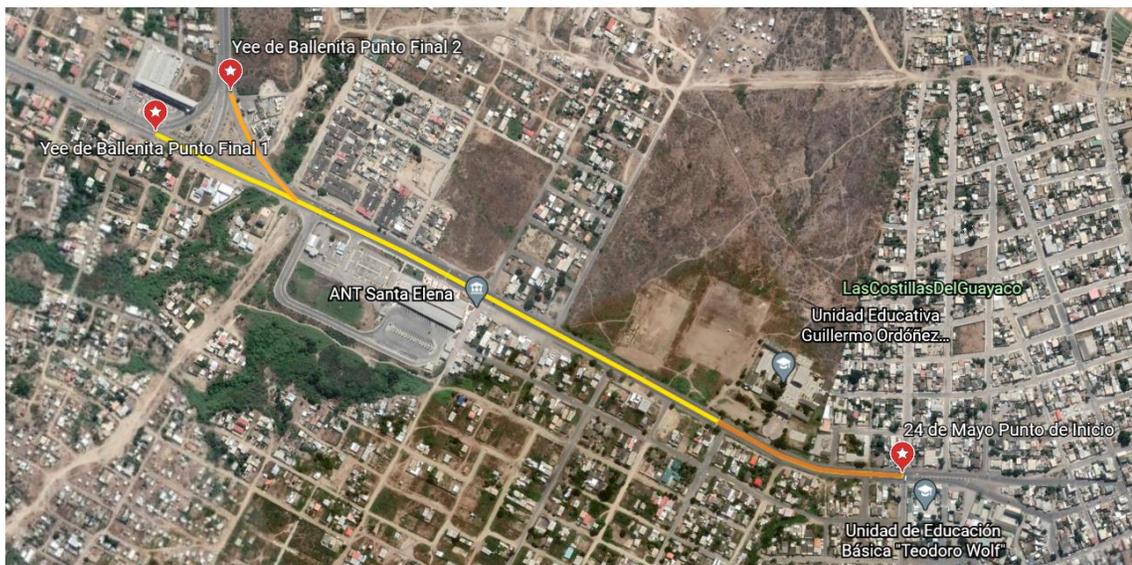
### ASPECTOS SUSTANCIALES DEL PROYECTO

#### 2.1. Identificación del área de estudio

El estudio del tramo de la vía comprendido entre la calle 24 de mayo y la Avenida Décimo Octava, se realiza en la Parroquia Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena, la vía posee 1,71 Km de longitud e inicia en la abscisa 0+000 medida desde el Cantón Santa Elena y finaliza en la abscisa 1+710 ubicada en la Parroquia Ballenita, se dividió en cuatro tramos, el primer tramo comprende una longitud de 0,350 Km luego por conveniencia se continua en la vía señalada como tramo 2 con una longitud de 0,700 Km, tramo 3 con una longitud de 0,430 Km, y finalmente el tramo 4 con una longitud de 0,230 km terminando en la abscisa 1+710 . Se detalla la ruta de estudio en la Tabla 1.

#### Figura 1

*Ubicación del tramo en estudio, vía Santa Elena – Ballenita*



Fuente: Google Earth

**Tabla 1***Ubicación del proyecto*

| TRAMO   | PUNTO  | ABSCISA | COORDENADAS UTM ZONA 17S |              |
|---------|--------|---------|--------------------------|--------------|
| Tramo 1 | Inicio | 0+000   | 515471.79 E              | 9754362.47 N |
|         | Fin    | 0+350   | 515231.74 E              | 9754589.81 N |
| Tramo 2 | Inicio | 0+350   | 515231.74 E              | 9754589.81 N |
|         | Fin    | 1+050   | 514801.69 E              | 9755199.24 N |
| Tramo 3 | Inicio | 1+050   | 514801.69 E              | 9755199.24 N |
|         | Fin    | 1+480   | 514727.89 E              | 9755511.51 N |
| Tramo 4 | Inicio | 1+480   | 514727.89 E              | 9755511.51 N |
|         | Fin    | 1+710   | 514708.40 E              | 9755508.71 N |

**2.2. Descripción del tramo de vía actual**

Las características principales de la vía existente se detallan en la Tabla 2.

**Tabla 2***Características del área del proyecto*

| DESCRIPCIÓN                      |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| Longitud del tramo de vía        | 1.710 km                |
| Tipo de superficie de rodadura   | Carpeta asfáltica       |
| Topografía                       | Plano                   |
| Ancho de la vía tramo 1 y 4      | 7,3 m                   |
| Ancho de la vía tramo 2 y 3      | 10,5 m                  |
| Número de carriles tramo 1,2 y 3 | 4                       |
| Número de carriles tramo 4       | 2                       |
| Población                        | Santa Elena - Ballenita |

### **2.3. Población**

La población del Cantón Santa Elena ocupa el 50,29% de la población total de la Provincia de Santa Elena según la proyección proporcionada por el (INEC) en base al Censo del 2010, esta población está asentada en una extensión territorial de 97,47% del tamaño de la superficie territorial de la Provincia. Existe una población flotante que es representativa, en especial en época de temporada invernal que no está considerada por no contar con datos estadísticos oficiales. La proyección de la tasa de crecimiento promedio del cantón Santa Elena es del 2,44% lo que permite evidenciar una pendiente de comportamiento ascendente moderado en su crecimiento poblacional durante el periodo 2010 al 2020 (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena, 2014).

### **2.4. Salud**

En el ámbito de salud, a nivel cantonal se tiene el sistema público y privado, siendo el mayor prestador de servicios de salud el Ministerio de Salud Pública, prestando sus servicios en áreas urbanas y rurales del cantón. En la zona urbana de Santa Elena se encuentra el hospital de Santa Elena “Liborio Panchana”, 1 centro de salud, 9 subcentros; además de 1 subcentro de Salud Municipal y 1 puesto de salud. El sistema privado se encuentra laborando principalmente en la cabecera cantonal y en las ciudades aledañas de La Libertad y Salinas (CADS-ESPOL, 2013).

### **2.5. Educación**

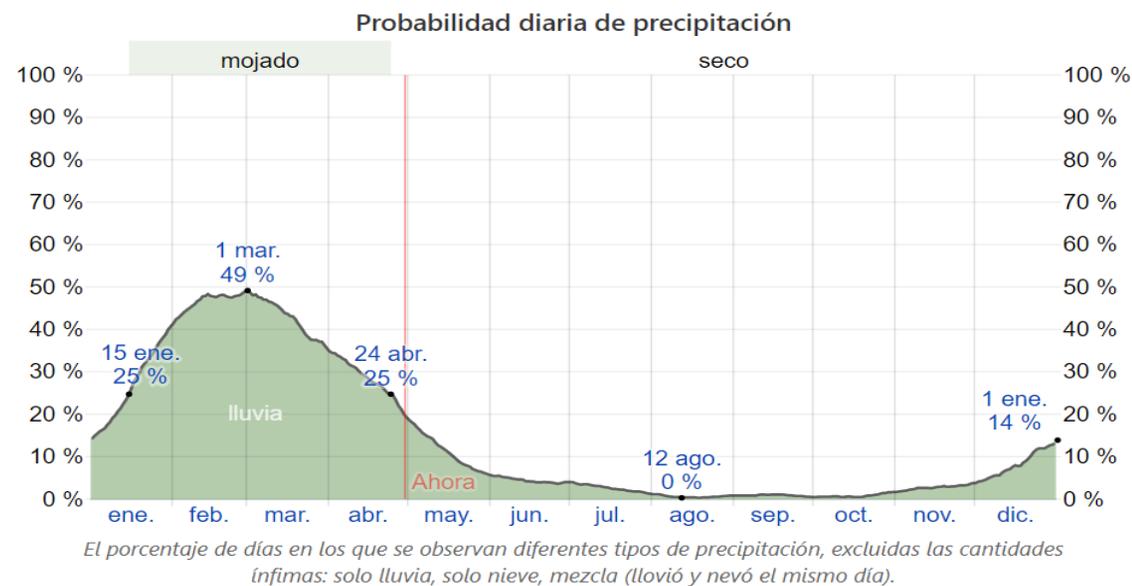
En la Provincia de Santa Elena el sistema de educación es escolarizado existiendo en su mayoría establecimientos educativos, tanto a nivel urbano como rural en los siguientes niveles: Inicial y Educación General Básica/ Educación General Superior. La tasa de asistencia por niveles de educación en el Cantón Santa Elena ha mejorado en estos últimos años, sin embargo, aún falta por satisfacer la demanda estudiantil con establecimientos adecuados para la formación de los niños y jóvenes (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena, 2014).

## 2.6. Clima

Es árido o desértico debido a la corriente de Humboldt, cuenta con dos climas muy marcados seco y lluvioso, es una de las ciudades ecuatorianas más secas. Las altas precipitaciones se inician en diciembre y finalizan en mayo, su promedio anual es entre 125 a 150 mm, mientras que las bajas precipitaciones (clima seco) se presentan entre los meses de junio a noviembre. La temperatura oscila entre los 21 y 40° (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena, 2015 - 2019).

**Figura 2**

*Probabilidad diaria de precipitación*



Fuente: Inamhi

## 2.7. Geología

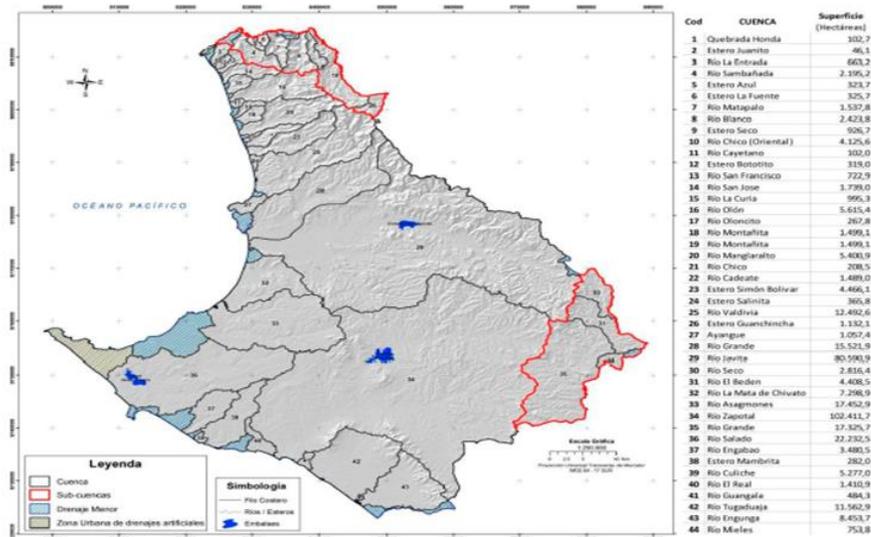
En el territorio de la Provincia de Santa Elena se encuentran 16 unidades geológicas. Las formaciones más comunes son los depósitos aluviales y los depósitos coluvio-aluviales, estos ocupan el 16 y 8% de superficie del territorio provincial. Los depósitos aluviales representan aproximadamente 58 000 hectáreas y están conformados principalmente de arcillas, limos y arenas de grano de finas a medias, con espesor variables (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena, 2015 - 2019).

## 2.8. Hidrología

En relación con la Hidrología, se puede señalar que existen 44 unidades hidrográficas en la provincia de Santa Elena. Las dos más grandes y representativas, se podría decir, porque son las únicas que reciben agua del trasvase Chongón – Santa Elena son las cuencas de los ríos Javita y Zapotal, con 80.590 y 102.412 hectáreas respectivamente. En estas dos cuencas se realizan la mayor parte de las actividades agrícolas.

**Figura 3**

*Cuencas hidrográficas y drenajes principales en Santa Elena*



Fuente: PD y OT GADPSE, 2012

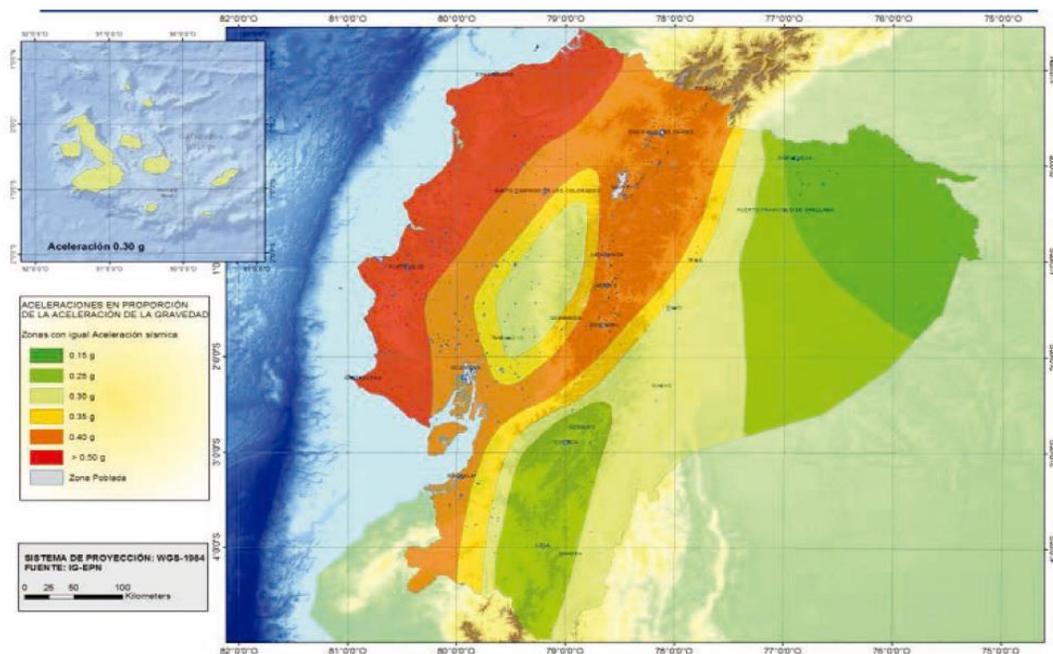
## 2.9. Riesgo Sísmico

El Ecuador es uno de los países de alto riesgo sísmico, debido a que se encuentra en una zona de subducción de placas continentales (Nazca y Sudamericana), y por su estructura geológica como es la presencia de fallas geológicas regionales y locales. En el cinturón de fuego se libera más del 80% de toda la energía sísmica producida por el planeta y es el lugar de origen de los terremotos de mayor magnitud. Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción, divide al Ecuador en zonas de riesgo de acuerdo a la sismicidad.

La ubicación del cantón Santa Elena en la zona costera del país y las condiciones físicas de la tierra definen su vulnerabilidad sísmica, la misma que para el territorio cantonal califica dos zonas propensas a sismos como “Muy Alta” y “Alta” según la Tabla 3. El efecto de la amenaza puede causar daños inesperados en cualquier tipo de estructura, ya sean edificaciones, vías u otros.

**Figura 4**

*Zonas sísmicas y valor del factor de zona Z*



Fuente: (NEC, 2015)

**Tabla 3**

*Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada*

| Zona Sísmica                        | I          | II   | III  | IV   | V    | VI       |
|-------------------------------------|------------|------|------|------|------|----------|
| Valor factor Z                      | 0,15       | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | ≥ 0,50   |
| Caracterización del peligro sísmico | Intermedia | Alta | Alta | Alta | Alta | Muy alta |

Fuente: (NEC, 2015)

## **2.10. Servicios Básicos**

### ***2.10.1. Agua Potable***

El agua es un elemento vital, indispensables para la subsistencia humana, el aumento de la población ha determinado el crecimiento y desarrollo económico social, situación que incide en un desgaste de este recurso natural básico. Los servicios básicos de agua potable comprenden la composición de sistemas de captación, almacenamiento, conducción y distribución. La planta potabilizadora está ubicada en Atahualpa, cuya dotación diaria está entre 150 y 250 L/hab/día, cubriendo el 85,4% de la población de la zona urbana. La empresa encargada del suministro del servicio de agua potable, alcantarillado pluvial y sanitario es Aguapen, la cual actúa a nivel provincial (CADSPOL, 2013).

### ***2.10.2. Energía Eléctrica***

La energía eléctrica es suministrada mediante el Sistema Nacional Interconectado (SIN), la planta de generación termoeléctrica funciona desde el 2011 y está ubicada en la vía Ancón. Al sur de la cabecera cantonal se ubica una subestación eléctrica (CADSPOL, 2013).

### ***2.10.3. Vías de Comunicación***

Las redes viales y medio de transporte fortalecen flujos de movilidad de las personas desde un lugar hacia otro generando intercambios comerciales, de servicio y trabajo. La red en la Provincia de Santa Elena está formada por la Autopista Guayaquil – Salinas, la misma que es una vía fundamental, rápida y directa que conecta con la ciudad de Guayaquil, con categoría de autovía que fomenta el desplazamiento de turistas en las épocas de temporadas playeras y moviliza la producción de la península. En el norte se tiene la tradicionalmente conocida “Ruta Del Sol” y actualmente denominada “Ruta Spondylus”, ruta turística que cubre una extensión de 137 Km (CADSPOL, 2013).

#### ***2.10.4. Alcantarillado y tratamiento de desecho***

El sistema de alcantarillado funcional permite mantener un adecuado control sanitario y evitar epidemiologías por la descarga inadecuada de las aguas servidas. El manejo inadecuado de los desechos sólidos que aún se disponen en botaderos a cielo abierto, problema que se agrava en la temporada alta llegando a duplicarse la cantidad, con la llegada de miles de turistas siendo afectadas directamente las playas (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena, 2015 - 2019).

### **2.11. Aspectos Socioeconómicos**

#### ***2.11.1. Pesca***

Es una actividad ancestral y una de las principales actividades productivas del Cantón Santa Elena, su influencia económica incide en el desarrollo local, la actividad pesquera tiene varias fases (captura, transporte, comercialización, procesamiento, entre otras.) donde se involucra a un grupo variado y diverso de actores, así tenemos a: pescadores, estibadores, comerciantes intermediarios e industrias, otros (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena, 2014).

#### ***2.11.2. Agropecuaria***

Otra peculiaridad del Cantón Santa Elena, es que las porciones de territorio son las destinadas a la actividad agrícola y pecuaria, que son en su mayoría pequeñas parcelas de propiedad comunal, a continuación, mencionaremos brevemente cada uno de los sectores:

**2.11.2.1 Sector Agricultura.** En la Provincia de Santa Elena el sector agrícola es considerado de mayor potencial, primario e inicial de la cadena de producción, se ve favorecida por la calidad de los suelos siendo una zona ideal para el cultivo de uvas, mango, maíz, cacao, café, palma de coco y plátano. Las actividades de siembra y cultivo de los productos vegetales son de ciclo corto o transitorio, mediano o semipermanente, y largo o permanente (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena, 2014).

**2.11.2.2 Sector Pecuario.** La producción pecuaria es una actividad paralela a la producción agrícola, implica la crianza, cuidado y comercialización de estado primario de los productos de origen animal: leche, carne, huevos, y demás que se generan en las zonas rurales y/o urbanas, que pueden estar conformadas por ganadería mayor y ganadería (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena, 2014).

### ***2.11.3. Turismo***

La Provincia de Santa Elene es un territorio privilegiado ya que su componente biofísico permite disfrutar de varias potencialidades turísticas, tanto por su riqueza cultural, religiosa, gastronómica y ecológica, ubicadas en áreas que no se encuentran muy alejadas una de otras, brindándole al turista varias opciones de donde elegir. El Cantón Santa Elena por estar ubicada en un área estratégica de las costas del Océano Pacífico forma parte de la denominada Ruta del Spondylus corredor turístico de gran importancia y posicionamiento en el mercador nacional e internacional del turismo (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena, 2014).

### **Figura 5**

*Turismo, Malecón de Ballenita*



#### ***2.11.4. Artesanía***

Otra actividad principal es la que se realiza en las comunidades rurales es la elaboración de artesanías con paja toquilla y venta de materia prima que posteriormente es usada en la elaboración de sombreros de paja toquilla. La elaboración de artesanías en general, también constituye otra actividad productiva familiar donde se involucran tanto hombres como mujeres de acuerdo al tipo de objeto que se elabora, así dentro de la oferta artesanal tenemos: bisutería, ebanistería, tallado, tejidos y otras artesanías (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena, 2014).

#### **Figura 6**

*Artesanía en la Provincia de Santa Elena*



# CAPÍTULO 3

## MARCO TEÓRICO

### 3.1. Pavimentos

De acuerdo a la Norma American Association of State Highway and Transportation (AASHTO, 1993) hay dos puntos de vista para definir el pavimento: perspectivas de ingeniería y perspectivas de usuario, según la ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se apoya en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema compuesto por capas de diferentes espesores (llamado paquete estructural), que está diseñado para soportar cargas externas durante un cierto período de tiempo. Desde el punto de vista del usuario, un pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad al circular vehículos por el, es decir debe proporcionar un servicio de calidad óptimo.

Según Montejo (2002) y Silva (2019) se llama pavimento al conjunto de capas superpuestas horizontalmente que puede resistir de forma adecuada los esfuerzos que las cargas repetidas de tráfico transmiten durante el período para el cual fue diseñado el pavimento, proporcionando una superficie de rodamiento, se construyen y diseñan técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre el terreno de fundación llamado subrasante que es obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de construcción.

Higuera (2010) y Vergara (2015) mencionan que el pavimento es un elemento estructural vial capaz de resistir las cargas impuestas por el tránsito y la acción del medioambiente, está conformado por una o varias capas de materiales seleccionados que se construyen técnicamente sobre la subrasante. Transmite al suelo de apoyo o fundación esfuerzos y deformaciones tolerables, además de proporcionar la circulación de los vehículos con rapidez, seguridad, comodidad y economía. Es una de las pocas estructuras civiles con un período de diseño limitado, por lo que su falla está prevista al término de ésta.

### **3.1.1. Clasificación de los Pavimentos**

Para la clasificación de pavimentos se considera la distribución de cargas recibidas de la carpeta de rodadura a la subrasante, además existen reemplazos de una o varias capas por diversos factores como, por ejemplo, el soporte de la subrasante, la clase de material a usarse, la intensidad de tránsito, entre otros.

**3.1.1.1 Pavimentos Flexibles.** Andrade (2017), Higuera (2010), Cayambe and Santillán (2015) mencionan que este tipo de pavimentos se denominan flexibles aquellos que están constituidos por una capa bituminosa apoyada sobre una o varias capas de gran flexibilidad que transmiten los esfuerzo al terreno de soporte o fundación mediante un mecanismo de disipación de tensiones, las cuales van disminuyendo con la profundidad. Tienen un período de vida de 10 a 15 años y requieren un mantenimiento constante para alcanzar su vida útil.

**3.1.1.2 Pavimentos Semirrígidos.** De acuerdo con Higuera (2010) y Mora (2017) la estructura de este pavimento es igual a la estructura que posee el pavimentos flexible, con la única diferencia que una de sus capas posean un aditivo (rigidez alta) como asfalto, cemento, cal u otros productos. En las últimas décadas se ha extendido el uso de un nuevo tipo de estructura que podríamos llamar “pavimento mixto” o “semirrígido”. La transmisión de esfuerzos al suelo de soporte o fundación se hace en parte por disipación y otro por repartición, por eso se asume que tiene un comportamiento mixto.

**3.1.1.3 Pavimentos Rígidos.** Montejo (2002) indica que están compuestos por una losa de hormigón hidráulico, apoyada sobre la subrasante o capa de material seleccionado llamado subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del hormigón hidráulico y su elevado coeficiente elástico, la distribución de los esfuerzos se produce en un área muy amplia. Cárdenas (2016) argumenta que el pavimento rígido tiene un costo inicial más elevado que el pavimento flexible y su periodo de vida varía entre 20 y 40 años, el mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de las losas.

**3.1.1.4 Pavimentos Articulados.** Los pavimentos articulados constan de una capa de rodadura de bloques prefabricados de hormigón, denominados adoquines de espesor uniforme e iguales entre sí. Esto se puede hacer sobre una capa fina de arena, que a su vez depende de la calidad de ésta y del tamaño y frecuencia de las cargas que circularán por el pavimento, la cual se ubica en la capa de base granular o directamente sobre la subrasante (Montejo, 2002).

### 3.2. Pavimentos Flexibles

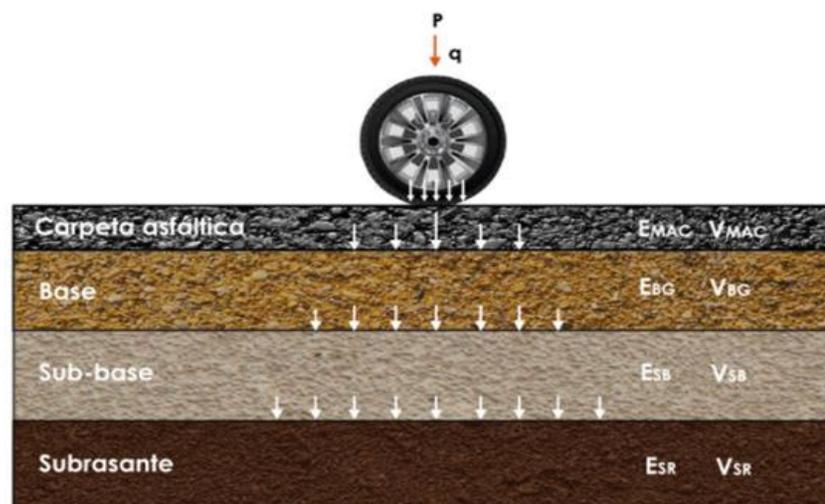
La presente investigación involucra pavimentos flexibles, por lo que se explicará con detalle las capas que lo componen y su comportamiento frente a solicitaciones externas.

#### 3.2.1. Estructura del Pavimento Flexible

Los pavimentos flexibles están constituidos por las siguientes capas: carpeta asfáltica, base, subbase y subrasante. En la Figura 7 se observa la composición de un pavimento flexible:

**Figura 7**

*Estructura del pavimento flexible*



Fuente: (Loría, 2019)

**3.2.1.1 Carpeta Asfáltica.** Grau (2014) define a la carpeta asfáltica como la capa más exterior en un pavimento flexible, entre sus principales funciones es la de impedir la infiltración de aguas lluvias hacia las capas inferiores, resistir la carga ejercida por el tránsito, y debe proporcionar una superficie de rodamiento que permita un tránsito fácil y cómodo para los vehículos.

La carpeta está conformada con material pétreo seleccionado y un aglomerante que es el asfalto. Es importante conocer el contenido óptimo de asfalto a utilizar para garantizar que la carpeta pueda soportar las cargas a la que será sometida. Un exceso de asfalto en la mezcla conducirá a una disminución de la estabilidad e incluso hará que la superficie sea resbalosa (Carahuatay, 2015).

**Tabla 4**

*Granulometría para áridos de la carpeta asfáltica*

| TAMIZ             | PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVÉS DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA |          |          |          |
|-------------------|---|----------|----------|----------|
|                   | 3/4"  | 1/2"     | 3/8"     | N°4      |
| 1" (25.4 mm)      | 100   | -        | -        | -        |
| 3/4" (19.0 mm)    | 90 – 100  | 100      | -        | -        |
| 1/2" (12.7 mm)    | -   | 90 – 100 | 100      | -        |
| 3/8" (9.5 mm)     | 56 – 80   | -        | 90 – 100 | 100      |
| N° 4 (4.75)       | 35 – 65   | 44 – 74  | 55 – 85  | 80 – 100 |
| N° 8 (2.36 mm)    | 23 – 49   | 28 – 58  | 32 – 67  | 65 – 100 |
| N° 16 (1.18 mm)   | -   | -        | -        | 40 – 80  |
| N° 30 (0.60 mm)   | -   | -        | -        | 25 – 65  |
| N° 50 (0.30 mm)   | 5 – 19  | 5 – 21   | 7 – 23   | 7 – 40   |
| N° 100 (0.15 mm)  | -   | -        | -        | 3 – 20   |
| N° 200 (0.075 mm) | 2 – 12  | 2 – 12   | 2 – 10   | 2 – 10   |

Fuente: (NEVI-12-MTOP, 2013)

**3.2.1.2 Base.** Es una capa de pavimento ubicada debajo de la capa de rodadura, su función principal es soportar, distribuir y transferir la carga a la subbase que se encuentra en la parte inferior. La capa base puede estar compuesta principalmente de materiales granulares, como piedra triturada y mezcla natural de agregados y suelo; pero también puede estar hecha de cemento Portland, cal o materiales asfálticos, y tiene el nombre de material base estable. Estos deben tener resistencia superficial y transferirla a las capas inferiores del paquete estructural (Rodríguez, 2009).

Tacza and Rodriguez (2018) sostiene que la base es la capa que soporta la mayoría de los esfuerzos provocadas por el tránsito de los vehículos, su función principal es proporcionar un elemento de resistencia para transferir estos esfuerzos a la subbase y subrasante en una intensidad apropiada. Esta capa también debe tener una doble función en términos de drenaje y evitando la ascensión capilar, los materiales utilizados para la base suelen pasar por duros procedimiento de aprobación como el triturado, porque se obtienen partículas con una forma adecuada, y por tanto tienen un impacto favorable en la resistencia y deformabilidad de la estructura a construir; además de la reordenación, se deben completar otras especificaciones, por lo que es necesario tamizar el material. El espesor de la base varía mucho y depende de la evaluación del tipo de proyecto, pero generalmente se considera que el espesor mínimo que se debe construir es de 12 o 15 cm.

La Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP (2013) clasifica a este material de acuerdo al Tráfico Promedio Diario Anual T.P.D.A y según su granulometría en Clase 1 Tipo A, Clase 1 Tipo B, Clase 2, Clase 3, Clase 4 mismas que se describen en las tablas 5 y 6:

**Tabla 5***Recomendaciones para uso de material de base*

| <b>MATERIAL<br/>ESPECIFICADO</b> | <b>TIPO DE CARRETERA</b>  | <b>No. CARRILES</b> | <b>TPDA</b>    |
|----------------------------------|---|---------------------|----------------|
| <b>BASE CLASE 1</b>              | Para uso en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de tráfico.  | 8 a 12              | > 50.000       |
| <b>BASE CLASE 2</b>              | Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3.65 m. Se incluye franja central 2 a 4 m. | 2 a 6               | 8.000 – 50.000 |
| <b>BASE CLASE 3</b>              | Vías internas de urbanizaciones con bajos nivel de tráfico.   | 2 a 4               | 1.000 – 8.000  |
| <b>BASE CLASE 4</b>              | Caminos vecinales.  | 2                   | < 1.000        |

Fuente: (NEVI-12-MTOP, 2013)

**Tabla 6***Áridos para base*

| <b>TAMIZ</b>      | <b>PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVÉS DE LOS<br/>TAMICES DE MALLA CUADRADA</b> |                                |                         |                         |                         |
|-------------------|--|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                   | <b>Base Clase<br/>1 Tipo A</b>   | <b>Base Clase<br/>1 Tipo B</b> | <b>Base<br/>Clase 2</b> | <b>Base<br/>Clase 3</b> | <b>Base<br/>Clase 4</b> |
| 2" (50.8 mm)      | 100  | -                              | -                       | 100                     | 100                     |
| 1 1/2" (38.1 mm)  | 70 – 100   | 100                            | -                       | -                       | -                       |
| 1" (25.4 mm)      | 55 – 85  | 70 – 100                       | 100                     | 100                     | 60 – 90                 |
| 3/4" (19.0 mm)    | 50 – 80  | 60 – 90                        | 70 – 100                | 100                     | -                       |
| 3/8" (9.5 mm)     | 35 – 60  | 45 – 75                        | 50 – 80                 | -                       | -                       |
| N° 4 (4.75 mm)    | 25 – 50  | 30 – 60                        | 35 – 65                 | 45 – 80                 | 20 – 50                 |
| N° 10 (2.00 mm)   | 20 – 40  | 20 – 50                        | 25 – 50                 | 30 – 60                 | -                       |
| N° 40 (0.425 mm)  | 10 – 25  | 10 – 25                        | 15 – 30                 | 20 – 35                 | -                       |
| N° 200 (0.075 mm) | 2 – 12   | 2 – 12                         | 3 – 15                  | 3 – 15                  | 0 – 15                  |

Fuente: (NEVI-12-MTOP, 2013)

**3.2.1.3. Base Estabilizada con Emulsión Asfáltica.** Es aquella capa que se ubica entre la sub-base y la capa de rodadura. La estabilización con cemento o emulsión asfáltica son de los métodos más comunes y además económicos con los que se pueden obtener materiales granulares de muy buenas especificaciones y mejorar las vías sin una mayor inversión. Aumenta su resistencia al cortante y reduce su susceptibilidad al daño por humedad, los materiales sometidos a este tratamiento son normalmente materiales granulares, capas de mezcla asfáltica recuperada (RAP), que pueden estar tratados con dosificaciones bajas de cemento para reducir su plasticidad (Calderón & Múnera, 2013).

Ávila (2013) indica que el mejoramiento de materiales granulares mediante la estabilización con emulsión asfáltica permite la utilización de materiales deficientes que no cumplen con las condiciones propuestas por las normas, para esto se propone algunos requerimientos que permitan la aplicación de esta técnica. La granulometría se hallará entre los límites de cualquiera de los tipos A, B y C indicados en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

*Granulometría Bases Estabilizadas con Emulsión Asfáltica*

| TAMIZ             | PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVÉS DE<br>LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA |          |          |
|-------------------|--|----------|----------|
|                   | A  | B        | C        |
| 2" (50.8 mm)      | 100  | -        | -        |
| 1 1/2" (38.1 mm)  | 70 – 100   | 100      | -        |
| 1" (25.4 mm)      | 55 – 85  | 70 – 100 | 100      |
| 3/4" (19.0 mm)    | 50 – 80  | 60 – 90  | 70 – 100 |
| 3/8" (9.5 mm)     | 40 – 70  | 45 – 75  | 50 – 80  |
| N° 4 (4.75 mm)    | 30 – 60  | 30 – 60  | 35 – 65  |
| N° 10 (2.00 mm)   | 20 – 50  | 20 – 50  | 25 – 50  |
| N° 40 (0.425 mm)  | 5 – 30   | 5 – 30   | 10 – 30  |
| N° 200 (0.075 mm) | 0 – 5  | 0 – 5    | 0 – 5    |

Fuente: (NEVI-12-MTOP, 2013)

**3.2.1.4. Subbase.** Se ubica en la parte inferior de la base, sobre la subrasante. Es la capa de la estructura del pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir uniformemente las cargas generadas por el tránsito. Está compuesta de materiales granulares y se puede utilizar como capa de drenaje y como controlador de ascensión capilar del agua para evitar fallas causadas por la expansión del agua y la congelación cuando la temperatura es baja (Rodríguez, 2009).

La Norma Ecuatoriana Vial clasifica a los materiales en Clase 1, Clase 2 y Clase 3 según granulometría, los límites de la misma se encuentran descritos en la Tabla 8:

**Tabla 8**

*Áridos de subbase*

| TAMIZ             | PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVÉS DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA |          |         |
|-------------------|---|----------|---------|
|                   | CLASE 1   | CLASE 2  | CLASE 3 |
| 3" (76.2 mm)      | -   | -        | 100     |
| 2" (50.4 mm)      | -   | 100      | -       |
| 1 1/2" (38.1 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: (NEVI-12-MTOP, 2013)

**3.2.1.5. Subrasante.** Es la capa que se encuentra a mayor profundidad y soporta todo el paquete estructural, previendo que no le afecten las cargas de diseño correspondientes a las características del tránsito; se puede formar en corte o relleno en función de las particularidades del suelo, donde se estructura. Debe contar con las propiedades, secciones transversales y pendientes determinadas para la vía; su calidad influye en el grosor del pavimento, debe cumplir la firmeza, incompresibilidad y soporte ante la extensión y reducción debido a los impactos de la humedad (Rodríguez, 2009).

**Tabla 9***Clasificación del material de subrasante de acuerdo al CBR*

| <b>CBR</b> | <b>Clasificación</b>                |
|------------|-------------------------------------|
| 0 – 5      | Suelo de subrasante muy mala        |
| 5 – 10     | Suelo de subrasante mala            |
| 10 – 20    | Suelo de subrasante regular a buena |
| 20 – 30    | Suelo de subrasante muy buena       |
| 30 – 50    | Subbase buena                       |
| 50 – 80    | Base buena                          |
| 80 – 100   | Base muy buena                      |

Fuente: (NEVI-12-MTOP, 2013)

### **3.2.2. Componentes de la Capa de Rodadura**

La capa de rodadura está compuesta por los siguientes elementos:

- Cemento asfáltico
- Agregados pétreos

**3.2.2.1 Cemento asfáltico (Asfalto).** La Norma Ecuatoriana Vial define al cemento asfáltico como un residuo del proceso de destilación del petróleo. Según su aplicación, el cemento asfáltico podrá ser modificado a través de una mezcla uniforme con otros componentes, para cumplir con requisitos de desempeño específicos. Es el elemento básico de la emulsión, y en la mayoría de los casos constituye entre un 50 y un 75% de la emulsión.

Almeida and Sánchez (2011) mencionan que algunas de las propiedades del asfalto afectan significativamente la emulsión final, sin embargo, no existe una correlación exacta entre las propiedades del asfalto y la facilidad con que el asfalto pueda ser emulsionado. Para obtener una adecuada mezcla los asfaltos deben adherirse bien a los agregados pétreos, la mezcla deberá ser totalmente impermeable para no permitir el paso del agua hacia las capas inferiores y de esta manera evitar la pérdida de capacidad de soporte.

**3.2.2.2 Agregados Pétreos.** Según la ASTM son todos los materiales granulares que pueden ser arenas, gravas, piedras trituradas o escorias, que en combinación con el asfalto forman una mezcla asfáltica. Para los áridos existen diversas formas de clasificación entre ellas están: por su color, por su composición química, por su tamaño, peso, modo de fragmentación y su origen. Curiel (2004) considera que las propiedades más importantes de los agregados que se usan para la construcción de carreteras son:

- Tamaño y graduación de las partículas.
- Dureza o resistencia al desgaste
- Durabilidad.
- Densidad relativa.
- Estabilidad química.
- Forma de partícula y textura de la superficie.

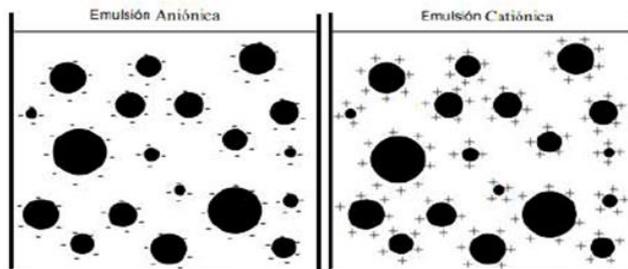
**3.2.2.3 Cemento asfáltico AC-20.** Los cementos asfálticos AC-20 son fabricados a partir de los fondos de la destilación al vacío de hidrocarburos naturales. Estos se someten a un proceso industrial para lograr cumplimiento de especificaciones y obtener una característica de viscosidad absoluta comprendida entre 1600 y 2400 a 60°C. El uso principal de los cementos asfálticos AC-20 es la construcción y conservación de carreteras. La selección del tipo adecuado estará en función de las características climáticas de la zona y las condiciones de operación de la vía a intervenir, según especificaciones internacionales y/o condiciones de un proyecto.

### **3.2.3. *Emulsión Asfáltica***

Una emulsión asfáltica consiste en una dispersión estable de finas gotas de asfalto en agua, y que por la presencia de un agente emulsificante se logra la disolución y mezcla de los dos. Básicamente lo componen 3 ingredientes principales: asfalto, agua y un agente emulsivo, y en algunos casos, según los requerimientos la emulsión puede contener ciertos tipos de aditivos como: estabilizantes, mejoradores de recubrimiento, mejoradores de adherencia o agentes de control de rotura (ASPHALT INSTITUTE, 2001).

## Figura 8

### *Esquema de una emulsión aniónica y catiónica*



Fuente: (ASPHALT INSTITUTE, 2001).

Las emulsiones asfálticas se clasifican según su estructura química en tres categorías: aniónicas, catiónicas y no iónicas, las más utilizadas en la construcción y mantenimiento de vías son las dos primeras, esto se da porque para el uso de las no iónicas, actualmente la tecnología que se dispone no es la adecuada, pero con el avance de la tecnología, este tipo de emulsiones pueden ganar importancia para el uso de obras viales (ASPHALT INSTITUTE, 2001).

**3.2.3.1. Emulsión Asfáltica Aniónica.** Es una de la más utilizada en la construcción y mantenimiento de carreteras, se refiere a las cargas eléctricas que rodean a las partículas de asfalto. Este sistema de identificación se basa en una ley de electricidad básica – las cargas iguales se repelen y las cargas opuestas se atraen. Si una corriente eléctrica pasa a través de una emulsión que contiene partículas de asfalto cargadas negativamente éstas migrarán al ánodo.

**3.2.3.2. Emulsión Asfáltica Catiónica.** Si una corriente eléctrica pasa a través de una emulsión que contiene partículas de asfalto cargadas positivamente, dichas partículas migrarán hacia el cátodo. Es una emulsión asfáltica de tipo iónica, de color negro, forma líquida, soluble en agua antes de su curado formado por betún, tensoactivos y agua.

**3.2.3.3. Emulsión Asfáltica No Iónica.** Es aquella que gana en importancia a medida que la tecnología de emulsiones avance. Las partículas de asfalto son eléctricamente neutrales, y no emigran a polo alguno.

### **3.3. Clasificación de las Fallas en los Pavimentos**

Cuando una obra vial se pone en servicio, debe presentar las condiciones óptimas para su operación; al transcurrir el tiempo, se deteriora dificultándose así cada vez más el tránsito, por lo que es preciso hacer una conservación normal adecuada y rehabilitaciones oportunas, para que la obra no llegue a tener una falla prematura (Olivera, 1996).

Díaz (2014) clasifica el deterioro de la estructura, teniendo en cuenta los factores que pueden afectar a la misma, como la climatología, el tránsito, los materiales utilizados y los procesos de construcción, resultando en consumos estructurales, de la misma manera estos factores enmarcan la clasificación general de los tipos de daños al pavimento se divide en categorías funcionales y estructurales.

#### ***3.3.1. Fallas Funcionales***

Montejo (2002) y Romero (2017) establecen que este tipo de fallas comprenden los defectos de la superficie de rodadura provocados por la destrucción de la capa de asfalto y no tiene nada que ver con la estructura de la carretera. Estos defectos solo pueden corregirse nivelando la superficie y dándole la impermeabilidad y rugosidad necesarias, ello se logra con capas asfálticas delgadas que poco aportan desde el punto de vista estructural en forma directa.

Carahuatay (2015) menciona que la falla funcional consiste en deficiencias superficiales del pavimento a las que se asocian precisamente el índice de servicio, que afectan en mayor o menor grado la capacidad del camino, para proporcionar al usuario un tránsito cómodo y seguro. Los aspectos más importantes del pavimento que intervienen en el valor de índice de servicio actual son:

- Las ondulaciones longitudinales.
- Las deformaciones trasversales.
- La textura de la superficie.
- El porcentaje de baches y áreas reparadas.

### 3.3.2. *Fallas Estructurales*

Según Carahuatay (2015) y Ccallo (2019) indican que la falla es la falta de pavimento que hará que la capacidad de carga de dicho pavimento disminuya inmediatamente o más tarde. En su etapa más avanzada, la falla estructural se manifiesta en la destrucción generalizada del pavimento. Las fallas estructurales tienen su origen en defectos en una o más de las capas que conforman la estructura del pavimento, las cuales están destinadas a resistir y compartir los esfuerzos impuestos por el tráfico de manera que a nivel de subrasante o suelo de fundación de pavimento lleguen los esfuerzos en menor valor y lo más distribuido posible.

En la Tabla 10 se presenta la clasificación de las fallas para pavimentos flexibles:

**Tabla 10**

*Tipos de fallas para pavimentos flexibles*

| <b>TIPOS DE FALLAS</b>      |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Fallas Estructurales</b> | <b>Fallas Superficiales</b>            |
| Piel de cocodrilo           | Exudación                              |
| Agrietamiento en bloque     | Corrugación                            |
| Abultamiento y hundimientos | Grieta de borde                        |
| Depresión                   | Desnivel de carril                     |
| Huecos                      | Grietas longitudinales y transversales |
| Ahuellamientos              | Parcheo                                |
| Desplazamiento              | Pulimiento de agregados                |
| Hinchamiento                | Grietas parabólicas                    |
|                             | Desprendimiento de agregados           |

En las siguientes tablas se describen los 19 tipos de fallas que afectan a los pavimentos, tomando como referencia los manuales del PCI de Vásquez Varela y Heredia and C.A. (2009), únicamente se presentan la clasificación de daños en pavimentos flexibles por ser el tipo de vía a analizar en la presente investigación:

**Tabla 11**

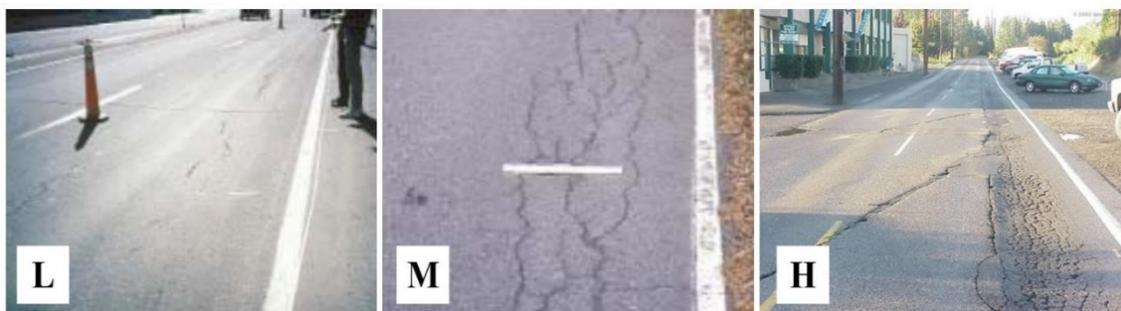
*Piel de cocodrilo*

| <b>Falla N° 1: Piel de cocodrilo.</b> |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Descripción</b>                    | Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de las capas asfálticas a causa de la acción repetida de tránsito.  |
| <b>Niveles de severidad</b>           | <p><b>L (Low: Bajo):</b> Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas.</p> <p><b>M (Medium: Medio):</b> Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.</p> <p><b>H (High: Alto):</b> Patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas están bien definidos y descascarados los bordes.</p> |
| <b>Medición</b>                       | Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.   |
| <b>Opciones de reparación</b>         | <p>L: No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.</p> <p>M: Parcheo parcial o en toda la profundidad.</p> <p>H: Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.</p>   |

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 9**

*Piel de cocodrilo*



**Tabla 12**

*Exudación*

| <b>Falla N° 2: Exudación.</b> |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Descripción</b>            | La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. Es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y se expande en la superficie del pavimento. |
| <b>Niveles de severidad</b>   | <b>L:</b> La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.<br><b>M:</b> El asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.<br><b>H:</b> La exudación es de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos durante varias semanas al año.  |
| <b>Medición</b>               | Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.   |
| <b>Opciones de reparación</b> | <b>L:</b> No se hace nada.<br><b>M:</b> Se aplica arena / agregados y cilindrado.<br><b>H:</b> Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).   |

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 10**

*Exudación*



**Tabla 13**

*Agrietamiento en bloque*

---

**Falla N° 3: Agrietamiento en bloque.**

---

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Descripción</b>            | Son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0m. Se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios. Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños y con ángulos agudos. |
| <b>Niveles de severidad</b>   | <b>L:</b> Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.<br><b>M:</b> Bloques definidos por grietas de severidad media.<br><b>H:</b> Bloques definidos por grietas de alta severidad.  |
| <b>Medición</b>               | Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.  |
| <b>Opciones de reparación</b> | <b>L:</b> Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.<br><b>M:</b> Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.<br><b>H:</b> Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.   |

---

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 11**

*Agrietamiento en bloque*



**Tabla 14**

*Abultamientos y hundimientos*

---

**Falla N° 4: Abultamientos (BUMPS) y hundimientos (SAGS).**

---

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Descripción</b>            | Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento, pueden ser causados por varios factores como: levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Pórtland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico; expansión por congelación; infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito.<br><br>Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. |
| <b>Niveles de severidad</b>   | <b>L:</b> Originan una calidad de tránsito de baja severidad.<br><b>M:</b> Originan una calidad de tránsito de severidad media.<br><b>H:</b> Originan una calidad de tránsito de severidad alta.  |
| <b>Medición</b>               | Se miden en pies lineales (ó metros lineales). Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.   |
| <b>Opciones de reparación</b> | <b>L:</b> No se hace nada.<br><b>M:</b> Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.<br><b>H:</b> Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.  |

---

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 12**

*Abultamientos y hundimientos*



**Tabla 15**

*Corrugaciones*

---

**Falla N° 5: Corrugaciones.**

---

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Descripción</b>            | La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación. |
| <b>Niveles de severidad</b>   | <b>L:</b> Producen una calidad de tránsito de baja severidad.<br><b>M:</b> Producen una calidad de tránsito de mediana severidad.<br><b>H:</b> Producen una calidad de tránsito de alta severidad.  |
| <b>Medición</b>               | Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.  |
| <b>Opciones de reparación</b> | <b>L:</b> No se hace nada.<br><b>M:</b> Reconstrucción.<br><b>H:</b> Reconstrucción.  |

---

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 13**

*Corrugaciones*



**Tabla 16**

*Depresiones*

---

**Falla N° 6: Depresiones.**

---

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Descripción</b>            | <p>Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros”.</p> <p>En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidropneumático.</p> |
| <b>Niveles de severidad</b>   | <p><b>L:</b> Máxima profundidad de la depresión: 13.0 a 25.0 mm.</p> <p><b>M:</b> Máxima profundidad de la depresión: 25.0 a 51 mm.</p> <p><b>H:</b> Profundidad de la depresión: más de 51 mm.</p>  |
| <b>Medición</b>               | <p>Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) del área afectada.</p>   |
| <b>Opciones de reparación</b> | <p><b>L:</b> No se hace nada.</p> <p><b>M:</b> Parcheo superficial, parcial o profundo.</p> <p><b>H:</b> Parcheo superficial, parcial o profundo.</p>  |

---

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002)

**Figura 14**

*Depresiones*



**Tabla 17**

*Grietas de borde*

| <b>Falla N° 7: Grietas de borde.</b> |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Descripción</b>                   | Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento de la base, subbase o suelo de subrasante, debido a las condiciones climáticas. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse). |
| <b>Niveles de severidad</b>          | <b>L:</b> Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.<br><b>M:</b> Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.<br><b>H:</b> Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.  |
| <b>Medición</b>                      | La grieta de borde se mide en pies lineales (ó metros lineales).  |
| <b>Opciones de reparación</b>        | <b>L:</b> No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.<br><b>M:</b> Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.<br><b>H:</b> Parcheo parcial – profundo.   |

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 15**

*Grietas de Borde*



**Tabla 18**

*Grietas de reflexión de juntas de losas de concreto*

| <b>Falla N° 8: Grietas de reflexión de juntas de losas de concreto.</b> |   |
|---|---|
| <b>Descripción</b>  | Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica contruidos sobre una losa de concreto de cemento Portland. Estas grietas son causadas por el movimiento de la losa de concreto de cemento Portland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico.   |
| <b>Niveles de severidad</b>   | <b>L:</b> Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o grieta rellena de cualquier ancho.<br><b>M:</b> Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio. Grieta rellena rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.<br><b>H:</b> Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas. |
| <b>Medición</b>   | Se mide en pies lineales (o metros lineales).   |
| <b>Opciones de reparación</b>   | <b>L:</b> Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.<br><b>M:</b> Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.<br><b>H:</b> Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.   |

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 16**

*Grietas de reflexión de juntas de losas de concreto*



**Tabla 19**

*Desnivel carril/berma*

| <b>Falla N° 9: Desnivel carril/berma.</b> |   |
|---|---|
| <b>Descripción</b>                        | El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma. |
| <b>Niveles de severidad</b>               | <b>L:</b> La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.<br><b>M:</b> La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.<br><b>H:</b> La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.                   |
| <b>Medición</b>                           | El desnivel carril / berma se miden en pies lineales (ó metros lineales).   |
| <b>Opciones de reparación</b>             | <b>L, M, H:</b> Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.  |

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 17**

*Desnivel carril/berma*



**Tabla 20**

*Grietas longitudinales y transversales*

| <b>Falla N° 10: Grietas longitudinales y transversales.</b> |  |
|---|--|
| <b>Descripción</b>  | Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por: una junta de carril del pavimento pobremente construida, por contracción de la superficie o por una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base. Las grietas transversales se extienden en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción.               |
| <b>Niveles de severidad</b>                                 | <b>L:</b> Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).<br><b>M:</b> Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.<br><b>H:</b> Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho. |
| <b>Medición</b>   | Se miden en pies lineales (ó metros lineales).   |
| <b>Opciones de reparación</b>                               | <b>L:</b> No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.<br><b>M:</b> Sellado de grietas.<br><b>H:</b> Sellado de grietas. Parcheo parcial.  |

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 18**

*Grietas longitudinales y transversales*



**Tabla 21**

*Parcheo y acometidas de servicios públicos*

---

**Falla N° 11: Parcheo y acometidas de servicios públicos.**

---

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Descripción</b>            | Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño.               |
| <b>Niveles de severidad</b>   | <b>L:</b> El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.<br><b>M:</b> El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.<br><b>H:</b> El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución. |
| <b>Medición</b>               | Se miden en pies cuadrados o metros cuadrados de área afectada. Si un parche tiene áreas de diferente severidad deben medirse de forma separada.  |
| <b>Opciones de reparación</b> | <b>L:</b> No se hace nada.<br><b>M:</b> No se hace nada. Sustitución del parche.<br><b>H:</b> Sustitución del parche.   |

---

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 19**

*Parcheo y acometidas de servicios públicos,*



**Tabla 22**

*Pulimento de agregados*

| <b>Falla N° 12: Pulimento de agregados.</b> |   |
|---|---|
| <b>Descripción</b>                          | Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa. |
| <b>Niveles de severidad</b>                 | No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.   |
| <b>Medición</b>                             | Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.   |
| <b>Opciones de reparación</b>               | <b>L, M, H:</b> No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.   |

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 20**

*Pulimento de agregados*



**Tabla 23**

*Huecos*

**Falla N° 13: Huecos.**

**Descripción** Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización.

**Niveles de severidad** Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos.

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

**Medición** Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

**Opciones de reparación** **L:** No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.  
**M:** Parcheo parcial o profundo.  
**H:** Parcheo profundo.

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 21**

*Huecos*



**Tabla 24**

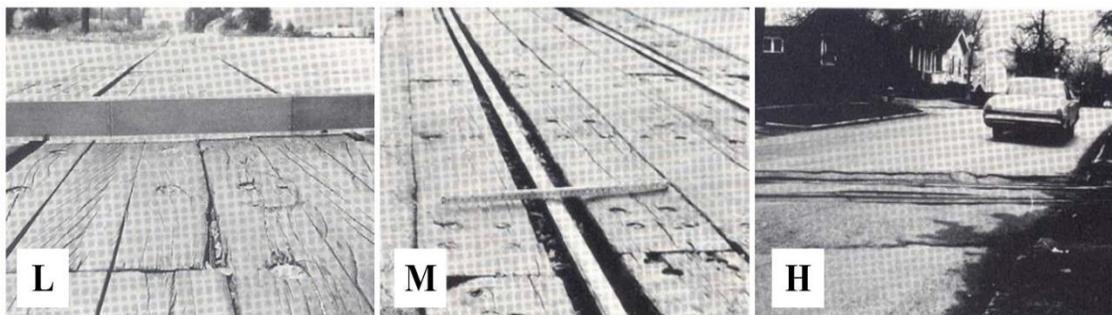
*Cruce de vía férrea*

| <b>Falla N° 14: Cruce de vía férrea.</b> |  |
|--|--|
| <b>Descripción</b>                       | Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.  |
| <b>Niveles de severidad</b>              | <b>L:</b> El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.<br><b>M:</b> El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.<br><b>H:</b> El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.           |
| <b>Medición</b>                          | El área del cruce se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce. |
| <b>Opciones de reparación</b>            | <b>L:</b> No se hace nada.<br><b>M:</b> Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.<br><b>H:</b> Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.   |

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 22**

*Cruce de vía férrea*



**Tabla 25**

*Ahuellamiento*

---

**Falla N° 15: Ahuellamiento.**

---

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Descripción</b>            | El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural. |
| <b>Niveles de severidad</b>   | Profundidad media del ahuellamiento.<br><b>L:</b> 6.0 a 13.0 mm.<br><b>M:</b> >13.0 mm a 25.0 mm.<br><b>H:</b> > 25.0 mm.   |
| <b>Medición</b>               | El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella.  |
| <b>Opciones de reparación</b> | <b>L:</b> No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.<br><b>M:</b> Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.<br><b>H:</b> Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.  |

---

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 23**

*Ahuellamiento*



**Tabla 26**

*Desplazamiento*

---

**Falla N° 16: Desplazamiento.**

---

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Descripción</b>            | El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión). Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Pórtland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland se incrementa causando el desplazamiento. |
| <b>Niveles de severidad</b>   | <b>L:</b> El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.<br><b>M:</b> El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.<br><b>H:</b> El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.   |
| <b>Medición</b>               | Los desplazamientos se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.  |
| <b>Opciones de reparación</b> | <b>L:</b> No se hace nada. Fresado.<br><b>M:</b> Fresado. Parcheo parcial o profundo.<br><b>H:</b> Fresado. Parcheo parcial o profundo.   |

---

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002).

**Figura 24**

*Desplazamiento*



**Tabla 27**

*Grietas parabólicas*

---

**Falla N° 17: Grietas parabólicas.**

---

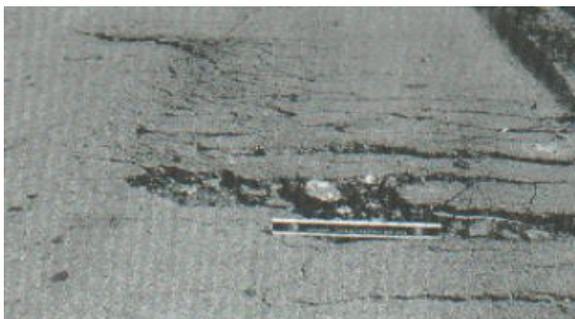
|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Descripción</b>            | Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. |
| <b>Niveles de severidad</b>   | <b>L:</b> Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.<br><b>M:</b> 1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.<br>2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustado.<br><b>H:</b> 1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.<br>2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.   |
| <b>Medición</b>               | El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.   |
| <b>Opciones de reparación</b> | <b>L:</b> No se hace nada. Parcheo parcial.<br><b>M:</b> Parcheo parcial.<br><b>H:</b> Parcheo parcial.  |

---

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002)

**Figura 25**

*Grietas parabólicas*



**Tabla 28**

*Hinchamiento*

---

**Falla N° 18: Hinchamiento.**

---

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Descripción</b>            | El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento – una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos. |
| <b>Niveles de severidad</b>   | <b>L:</b> El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.<br><b>M:</b> El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.<br><b>H:</b> El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.   |
| <b>Medición</b>               | El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.  |
| <b>Opciones de reparación</b> | <b>L:</b> No se hace nada.<br><b>M:</b> No se hace nada. Reconstrucción.<br><b>H:</b> Reconstrucción.   |

---

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002)

**Figura 26**

*Hinchamiento*



**Tabla 29**

*Meteorización*

---

**Falla N° 19: Meteorización/ desprendimiento de agregados.**

---

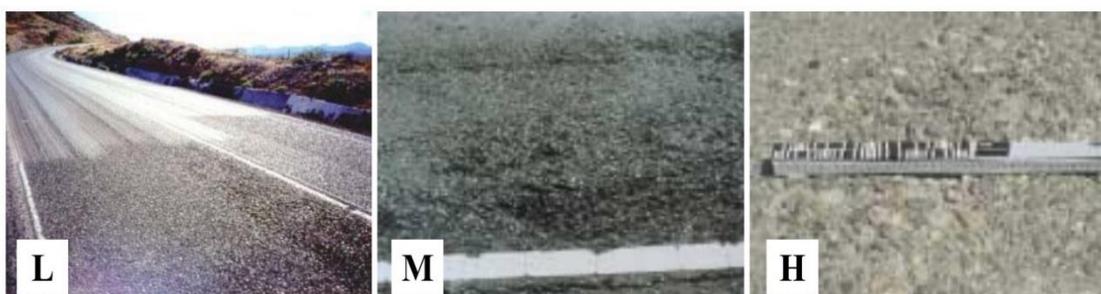
|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Descripción</b>            | La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de partículas sueltas de agregado. Este daño indica que el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable o que la mezcla presente es de pobre calidad.  |
| <b>Niveles de severidad</b>   | <b>L:</b> Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo.<br><b>M:</b> Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada.<br><b>H:</b> Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. |
| <b>Medición</b>               | Se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.  |
| <b>Opciones de reparación</b> | <b>L:</b> No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.<br><b>M:</b> Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.<br><b>H:</b> Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.   |

---

Fuente: Pavement Condition Index (Vásquez, 2002)

**Figura 27**

*Meteorización*



### **3.4. Evaluación del Comportamiento del Pavimento**

Según Cardona and Prieto (2014) mencionan que la auscultación vial es un elemento fundamental con respecto a la gestión del pavimento, por lo que es necesario monitorear el estado actual de la red vial mediante inspección visual para brindar la información necesaria para el procesamiento de datos que se pueda utilizar para determinar los modelos de comportamiento de las estructuras de pavimentos.

La evaluación del pavimento existente es para analizar y estimar el valor estructural remanente, además esta evaluación debe brindar la información necesaria para investigar la causa del origen de las fallas del pavimento a rehabilitar, es decir, debe proporcionar los elementos necesarios para diagnosticar las fallas observadas con la finalidad de determinar las medidas de mantenimiento y/o reparación a realizar en función de los defectos encontrados (Corros et al., 2009).

El conocimiento de las condiciones en que se encuentra un pavimento y su comportamiento en el tiempo, es fundamental ya que son tópicos vitales para el organismo encargado de su diseño, construcción, mantenimiento y operación, entre otras cosas, la evaluación del pavimento además de proporcionar la información de su estado en el momento que se realice, proporciona información de gran utilidad para constituir la experiencia del organismo, que contribuye a la constante mejora en los aspectos de diseño y construcción de pavimentos nuevos o sometidos a procesos de rehabilitación, así como a la eficiencia técnica y económica de estos últimos. (Menéndez, 2009).

#### ***3.4.1. Evaluación Superficial***

Consiste en las condiciones de la superficie que definen la vía y su entorno, este último incluye todo tipo de obras o elementos auxiliares relacionados con el pavimento que pueden afectar directa o indirectamente la comodidad y seguridad de los usuarios (Montejo, 2002).

De acuerdo a Menéndez (2009) la importancia de las características superficiales del pavimento radica en su impacto en las funciones, pues de ellas dependen en gran medida las condiciones de seguridad, comodidad y economía que requiera el usuario, también afectan al entorno urbano, peatones y a sus habitantes. Entre las características y propiedades a considerar, son las siguientes:

- Textura.
- Resistencia al derrapamiento.
- Permeabilidad.
- Regularidad superficial.
- Ruido de rodamiento y absorción acústica.
- Resistencia al rodamiento.
- Resistencia al ataque de aceites y otros productos químicos.

#### ***3.4.2. Evaluación Estructural***

Grau (2014) indica que la evaluación estructural del pavimento es útil para comprender la función estructural que brinda un pavimento, la cual depende principalmente de la resistencia y el grado de envejecimiento del pavimento.

El método utilizado para la evaluación estructural puede ser o no destructivo, dependiendo del grado de alteración física del material durante su proceso de evaluación. En el primer caso significa perforar el pavimento para determinar el espesor de sus capas constituyentes, observar su estado y obtener una muestra del material para realizar el ensayo respectivo en el laboratorio. El pavimento también se puede explorar para realizar algún tipo de prueba o determinación de propiedades tales como CBR, peso volumétrico, módulo de reacción, etc. En el segundo caso, generalmente implica la medición de deflexión de la superficie, el radio de curvatura y la forma de la cuenca de deformaciones, en ocasiones también incluye la obtención de pequeños núcleos del pavimento para determinar el espesor y la obtención de algunas muestras para ensayar en el laboratorio, como medidas de verificación (Menéndez, 2009).

La evaluación de la estructura del pavimento se puede comprender básicamente, en determinar la capacidad de carga del sistema de pavimento-subrasante en la estructura de la carretera existente, en cualquier etapa de tiempo de servicio, de modo que las necesidades de reparación se puedan determinar y cuantificar para comprender si el pavimento ha llegado a su vida útil o cambia su función después del mantenimiento o reparación (Ccallo, 2019).

(Thenoux & Gaete, 2012) definen que la evaluación estructural del pavimento tiene como objetivo cuantificar la capacidad de carga estructural restante del pavimento. La falta de capacidad de la estructura del pavimento provocará un deterioro paulatino en el mismo, manifestado como un excesivo agrietamiento y deformación, que no se podrá restaurar con la simple aplicación de medidas preventivas de protección. Esto puede deberse a la necesidad de fortalecer la capacidad de la estructura del pavimento debido a una o más de las siguientes causas:

- Pavimento cercano a cumplir su vida de diseño. Los ejes equivalentes acumulados han alcanzado los límites considerados en el diseño original.
- Se proyectó un espesor de diseño insuficiente. La falta de espesor del proyecto puede estar relacionada con algunas razones, como la subestimación del flujo de diseño y el uso de parámetros de diseños no representativos.
- La mala calidad de la construcción reducirá en gran medida la capacidad estructural del pavimento.
- El mantenimiento inadecuado de la estructura y el sistema de drenaje pueden causar el deterioro acelerado.
- Las inspecciones insuficientes de la red caminera resultarán un mal uso de los pavimentos y una mayor sobrecarga.

Corros et al. (2009) mencionan que la evaluación estructural de un pavimento existente abarca necesariamente los siguientes trabajos:

- Evaluación superficial de la condición del pavimento.
- Evaluación del sistema de drenaje.
- Determinación de espesores y tipos de materiales.
- Medición de deflexiones superficiales del pavimento.

Como afirma Carahuatay (2015) con el análisis estructural se encuentran los estudios de vida remanente, capacidad estructural y rehabilitaciones. Para realizar todos estos estudios se utilizan diversos métodos, los cuales han sido orientados para predecir y solucionar fallas estructurales que ocurren en los pavimentos. Los métodos se dividen en empírico y mecanicista empírico, es importante que se escoja el método de evaluación estructural en base al método de diseño utilizado para el estudio. Muchos son los procedimientos empíricos que se basan en las condiciones tales como: tráfico, materiales, configuración de las capas y condiciones ambientales. Al final, la evaluación estructural puede proveer resultados partiendo de las dos etapas importantes que lo componen como lo son la auscultación estructural y el retro cálculo. Para la evaluación estructural son tan importantes las condiciones actuales del pavimento como las condiciones bajo las que se concibió el mismo.

### ***3.4.3. Métodos Directos de Auscultación Estructural***

Carahuatay (2015) sostiene que los métodos directos de auscultación son métodos destructivos, que deterioran la estructura del pavimento. El uso de los métodos directos, presentan las siguientes desventajas como la obtención de datos requiere mayor cantidad de tiempo, costos más elevados, mayores molestias en el tráfico, etc.

Entre los métodos directos de auscultación estructural utilizados en el presente estudio se pueden mencionar:

- Calicatas o pozos a cielo abierto: Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa.

## Figura 28

### *Calicatas*



- Extracción de núcleos: Este ensayo, se realiza usando maquinas que cortan circularmente el pavimento, con el fin de obtener muestras, que luego serán ensayadas en un laboratorio.

## Figura 29

### *Extracción de núcleos*



#### ***3.4.4. Métodos Indirectos de Auscultación Estructural***

Carahuatay (2015) define a los métodos indirectos de evaluación estructural como aquellos métodos con los cuales se logra determinar la capacidad estructural del pavimento, sin tener que dañar la estructura, dichos métodos se basan en hipótesis y modelos matemáticos.

Dicha metodología se fundamenta en que la forma y dimensión de la curva de deflexiones encierra una valiosa información acerca de las características estructurales del pavimento y subrasante, por lo que se puede mencionar que la metodología de evaluación estructural por medio de ensayos no destructivos (NDT), se denomina ensayos no destructivos a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas y mecánicas.

# CAPÍTULO 4

## MARCO METODOLÓGICO

### 4.1. Estudio de Tráfico

El estudio de tráfico se realiza con la finalidad de establecer el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que se prevea para un periodo de tiempo determinado, por lo tanto, se realiza un conteo vehicular manual para conocer el número y tipo de vehículo que circula por una vía, así como la intensidad de la carga y la configuración del eje que la aplica.

En el presente estudio de tráfico del tramo de vía comprendido entre la calle 24 de mayo y Av. Décimo Octava, se muestra la metodología para determinar la cuantificación del número acumulado de ejes simples equivalentes de 8.2 Ton mediante el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) proyectada a 10 años, se debe tener información suficiente basándose en datos reales del tráfico existente del lugar de estudio el cual permitirá establecer las cargas que va a ser aplicadas y que se requieren para el diseño estructural del pavimento flexible.

### Figura 30

*Estación de conteo Santa Elena – Ballenita.*



Fuente: Google Earth

#### **4.1.1. Tráfico**

El tránsito vehicular, también conocido como tráfico de vehículos, se define como el flujo vehicular que se desarrolla en carreteras, con las facilidades y/o restricciones que pueda permitir las condiciones físicas de la vía, conductor y vehículo como usuarios (NEVI-12-MTOP, 2013).

Higuera (2010) indica que el tránsito es uno de los parámetros básicos del diseño, aunque se puede permitir cierta incertidumbre al determinar esta variable, siempre es necesario conocerla para determinar el espesor de las capas que compone el pavimento. Al procesar datos relacionados con el tránsito, es necesario distinguir los siguientes aspectos:

- Tránsito promedio diario (TPD)
- Clasificación de vehículos
- Factores de equivalencia de carga para cada tipo de vehículo
- Distribución direccional
- Distribución por carril
- Proyección de las variables en la vida de diseño

#### **Figura 31**

*Tráfico Santa Elena - Ballenita*



#### ***4.1.2. Mediciones de flujo***

**4.1.2.1 Contabilización manual.** Se realiza en la carretera a través de uno o más medidores, que registra el número total de vehículos que circulan en una sección de la vía o intersección. Este método es particularmente adecuado para la medición de tráfico a corto plazo y finalmente realizar una clasificación de diferentes tipos de vehículos y movimientos. La precisión del método manual es muy sensible al tráfico, la clasificación por movimientos y los tipos de vehículos. Un buen resultado depende en primer lugar de la experiencia del equipo responsable de la operación y supervisión, y de la formación del personal que realiza las mediciones (NEVI-12-MTOP, 2013, p. 81).

**4.1.2.2 Contabilización automática.** Se realiza mediante un instrumento que registra los pulsos generados por los sensores del paso de vehículos. La duración del proceso depende de sus objetivos: proporcionar una base de datos estratégica con instalaciones permanentes; recopilar información para un proyecto específico, para lo cual se han adaptado estaciones temporales. La versión más simple calcula el número total de ejes que pasan por un determinado punto de la vía y también puede registrar el número total de ejes en cada dirección. La acumulación de dicho equipo puede durar varias horas o menos (NEVI-12-MTOP, 2013, p. 81).

#### ***4.1.3. Conteo de Tráfico***

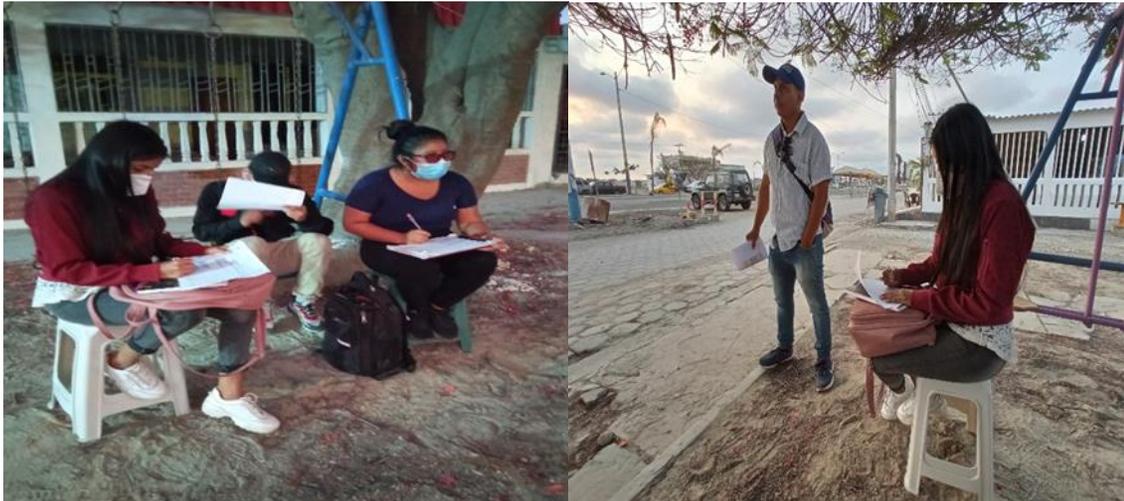
Con el fin de obtener una muestra representativa del tráfico se procede a hacer un conteo vehicular manual durante 7 días en la semana comprendida desde el martes 29 de diciembre del 2020 hasta el lunes 4 de enero del 2021, con un tiempo de conteo de 12 horas durante 6 días y 24 horas en 1 día, para mayor representatividad el conteo vehicular de 12 horas se realiza en el tiempo que transita el mayor número de vehículos.

#### **4.1.4. Estación de Conteo**

Se ubicó la estación de conteo en la abscisa 1+180 Km, esta estación permitió conocer las variaciones diarias de flujo vehicular por siete días para así obtener datos confiables y proyectar el tráfico futuro.

**Figura 32**

*Estación de conteo de tráfico vehicular*



#### **4.1.5. Tipo de Vehículos**

En el pavimento de una vía circulan diferentes tipos de vehículos con diferentes configuraciones de ejes, de acuerdo a esta configuración los vehículos se clasifican en dos grupos generales:

**4.1.5.1 Vehículos Livianos.** Son aquellos vehículos diseñados para transportar pasajeros, como motocicletas y automóviles, y otros vehículos ligeros, como camiones y camionetas, cuyo eje trasero tiene capacidad para ocho pasajeros y una sola rueda.

**4.1.5.2 Vehículos Pesados.** Incluyen vehículos diseñados para transportar cargas pesadas, como camiones, autobuses y combinaciones de camiones (semirremolques y remolques), que pesan más de cuatro toneladas y tienen llantas dobles en los ejes posteriores.

#### 4.1.6. Clasificación vehicular

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas considera varios tipos de vehículos de diseño equivalentes a los de la AASHTO, en la Figura 33 se muestra la clasificación de vehículos según las MTOP estimados para el presente estudio de tráfico.

**Figura 33**

*Clasificación de vehículos de acuerdo al MTOP*

| CUADRO DEMOSTRATIVOS DE TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES |                                      |             |                              |  |       |      |  |  |
|---|--------------------------------------|-------------|------------------------------|--|-------|------|--|--|
| TIPO  | DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE | DESCRIPCIÓN | PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.) | LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros) |       |      |  |  |
|   |                                      |             |                              | Largo                                  | Ancho | Alto |  |  |
| 2 D   |                                      |             | 7                            | 5,00                                   | 2,60  | 3,00 |  |  |
| 2DA   |                                      |             | 10                           | 7,50                                   | 2,60  | 3,50 |  |  |
| 2DB   |                                      |             | 18                           | 12,20                                  | 2,60  | 4,10 |  |  |
| 3-A   |                                      |             | 27                           | 12,20                                  | 2,60  | 4,10 |  |  |
| 4-C   |                                      |             | 31                           | 12,20                                  | 2,60  | 4,10 |  |  |
| V2DB  |                                      |             | 18                           | 12,20                                  | 2,60  | 4,10 |  |  |
| V3A   |                                      |             | 27                           | 12,20                                  | 2,60  | 4,10 |  |  |
| 2S1   |                                      |             | 29                           | 20,50                                  | 2,60  | 4,30 |  |  |
| 2S2   |                                      |             | 38                           | 20,50                                  | 2,60  | 4,30 |  |  |
| 2S3   |                                      |             | 42                           | 20,50                                  | 2,60  | 4,30 |  |  |
| 3S1   |                                      |             | 38                           | 20,50                                  | 2,60  | 4,30 |  |  |
| 3S2   |                                      |             | 47                           | 20,50                                  | 2,60  | 4,30 |  |  |
| 3S3   |                                      |             | 48                           | 20,50                                  | 2,60  | 4,30 |  |  |

Fuente: (NEVI-12-MTOP, 2013, pp. 39-40)

#### ***4.1.7. Volumen de Tráfico***

Corros et al. (2009) señala el número de vehículos que circulan por la carretera se determinará en base a estadísticas y estudios de tráfico y/o o mediciones reales de campo. Se debe conocer el número de años de diseño inicial y la tasa de crecimiento interanual durante el período de diseño.

Como afirma Coronado (2002) al diseñar una estructura de pavimento, es necesario comprender la cantidad de vehículos que circulan en un punto específico mediante el estudio del volumen de tránsito desde el rango más amplio en el sistema de caminos hasta el recuento de ubicaciones específicas, como puentes o intersecciones de carreteras.

Al realizar un estudio de volumen de tráfico, es necesario obtener dos datos básicos: el volumen de tráfico promedio general de camiones y el volumen de tráfico promedio diario de camiones. Estos datos se pueden obtener durante el censo o capacidad de tránsito, los aforos de conteo vehicular se realizar con el objeto de:

- Determinar la composición y el flujo del tráfico en el sistema de carreteras.
- Establecer la cantidad de vehículos que circulan por la carretera.
- Evaluar índices de accidentes.
- Utilizar como base para la clasificación de carreteras.
- Datos útiles para la planificación de rutas y la determinación de proyectos geométricos.
- Diseñar un sistema de control de tráfico.
- Elaborar sistema de mantenimiento.
- Determinar prioridades y técnicas de construcción.
- Establecer el tráfico futuro, etc.

#### 4.1.8. Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (T.P.D.A.)

Se determina el Tráfico Promedio Diario Anual (T.P.D.A.) existente en el tramo a estudiar de la vía Troncal del Pacífico a través del conteo vehicular volumétrico manual para ambos sentidos de circulación.

**4.1.8.1 Tráfico Diario.** Para obtener el Tráfico Diario (T.D.) se realiza un aforo de vehículos usando el formato que se muestra en la Figura 34 además se detallan en el los vehículos contabilizados del día martes 29 de diciembre del 2020 los demás datos de los otros días se encuentran en el Anexo A. Se lleva a cabo el conteo de tráfico desde las 6:00 horas hasta las 18:00 horas.

**Figura 34**

*Formato de conteo de tráfico vehicular*



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



| CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR |           |   |             |             |             |            |            |           |          |           |               |                    |          |                                  |          |                    |                      |               |      |
|-----------------------------|-----------|---|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-----------|----------|-----------|---------------|--------------------|----------|----------------------------------|----------|--------------------|----------------------|---------------|------|
| Proyecto:                   |           | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yce de Ballenita, Sector Terminal Terrestre, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |             |             |             |            |            |           |          |           |               |                    |          |                                  |          |                    |                      |               |      |
| Ubicación:                  |           | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  |             |             |             |            |            |           |          |           |               | Estación de Aforo: |          | Terminal Terrestre               |          |                    |                      |               |      |
| Fecha:                      |           | Martes, 29 de Diciembre de 2020   |             |             |             |            |            |           |          |           |               | Abscisa:           |          | 1+180                            |          |                    |                      |               |      |
| Tiempo de Conteo:           |           | 12 Horas  |             |             |             |            |            |           |          |           |               | Tesisistas:        |          | Andrea Chonillo - Lissette Palma |          |                    |                      |               |      |
| HORAS                       | DIRECCIÓN | LIVIANOS  | BUSES       | CAMIONES    |             |            |            |           | VOLQUETA |           | TRACTO CAMIÓN |                    |          |                                  | R        | TOTAL DE VEHÍCULOS | % TOTAL DE VEHÍCULOS |               |      |
|                             |           |   |             | 2D          | 2DA         | 2DB        | 3A         | 4C        | V2DB     | V3A       | 2S1           | 2S2                | 3S2      | 3S3                              |          |                    |                      |               |      |
| 6:00 AM                     | 7:00 AM   | A - B   | 145         | 73          | 15          | 7          | 3          | 0         | 0        | 0         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 243           | 2.16 |
|                             | B - A     | 192   | 82          | 17          | 6           | 7          | 1          | 0         | 1        | 0         | 0             | 0                  | 0        | 1                                | 0        | 0                  | 0                    | 307           | 2.72 |
| 7:00 AM                     | 8:00 AM   | A - B   | 168         | 101         | 23          | 3          | 11         | 0         | 1        | 1         | 1             | 0                  | 0        | 0                                | 1        | 0                  | 0                    | 310           | 2.75 |
|                             | B - A     | 233   | 93          | 27          | 8           | 8          | 2          | 0         | 2        | 1         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 374           | 3.32 |
| 8:00 AM                     | 9:00 AM   | A - B   | 302         | 114         | 58          | 16         | 6          | 1         | 0        | 4         | 0             | 1                  | 0        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 502           | 4.46 |
|                             | B - A     | 308   | 122         | 63          | 8           | 3          | 0          | 0         | 5        | 0         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 1        | 0                  | 0                    | 510           | 4.53 |
| 9:00 AM                     | 10:00 AM  | A - B   | 207         | 134         | 34          | 11         | 5          | 0         | 1        | 2         | 1             | 0                  | 0        | 1                                | 0        | 0                  | 0                    | 396           | 3.51 |
|                             | B - A     | 214   | 126         | 55          | 5           | 9          | 2          | 0         | 0        | 1         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 412           | 3.66 |
| 10:00 AM                    | 11:00 AM  | A - B   | 244         | 137         | 43          | 7          | 7          | 0         | 0        | 3         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 441           | 3.91 |
|                             | B - A     | 281   | 122         | 52          | 10          | 9          | 1          | 0         | 0        | 1         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 1        | 0                  | 0                    | 477           | 4.23 |
| 11:00 AM                    | 12:00 PM  | A - B   | 323         | 153         | 53          | 8          | 6          | 0         | 1        | 0         | 1             | 0                  | 0        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 545           | 4.84 |
|                             | B - A     | 352   | 128         | 50          | 5           | 8          | 1          | 0         | 2        | 0         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 0        | 1                  | 0                    | 547           | 4.85 |
| 12:00 PM                    | 01:00 PM  | A - B   | 395         | 139         | 65          | 19         | 9          | 0         | 0        | 4         | 1             | 0                  | 0        | 1                                | 0        | 0                  | 0                    | 633           | 5.62 |
|                             | B - A     | 403   | 127         | 77          | 12          | 11         | 0          | 0         | 5        | 0         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 1        | 0                  | 0                    | 636           | 5.64 |
| 01:00 PM                    | 02:00 PM  | A - B   | 239         | 92          | 33          | 8          | 9          | 0         | 0        | 0         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 381           | 3.38 |
|                             | B - A     | 256   | 75          | 41          | 6           | 3          | 0          | 0         | 3        | 0         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 384           | 3.41 |
| 02:00 PM                    | 03:00 PM  | A - B   | 280         | 82          | 32          | 8          | 3          | 0         | 0        | 1         | 0             | 1                  | 0        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 407           | 3.61 |
|                             | B - A     | 268   | 83          | 45          | 3           | 5          | 0          | 1         | 3        | 1         | 0             | 0                  | 1        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 410           | 3.64 |
| 03:00 PM                    | 04:00 PM  | A - B   | 344         | 95          | 33          | 6          | 3          | 1         | 0        | 0         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 482           | 4.28 |
|                             | B - A     | 321   | 92          | 41          | 15          | 5          | 0          | 0         | 0        | 0         | 0             | 0                  | 1        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 475           | 4.22 |
| 04:00 PM                    | 05:00 PM  | A - B   | 407         | 112         | 68          | 4          | 10         | 1         | 1        | 0         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 603           | 5.35 |
|                             | B - A     | 382   | 106         | 66          | 17          | 2          | 0          | 0         | 1        | 1         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 1        | 1                  | 0                    | 577           | 5.12 |
| 05:00 PM                    | 06:00 PM  | A - B   | 416         | 102         | 75          | 3          | 8          | 1         | 0        | 0         | 1             | 0                  | 0        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 606           | 5.38 |
|                             | B - A     | 408   | 114         | 72          | 11          | 2          | 0          | 0         | 0        | 2         | 0             | 0                  | 0        | 0                                | 0        | 0                  | 0                    | 609           | 5.41 |
| <b>TOTAL</b>                |           |   | <b>7088</b> | <b>2604</b> | <b>1138</b> | <b>206</b> | <b>152</b> | <b>11</b> | <b>5</b> | <b>37</b> | <b>12</b>     | <b>2</b>           | <b>1</b> | <b>4</b>                         | <b>5</b> | <b>2</b>           | <b>11267</b>         | <b>100,00</b> |      |

**4.1.8.1.1 Factor ajuste de 12 a 24 horas.** Es un valor que se utiliza para calcular el volumen del tráfico ajustado a 24 horas. Por lo tanto, se debe realizar un conteo vehicular de un día completo, para obtener el factor ajuste, se aplicó la siguiente ecuación:

$$Factor\ ajuste_{24\ horas} = \frac{Volumen\ de\ tráfico\ 24\ horas}{Volumen\ de\ tráfico\ 12\ horas}$$

Se realiza el cálculo del factor de ajuste nocturno a través de los datos obtenidos del conteo de tráfico de 24 horas ejecutado el día lunes 04 de enero de 2021 mismos que se encuentran detallados en la Tabla 30, obteniendo como resultado un factor de ajuste nocturno de 1,30 el cual es aplicado para los demás días de la semana debido a que el comportamiento de tráfico es similar.

$$Factor\ ajuste_{24\ horas} = \frac{15600}{12008} = 1,30$$

**Tabla 30**

*Factor ajuste nocturno*

| <b>Lunes 04 de enero de 2021</b> |                                       |   |                           |
|----------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------|
| <b>Tipos de Vehículos</b>        | <b>Día (12 Horas)<br/>06:00-18:00</b> | <b>Noche (12 Horas)<br/>18:00-06:00</b> | <b>Total<br/>24 Horas</b> |
| <b>Livianos</b>                  | 7385                                  | 2384                                    | 9769                      |
| <b>Buses</b>                     | 2628                                  | 575                                     | 3203                      |
| <b>Camión 2D</b>                 | 1430                                  | 552                                     | 1982                      |
| <b>Camión 2DA</b>                | 311                                   | 56                                      | 367                       |
| <b>Camión 2DB</b>                | 154                                   | 10                                      | 164                       |
| <b>Camión 3A</b>                 | 46                                    | 3                                       | 49                        |
| <b>Camión 4C</b>                 | 6                                     | 1                                       | 7                         |
| <b>Volqueta V2BD</b>             | 17                                    | 4                                       | 21                        |
| <b>Volqueta V3A</b>              | 21                                    | 2                                       | 23                        |
| <b>Tracto Camión 2S1</b>         | 2                                     | 1                                       | 3                         |
| <b>Tracto Camión 2S2</b>         | 1                                     | 0                                       | 1                         |
| <b>Tracto Camión 3S2</b>         | 2                                     | 0                                       | 2                         |
| <b>Tracto Camión 3S3</b>         | 2                                     | 4                                       | 6                         |
| <b>Remolque</b>                  | 3                                     | 0                                       | 3                         |
| <b>Total</b>                     | 12008                                 | 3592                                    | 15600                     |
| <b>Factor Ajuste Nocturno</b>    |                                       | 1,30                                    |                           |

**Figura 35**

*Conteo vehicular nocturno*



**4.1.8.2 Tráfico Promedio Diario Semanal.** En base a los datos obtenidos el T.P.D.S. se determina mediante la división del total de vehículos tanto livianos y pesados para los 7 días de conteo a través de la ecuación:

$$TPDS = \frac{N^{\circ} \text{ de vehículos contados en la semana (24h)}}{N^{\circ} \text{ de días contados en la semana}}$$

**TPDS para Vehículos Livianos**

$$TPDS_{veh.liv} = \frac{68303}{7}$$

$$TPDS_{veh.liv} = 9758 \text{ veh/día/ambos sentidos}$$

**TPDS para Vehículos Pesados**

$$TPDS_{veh.pes} = \frac{38019}{7}$$

$$TPDS_{veh.pes} = 5431 \text{ veh/día/ambos sentidos}$$

El T.P.D.S. total es la suma del T.P.D.S. entre vehículos livianos y vehículos pesados.

$$TPDS = TPDS_{veh.liv} + TPDS_{veh.pes}$$

$$TPDS = 9758 + 5431$$

$$TPDS = 15189 \text{ veh/día/ambos sentidos}$$

**Figura 36**

*Conteo vehicular semanal*

| FECHA                          | DÍA       | HORA         | DIR.  | LIVIANOS | PESADOS |          |      |      |      |          |       |               |      |      |      |      |      | TOTAL DE VEHÍCULOS |
|--------------------------------|-----------|--------------|-------|----------|---------|----------|------|------|------|----------|-------|---------------|------|------|------|------|------|--------------------|
|                                |           |              |       |          | BUSES   | CAMIONES |      |      |      | VOLQUETA |       | TRACTO CAMIÓN |      |      |      | R    |      |                    |
|                                |           |              |       |          |         | 2D       | 2DA  | 2DB  | 3A   | 4C       | V2DB  | V3A           | 2S1  | 2S2  | 3S2  |      | 3S3  |                    |
| 29/12/2020                     | Martes    | 6:00 a 18:00 | A - B | 3470     | 1334    | 532      | 100  | 80   | 4    | 4        | 15    | 5             | 2    | 0    | 2    | 1    | 0    | 5549               |
|                                |           |              | B - A | 3618     | 1270    | 606      | 106  | 72   | 7    | 1        | 22    | 7             | 0    | 1    | 2    | 4    | 2    | 5718               |
| 30/12/2020                     | Miércoles | 6:00 a 18:00 | A - B | 3755     | 1398    | 541      | 105  | 92   | 9    | 1        | 17    | 10            | 2    | 0    | 5    | 1    | 1    | 5937               |
|                                |           |              | B - A | 3600     | 1217    | 660      | 127  | 54   | 2    | 1        | 27    | 13            | 0    | 2    | 1    | 5    | 3    | 5712               |
| 31/12/2020                     | Jueves    | 6:00 a 18:00 | A - B | 4088     | 1284    | 523      | 118  | 50   | 7    | 1        | 10    | 14            | 1    | 1    | 2    | 1    | 4    | 6104               |
|                                |           |              | B - A | 3962     | 1199    | 548      | 135  | 40   | 2    | 0        | 7     | 9             | 0    | 0    | 0    | 3    | 4    | 5909               |
| 1/1/2021                       | Viernes   | 6:00 a 18:00 | A - B | 3754     | 1255    | 488      | 95   | 40   | 3    | 0        | 4     | 6             | 0    | 0    | 0    | 2    | 1    | 5648               |
|                                |           |              | B - A | 3776     | 1179    | 518      | 110  | 34   | 1    | 1        | 3     | 2             | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 5626               |
| 2/1/2021                       | Sábado    | 6:00 a 18:00 | A - B | 3785     | 1261    | 613      | 112  | 39   | 5    | 0        | 3     | 3             | 0    | 2    | 1    | 0    | 1    | 5825               |
|                                |           |              | B - A | 3851     | 1340    | 641      | 126  | 26   | 2    | 0        | 1     | 1             | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 5990               |
| 3/1/2021                       | Domingo   | 6:00 a 18:00 | A - B | 3734     | 1292    | 648      | 107  | 21   | 1    | 0        | 1     | 1             | 0    | 1    | 2    | 0    | 1    | 5809               |
|                                |           |              | B - A | 3763     | 1357    | 688      | 115  | 22   | 2    | 0        | 1     | 2             | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 5951               |
| 4/1/2021                       | Lunes     | 6:00 a 18:00 | A - B | 3588     | 1318    | 710      | 146  | 85   | 19   | 4        | 6     | 8             | 1    | 0    | 1    | 0    | 2    | 5888               |
|                                |           |              | B - A | 3797     | 1310    | 720      | 165  | 69   | 27   | 2        | 11    | 13            | 1    | 1    | 1    | 2    | 1    | 6120               |
| <b>Conteo 12 horas del día</b> |           |              |       | 52541    | 18014   | 8436     | 1667 | 724  | 91   | 15       | 128   | 94            | 7    | 8    | 19   | 21   | 21   | 81786              |
| <b>Factor Ajuste Nocturno</b>  |           |              |       |          |         |          |      |      |      | 1,30     |       |               |      |      |      |      |      |                    |
| <b>Conteo 24 horas del día</b> |           |              |       | 68303    | 23418   | 10967    | 2167 | 941  | 118  | 20       | 166   | 122           | 9    | 10   | 25   | 27   | 27   | 106322             |
| <b>Total</b>                   |           |              |       | 68303    |         |          |      |      |      |          | 38019 |               |      |      |      |      |      |                    |
| <b>% de Vehículos</b>          |           |              |       | 64,24    | 22,03   | 10,31    | 2,04 | 0,89 | 0,11 | 0,02     | 0,16  | 0,11          | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 100,00             |

En la Figura 36 se detalla el conteo vehicular semanal realizado, la composición del tráfico existente está conformado por: vehículos livianos 64,24%, buses 22,03%, camión (2D) 10,31%, camión (2DA) 2,04%, camión (2DB) 0,89%, camión (3A) 0,11%, camión (4C) 0,02%, volqueta (V2DB) 0,16%, volqueta (V3A) 0,11%, tracto camión (2S1) 0,01%, tracto camión (2S2) 0,01%, tracto camión (3S2) 0,02%, tracto camión (3S3) 0,03% y remolque 0,03%.

**4.1.8.3 Cálculo del TPDA existente.** Se refiere a la cantidad de vehículos que circulan por las vías existentes, obtenemos el valor del TPDA utilizando la siguiente ecuación:

$$TPDA_{Exist.} = (TPDS_{Veh.liv} * Fm_{Veh.liv} * Fd) + (TPDS_{Veh.pes} * Fm_{Veh.pes} * Fd)$$

Donde:

$TPDS_{Veh.liv}$  = Tráfico Promedio Diario Semanal de vehículos livianos.

$TPDS_{Veh.pes}$  = Tráfico Promedio Diario Semanal de vehículos pesados.

$Fm_{Veh.liv}$  = Factor de ajuste mensual para vehículos livianos.

$Fm_{Veh.pes}$  = Factor de ajuste mensual para vehículos pesados.

$Fd$  = Factor de ajuste diario.

**4.1.8.3.1 Factor de Ajuste Diario (Fd).** Para el cálculo del factor diario, utilizaremos los datos de volúmenes totales diarios para la semana del martes 29 de diciembre de 2020 al lunes 4 de enero de 2021 detallados en la Tabla 31.

**Tabla 31**

*Factor de ajuste diario*

| FECHA           | DÍA       | TD (Veh/día) | TPDS/TD |
|-----------------|-----------|--------------|---------|
| 29/12/2020      | Martes    | 14647        | 1,04    |
| 30/12/2020      | Miércoles | 15144        | 1,00    |
| 31/12/2020      | Jueves    | 15617        | 0,97    |
| 1/01/2021       | Viernes   | 14656        | 1,04    |
| 2/01/2021       | Sábado    | 15360        | 0,99    |
| 3/01/2021       | Domingo   | 15288        | 0,99    |
| 4/01/2021       | Lunes     | 15610        | 0,97    |
| <b>TOTAL</b>    |           | 106322       | 1,00    |
| <b>T.P.D.S.</b> |           | 15189        |         |

El factor de ajuste diario se determina mediante:

$$Fd = \frac{TPDS}{TD}$$

El factor de ajuste diario será el promedio de la suma de los factores diarios calculados durante toda la semana entre 7 días de conteo vehicular, el factor diario (Fd) calculado es igual a 1,00.

$$Fd = \frac{1,04 + 1,00 + 0,97 + 1,04 + 0,99 + 0,99 + 0,97 + 1,00}{7}$$

$$Fd = 1,00$$

**4.1.8.3.2 Factor de Ajuste Mensual (Fm).** En la Tabla 32, se establecen los valores Fm obtenidos en base consumo de combustible de la Provincia de Santa Elena.

**Tabla 32**

*Factor de ajuste mensual en la Provincia de Santa Elena.*

| MES        | VEHÍCULOS LIVIANOS | VEHÍCULOS PESADOS |
|------------|--------------------|-------------------|
| Enero      | 1,026              | 1,046             |
| Febrero    | 0,961              | 1,029             |
| Marzo      | 0,827              | 0,991             |
| Abril      | 1,017              | 1,096             |
| Mayo       | 1,037              | 1,050             |
| Junio      | 1,064              | 1,022             |
| Julio      | 1,044              | 1,021             |
| Agosto     | 0,936              | 0,908             |
| Septiembre | 1,078              | 1,014             |
| Octubre    | 1,097              | 1,005             |
| Noviembre  | 1,009              | 0,983             |
| Diciembre  | 0,969              | 0,881             |

Fuente: Dirección de estudio del MTOP.

En base a los valores proyectados en la Tabla 32 escogemos los factores de ajustes más altos tanto para vehículos livianos y pesados, para vehículos livianos usamos el Fm del mes de octubre con un valor 1,907 y un Fm del mes de abril con un valor de 1,096 para vehículos pesados, remplazando todos los valores de Fm y Fd calculamos:

$$TPDA_{Exist.} = (TPDS_{Veh.liv} * Fm_{Veh.liv} * Fd) + (TPDS_{Veh.pes} * Fm_{Veh.pes} * Fd)$$

$$TPDA_{Exist.} = (9758 * 1,097 * 1,00) + (5431 * 1,096 * 1,00)$$

$$TPDA_{Existente} = 16657 \text{ veh/día/ambos sentidos}$$

Aplicando la ecuación del  $TPDA_{Existente}$ , obtenemos como resultado un tráfico promedio diario anual de 16657 vehículos, se muestra con detalle en la Tabla 33.

**Tabla 33**

*TPDA existente por tipo de vehículo*

| <b>Tipos de Vehículos</b>  | <b>N° de Vehículos</b> | <b>% Veh/día</b> | <b>TPDA (Existente)</b> | <b>N° de Vehículos</b> |
|----------------------------|------------------------|------------------|-------------------------|------------------------|
| <b>Livianos</b>            | 68303                  | 64,24            | 16657                   | 10701                  |
| <b>Buses</b>               | 23418                  | 22,03            |                         | 3669                   |
| <b>Camión (2D)</b>         | 10967                  | 10,31            |                         | 1718                   |
| <b>Camión (2DA)</b>        | 2167                   | 2,04             |                         | 340                    |
| <b>Camión (2DB)</b>        | 941                    | 0,89             |                         | 147                    |
| <b>Camión (3A)</b>         | 118                    | 0,11             |                         | 19                     |
| <b>Camión (4C)</b>         | 20                     | 0,02             |                         | 3                      |
| <b>Volqueta (V2BD)</b>     | 166                    | 0,16             |                         | 26                     |
| <b>Volqueta (V3A)</b>      | 122                    | 0,11             |                         | 19                     |
| <b>Tracto Camión (2S1)</b> | 9                      | 0,01             |                         | 1                      |
| <b>Tracto Camión (2S2)</b> | 10                     | 0,01             |                         | 2                      |
| <b>Tracto Camión (3S2)</b> | 25                     | 0,02             |                         | 4                      |
| <b>Tracto Camión (3S3)</b> | 27                     | 0,03             |                         | 4                      |
| <b>Remolque</b>            | 27                     | 0,03             |                         | 4                      |
| <b>Total</b>               | 106322                 | 100              |                         | 16657                  |

#### 4.1.9. Proyección del Tráfico

Se deben diseñar las carreteras nuevas o los mejoramientos de las existentes con base al tránsito que va a usarlas. Por lo tanto, se espera que el diseño se mantenga para acomodar el volumen de tránsito esperado en el último año de vida útil, y se asume que el volumen esperado por año es mayor que el año anterior. La determinación del tráfico futuro es lo que se llama proyección del tráfico (NEVI-12-MTOP, 2013).

**4.1.9.1 Incremento de Tráfico.** Es la cantidad de vehículos que se aumentan en un período de diseño, está en función de las tasas de crecimiento y se obtiene mediante la expresión:

$$IT = TE * (1 + i)^n$$

Donde:

IT = Tráfico futuro (TPDA proyectado a 10 años).

TE = Tráfico existente o actual.

i = Índice o tasa de crecimiento del tráfico.

n = Periodo de proyección expresado en años.

**4.1.9.2 Índice de Crecimiento Vehicular.** Las tasas de crecimiento vehicular para la zona de estudio según la MTOP se establecen en la Tabla 34, donde se utilizó las tasas de crecimiento según los periodos y tipos de vehículos correspondientes.

**Tabla 34**

*Tasas de crecimiento de tráfico anual*

| TASAS DE CRECIMIENTO | LIVIANOS | BUSES | CAMIONES |
|----------------------|----------|-------|----------|
| 2020 - 2025          | 3,37     | 1,80  | 2,02     |
| 2025 - 2030          | 3,06     | 1,63  | 1,84     |
| 2030 - 2035          | 2,82     | 1,52  | 1,71     |
| 2035 - 2040          | 2,62     | 1,43  | 1,61     |

Fuente: Departamento de factibilidad del MTOP

**4.1.9.3 Tráfico Generado.** Es el volumen de tráfico en función del desarrollo económico y social de la zona. Este valor se obtiene a partir de las encuestas de origen y destino, según la Norma AASHTO para el cálculo de este tráfico se asignan tasas de incremento entre el 5% y el 25% del tráfico actual, con un periodo de generación dentro de dos años después de que la carretera ha sido abierta al servicio.

En el presente estudio no se realizó ninguna encuesta, por lo tanto, se estimó un 20% del tráfico actual, optamos por ese porcentaje ya que la vía se localiza en una zona urbana y de acuerdo al tráfico observado es muy alto, además tomando en cuenta que la vía direcciona al Terminal Terrestre de Santa Elena “SUMPA” por lo que circulan gran cantidad de vehículos.

$$TG = 20\% * TPDA$$

**4.1.9.4 Tráfico Desarrollado.** Se genera debido a la explotación e incremento de producción de las tierras en las nuevas áreas cercanas a la carretera que se construirá. Durante el período de estudio este valor puede aumentar y su efecto se considera a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios.

La norma AASHTO establece un incremento para el tráfico desarrollado del 5% al 8% del tráfico existente, considerando el desarrollo urbano y turístico del sector, para nuestro caso se estimó el 7% del volumen del tráfico que circula por la carretera.

$$TD = 7\% * TPDA$$

**4.1.9.5 Tráfico Futuro.** Se efectuó una proyección de vehículos mediante el período de diseño para 10 años, esto se logra conociendo los índices de crecimiento anual del tráfico vehicular que generalmente son facilitados por el MTOP.

Se calcula con la siguiente ecuación.

$$TF = IT + TG + TD$$

Donde:

TF = Tráfico futuro.

IT = Incremento de tránsito.

TG = Tráfico generado.

TD = Tráfico desarrollado.

**Tabla 35**

*Tráfico Futuro para el año 2030*

| TRÁFICO FUTURO TF=IT+TG+TD |          |       |          |     |     |    |    |      |     |     |     |     |     |       |       |
|----------------------------|----------|-------|----------|-----|-----|----|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| AÑO                        | LIVIANOS | BUSES | CAMIONES |     |     |    |    |      |     |     |     |     |     | TOTAL |       |
|                            |          |       | 2D       | 2DA | 2DB | 3A | 4C | V2DB | V3A | 2S1 | 2S2 | 3S2 | 3S3 |       | R     |
| 2020                       | 10701    | 3669  | 1718     | 340 | 147 | 19 | 3  | 26   | 19  | 1   | 2   | 4   | 4   | 4     | 16657 |
| 2021                       | 11061    | 3735  | 1753     | 346 | 150 | 19 | 3  | 27   | 20  | 1   | 2   | 4   | 4   | 4     | 17130 |
| 2022                       | 11434    | 3802  | 1788     | 353 | 153 | 19 | 3  | 27   | 20  | 1   | 2   | 4   | 4   | 4     | 17617 |
| 2023                       | 15011    | 4915  | 2317     | 458 | 199 | 25 | 4  | 35   | 26  | 2   | 2   | 5   | 6   | 6     | 23011 |
| 2024                       | 15516    | 4728  | 2233     | 441 | 192 | 24 | 4  | 34   | 25  | 2   | 2   | 5   | 6   | 6     | 23218 |
| 2025                       | 16039    | 4813  | 2279     | 450 | 196 | 25 | 4  | 35   | 25  | 2   | 2   | 5   | 6   | 6     | 23886 |
| 2026                       | 16284    | 5134  | 2434     | 481 | 209 | 26 | 4  | 37   | 27  | 2   | 2   | 5   | 6   | 6     | 24658 |
| 2027                       | 16782    | 5218  | 2479     | 490 | 213 | 27 | 4  | 38   | 28  | 2   | 2   | 6   | 6   | 6     | 25300 |
| 2028                       | 17296    | 5303  | 2525     | 499 | 217 | 27 | 4  | 38   | 28  | 2   | 2   | 6   | 6   | 6     | 25959 |
| 2029                       | 17825    | 5389  | 2571     | 508 | 221 | 28 | 5  | 39   | 29  | 2   | 2   | 6   | 6   | 6     | 26637 |
| 2030                       | 18370    | 5477  | 2618     | 517 | 225 | 28 | 5  | 40   | 29  | 2   | 2   | 6   | 7   | 7     | 27333 |

#### **4.1.10. Clasificación del Tipo de Carretera según el M.T.O.P**

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas en Ecuador, tradicionalmente clasifica las carreteras en función de un cierto grado de importancia, mientras que la clasificación de las carreteras se basa más en el volumen de tráfico y la cantidad de carreteras requeridas en su función jerárquica. Aquí se incluye esta norma, que sentará las bases para la estructura de la red de carreteras del país en el nuevo milenio.

La Tabla 36 muestra la relación entre la función jerárquica y la clasificación de las carreteras según la MTOP (NEVI-12-MTOP, 2013).

**Tabla 36**

*Determinación de la función de la vía*

| DESCRIPCIÓN                                    | CLASIFICACIÓN<br>FUNCIONAL | TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL<br>(TPDA) AL AÑO HORIZONTE |                 |
|--|----------------------------|--|-----------------|
|  |                            | Límite Inferior  | Límite Superior |
| <b>Autopista</b>                               | AP2                        | 80000  | 120000          |
|  | AP1                        | 50000  | 80000           |
| <b>Autovía o<br/>Carretera<br/>Multicarril</b> | AV2                        | 26000  | 50000           |
|  | AV1                        | 8000   | 26000           |
|  | C1                         | 1000   | 8000            |
| <b>Vecinal</b>                                 | C2                         | 500  | 1000            |
|  | C3                         | 0  | 500             |

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Pública, 2013.

Con los resultados obtenidos en el tráfico futuro o proyectado para 10 años en la vía en estudio el Tráfico Promedio Diario Anual al año horizonte 2030 será de 27333 vehículos por día que de acuerdo a la Tabla 36 emitida por la MTOP está será una Autovía o Carretera Multicarril con su clasificación funcional AV2, actualmente el TPDA es de 16657 veh/día clasificando a la vía como una Autovía o Carretera Multicarril con su clasificación funcional AV1.

#### ***4.1.11. Estimación del ESAL's***

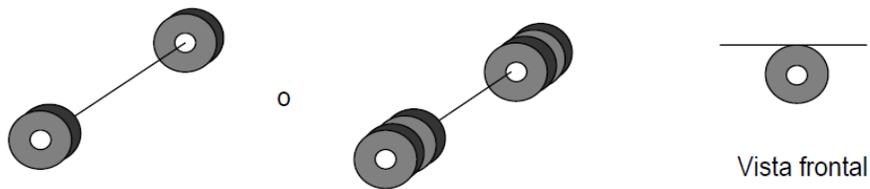
Es importante conocer el tráfico promedio diario anual, ya que con este dato se realizarán las proyecciones futuras para el periodo de diseño del pavimento, en el conteo vehicular se debe identificar los distintos tipos de vehículos que circulan por la vía para poder conocer el peso que aplican en el pavimento, es preciso transformar el tráfico en un número de ejes simples equivalentes a 80 Kn (18 000 libras), que resistirá el pavimento en el periodo de diseño ya que es una variable de gran importancia para el dimensionamiento de la estructura.

En el método AASHTO simplificado la estructura de la vía se requiere que resista determinado número de cargas en el transcurso de su vida útil. El tránsito vehicular se compone por vehículos de diferente peso y número de ejes de 80 Kn o 18 Kips o 8.2 Ton. los que se denomina ESAL (Equivalent Simple Axial Load).

- Eje sencillo: Es un eje con una o dos ruedas sencillas en sus extremos.

**Figura 37**

*Eje sencillo*



Fuente: (Minaya & Ordoñez, 2006)

- Eje tándem: Son dos ejes sencillos con ruedas dobles en los extremos.

**Figura 38**

*Eje tándem*



Fuente: (Minaya & Ordoñez, 2006)

- Eje trídem: Son tres ejes sencillos con ruedas dobles en los extremos.

**Figura 39**

*Eje trídem*



Fuente: (Minaya & Ordoñez, 2006)

**4.1.11.1 Factor Equivalente de Cargas.** Se define como el coeficiente de daño causado por el tipo de eje de cada vehículo que circula por la vía, el mismo que se encuentra determinado por la AASHTO 1993, se asigna una serviciabilidad final (Pt) dependiendo de la importancia de la vía y se logra estimar un número estructural (SN), para la determinación y cálculo de los ejes equivalentes para pavimento flexible se realizó por medio de ecuaciones empíricas con una serviciabilidad final (Pt) de 3,0 y un valor de número estructural SN de 8.

La ecuación para calcular los LEF según AASHTO es la siguiente:

$$LEF = \left( \frac{L_x + L_{2s}}{L_{18} + L_{2x}} \right)^{4.79} \left[ \frac{10^{\frac{G}{\beta_{18}}}}{\left( 10^{\frac{G}{\beta_x}} \right) (L_{2x})^{4.331}} \right]$$

$$G = \log \left( \frac{4.2 - Pt}{4.2 - 1.5} \right)$$

$$\beta_{18} = 0.4 + \left[ \frac{0.081(18 + 1)^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19}(1)^{3.23}} \right] \quad \beta_x = 0.4 + \left[ \frac{0.081(L_x + L_{2x})^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19}(L_{2x})^{3.23}} \right]$$

Donde:

$L_x$  = carga del eje evaluado.

$L_{18}$  = carga del eje estándar en kip.

$L_2$  = código referencial para la configuración del eje.

$L_2 = 1$  para eje simple.

$L_2 = 2$  para eje tándem.

$L_2 = 3$  para eje trídem.

$L_{2s}$  = código para el eje estándar, igual a 1.

G = función de Pt.

Pt = serviciabilidad final.

$\beta$  = función que determina la relación entre la serviciabilidad y aplicaciones de ejes de carga.

SN = número estructural del pavimento flexible.

**4.1.11.2 Factor de Distribución por Dirección (Fd).** Durante los días en que se realizó el conteo se observó el comportamiento de los vehículos en los carriles para ambas direcciones considerando que no circulan la misma cantidad de vehículos en ambos lados se establece un valor del 42% de acuerdo a la Tabla 37.

**Tabla 37**

*Factor direccional*

| Nº carriles en 2 direcciones | % de vehículos pesados en el carril de diseño (Fc) |
|------------------------------|--|
| 2                            | 50   |
| <b>4</b>                     | <b>45 (35-48)</b>                                  |
| 6 o más                      | 40 (25-48)   |

Fuente: Guía AASTHO 1993.

**4.1.11.3 Factor de Distribución por Carril (Fc).** La obtención del factor de distribución por carril se establece a partir de los valores recomendados por la norma AASTHO dados en la Tabla 38, la vía tiene 2 carriles en cada dirección para el cual usamos un Fc de 0,80.

**Tabla 38**

*Factor de distribución por carril*

| Nº carriles en cada dirección | % de vehículos pesados en el carril de diseño (Fc) |
|-------------------------------|--|
| 1                             | 1,00   |
| <b>2</b>                      | <b>0,80 – 1,00</b>                                 |
| 3                             | 0,60 – 0,80  |
| 4 o más                       | 0,50 – 0,75  |

Fuente: Guía AASTHO 1993.

#### **4.1.12. Cálculo de los ejes equivalentes, Método AASHTO simplificado**

Para determinar el número de ESAL's de la vía de estudio, debemos determinar las relaciones de carga por cada eje de los tipos de vehículos seleccionados.

Para el tipo de vehículo 2DA con cargas de 3 toneladas en el eje delantera y 4 toneladas en el eje posterior se ha calculado los valores de Factor de (FEC) de 0,0139 y 0,0465, dando un resultado de factor camión de 0,0604.

$$\text{Factor Crecimiento} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde

R= tasa de crecimiento anual, %

N= período de diseño en años

Se define un tránsito de diseño el mismo que se multiplica el TPDA por los 365 días del año, el factor camión y un factor de crecimiento establecido. Se muestra la fórmula usada para el cálculo de ejes equivalente para un periodo de 10 años.

$$\text{ESAL's de DISEÑO} = \text{TPDA} * 365 * \text{Factor camión} * \text{Factor Crecimiento (FC)}$$

Se calculan los ESAL's (Ejes equivalentes) para el carril de diseño mediante la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} \text{ ESAL's Total} = \text{ESAL's DISEÑO} * Fd * Fc$$

$$N^{\circ} \text{ ESAL's} = 67'013259 * 0,42 * 0,8$$

$$\text{N}^{\circ} \text{ ESAL's} = \mathbf{22'516455 \text{ Ejes equivalente de 8,2 Ton}}$$

En la Tabla 39 se presenta el resumen de los tipos de vehículos con los pesos considerados en la determinación de número de ESAL's de acuerdo a las especificaciones de la NEVI.

**Tabla 39**

*Resumen de Cálculo de ejes equivalentes*

| Tipo de Vehículos   | TPDA         | % (R) | Cargas por ejes | Peso Ton/Eje (MTOF) | Peso Kips/Eje (MTOF) | G     | $\beta_x$ | $\beta_{18}$ | LEF    | Factor Camión | Factor Crecimiento | ESAL's Diseño   |
|---------------------|--------------|-------|-----------------|---------------------|----------------------|-------|-----------|--------------|--------|---------------|--------------------|-----------------|
| Livianos            | 10701        | 3,37% | S-RS            | 3                   | 6,61                 | -0,35 | 0,4006    | 0,4122       | 0,0133 | 0,0578750     | 11,661             | 2636027         |
|                     |              |       | S-RS            | 4                   | 8,82                 | -0,35 | 0,4014    | 0,4122       | 0,0446 |               |                    |                 |
| Buses               | 3669         | 1,80% | S-RS            | 7                   | 15,43                | -0,35 | 0,4076    | 0,4122       | 0,5100 | 4,1010        | 10,850             | 59588208        |
|                     |              |       | S-RD            | 11                  | 24,25                | -0,35 | 0,4306    | 0,4122       | 3,5910 |               |                    |                 |
| Camión (2D)         | 1718         | 2,02% | S-RS            | 3                   | 6,61                 | -0,35 | 0,4006    | 0,4122       | 0,0133 | 0,0579        | 10,960             | 397747          |
|                     |              |       | S-RS            | 4                   | 8,82                 | -0,35 | 0,4014    | 0,4122       | 0,0446 |               |                    |                 |
|                     |              |       | S-RS            | 3                   | 6,61                 | -0,35 | 0,4006    | 0,4122       | 0,0133 |               |                    |                 |
| Camión (2DA)        | 340          | 2,02% | S-RD            | 7                   | 15,43                | -0,35 | 0,4076    | 0,4122       | 0,5100 | 0,5232        | 10,960             | 711634          |
|                     |              |       | S-RS            | 7                   | 15,43                | -0,35 | 0,4076    | 0,4122       | 0,5100 |               |                    |                 |
| Camión (2DB)        | 147          | 2,02% | S-RS            | 7                   | 15,43                | -0,35 | 0,4076    | 0,4122       | 0,5100 | 4,1010        | 10,960             | 2411543         |
|                     |              |       | S-RD            | 11                  | 24,25                | -0,35 | 0,4306    | 0,4122       | 3,5910 |               |                    |                 |
| Camión (3A)         | 19           | 2,02% | S-RS            | 7                   | 15,43                | -0,35 | 0,4076    | 0,4122       | 0,5100 | 3,0907        | 10,960             | 234913          |
|                     |              |       | Tándem          | 20                  | 44,09                | -0,35 | 0,4228    | 0,4122       | 2,5808 |               |                    |                 |
| Camión (4C)         | 3            | 2,02% | S-RS            | 7                   | 15,43                | -0,35 | 0,4076    | 0,4122       | 0,5100 | 1,4480        | 10,960             | 17376           |
|                     |              |       | Trídem          | 24                  | 52,91                | -0,35 | 0,4115    | 0,4122       | 0,9380 |               |                    |                 |
| Volqueta (V2BD)     | 26           | 2,02% | S-RS            | 7                   | 15,43                | -0,35 | 0,4076    | 0,4122       | 0,5100 | 4,1010        | 10,960             | 426531          |
|                     |              |       | S-RD            | 11                  | 24,25                | -0,35 | 0,4306    | 0,4122       | 3,5910 |               |                    |                 |
| Volqueta (V3A)      | 19           | 2,02% | S-RS            | 7                   | 15,43                | -0,35 | 0,4076    | 0,4122       | 0,5100 | 3,0907        | 10,960             | 234913          |
|                     |              |       | Tándem          | 20                  | 44,09                | -0,35 | 0,4228    | 0,4122       | 2,5808 |               |                    |                 |
| Tracto Camión (2S1) | 1            | 2,02% | S-RS            | 7                   | 15,43                | -0,35 | 0,4076    | 0,4122       | 0,5100 | 7,6919        | 10,960             | 30770           |
|                     |              |       | S-RD            | 11                  | 24,25                | -0,35 | 0,4306    | 0,4122       | 3,5910 |               |                    |                 |
|                     |              |       | S-RD            | 11                  | 24,25                | -0,35 | 0,4306    | 0,4122       | 3,5910 |               |                    |                 |
| Tracto Camión (2S2) | 2            | 2,02% | S-RS            | 7                   | 15,43                | -0,35 | 0,4076    | 0,4122       | 0,5100 | 6,6817        | 10,960             | 53458           |
|                     |              |       | S-RD            | 11                  | 24,25                | -0,35 | 0,4306    | 0,4122       | 3,5910 |               |                    |                 |
|                     |              |       | Tándem          | 20                  | 44,09                | -0,35 | 0,4228    | 0,4122       | 2,5808 |               |                    |                 |
| Tracto Camión (3S2) | 4            | 2,02% | S-RS            | 7                   | 15,43                | -0,35 | 0,4076    | 0,4122       | 0,5100 | 5,6715        | 10,960             | 90751           |
|                     |              |       | Tándem          | 20                  | 44,09                | -0,35 | 0,4228    | 0,4122       | 2,5808 |               |                    |                 |
|                     |              |       | Tándem          | 20                  | 44,09                | -0,35 | 0,4228    | 0,4122       | 2,5808 |               |                    |                 |
| Tracto Camión (3S3) | 4            | 2,02% | S-RS            | 7                   | 15,43                | -0,35 | 0,4076    | 0,4122       | 0,5100 | 4,0287        | 10,960             | 64464           |
|                     |              |       | Tándem          | 20                  | 44,09                | -0,35 | 0,4228    | 0,4122       | 2,5808 |               |                    |                 |
|                     |              |       | Trídem          | 24                  | 52,91                | -0,35 | 0,4115    | 0,4122       | 0,9380 |               |                    |                 |
| Remolque            | 4            | 2,02% | S-RS            | 11                  | 24,25                | -0,35 | 0,4306    | 0,4122       | 3,5910 | 7,1820        | 10,960             | 114920          |
|                     |              |       | S-RS            | 11                  | 24,25                | -0,35 | 0,4306    | 0,4122       | 3,5910 |               |                    |                 |
| <b>Total</b>        | <b>16657</b> |       |                 |                     |                      |       |           |              |        |               |                    | <b>67013259</b> |

## 4.2. Estudios Geotécnicos

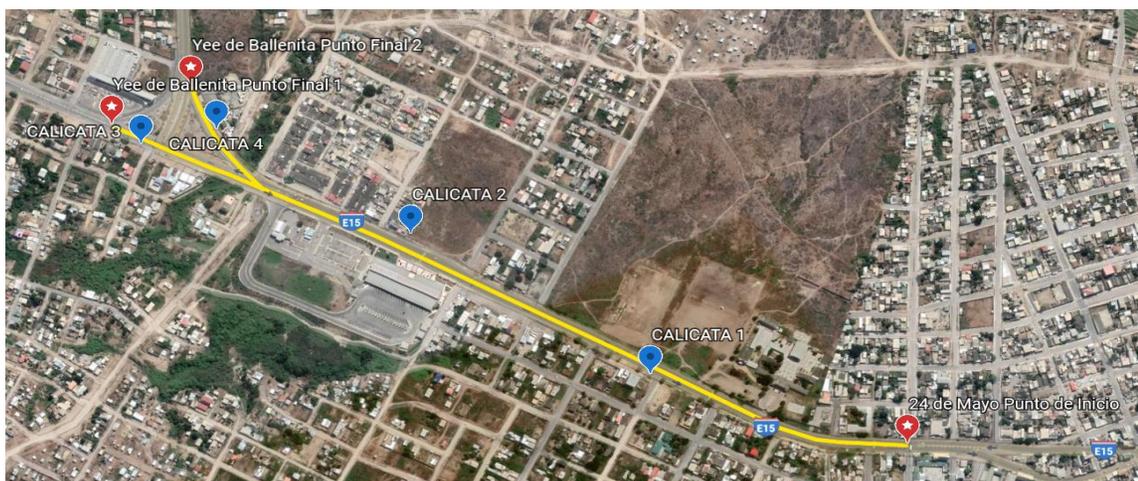
El suelo es un material abundante y de diferente estratigrafía, tiene un uso práctico en el desarrollo de cualquier proyecto de construcción, por lo que es importante conocer el tipo de suelo, los diferentes estratos que lo componen, sus características físicas, así como la presencia de agua, verificando que reúne las características para su adecuado uso, asegurando la estabilidad de la estructura proyectada.

Los estudios geotécnicos se realizan a partir de la excavación de calicatas para determinar los estratos y tipos de suelos existentes y clasificarlos acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y AASHTO, con el objetivo de establecer las propiedades mecánicas del suelo del área de estudio se ejecutó un cronograma de procesos que inicio con la toma de muestras de suelo de la subrasante, para lograr la obtención de parámetros de suelo.

Se extrajeron 4 calicatas a un costado de la vía para el análisis, luego de haber realizado la excavación se procedió a tomar las muestras de suelo la cuales se colocaron en fundas plásticas y posteriormente en sacos, después de dicho proceso se realizó la codificación de las muestras para luego realizar los ensayos de suelo pertinentes con el objetivo de obtener las características del suelo antes mencionado.

**Figura 40**

*Ubicación de las calicatas*



**Figura 41**  
*Calicata 1*



**Figura 43**  
*Calicata 2*



**Figura 42**  
*Calicata 3*



**Figura 44**  
*Calicata 4*



#### ***4.2.1. Contenido de Humedad Natural***

**(Norma ASTM D 2216 – 71)**

El contenido de humedad de un suelo indica la cantidad de agua que este contiene y se expresa como la relación del porcentaje entre el peso del agua y el peso de las partículas sólidas que es calculada mediante la siguiente expresión:

$$W (\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Donde:

W (%) = Contenido de humedad en porcentaje.

W<sub>w</sub> = Peso del suelo húmedo.

W<sub>s</sub> = Peso seco de las partículas sólidas sacadas del horno.

#### **Figura 45**

*Muestras de suelo con contenido de humedad*



#### **Equipos, materiales y herramientas empleados:**

- Horno a temperatura de 110±5°C
- Recipientes metálicos
- Muestra de suelo
- Balanza electrónica
- Guantes de cuero

**Procedimiento:**

- De cada muestra de estrato tomamos una pequeña porción, la colocamos en un recipiente pequeño metálico y se procede a pesar.
- Llevamos el recipiente con la muestra al horno a temperatura de  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ , dejar secar por 24 horas para luego determinar su contenido de humedad.
- Sacamos la muestra del horno y dejamos enfriar a temperatura ambiente para luego pesar.
- Pesamos el recipiente en la balanza electrónica, registramos el peso y calculamos el porcentaje de humedad.

**Figura 46**

*Muestras secas después del horno*



#### ***4.2.2. Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad.***

**(NORMA ASTM D 4318-98; AASHTO T-89-68; ASTM D424-59; AASHTO T-90-56)**

**4.2.2.1 Límite Líquido (LL).** Se define como el contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semilíquido y plástico, expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra.

#### **Equipos, materiales y herramientas empleados:**

- Horno a temperatura de  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$
- Probeta
- Copa de Casagrande
- Balanza electrónica
- Tara pequeña
- Recipientes pequeños de metal
- Acanalador
- Espátula
- Muestra tamizada por la malla N°40
- Guantes de cuero
- Fundas
- Formato de apuntes

#### **Ajuste del aparato de ensayo**

Es necesario realizar una inspección previa para saber las condiciones en las que se encuentra el aparato de ensayo así asegurarnos que los resultados obtenidos sean confiables para nuestro estudio, debemos tener en cuenta que el aparato no presente corrosión u oxidación ni algún tipo de deformación ni desgaste excesivo, también debemos realizar la respectiva calibración del aparato, ajustando la altura de caída de la copa Casagrande a 10 mm.

## Procedimiento

- Tomamos una muestra de cada estrato para ensayar y tamizamos el espécimen por la malla N° 40 hasta obtener una cantidad de 250 gr.
- Colocamos una porción del material tamizado en una tara pequeña, añadimos un poco de agua y con la ayuda de una espátula preparamos la muestra hasta lograr una pasta homogénea, tener en cuenta que la pasta no debe contener grumos.
- Una vez realizada la mezcla, iniciamos el ensayo añadiendo la mezcla en la copa Casagrande, de tal manera que quede simétrica en el recipiente.
- Luego de colocar la muestra se hace un corte longitudinal con el acanalador, de arriba hacia abajo de tal forma que divida la muestra en dos partes formando dos pequeños taludes.
- Procedemos a girar la manivela a 2 golpes por segundo, contando el número de golpes hasta que el talud de la ranura se cierre.
- Registramos el número de golpes requerido para el cierre de la ranura con una distancia de 1cm aproximadamente, se procede a tomar una porción de la muestra especialmente del sitio de unión del material
- Colocamos la muestra en un pequeño recipiente enumerado, pesamos este en la balanza eléctrica y anotamos su peso.
- Se lleva el recipiente con la muestra ensayada al horno a secar por 24 horas para luego determinar su contenido de humedad.
- Realizamos el mismo procedimiento tres veces más añadiendo una pequeña cantidad de agua a la muestra de suelo de tal modo que luego de hacer la ranura, se cierre en rangos de 10, 20, 30 y 40 golpes.

**4.2.2.2 Límite Plástico (LP).** Se define como el contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semisólido y plástico, expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra secada al horno.

## Procedimiento

- Tomamos una pequeña porción de la muestra de cada estrato para ensayar y la amasamos hasta obtener una masa homogénea y moldeable.
- Con la masa realizamos rollitos de un diámetro aproximado de 3mm hasta que estos formen pequeñas grietas o fisuras.
- Colocamos los rollitos en un recipiente pequeño enumerado, y posteriormente los pesamos en la balanza electrónica.
- Anotamos los pesos de los recipientes con la muestra ensayada, luego los llevamos al horno a secar por 24 horas para luego determinar su contenido de humedad.
- Repetimos el proceso tres veces más.

**4.2.2.3 Índice Plástico (IP).** Es la diferencia entre los límites líquido y plástico, es decir, el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico.

$$IP = LL - LP$$

### Figura 47

*Ensayos de límite de Atteberg*



### 4.2.3. Análisis Granulométrico

(NORMA ASTM D 422-69 Y ASTM 2217-85)

De acuerdo con Menéndez (2009), el análisis granulométrico estándar determina las proporciones relativas de diferentes tamaños de partículas que son distribuidas en determinados rangos de tamaño, que se denomina distribución granulométrica. Esto se realiza en dos pasos: análisis de tamiz para analizar el tamaño de partículas retenido en la malla N° 200, y método de sedimentación para analizar el tamaño de partículas menores que la malla N° 200.

#### Figura 48

*Análisis granulométrico de las muestras*



#### Equipos, materiales y herramientas empleados:

- Horno a temperatura de  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Tamices de acuerdo a la norma.
- Máquina tamizadora.
- Taras.
- Cucharon de laboratorio.
- Brocha.
- Formato de apuntes.

### **Procedimiento de análisis con cribado:**

- La preparación de la muestra se llevará a cabo por el método de cuarteo.
- Pesamos una cantidad de 7500 gr de muestra de suelo combinado entre material grueso y fino.
- Seleccionamos los tamices a utilizar: 3", 2", 1 ½", 1", ¾", 1/2", 3/8", N°4, fondo y armamos respectivamente desde mayor hacia menor diámetro.
- Iniciamos el ensayo depositando el material desde la parte alta de la torre de tamices, una vez colocado todo el material ajustamos la tapa superior.
- Ejecutamos el proceso de tamizado de dos maneras tanto mecánica y manual, si es manual se recomienda realizar movimientos que produzcan suficiente vibración para que las partículas sean bien distribuidas.
- Terminado esta operación procedemos a desmontar cada tamiz y pesamos el material retenido en un recipiente enumerado.
- El material pasante del tamiz N°4 es utilizado para hacer el análisis granulométrico de la serie fina.

### **Procedimiento de análisis con lavado:**

- Pesamos una cantidad de 300 gr del material pasante tamiz N°4, lavamos el material cuidadosamente hasta observar que el agua salga transparente.
- Depositamos el material en una pequeña tara y se lleva la muestra húmeda al horno para secado a una temperatura de  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas.
- Luego del secado del material, dejamos enfriar a temperatura ambiente y después tamizamos la muestra en los tamices: N°4, N°10, N°40, N°200.
- Colocamos el material retenido en recipientes enumerados, pesamos cada uno y registramos su peso por cada malla.

#### **4.2.4. Ensayos de Compactación (Proctor Modificado)**

**NORMA ASTM D-698-91; D 1557-91; AASHTO T-180-93; T-99-94**

Se define como la determinación de la humedad óptima y su máxima densidad seca del material compactado. Para nuestro proyecto se realizó por el método B.

#### **Equipos, materiales y herramientas empleados:**

- Horno a temperatura de  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Balanza electrónica.
- Martillo o pistón de 10 lb.
- Bandeja metálica.
- Combo, enrasador, brocha, espátula.
- Molde cilíndrico para Proctor Modificado.
- Malla de N° 3/4 y N° 3/8.
- Muestra tamizada por la malla N° 3/4 y N° 3/8.
- Probeta.
- Recipientes pequeños de metal.
- Formato de apuntes.

#### **Procedimiento:**

- Se lleva a cabo el proceso de tamizado de la muestra de suelo con la malla N° 3/4 o N° 3/8 dependiendo del material a ensayar, separamos 5 fundas llenándolas con una cantidad de 5500 gr de suelo.
- Se determina la humedad óptima al criterio de los laboratoristas, añadiendo agua a partir del segundo punto, en cantidades de 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600 hasta 850 ml dependiendo del material.
- El suelo con un contenido de humedad determinado es colocado en una bandeja metálica, se mezcla de tal manera que la muestra presente la misma humedad y consistencia, luego es fraccionado en 5 capas iguales.

- Tomamos una pequeña cantidad de la mezcla en un recipiente pequeño, apuntamos el peso registrado en la balanza electrónica, luego llevamos al horno a secar por 24 horas para luego determinar su contenido de humedad.
- Aseguramos el molde y el collarín al plato base para que en el momento de compactación no se afloje, luego colocamos cada una de las 5 porciones dentro del molde cilíndrico para proctor modificado.
- Se procede a compactar cada una de las capas en 25 o 56 golpes dependiendo del tipo de material de suelo, con un pistón de 10 lb desde una altura de caída de 45,72 cm, sometiendo al suelo a un esfuerzo de compactación.
- Terminada la compactación retiramos el collarín superior del molde, enrasamos el material compactado y limpiamos algún residuo para posteriormente pesar todo el molde con la muestra.
- Repetimos todo el procedimiento para obtener 3 o 4 puntos más, de manera que estos datos graficados representen una relación curvilínea conocida como Curva de Compactación del cual obtenemos en el pico de la curva los valores de densidad máxima seca y contenido de humedad óptimo.

**Figura 49**

*Ensayo de compactación*



#### **4.2.5. Ensayo California Bearing Ration (C.B.R.)**

##### **NORMA ASTM D-1883-73; AASHTO T-193-63**

California Bearing Ration (CBR), el ensayo consiste en determinar el esfuerzo cortante del suelo bajo las condiciones de humedad y densidad controladas, de tal manera que establecemos una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y capacidad de soporte o carga unitaria.

##### **Equipos, materiales y herramientas empleados:**

- Horno a temperatura de  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Balanza electrónica.
- Martillo o pistón de 10 lb.
- Bandeja metálica.
- Combo, enrasador, brocha, espátula.
- Moldes cilíndricos para C.B.R.
- Disco espaciador de acero de altura de 2,5".
- Malla de N° ¾ y N° 3/8.
- Muestra tamizada por la malla N° ¾ y N° 3/8.
- Papel filtro.
- Probeta.
- 2 pesas de 5 lb.
- Recipientes pequeños de metal.
- Formato de apuntes.
- Trípode y dial deformímetro.
- Piscina
- Prensa hidráulica  $V= 0,05$  pulg/min.
- Pistón cilíndrico de acero de 3".
- Dial deformímetro.

## **Procedimiento:**

- Se lleva a cabo el proceso de tamizado de la muestra de suelo con la malla N° ¾ o N° 3/8 dependiendo del material a ensayar, separamos 3 fundas llenándolas con una cantidad de 5500 gr de suelo.
- Preparamos la muestra en la bandeja metálica, añadiendo la cantidad de agua de acuerdo a la humedad óptima obtenida del ensayo Proctor Modificado.
- Mezclamos bien la muestra hasta que este homogénea y la dividimos en 5 partes iguales, cogemos una porción de la muestra en un recipiente y la llevamos al horno a secar por 24 horas.
- Armamos el molde cilíndrico con el collarín y la placa base, luego colocamos dentro el falso fondo y encima el papel filtro.
- Colocar el equipo de compactación en una superficie plana donde el molde quede totalmente apoyada y así ejecutar bien la compactación.
- Llenar el molde con las 5 capas de material, cada capa será compactada de acuerdo al número de golpes a emplearse, según la norma 12, 25 y 56 golpes.
- Luego de la compactación retiramos el collarín del molde, enrasamos la muestra hasta el borde, cambiamos de posición al molde ubicando un papel filtro en la parte superior, sacamos el disco espaciador y armamos, posteriormente pesamos y registramos el peso.
- Terminada la compactación y registrado el peso, colocamos nuevamente el collarín en el molde junto con las pesas.
- Sumergimos todo el molde en la piscina llena de agua, esperamos 10 minutos para poder tomar la primera lectura con el trípode.
- Tomamos la lectura inicial con la he ha sido sumergida y posteriormente leemos cada 24 horas por 4 días consecutivos.
- Pasados los 4 días de sumersión de la muestra, retiramos los moldes de la piscina, regamos el agua que se encuentra encima del molde inclinando el cilindro y esperamos 10 minutos.
- Pesamos los cilindros sin el collarín, registramos el peso saturado, colocamos las pesas en el molde y llevamos a la prensa hidráulica.

- Una vez colocado el molde en la prensa, ajustamos bien el cilindro y el dial de carga también encerramos el extensómetro digital.
- Realizado los puntos anteriormente, iniciamos la penetración tomando las respectivas lecturas.
- Terminado el proceso de penetración retiramos el molde de la prensa eléctrica así mismo las pesas que colocamos encima del molde y en dos recipientes pequeños depositamos muestra del material ensayado tanto de la parte inferior como de la superior.
- Llevamos a pesar los recipientes con muestras, registramos el peso saturado y metemos al horno por 24 horas.

**Figura 50**

*Ensayo de California Bearing Ration*



En la Tabla 40 se detalla un resumen de las características de los suelos analizados en el laboratorio, la separación entre cada sitio de exploración es de 500 m a lo largo del corredor vial, las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo al American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUC

**Tabla 40***Resumen de datos obtenidos en los ensayos de suelos*

| CALICATA<br>ABSCISA | ESTRATO |       | CLASIFICACIÓN |        | W     | L.L   | L.P   | I.P | PROCTOR                         |            | GRANULOMETRIA |       |       |        | CBR  |
|---------------------|---------|-------|---------------|--------|-------|-------|-------|-----|---------------------------------|------------|---------------|-------|-------|--------|------|
|                     | #       | Prof. | SUCS          | AASHTO | %     | %     | %     | %   | $\gamma_s$<br>Kg/m <sup>3</sup> | W.<br>Opt% | No.4          | No.10 | No.40 | No.200 | %    |
| 0+440               | 1       | 0,3   | GM            | A-2-4  | 25,89 | 27    | 20    | 7   | 1914                            | 8,8        | 65,47         | 53,39 | 34,92 | 12,47  | 34,9 |
|                     | 2       | 1,2   | SP - SM       | A-2-4  | 12,87 | 29,35 | 23,31 | 6   | 1756                            | 15,5       | 95,8          | 93,07 | 84,96 | 6,91   | 3,8  |
| 0+940               | 1       | 0,3   | SC            | A-6    | 3,06  | 29    | 16    | 13  | 1868                            | 9,7        | 95,9          | 93,35 | 86,65 | 49,02  | 3,25 |
|                     | 2       | 0,4   | SC            | A-4    | 10,16 | 24    | 16    | 8   | 1894                            | 11,5       | 100           | 99,7  | 93,08 | 49,73  | 2,8  |
|                     | 3       | 0,8   | SC            | A-4    | 13,98 | 27    | 16    | 12  | 1927                            | 12,1       | 98,5          | 96,7  | 92,23 | 58,16  | 2,25 |
| 1+420               | 1       | 0,3   | SM            | A-4    | 15,1  | 23    | 21    | 7   | 1803                            | 13,5       | 92,89         | 88,49 | 80,83 | 42,9   | 1,96 |
|                     | 2       | 0,4   | CL            | A-6    | 15,36 | 31    | 20    | 11  | 1830                            | 9,3        | 100           | 99,97 | 97,14 | 53,77  | 2,6  |
|                     | 3       | 0,8   | CL - ML       | A-4    | 14,63 | 26    | 21    | 5   | 1923                            | 12,8       | 99,76         | 98,53 | 95,17 | 35,98  | 9,4  |
| 1+570               | 1       | 0,3   | GM            | A-2-4  | 1,49  | 18    | 14    | 4   | 1914                            | 8,8        | 78,49         | 74,95 | 65,94 | 25,56  | 22,3 |
|                     | 2       | 0,4   | GM            | A-1-b  | 2,05  | NP    | NP    | NP  | 1925                            | 8,2        | 62,61         | 55,85 | 37,81 | 13,16  | 25   |
|                     | 3       | 0,8   | GM - GP       | A-3    | 2,63  | NP    | NP    | NP  | 1929                            | 8,7        | 76,09         | 71,11 | 54,43 | 8,19   | 49,8 |

### 4.3. Evaluación de la Carpeta Asfáltica

El presente trabajo de grado se refiere a la evaluación del estado de la mezcla asfáltica que presenta afectaciones de tipo deformación, los ensayos de caracterización de calidad de mezcla asfáltica usados en la metodología Ensayo Marshall requieren de la extracción de muestras de la carpeta asfáltica en la carretera en estudio, por ser esta una muestra destructiva existe limitación en la autorización de dicho muestreo.

Para el estudio de la carpeta asfáltica se da a conocer información referente a las características, comportamiento y propiedades de la mezcla asfáltica a través de la extracción de núcleos de la misma, se realizó una verificación previa para determinar una zona representativa de la condición de la sección; así mismo se evaluó a criterio la ubicación del punto de extracción para no perjudicar el tránsito regular de la vía.

Una vez extraídas las muestras de pavimento se selló tanto los agujeros generados por la perforadora del testigo como los generados por la broca menor para el anclaje del equipo, posteriormente se realizan los diferentes ensayos respectivos analizando y comparando si están dentro de las normas especificadas por el MTOP.

#### Figura 51

*Perforación y extracción de núcleos*



#### 4.3.1. Método Marshall

Asphalt Institute (1982) presenta cuatro características de la mezcla, y la influencia que estas puedan tener en el comportamiento de la mezcla, esta es analizada para definir su desempeño en la estructura de una vía. Estas características son densidad específica de la mezcla ( $G_{mb}$ ), vacíos de aire ( $V_a$ ), vacíos en el agregado mineral ( $VMA$ ), vacíos llenos de asfalto ( $VFA$ ) y contenido de asfalto ( $P_b$ ).

**Figura 52**

*Muestras de las briquetas del pavimento flexible*



**4.3.1.1 Densidad Bulk.** Conocida como peso unitario, es la masa de un volumen de agregado en bruto, este volumen incluye las partículas individuales de agregado en bruto y de los vacíos entre las partículas.

**Figura 53**

*Determinación de la Densidad Bulk*



Para la determinación de la densidad Bulk se toman tres pesos: peso de la briqueta en el aire seco, peso al aire saturado superficialmente seco y peso en el agua saturado superficialmente seco, esto se lo realiza para todas las briquetas, luego se sumergió cada briqueta en una canastilla.

**4.3.1.2 Determinación de la estabilidad y flujo.** Flores and Vásquez (2017) explican que con estos parámetros obtienen la resistencia a las deformaciones y el flujo estable a la deformación por el resultado de la carga que se aplica a las briquetas de asfalto. La normativa define un rango de aceptación para el flujo, con valores mínimos y máximos en función del tipo de tráfico, pues valores muy bajos están relacionados con deficiencia en el contenido de asfalto.

### Procedimiento

- Se introducen las briquetas en Baño de María a una temperatura de 60°C, en un tiempo de 30 minutos, en este ciclo interpreta lo más caliente a una carpeta asfáltica, la misma que determina su vida de servicio.
- Las briquetas se retiran y luego se secan para colocar en el equipo Marshall.
- Se aplica un peso encima de las briquetas hasta que ésta presente deformaciones.
- Luego por medio de los medidores de carga y deformación, se determinará los valores de estabilidad y flujo.

### Figura 54

*Briquetas en Baño de María*



## Figura 55

### *Ensayo de Estabilidad y Flujo*



**4.3.1.3 Ensayo de Rice (Densidad Teórica Máxima).** Según la Norma ASTM y AASHTO T 209, la norma describe la determinación de la gravedad y densidad teórica máxima de las mezclas asfálticas no compactadas a una temperatura de 25°.

#### **Procedimiento:**

- Se saca las muestras del horno y se desmenuza cada muestra sin partir las partículas, de manera que la porción del agregado fino no tenga tamaños mayores a  $\frac{1}{4}$ ".
- Se espera a que se enfríe hasta temperatura ambiente, agrega agua suficiente aproximadamente para cubrir la muestra.
- Luego se pesa el recipiente y el del recipiente más agua.
- Y se procede a pesar el peso del recipiente con agua y material.
- Remueva el aire atrapado sometiendo todos los contenidos a un vacío parcial de 30 mm de Hg (4 kPa) o menor de presión absoluta, durante un período de 5 a 15 minutos.
- Después se agita el recipiente con los contenidos, a intervalos de alrededor de 2 minutos.
- Como último, después de la remoción del aire atrapado se procede a determinar la gravedad máxima teórica.

## Figura 56

### Ensayo de Rice



#### 4.3.2. Análisis de resultados obtenidos

Se presenta la memoria de cálculos obtenidos de la capa de rodadura efectuando el respectivo análisis de las muestras basándonos en los criterios del Instituto de asfalto y el Ministerio de Obras Públicas, debido a que las mezclas asfálticas se diseñan por lo general para un tráfico pesado, se tomó en cuenta los parámetros de diseño para dicho tráfico. Los parámetros evaluados son densidad bulk, densidad RICE, granulometría, porcentaje de vacíos, contenido asfáltico, estabilidad y flujo.

**Tabla 41**

*Especificaciones para cemento asfáltico*

| TIPOS DE TRÁFICO                   | C. Pesado                          |      | B. Medio |      | A. Liviano |      |
|------------------------------------|------------------------------------|------|----------|------|------------|------|
|                                    | Min.                               | Máx. | Min.     | Máx. | Min.       | Máx. |
| <b>CRITERIOS MARSHALL</b>          |                                    |      |          |      |            |      |
| No. De Golpes/Cara                 | 75                                 |      | 50       |      | 50         |      |
| Estabilidad (Libras)               | 1800                               | ---  | 1200     | ---  | 1000       | 2400 |
| Flujo (0.01")                      | 8                                  | 14   | 8        | 16   | 8          | 16   |
| % Vacíos llenos de Asfalto (V.F.A) | 65                                 | 75   | 65       | 78   | 70         | 80   |
|                                    | <b>% de Vacíos en mezcla (V.A)</b> |      |          |      |            |      |
| Capa de Rodadura                   | 3                                  | 5    | 3        | 5    | 3          | 5    |
| A. ESAL's < 10,000                 |                                    |      |          |      |            |      |
| B. ESAL's entre 10,000 y 1,000,000 |                                    |      |          |      |            |      |
| <b>C. ESAL's &gt; 1,000,000</b>    |                                    |      |          |      |            |      |

Fuente: MOP

**Tabla 42***Resultados obtenidos de capa de rodadura*

| Abscisa   | Briqueta | Altura (cm) | Volumen (cm <sup>3</sup> ) | Aire (gr) | SSS (gr) | Sumergido (gr) | Gravedad Especifica de la Mezcla | % Volumen de Vacíos | Densidad de Rice | % Asfalto en la mezcla (P <sub>b</sub> ) | Estabilidad Ensayo (Kg) | Corrección por Volumen Briqueta | Estabilidad Corregida (Kg) | Estabilidad Corregida (Lb) | Flujo 0.01" |
|---|----------|-------------|----------------------------|-----------|----------|----------------|----------------------------------|---------------------|------------------|--|-------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------|
| 0+450   | 1        | 6,17        | 419                        | 998       | 999      | 580            | 2,38                             | 2,62                | 2,4              | 4,77                                     | 652,5                   | 1,47                            | 959,18                     | 2115                       | 30          |
| 0+450   | 2        | 5,97        | 407                        | 957       | 958      | 551            | 2,35                             | 2,62                | 2,4              | 4,77                                     | 561,2                   | 1,47                            | 824,96                     | 1819                       | 23          |
| 0+820   | 1        | 4,66        | 312                        | 736       | 737      | 425            | 2,36                             | 2,87                | 2,38             | 7,18                                     | 357,8                   | 2,78                            | 894,50                     | 1972                       | 22          |
| 0+820   | 2        | 4,69        | 312                        | 737       | 738      | 426            | 2,36                             | 2,87                | 2,38             | 7,18                                     | 397,4                   | 2,78                            | 993,50                     | 2190                       | 20          |
| 1+160   | 1        | 4,80        | 324                        | 739       | 740      | 416            | 2,28                             | 2,69                | 2,4              | 6,46                                     | 385,5                   | 2,50                            | 810,00                     | 1786                       | 22          |
| 1+160   | 2        | 4,58        | 316                        | 711       | 714      | 398            | 2,25                             | 2,69                | 2,4              | 6,46                                     | 361,5                   | 3,03                            | 878,48                     | 1937                       | 20          |
| 1+160   | 3        | 4,37        | 296                        | 690       | 691      | 395            | 2,33                             | 2,69                | 2,4              | 6,46                                     | 377,1                   | 3,03                            | 896,88                     | 1977                       | 21          |
| 1+420   | 1        | 6,75        | 445                        | 1066      | 1067     | 622            | 2,40                             | 1,59                | 2,39             | 4,17                                     | 1201,4                  | 1,25                            | 1501,75                    | 3311                       | 27          |
| 1+420   | 2        | 6,63        | 449                        | 1072      | 1073     | 624            | 2,39                             | 1,59                | 2,39             | 4,17                                     | 1293,8                  | 1,25                            | 1617,25                    | 3565                       | 30          |
| <b>Especificaciones: MOP, Asphalt Institute</b> |          |             |                            |           |          |                |                                  | <b>3 - 5</b>        | <b>4 - 7</b>     | <b>Min. 1800 Lbs</b>                     |                         |                                 |                            | <b>8 - 14</b>              |             |

En lo que se refiere a los valores obtenidos de porcentaje de vacíos con aire (% Va) en la mezcla (1.59%, 2.69%, 2.87% y 2.62%), los mismos no sólo resultan inferiores a los de la fórmula de trabajo (3%-5%), sino que claramente son valores demasiado bajos, representando una mezcla asfáltica inestable con susceptibilidad al flujo plástico, lo cual es evidente en el sector de estudio. Los valores obtenidos de vacíos con aire en la mezcla, son atribuibles a la reorientación de las partículas de agregado por la acción del tráfico.

La medida de los valores de estabilidad Marshall obtenidas en cada una de las muestras de núcleos se halla por sobre el mínimo de 1800 lb establecido en la normativa se concluye que los valores de estabilidad de la mezcla asfáltica en servicio son altos por la acción del tráfico y los agentes ambientales. De acuerdo a la MOP se establece un flujo a 0.25mm entre 8 y 14 para vías de tráfico pesado para nuestro análisis se obtuvieron valores superiores a los establecidos para la aceptación de la mezcla asfáltica estos indican que son mezclas plásticas generando porcentajes de vacíos muy bajos.

La granulometría del agregado se determinó tomando muestras de carpeta asfáltica para posteriormente ser tamizada en la cual se determinó el porcentaje en peso retenido por cada tamiz y verificar los resultados mediante la Norma ASTM C 136 y especificaciones MTOP, la selección de la curva granulométrica está en función de dos parámetros: el tamaño máximo nominal del agregado y el de las líneas de control (superior e inferior), en el caso de la presente investigación, el agregado grueso encontrado en la mezcla tiene un tamaño nominal máximo de 3/4”.

Se ha verificado que para los núcleos extraídos muestra 1 y 2 la granulometría permanece dentro de la faja de trabajo del diseño de la mezcla, se observa que, pese al corte de los agregados gruesos con la broca de extracción de núcleos, no se ha afectado en mayor medida el tamaño de los agregados gruesos, sin embargo; en las curvas granulométricas obtenidas de la muestra 3 y 4 se observa que los tamaños de agregado entre el tamiz No.8 y el No.50 se salen del límite superior admisible de la franja de diseño según la especificación MTOP y la Norma ASTM D-3515. Los cálculos de la

composición granulométrica de las muestras de mezcla asfáltica analizadas se detallan en el Anexo C.

#### **4.4. Método Pavement Condition Index (PCI)**

##### ***4.4.1. Definición***

Leguía and Pacheco (2016) mencionan que este método fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 a cargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U. por M.Y. Shahin y S.D. Khon y publicado en 1978; con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles. (p. 39).

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. (Vásquez, 2002, p. 2).

El método PCI (*Pavement Condition Index*) es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas, siguiendo una metodología de fácil implementación y que no requiere de herramientas especializadas, pues se mide la condición del pavimento de manera indirecta (Rodríguez, 2009, p. 27).

Desde el punto de vista de Rodríguez (2009) los propósitos que se esperan con la aplicación del Método PCI son los siguientes:

- Determinar el estado en que se encuentra el pavimento en términos de su integridad estructural y del nivel de servicio que ofrece al usuario. El método permite la cuantificación de la integridad estructural de manera indirecta, a través del índice de condición del pavimento.

- Cuando se habla de integridad estructural, se refiere a la capacidad que tiene el pavimento de soportar solicitaciones externas, como cargas de tránsito o condiciones ambientales y el nivel de servicio es la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro al conductor.
- Obtener un indicador que permita comparar, con un criterio uniforme, la condición y comportamiento del pavimento y de esta manera justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación, seleccionando la técnica de reparación más adecuada al estado del pavimento en estudio.

En la Tabla 43 se indican los rangos del PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

**Tabla 43**

*Escala de clasificación PCI*

| <b>Rango</b> | <b>Clasificación</b> |
|--------------|----------------------|
| 100 - 85     | Excelente            |
| 85 – 71      | Muy Bueno            |
| 70 – 56      | Bueno                |
| 55 – 41      | Regular              |
| 40 - 26      | Malo                 |
| 25 - 11      | Muy Malo             |
| 10 - 0       | Fallado              |

Fuente: Procedimiento Estándar PCI según ASTM D6433-03.

#### ***4.4.2. Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento***

Para la evaluación se deben identificar tramos o áreas en el pavimento, tomando en cuenta criterios como: estructura del pavimento, condiciones de tráfico y clasificación cualitativa del pavimento para así obtener un valor del PCI confiable. A continuación, se detallan los pasos utilizados para determinar el PCI del pavimento, presentando los cálculos para el primer tramo evaluado.

El procedimiento para la evaluación de un pavimento flexible está comprendido por trabajo realizado en campo y oficina o la fase de cálculo. La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos.

#### **4.4.3. Materiales e Instrumentos de Evaluación**

En la Tabla 44 se enlistan los materiales usados para determinar las fallas en el estudio de la vía:

**Tabla 44**

*Materiales e instrumentos*

| <b>Materiales e instrumentos para la investigación</b> |                       |
|--|-----------------------|
| <b>Materiales de campo</b>                             | Cinta métrica         |
|  | Flexómetro            |
|  | Regla                 |
|  | Equipos de protección |
|  | Pintura y brocha      |
| <b>Materiales de oficina</b>                           | Hoja de Registro      |
|  | Cámara fotográfica    |
|  | Bolígrafos            |
|  | Laptop                |

#### **4.4.4. Determinación de las unidades de muestreo**

Dividimos la vía de estudio en secciones denominadas unidades de muestreo cuyas dimensiones varían de acuerdo al tipo de vía y capa de rodadura, en este caso el ancho de vía medido en el tramo 1 es de 7,3 metros, se considera una longitud de la muestra de 50 metros para cada unidad de muestra. Para obtener la cantidad de número de muestras, dividimos la longitud de vía del tramo 1 entre la longitud de muestra estimada, obteniendo un resultado de 7 unidades de muestra, de la siguiente manera:

$$N = \frac{\text{Longitud de la vía}}{\text{Longitud de la unidad muestra}} = \frac{350 \text{ m}}{50 \text{ m}}$$

$$N = 7 \text{ UM (unidades de muestras)}$$

La norma ASTM D6433-03 (2004) menciona que para la determinación del PCI se deben considerar todas las unidades de muestreo, sin embargo, debido a que el trabajo en campo requiere de tiempo y recursos, se toma un número aleatorio y representativo de unidades de muestreo con una confiabilidad del 95%, esto quiere decir que el PCI puede tener una variación de  $\pm 5$ . Durante la inspección inicial se asume la desviación estándar ( $\sigma$ ) del PCI de 10 para pavimentos flexibles, el número mínimo de unidades de muestreo a evaluarse se determina a partir de la ecuación:

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

Donde:

$n$  = Número mínimo de unidades de muestreo en la sección.

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

$\sigma$  = Desviación estándar del PCI entre las unidades.

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

$$n = \frac{7 * (10)^2}{\frac{5^2}{4} (7 - 1) + (10)^2} = 5$$

#### 4.4.5. Selección del intervalo de las unidades de muestreo

Vásquez (2002) recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar. El intervalo del espaciamiento “ $i$ ” de las unidades a ser muestreadas es:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{7}{5} = 1$$

#### 4.4.6. Cálculo del PCI de una Unidad de Muestra

Culminada la inspección de campo, la información obtenida sobre las diferentes fallas se utiliza para calcular el PCI, se analiza una unidad muestral para cuantificar el tipo, cantidad y gravedad de los perjuicios, y se indica la información recopilada en el formato correspondiente.

El cálculo del PCI puede realizarse de manera manual o digital bajo una base de datos, sumamos la cantidad total de cada tipo de falla y luego dividimos la cantidad de cada clase de daño, entre el área total de la unidad de muestreo y expresamos el resultado en porcentaje siendo esta la densidad de cada daño. Se calcula en el primer caso la unidad de muestra 1 en la calzada izquierda, la densidad para la falla de piel de cocodrilo con severidad alta (H):

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Área de la falla (m}^2\text{)}}{\text{Área de la muestra (m}^2\text{)}} \times 100 = \frac{4,7}{3,65} \times 100 = 1,29$$

#### Figura 57

##### Inventario de fallas en el pavimento evaluado

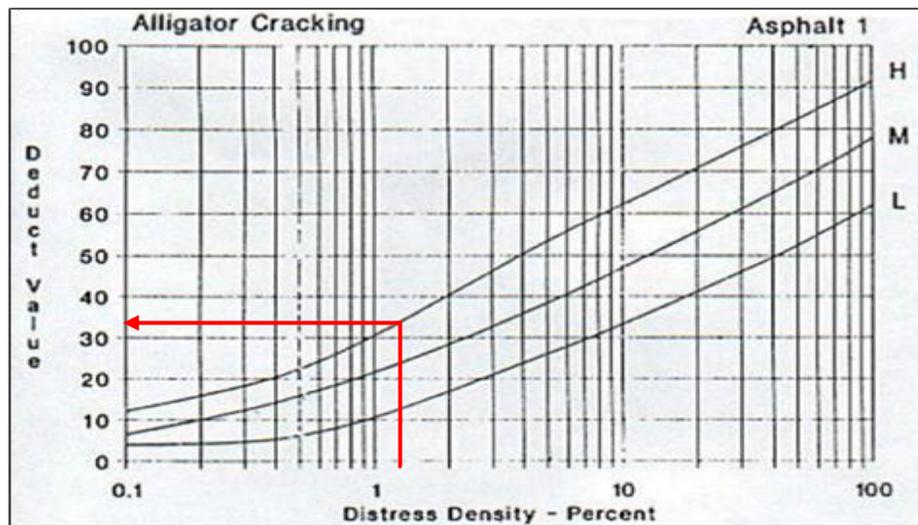
| Fecha:            | 17 de Febrero 2021                     | Tramo 1:       | UM 1  | Abscisa inicial:              | 0+000          |           |              |                   |
|-------------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|-----------|--------------|-------------------|
| Tesistas:         | Andrea Chonillo - Lissette Palma       | Área:          | 365   | Abscisa final:                | 0+050          |           |              |                   |
| TIPOS DE FALLAS   |  |                |       |                               |                |           |              |                   |
| N°                | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |           |              |                   |
| I                 | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |           |              |                   |
| II                | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |           |              |                   |
| III               | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |           |              |                   |
| IV                | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |           |              |                   |
| V                 | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |           |              |                   |
| VI                | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |           |              |                   |
| VII               | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |           |              |                   |
| VIII              | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |           |              |                   |
| IX                | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |           |              |                   |
| X                 | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |           |              |                   |
| CALZADA IZQUIERDA |  |                |       |                               |                |           |              |                   |
| FALLAS EXISTENTES |  |                |       |                               |                |           |              |                   |
| N°                | Largo                                  | Ancho          | Área  | Unidad                        | Total          | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| I                 | 23,5                                   | 0,2            | 4,7   | m <sup>2</sup>                | 4,7            | H         | 1,29         | 34                |
| V                 | 2,8                                    | 0,18           | 0,504 | m <sup>2</sup>                | 0,504          | M         | 0,14         | 5                 |
| V                 | 3                                      | 0,25           | 0,75  | m <sup>2</sup>                | 0,75           | H         | 0,21         | 19                |
| X                 | 15                                     |                |       | ml                            | 15             | H         | 4,11         | 24                |
| XII               | 5                                      | 0,3            | 1,5   | m <sup>2</sup>                | 1,5            | M         | 0,41         | 0                 |
| XV                | 20                                     | 0,3            | 6     | m <sup>2</sup>                | 6              | M         | 1,64         | 22                |
|                   |  |                |       |                               |                |           | Σ VD TOTAL = | 104               |

#### 4.4.7. Cálculo de los Valores Deducidos

El cálculo está basado en los “valores deducidos” de cada daño, de acuerdo a la cantidad y severidad reportadas, se determina el valor mediante las curvas denominadas “valor deducido del daño” que se adjuntan en el Anexo D. Para la falla piel de cocodrilo, con una densidad de 1.29% y una severidad alta, mediante el gráfico, se obtiene un “valor de deducción” de 34.

#### Figura 58

*Valores de deducción falla piel de cocodrilo*



#### 4.4.8. Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido CDV

Vásquez (2002) describe que el máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- Determinar el número de valores deducidos,  $q$ , mayores que 2.0.
- Determinar el "Valor Deducido Total" sumando todos los valores deducidos individuales.
- Determinar el CDV con  $q$  y el "Valor Deducido Total" en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

- Reducir a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales que sea mayor que 2.0 y repita el proceso hasta que q sea igual a 1.
- El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

**Figura 59**

*Cálculo PCI unidad de muestra 1*

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |    |    |   |  |           |   |     |
|-----------------|-------------------|----|----|----|---|--|-----------|---|-----|
| Nº              | VALORES DEDUCIDOS |    |    |    |   |  | TOTAL     | q | CDV |
| 1               | 31                | 24 | 22 | 19 | 5 |  | 101       | 5 | 53  |
| 2               | 31                | 24 | 22 | 19 | 2 |  | 98        | 4 | 56  |
| 3               | 31                | 24 | 22 | 2  | 2 |  | 81        | 3 | 52  |
| 4               | 31                | 24 | 2  | 2  | 2 |  | 61        | 2 | 46  |
| 5               | 31                | 2  | 2  | 2  | 2 |  | 39        | 1 | 39  |
|                 |                   |    |    |    |   |  | MÁX.CDV = |   | 56  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 44**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**REGULAR**

En el ejemplo q=5 valores de deducción mayores que 2. Para obtener el CDV se accede con el VDT y se intercepta la curva con el “q” conveniente, en el presente estudio el máx. CDV = 56. Finalmente, el índice de condición del pavimento se alcanza, restado de 100 el máximo valor de deducción corregido.

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV} = 100 - 56 = 44$$

De acuerdo con la tabla de rangos de calificación, se determina que el pavimento flexible tramo de vía 0+000 y 0+050 en la calzada izquierda tiene un PCI = 44, por tanto, se encuentra en condición regular.

#### 4.4.9. Resultados y Análisis

Para facilitar la evaluación del pavimento flexible de la vía Santa Elena - Ballenita se procedió a dividir el camino en 4 tramos de acuerdo a las condiciones presentes en la vía como el alto tráfico vehicular, sus diferentes anchos de vías y su composición de 2 calzadas y una calzada abscisando cada 50 metros las unidades de muestras presentes a lo largo de todo el ancho de la vía tanto de ida como de regreso.

Tramo I. ancho de vía 7,3m para ambas direcciones y una longitud de 350m.

Tramo II. ancho de vía 10,5m para ambas direcciones y una longitud de 700m.

Tramo III. ancho de vía 10,5m para ambas direcciones y una longitud de 430m.

Tramo IV. ancho de vía 7,3m y una longitud de 230m.

Tramo I, II, III ambas direcciones separadas por un paterre con un ancho de 2,0m.

#### TRAMO 1

**Tabla 45**

*Resultados PCI - Tramo 1*

| TRAMO 1             |         |       |                   |              |                 |              |
|---------------------|---------|-------|-------------------|--------------|-----------------|--------------|
| UM                  | ABSCISA |       | CALZADA IZQUIERDA |              | CALZADA DERECHA |              |
|                     | INICIAL | FINAL | PCI               | CONDICIÓN    | PCI             | CONDICIÓN    |
| 1                   | 0+000   | 0+050 | 44                | REGULAR      | 72              | MUY BUENO    |
| 2                   | 0+050   | 0+100 | 66                | BUENO        | 45              | REGULAR      |
| 3                   | 0+150   | 0+200 | 65                | BUENO        | 64              | MUY BUENO    |
| 4                   | 0+200   | 0+250 | 88                | EXCELENTE    | 81              | MUY BUENO    |
| 5                   | 0+250   | 0+300 | 86                | EXCELENTE    | 79              | MUY BUENO    |
| <b>PCI PROMEDIO</b> |         |       | <b>69,80</b>      | <b>BUENO</b> | <b>69,20</b>    | <b>BUENO</b> |

En la dirección de flujo vehicular Parroquia Ballenita - Santa Elena (calzada izquierda) se ha obtenido un PCI de 69.80 con calificación Bueno y en la dirección de flujo vehicular Santa Elena - Parroquia Ballenita (calzada derecha) se ha obtenido un PCI de 69,20 con calificación del pavimento Bueno.

## TRAMO 2

**Tabla 46**

*Resultados PCI - Tramo 2*

| TRAMO 2             |         |       |                   |              |                 |              |
|---------------------|---------|-------|-------------------|--------------|-----------------|--------------|
| UM                  | ABSCISA |       | CALZADA IZQUIERDA |              | CALZADA DERECHA |              |
|                     | INICIAL | FINAL | PCI               | CONDICIÓN    | PCI             | CONDICIÓN    |
| 7                   | 0+350   | 0+400 | 67                | BUENO        | 65              | BUENO        |
| 9                   | 0+450   | 0+500 | 86                | EXCELENTE    | 83              | MUY BUENO    |
| 11                  | 0+550   | 0+600 | 81                | MUY BUENO    | 76              | MUY BUENO    |
| 13                  | 0+650   | 0+700 | 70                | BUENO        | 73              | MUY BUENO    |
| 15                  | 0+750   | 0+800 | 51                | REGULAR      | 56              | BUENO        |
| 17                  | 0+850   | 0+900 | 31                | MALO         | 73              | MUY BUENO    |
| 19                  | 0+950   | 1+000 | 45                | REGULAR      | 32              | REGULAR      |
| <b>PCI PROMEDIO</b> |         |       | <b>61,57</b>      | <b>BUENO</b> | <b>65,43</b>    | <b>BUENO</b> |

En la dirección de flujo vehicular Parroquia Ballenita - Santa Elena (calzada izquierda) se ha obtenido un PCI de 61.57 con calificación Bueno y en la dirección de flujo vehicular Santa Elena - Parroquia Ballenita (calzada derecha) se ha obtenido un PCI de 65,43 con calificación del pavimento Bueno.

## TRAMO 3

**Tabla 47**

*Resultados PCI - Tramo 3*

| TRAMO 3             |         |       |                   |                 |                 |                 |
|---------------------|---------|-------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| UM                  | ABSCISA |       | CALZADA IZQUIERDA |                 | CALZADA DERECHA |                 |
|                     | INICIAL | FINAL | PCI               | CONDICIÓN       | PCI             | CONDICIÓN       |
| 21                  | 1+050   | 1+100 | 16                | MALO            | 18              | MALO            |
| 23                  | 1+150   | 1+200 | 12                | MUY MALO        | 14              | MUY MALO        |
| 25                  | 1+250   | 1+300 | 20                | MUY MALO        | 15              | MUY MALO        |
| 27                  | 1+350   | 1+400 | 24                | MALO            | 22              | MALO            |
| <b>PCI PROMEDIO</b> |         |       | <b>18</b>         | <b>MUY MALO</b> | <b>17,25</b>    | <b>MUY MALO</b> |

En la dirección de flujo vehicular Parroquia Ballenita - Santa Elena (calzada izquierda) se ha obtenido un PCI de 18 con calificación Muy Malo y en la dirección de flujo vehicular Santa Elena - Parroquia Ballenita (calzada derecha) se ha obtenido un PCI de 17,25 con calificación del pavimento Muy Malo.

#### **TRAMO 4**

**Tabla 48**

*Resultados PCI - Tramo 4*

| <b>TRAMO 4</b>      |                |              |              |                  |
|---------------------|----------------|--------------|--------------|------------------|
| <b>UM</b>           | <b>ABSCISA</b> |              | <b>PCI</b>   | <b>CONDICIÓN</b> |
|                     | <b>INICIAL</b> | <b>FINAL</b> |              |                  |
| 29                  | 1+480          | 1+530        | 66           | BUENO            |
| 30                  | 1+530          | 1+580        | 73           | MUY BUENO        |
| 31                  | 1+580          | 1+630        | 64           | BUENO            |
| 32                  | 1+630          | 1+680        | 76           | MUY BUENO        |
| <b>PCI PROMEDIO</b> |                |              | <b>69,75</b> | <b>BUENO</b>     |

En la dirección de flujo vehicular Parroquia Ballenita - Santa Elena se ha obtenido un PCI de 69,75 con calificación Bueno, analizando los 4 tramos de la vía, las intervenciones que se deben dar son de mantenimiento y rehabilitación para los tramos 1,2 y 4 ya que obtuvieron como calificación un pavimento de condición Bueno, pero para el 3 tramo de vía se deber dar una reconstrucción inmediata por el nivel de deterioro alto existente.

#### **4.5. Periodo de Diseño**

Es el tiempo estimado en el cual una vía estará en funcionamiento en relación a la proyección de tránsito o en que el pavimento debe prestar el servicio garantizando un correcto desempeño, para el proyecto se utilizó un periodo de diseño de 10 años.

#### 4.6. Tránsito, ESAL'S (W18)

Se define como el número de pasadas de ejes equivalente de 18 kips proyectadas para el periodo de diseño del pavimento. El valor del ESAL'S diseño se muestra en la siguiente tabla que se obtuvo en el estudio de tránsito.

**Tabla 49**

*Números de ejes equivalentes*

| ESAL'S (10 años) |
|------------------|
| 22'516455        |

#### 4.7. Confiabilidad R

Este parámetro describe el grado de seguridad o veracidad del diseño de la estructura de un pavimento que puede lograr a conseguir al fin de su periodo de diseño en buenas condiciones, está en función del tipo de la vía y del sector sea urbana o rural. La guía AASHTO-93 proporciona valores de confiabilidad como se muestra en la Tabla 50, de acuerdo al tipo de vía que se esté analizando en el diseño del pavimento. Para el proyecto, se escogió el valor de 90% de confiabilidad con un  $Z_r = 1.282$ .

**Tabla 50**

*Valores de,  $Z_R$  en función de la confiabilidad R*

| Confiabilidad R, % | Desviación Estándar Normal, $Z_R$ |
|--------------------|-----------------------------------|
| 50                 | -0.000                            |
| 60                 | -0.253                            |
| 70                 | -0.524                            |
| 75                 | -0.674                            |
| 80                 | -0.841                            |
| 85                 | -1.037                            |
| <b>90</b>          | <b>-1.282</b>                     |
| 95                 | -1.645                            |
| 99                 | -2.327                            |
| 99.9               | -3.090                            |
| 99.99              | -3.750                            |

Fuente: Guía AASHTO 93

Escobar and Huincho (2017) explica que la desviación estándar ( $S_o$ ) es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo, para este proyecto se toma el valor de 0.49 para pavimentos flexibles.

**Tabla 51**

*Desviación Estándar  $S_o$  combinado para pavimentos flexibles*

| Proyecto de pavimento           | Desviación Estándar $S_o$ |
|---------------------------------|---------------------------|
| Rango para pavimentos flexibles | 0,40 – 0,50               |
| Construcción nueva              | 0,45                      |
| Sobrecargas                     | 0,50                      |

Fuente: Guía AASHTO 93

#### 4.8. Pérdida de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )

La Guía AASHTO establece que “La serviciabilidad es la habilidad específica de una sección de pavimento para servir el tráfico”.

##### 4.8.1. Índice de Serviciabilidad Inicial ( $P_o$ ).

Es el índice que se basa en función del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción. A continuación, se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de pavimentos.

**Tabla 52**

*Serviciabilidad Inicial*

| ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL |     |
|-----------------------------------|-----|
| Pavimento rígido                  | 4,5 |
| Pavimento flexible                | 4,2 |

Fuente: Guía AASHTO 93

#### 4.8.2. Índice de Serviciabilidad Final (Pt)

Está relacionada a la falla funcional del pavimento y en función de la clasificación de la carretera, se basa en el índice más bajo que pueda ser tolerado antes de realizar una rehabilitación, los valores determinados por la ASSHTO se observan en la Tabla 53.

**Tabla 53**

*Serviciabilidad Final*

| ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL         |          |
|---|----------|
| Clasificación                           | Pt       |
| <b>Autopistas</b>                       | <b>3</b> |
| Vías colectoras                         | 2,5      |
| Calles comerciales e industriales       | 2,25     |
| Calles residenciales y estacionamientos | 2        |

Fuente: Guía AASHTO 93

En base a las Tablas 51 y 52 vistas con anterioridad, para el proyecto se escogió un  $P_o = 4,2$  para pavimentos flexibles y un  $P_t = 3$  para autopistas. Por lo tanto, la pérdida del Índice de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ) es 1,2 que se muestra con detalle a continuación, por medio de la ecuación.

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 4,2 - 3$$

$$\Delta PSI = 1,2$$

#### 4.9. Módulo Resiliente (Mr)

El método AASHTO considera que la propiedad fundamental para caracterizar los materiales que constituyen la sección de un pavimento es el parámetro dominado módulo de resiliencia o módulo resiliente, el cual es determinado a partir del método de ensayo AASHTO TP 46-94, sin embargo, también es posible estimar el módulo de resiliencia en función del CBR (Amaya, 2019).

Ordinola (2019) menciona que esta variable corresponde al módulo dinámico de elasticidad para subrasantes, es decir, representa la medida de rigidez del suelo que conforma la subrasante. En el presente trabajo se obtuvo el Mr de la subrasante y de cada capa granular, es decir del suelo de subrasante, capa de subbase y capa de base.

#### **4.9.1. Módulo resiliente de la subrasante.**

Es un módulo que representa las propiedades elásticas o deformaciones dinámicas del suelo al someterlo a repetitivos ciclos de cargas, para su cálculo se debe considerar las siguientes ecuaciones según la AASHTO:

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Para $CBR \leq 7.2\%$     | $Mr = 1500 \times CBR \text{ [psi]}$           |
| Para $7.2\% < CBR < 20\%$ | $Mr = 3000 \times CBR^{0.65} \text{ [psi]}$    |
| Para $CBR \geq 20\%$      | $Mr = 4326 \times \ln CBR + 241 \text{ [psi]}$ |

Las ecuaciones están en función del CBR de diseño que se lo obtuvo mediante los ensayos realizados en el laboratorio de suelo, cuyo cálculo se lo especifica en el Anexo B. El CBR de diseño de la subrasante del pavimento flexible se lo obtiene de un promedio de los CBR dando como resultado un CBR de diseño 2,65%.

Aplicando la ecuación, se obtiene un Módulo Resiliente para la subrasante de 3975 psi, como se muestra a continuación:

$$Mr = 1500 \times CBR \text{ (psi)}$$

$$Mr = 1500 \times 2,65 \text{ (psi)}$$

$$Mr = 3975 \text{ psi}$$

#### **4.10. Sistema de Drenaje**

Un buen drenaje aumenta la capacidad portante de la subrasante, mejorando así la calidad del camino y permitiendo el uso de capas más delgadas, la calidad del drenaje se define en términos del tiempo en que el agua tarda en ser eliminada de las capas granulares

(base y subbase). Es el porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación P.

$$P = \frac{S + R}{365} * 100$$

Donde:

P = Porcentaje de tiempo en que el pavimento está próximo a la saturación.

S = Días de deshielo de primavera.

R = Días con lluvia que el pavimento puede drenar hasta el 85% del grado de saturación en 24 horas o menos.

Para el caso de nuestro país  $S = 0$  porque no hay deshielo en primavera, sin embargo, puede ocurrir en carreteras en zona de la cordillera de los Andes. El factor R de acuerdo a nuestro proyecto es 44 días que representa las mayores precipitaciones en el año, aplicando la fórmula obtenemos un porcentaje de tiempo de 12,05.

$$P = \frac{44 \text{ días}}{365 \text{ días}} \times 100 = 12,05\%$$

#### ***4.10.1. Alcantarillas***

Las alcantarillas son estructuras de las aguas de escorrentías y su función es drenar corrientes de aguas.

#### **Figura 60**

*Alcantarillas en la vía Santa Elena - Ballenita*



**Tabla 54***Inventario de alcantarillas tipo cuadrada*

| <b>Abscisa</b> | <b>Dimensión (M)</b> | <b>Calzada Izquierda</b> | <b>Calzada Derecha</b> | <b>Material</b> | <b>Estado</b> | <b>Observación</b>                |
|----------------|----------------------|--------------------------|------------------------|-----------------|---------------|-----------------------------------|
| 0+154          | 0,8x0,8              | ✓                        |                        | Hormigón armado | Regular       | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 0+180          | 0,8x0,8              |                          | ✓                      | Hormigón armado | Regular       | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 0+180          | 0,8x0,8              | ✓                        |                        | Hormigón armado | Regular       | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 0+350          | 0,8x0,8              | ✓                        |                        | Hormigón armado | Bueno         | Ninguna                           |
| 0+794          | 0,8x0,8              |                          | ✓                      | Hormigón armado | Regular       | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 0+820          | 0,8x0,8              |                          | ✓                      | Hormigón armado | Regular       | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 0+820          | 0,8x0,8              | ✓                        |                        | Hormigón armado | Bueno         | Ninguna                           |
| 0+905          | 0,8x0,8              | ✓                        |                        | Hormigón armado | Bueno         | Ninguna                           |
| 0+907          | 0,8x0,8              |                          | ✓                      | Hormigón armado | Bueno         | Ninguna                           |
| 0+910          | 0,8x0,8              | ✓                        |                        | Hormigón armado | Bueno         | Escombros inorgánicos             |
| 1+140          | 0,8x0,8              |                          | ✓                      | Hormigón armado | Bueno         | Ninguna                           |
| 1+142          | 0,8x0,8              | ✓                        |                        | Hormigón armado | Bueno         | Ninguna                           |
| 1+175          | 0,8x0,8              | ✓                        |                        | Hormigón armado | Regular       | Escombros inorgánicos             |
| 1+450          | 0,8x0,8              |                          | ✓                      | Hormigón armado | Regular       | Escombros inorgánicos             |
| 1+450          | 0,8x0,8              | ✓                        |                        | Hormigón armado | Regular       | Escombros inorgánicos             |

**Tabla 55***Inventario de alcantarillas tipo circular*

| Abscisa | Diámetro (m) | Calzada Izquierda | Calzada Derecha | Material        | Estado  | Observación                       |
|---------|--------------|-------------------|-----------------|-----------------|---------|-----------------------------------|
| 0+102   | 1,6          | ✓                 |                 | Hormigón armado | Regular | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 0+131   | 1,6          |                   | ✓               | Hormigón armado | Regular | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 0+625   | 1,2          | ✓                 |                 | Hormigón armado | Regular | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 0+630   | 1,2          |                   | ✓               | Hormigón armado | Regular | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 0+820   | 1,6          |                   | ✓               | Hormigón armado | Regular | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 0+840   | 1,6          |                   | ✓               | Hormigón armado | Regular | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 1+198   | 1,6          | ✓                 |                 | Hormigón armado | Regular | Escombros inorgánicos             |
| 1+210   | 1,6          |                   | ✓               | Hormigón armado | Regular | Escombros inorgánicos             |
| 1+268   | 1,2          |                   | ✓               | Hormigón armado | Regular | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 1+270   | 1,2          | ✓                 |                 | Hormigón armado | Regular | Escombros orgánicos e inorgánicos |

**4.10.2. Cunetas en la vía.**

Cayambe and Santillán (2015) mencionan que las funciones principales de una cuneta son: recoger las aguas de escorrentías procedentes de la calzada, para evitar encharcamientos en la vía, disminuyen su nivel de servicio y que pueden causar problemas por infiltración a las capas subyacentes.

**Figura 61**

*Cunetas tipo L*



**Tabla 56**

*Inventario de cunetas*

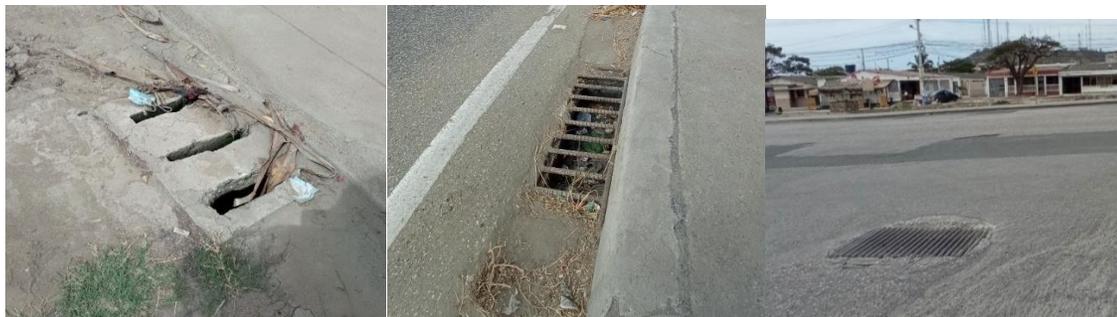
| ABSCISA |       | TIPO | CALZADA<br>IZQUIERDA | CALZADA<br>DERECHA | LONGITUD<br>(m) | OBSERVACIÓN                       |
|---------|-------|------|----------------------|--------------------|-----------------|-----------------------------------|
| DESDE   | HASTA |      |                      |                    |                 |                                   |
| 0+825   | 1+210 | L    |                      | ✓                  | 385             | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 0+825   | 1+195 | L    | ✓                    |                    | 370             | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 1+245   | 1+465 | L    |                      | ✓                  | 220             | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 1+480   | 1+700 | L    | ✓                    |                    | 230             | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 1+480   | 1+700 | L    |                      | ✓                  | 230             | Escombros orgánicos e inorgánicos |

#### **4.10.3. Sumideros.**

Son estructuras que tienen la función de recolectar aguas de lluvia de escorrentía e impedir el ingreso de elementos sólidos de gran tamaño que discurren por la superficie de vías o terrenos al sistema de alcantarillado pluvial o combinado con el objetivo de proteger la infraestructura urbana y vial (Paucar, 2019).

## Figura 62

### *Sumideros de rejillas*



## Tabla 57

### *Inventario de sumideros*

| ABSCISA | CALZADA IZQUIERDA | CALZADA DERECHA | UNIDAD | OBSERVACIÓN                       |
|---------|-------------------|-----------------|--------|-----------------------------------|
| 1+135   | ✓                 |                 | 1      | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 1+140   | ✓                 |                 | 3      | Escombros orgánicos e inorgánicos |
| 1+142   | ✓                 |                 | 1      | Ninguna                           |

En la Figura 63 se visualiza las condiciones actuales de la vía en la Abcisa 1+500, la cual está afectada por hundimiento y grietas que han facilitado la pérdida de una parte de la capa de rodadura del pavimento.

## Figura 63

### *Presencia de aguas lluvias en el pavimento*



Desde las abscisas 0+000 hasta 0+750 existen un buen sistema de drenaje por la existencia de un terraplén y la escorrentía es paralela a la vía. En las abscisas 0+750 hasta 1+710, el pavimento se encuentra deteriorado producto de la acción de las aguas, por lo tanto, previo a la reconstrucción de la vía se recomienda la construcción de sumideros tipo rejilla para la recolección de aguas lluvias y evitar que estas afecten a la estructura del pavimento debido a la carencia de este tipo de obras en el sistema de drenaje del sector, en la siguiente tabla se presenta la ubicación de los sumideros a construir por recomendación de las autoras.

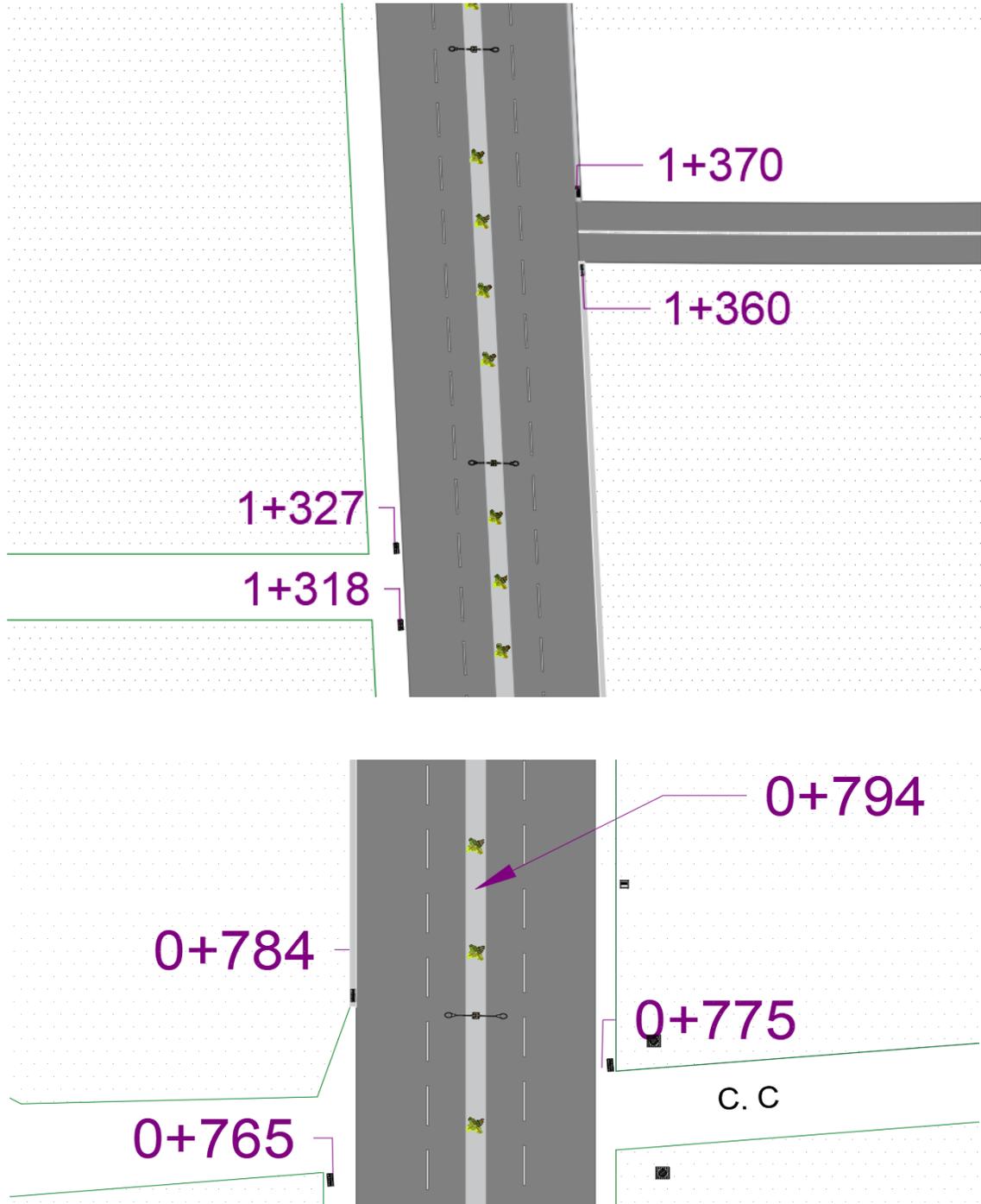
**Tabla 58**

*Ubicación de sumideros nuevos*

| <b>ABSCISA</b> | <b>CALZADA<br/>IZQUIERDA</b> | <b>CALZADA<br/>DERECHA</b> | <b>UNIDAD</b> | <b>MATERIAL</b> |
|----------------|------------------------------|----------------------------|---------------|-----------------|
| 0+765          | ✓                            |                            | 1             | Hormigón armado |
| 0+775          |                              | ✓                          | 1             | Hormigón armado |
| 0+784          | ✓                            |                            | 1             | Hormigón armado |
| 0+880          | ✓                            |                            | 1             | Hormigón armado |
| 0+880          |                              | ✓                          | 1             | Hormigón armado |
| 1+099          | ✓                            |                            | 1             | Hormigón armado |
| 1+165          |                              | ✓                          | 1             | Hormigón armado |
| 1+180          |                              | ✓                          | 2             | Hormigón armado |
| 1+318          | ✓                            |                            | 1             | Hormigón armado |
| 1+327          | ✓                            |                            | 1             | Hormigón armado |
| 1+360          |                              | ✓                          | 1             | Hormigón armado |
| 1+370          |                              | ✓                          | 1             | Hormigón armado |
| 1+480          | ✓                            |                            | 1             | Hormigón armado |
| 1+480          |                              | ✓                          | 1             | Hormigón armado |
| 1+550          |                              | ✓                          | 1             | Hormigón armado |
| 1+585          |                              | ✓                          | 1             | Hormigón armado |

**Figura 64**

*Plano Arquitectónico de la vía - Ubicación de sumideros nuevos, abscisas 0+765 - 1+370*



**Tabla 59***Calidad de drenaje*

| <b>Calidad del drenaje</b> | <b>Tiempo que tarda el agua en ser evacuada</b> |
|----------------------------|---|
| Excelente                  | 2 horas   |
| <b>Bueno</b>               | <b>1 día</b>                                    |
| Regular                    | 1 semana  |
| Pobre                      | 1 mes   |
| Muy pobre                  | El agua no evacúa                               |

Fuente: Guía AASHTO 93

**Tabla 60***Valores recomendados de drenaje mi recomendado*

| <b>Calidad de drenaje</b> | <b>Porcentaje del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación.</b> |             |                    |                |
|---------------------------|---|-------------|--------------------|----------------|
|                           | <b>&lt;1%</b>   | <b>1-5%</b> | <b>5-25%</b>       | <b>&gt;25%</b> |
| Excelente                 | 1,40 – 1,35   | 1,35 – 1,30 | 1,30 - 1,20        | 1,20           |
| <b>Bueno</b>              | 1,35 – 1,25   | 1,25 – 1,15 | <b>1,15 – 1,00</b> | 1,00           |
| Aceptable                 | 1,25 – 1,15   | 1,15 – 1,05 | 1,00 – 0,80        | 0,80           |
| Pobre                     | 1,15 – 1,05   | 1,05 – 0,80 | 0,80 – 0,60        | 0,60           |
| Muy pobre                 | 1,05 – 0,95   | 0,95 - 0,75 | 0,75 – 0,40        | 0,40           |

Fuente: Guía AASHTO 93

De acuerdo a la inspección en campo realizada y a los factores como: la topografía plana, las obras de drenaje tales como cunetas, alcantarillas, sumideros que se visualizaron en el lugar, nos permiten definir la calidad de drenaje para nuestro proyecto como bueno, por lo que se considera el tiempo del agua en ser evacuada de 1 día con un porcentaje de saturación de 12,05% calculado anteriormente. La Tabla 60 contiene valores de  $m_i$  para las capas de base y subbase, donde se consideró factores  $m_2$ ,  $m_3$  y  $m_4$  igual a 1 para cada uno en el presente diseño.

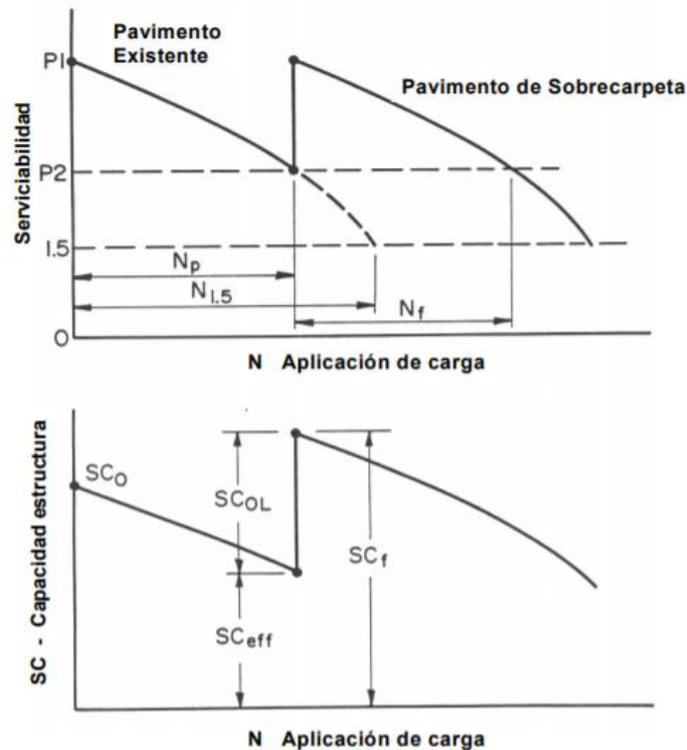
## 4.11. Diseño de Obras de Rehabilitación

### 4.11.1. Diseño de sobrecapa

Los métodos de rehabilitación de pavimentos por colocación de una sobrecapa o recapeo sobre la estructura existente son muy variados, en función del tipo y deterioro de la estructura y superficie existente. La sobrecapa debe satisfacer la deficiencia entre la capacidad estructural requerida para soportar el tránsito futuro ( $SC_f$ ) y la capacidad estructural del pavimento existente ( $SC_{eff}$ ).

**Figura 65**

*Pérdida de capacidad estructural después de tiempo y tránsito*



Fuente: (AASHTO, 1993)

Para el diseño del recapeo de una estructura de pavimento por el método de AASHTO, se evaluará para dos etapas: el tramo III en donde existe un nivel de deterioro alto y para los tramos I, II, IV de acuerdo al estudio del PCI presenta condición Buena del pavimento. Es necesario seguir los siguientes pasos descritos a continuación:

#### **4.11.1.1. Análisis de tránsito**

Es la estimación pasada de Ejes equivalentes, ESAL's (80 kN) en el carril de diseño desde la construcción ( $N_p$ ) y sobre el periodo de diseño ( $N_f$ ). Para este proyecto nos dio un valor del ESAL's diseño calculado con anterioridad de 22'516455.

#### **4.11.1.2. Determinación del número estructural requerido para soportar el tránsito futuro ( $SN_f$ )**

Empleando la fórmula de AASHTO para el diseño de pavimentos nuevos, con el módulo de la subrasante obtenido en ensayos de laboratorio da como resultado un número estructural requerido  $SN_f = 7,60$ .

#### **4.11.1.3. Determinación del número estructural efectivo del pavimento existente ( $SN_{eff}$ )**

Para determinar el número estructural efectivo del pavimento existente se aplica el método de las condiciones del camino mediante la siguiente ecuación, asignando coeficientes estructurales a las capas del pavimento existente de acuerdo con su condición como se muestra en la Tabla 61.

$$SN_{eff} = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = Coeficientes estructurales de las capas: superficiales, base y subbase.

$D_1, D_2, D_3$  = Espesores de las capas: superficiales, base y subbase existentes.

$m_2, m_3$  = Coeficientes de drenaje para base granular y subbase granular.

**Tabla 61***Coefficientes estructurales*

| COEFICIENTES ESTRUCTURALES SUGERIDOS POR AASHTO |   |             |
|---|---|-------------|
| MATERIAL  | CONDICIÓN SUPERFICIAL   | COEFICIENTE |
| Concreto asfáltico                              | Pocas grietas piel cocodrilo y baja severidad y/o sólo grietas transversales de baja severidad.   | 0.35 – 0.40 |
|   | <10% grietas piel cocodrilo baja severidad y/o <5% grietas transversales severidad media y alta.  | 0.25 – 0.35 |
|   | >10% grietas piel cocodrilo severidad media y/o <10% grietas piel cocodrilo severidad alta y/o >10% grietas transversales severidad media y alta. | 0.14 – 0.20 |
|   |   |             |
|   |   |             |
| Base estabilizada                               | Pocas grietas piel cocodrilo y baja severidad y/o sólo grietas transversales de baja severidad.   | 0.20 – 0.35 |
|   | <10% grietas piel cocodrilo baja severidad y/o <5% grietas transversales severidad media y alta.  | 0.15 – 0.25 |
|   | >10% grietas piel cocodrilo severidad media y/o <10% grietas piel cocodrilo severidad alta y/o >10% grietas transversales severidad media y alta. | 0.10 – 0.20 |
|   |   |             |
|   |   |             |
| Capas granulares                                | Sin evidencia de degradación y contaminación.   | 0.10 – 0.14 |
|   | Con evidencia de degradación y contaminación.   | 0.00 – 0.10 |

Fuente: (AASHTO, 1993)

A continuación, se muestra en la Tabla 62 los coeficientes estructurales estimados, espesores y drenaje de cada una de las capas existentes. El pavimento del tramo III está compuesto por 12 cm de capas asfálticas con 58% de agrietamiento piel de cocodrilo de severidad alta ( $a_1 = 0.20$ ), 30 cm de granulares con síntomas de contaminación ( $a_2$  y  $a_3 = 0.10$ ). Mientras que en los tramos I, II, IV está formado por 10 cm de capas asfálticas con 6% de agrietamiento piel de cocodrilo de severidad baja y 4% de grietas transversales severidad media y alta ( $a_1 = 0.35$ ), 30 cm de granulares con síntomas de contaminación ( $a_2$  y  $a_3 = 0.10$ ).

**Tabla 62***Datos de entrada para determinar el  $SN_{eff}$  existente*

| Tramo<br>evaluado | Abscisa |       | Capas             | Coeficientes<br>Estructurales<br>(a <sub>i</sub> ) | Coeficientes<br>de Drenaje<br>(m <sub>i</sub> ) | Espesores (D <sub>i</sub> ) |    |
|-------------------|---------|-------|-------------------|--|---|-----------------------------|----|
|                   | Desde   | Hasta |                   |  |   | plg                         | cm |
| I                 | 0+000   | 0+350 | Sobrecapa         |  |   | 1,97                        | 5  |
|                   |         |       | Carpeta Asfáltica | 0,35   |   | 3,94                        | 10 |
|                   |         |       | Base              | 0,1  | 1,00  | 11,81                       | 30 |
|                   |         |       | Subbase           | 0,1  | 1,00  | 15,75                       | 40 |
| II                | 0+350   | 1+050 | Sobrecapa         |  |   | 1,97                        | 5  |
|                   |         |       | Carpeta Asfáltica | 0,35   |   | 3,94                        | 10 |
|                   |         |       | Base              | 0,1  | 1,00  | 11,81                       | 30 |
|                   |         |       | Subbase           | 0,1  | 1,00  | 15,75                       | 40 |
| III               | 1+050   | 1+480 | Carpeta Asfáltica | 0,2  |   | 4,72                        | 12 |
|                   |         |       | Base              | 0,1  | 1,00  | 11,81                       | 30 |
|                   |         |       | Subbase           | 0,1  | 1,00  | 15,75                       | 40 |
| IV                | 1+480   | 1+710 | Sobrecapa         |  |   | 1,97                        | 5  |
|                   |         |       | Carpeta Asfáltica | 0,35   |   | 3,94                        | 10 |
|                   |         |       | Base              | 0,1  | 1,00  | 11,81                       | 30 |
|                   |         |       | Subbase           | 0,1  | 1,00  | 15,75                       | 40 |

En la Tabla 62 se muestran los espesores encontrados en el pavimento por tramos, con los datos presentados se determina el número estructural efectivo del pavimento existente para cada uno de los tramos evaluados I, II, III y IV, mismo que servirá para determinar el espesor de la sobrecapa, se considera un mismo valor de  $SN_{eff}$  de los tramos I, II y IV por los espesores iguales y la existencia de una rehabilitación por sobrecapa de 5cm.

$$SN_{eff \text{ de los tramos I,II y IV}} = (0,35 \times 5,91) + (0,1 \times 11,81 \times 1) + (0,1 \times 15,75 \times 1)$$

$$SN_{eff \text{ de los tramos I,II y IV}} = 4,82$$

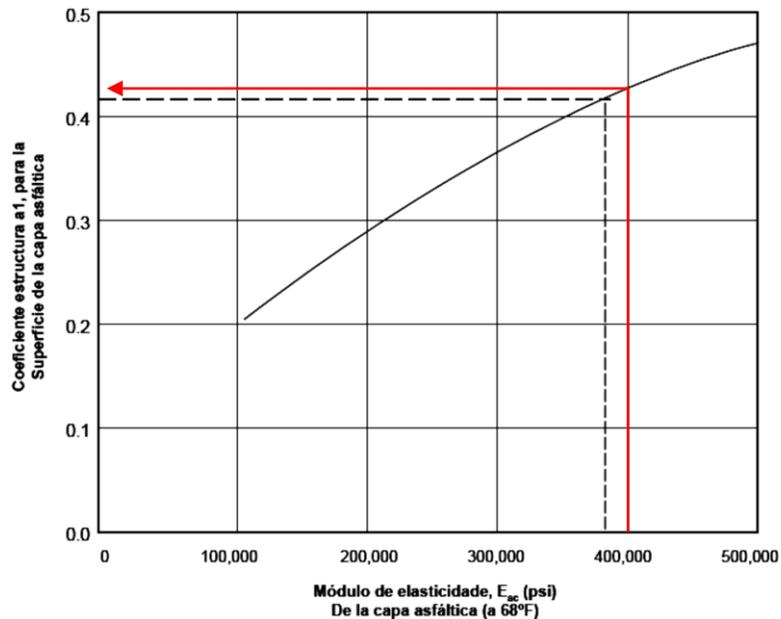
$$SN_{eff \text{ del tramo III}} = (0,2 \times 4,72) + (0,1 \times 11,81 \times 1) + (0,1 \times 15,75 \times 1)$$

$$SN_{eff \text{ del tramo III}} = 3,7$$

Para encontrar el valor del coeficiente estructural de capa  $a_{01}$ , se hace uso del ábaco mostrado en la Figura 66 que esta función del módulo elástico del concreto asfáltico, se considera el módulo elástico con el valor de 400.000 psi; saliendo de este valor hacia arriba a interceptar la línea de pivote y de allí se proyecta una línea horizontalmente hacia la izquierda para encontrar el valor correspondiente de  $a_{01} = 0,42$  para todos los tramos.

**Figura 66**

*Coeficiente estructural a partir del módulo de elasticidad del concreto asfáltico*



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993.

#### 4.11.1.4. Determinación del espesor de la sobrecapa

Para calcular el espesor de la sobrecapa se lo obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{SN_f - SN_{eff}}{a_1}$$

#### Cálculo del espesor de la sobrecapa Tramo I, II, IV

Por consiguiente, se muestra el espesor de la sobrecapa para el tramo I, II, IV dando como resultado 6,61 pulgadas.

$$\frac{7,6 - 4,82}{0,42} = 6,61 \text{ pulgadas} \approx 16,79 \text{ cm}$$

#### Cálculo del espesor de la sobrecapa Tramo III

Como resultado da un espesor de la sobrecapa de 9,36 pulgadas de concreto asfáltico correspondiente para el tramo III

$$\frac{7,6 - 3,67}{0,42} = 9,36 \text{ pulgadas} \approx 23,77 \text{ cm}$$

Finalmente, para el tramo I, II y IV se tendría un espesor total de capa de rodadura de 12,52 pulgadas (31,79 cm) y para el tramo III de 14,08 pulgadas (35,77 cm). Para ambos casos se obtiene una carpeta asfáltica de espesores elevados y por cuestiones de costos se tendría una obra de rehabilitación de sobrecapa un poco costosa.

**4.11.2. Diseño de Pavimento Flexible Reciclado en Frío Método del Instituto del Asfalto**

El reciclado en frío sirve para incrementar la capacidad estructural de un pavimento asfáltico mediante la reprocesamiento de los materiales de las capas superiores. Las capas recicladas en frío son susceptibles a la abrasión y a la erosión, por lo cual deben ser protegidas por un revestimiento, generalmente de tipo asfáltico (Sanchez, 2001).

El diseño del pavimento reciclado se puede realizar a partir del concepto de la deficiencia estructural o mediante procedimientos empírico – mecánicos. Por medio de la Tabla 63 se determina el tipo de reciclado en frío con ligantes hidrocarbonados para nuestro proyecto sería de Tipo II.

**Tabla 63**

*Posibilidades de reciclado en frío con ligantes hidrocarbonados*

|  |          | <b>TIPO I</b>                                    | <b>TIPO II</b>   | <b>TIPO III</b>   |
|--|----------|--|--|---|
| Material reciclado del pavimento existente |          | Capa asfáltica < 50 mm + base granular           | Capa asfáltica de 50 mm a 100 mm + base granular                       | Solo capas asfálticas   |
| Emulsión                                   | Tipo     | De asfalto blando (80-100 o 150-200)             | De asfalto blando u ocasionalmente con regenerante.                    | Emulsión de efecto regenerante.   |
|  | Dotación | 4% - 7%  | 3% - 5%  | 2% - 3%   |
|  | Objetivo | Mejoramiento mecánico o geométrico del pavimento | Como en el Tipo I y eventualmente, regeneración del ligante existente. | Regeneración del ligante existente de la recomposición de la mezcla, mejorando levemente la capacidad estructural de la capa reciclada. |

Fuente: Instituto de Asfalto.

Para el diseño de pavimento reciclado en frío en el sitio por el Instituto de Asfalto, es necesario seguir los siguientes pasos descritos a continuación:

#### **4.11.2.1. Análisis de tránsito**

En el método AASHTO los pavimentos se diseñan para que resista un determinado número de cargas mediante el volumen de tráfico proyectado para un periodo de diseño estimado por el diseñador, para este proyecto obtuvimos un ESAL's diseño calculado con anterioridad de 22'516455.

#### **4.11.2.2. Determinación de las características del pavimento por reciclar**

Se determinan los espesores y condición de la carpeta asfáltica ( $h_a$ ) y la base granular ( $h_g$ ) del pavimento existente:

- Para los tramos I, II, IV  $h_a = 10 \text{ cm}$  y  $h_g = 70 \text{ cm}$
- Para el tramo III  $h_a = 12 \text{ cm}$  y  $h_g = 70 \text{ cm}$ .

#### **4.11.2.3. Asignación de factor de equivalencia al material granular por reciclar ( $F_e$ ).**

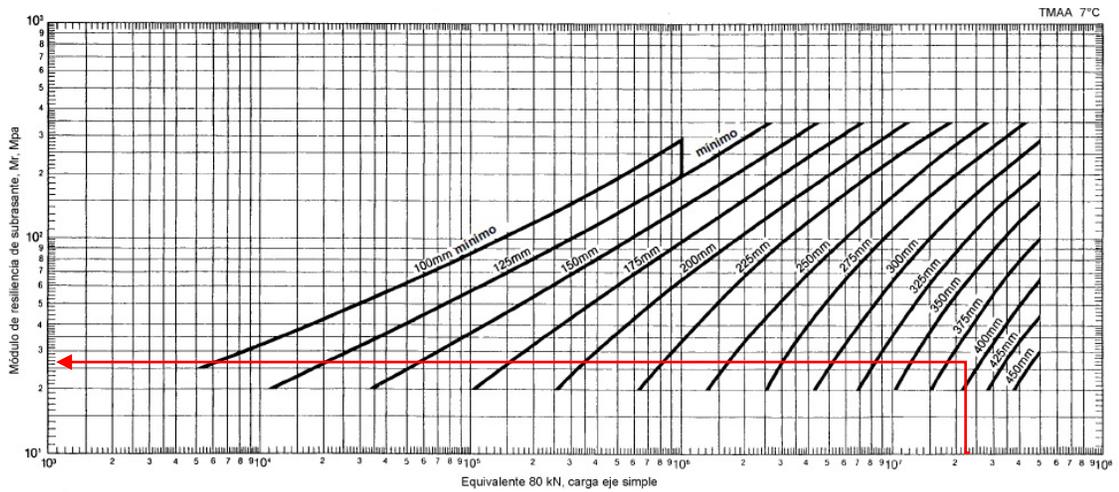
Se asigna un valor variable entre 0,1 y 0,2 en nuestro proyecto es de  $F_e = 0,1$  teniendo en cuenta que el material granular presenta índice de plasticidad  $\geq 6$  indicando que hay contaminación.

#### **4.11.2.4. Determinación del espesor requerido de pavimento reciclado y la nueva carpeta asfáltica ( $T_n$ )**

Empleando la Figura 67 del Instituto de Asfalto para diseño de pavimentos reciclados, con el módulo de la subrasante calculado con anterioridad ( $M_r = 27,41 \text{ MPa}$ ) y  $N = 22'516455$  ejes equivalentes, se obtiene un  $T_n$  de 38,00 centímetros para todos los tramos.

**Figura 67**

*Gráfica para el diseño de pavimentos asfálticos reciclados.*



Fuente: Instituto de Asfalto.

**4.11.2.5. Determinación del espesor requerido de carpeta asfáltica nueva (Ta)**

Se determina mediante la Tabla 64 por el Instituto del Asfalto el espesor mínimo de carpeta asfáltica nueva para el pavimento reciclado en frío (Ta) que está en función del tránsito de diseño (N) para este proyecto obtuvimos un ESAL's de diseño de 22'516455 obteniendo un espesor mínimo de 125 mm (12,5 cm) para todos los tramos.

**Tabla 64**

*Espesores mínimos de nueva carpeta asfáltica para pavimentos reciclados en frío con emulsión asfáltica.*

| Ejes equivalentes en el carril de diseño (N) | Espesor mínimo de carpeta asfáltica nueva (Ta), mm |
|--|--|
| < 10 <sup>4</sup>                            | Tratamiento superficial                            |
| 10 <sup>4</sup> – 10 <sup>5</sup>            | 50*  |
| 10 <sup>5</sup> – 10 <sup>6</sup>            | 75*  |
| 10 <sup>6</sup> – 10 <sup>7</sup>            | 100*   |
| > 10 <sup>7</sup>                            | 125*   |

\*concreto asfáltico

Fuente: Instituto de Asfalto.

#### **4.11.2.6. Determinación del espesor de pavimento existente que debe ser reprocesado (Tr)**

Con los datos obtenidos anteriormente por medio de la siguiente ecuación se determina el espesor de pavimento existente que da como resultado  $Tr = 25,5$  cm para todos los tramos.

$$Tr = Tn - Ta$$
$$Tr = 38 \text{ cm} - 12,5 \text{ cm} = 25,5 \text{ cm}$$

#### **4.11.2.7. Determinación del espesor granular por reprocesar (hgr)**

Se obtiene el espesor granular hgr mediante la siguiente ecuación:

$$hgr = Tr - ha$$
$$hgr_{\text{tramo I,II,IV}} = 25,5 \text{ cm} - 10 \text{ cm} = 15,5 \text{ cm}$$
$$hgr_{\text{tramo III}} = 25,5 \text{ cm} - 12 \text{ cm} = 13,5 \text{ cm}$$

#### **4.11.2.8. Determinación del espesor efectivo de las capas granulares remanentes (hger)**

$$hger = (hg - hgr) * Fe$$
$$hger_{\text{tramo I,II,IV}} = (30 \text{ cm} - 15,5 \text{ cm}) * 0,1 = 1,45 \text{ cm}$$
$$hger_{\text{tramo III}} = (30 \text{ cm} - 13,5 \text{ cm}) * 0,1 = 1,65 \text{ cm}$$

#### **4.11.2.9. Cálculo del espesor corregido de las capas granulares por reciclar (hgr\*)**

$$hgr^* = hgr - hger$$

$$hgr^*_{tramo I,II,IV} = 15,5 \text{ cm} - 1,45 = 14,05$$

$$hgr^*_{tramo III} = 15,5 \text{ cm} - 1,65 = 11,85$$

#### 4.11.2.10. Cálculo del espesor definitivo del espesor de pavimento por reciclar ( $Tr^*$ )

Finalmente se obtiene el  $Tr^*$  (espesor definitivo de pavimento por reciclar o el espesor a cortar) para cada tramo.

$$Tr^* = ha + hgr^*$$

$$Tr^*_{tramo I,II,IV} = 10 \text{ cm} + 14,05 = 24,05 \text{ cm}$$

$$Tr^*_{tramo III} = 12 \text{ cm} + 11,85 = 23,85 \text{ cm}$$

#### 4.12. Diseño Estructural del Pavimento Flexible

Involucra el análisis de diversos parámetros dentro de los cuales se incluyen: limitaciones de tiempo (comportamiento y periodo de análisis), confiabilidad, tráfico y efectos ambientales. Estos parámetros son necesarios para predecir un comportamiento confiable de la estructura del pavimento.

El método AASHTO es de amplia aceptación para el diseño de pavimentos flexibles, y se publicó por primera vez en el año 1972 y en la actualidad comienza a distribuirse la versión 2002. Hoy en día el método mantiene las ecuaciones de comportamiento de los pavimentos, como los modelos básicos que deben ser empleados en el diseño.

Para el cálculo del número estructural SN de las capas del pavimento flexible, el método AASHTO 93 propone el siguiente algoritmo:

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log(M_R) - 8.07$$

Donde:

SN = Número estructural.

$W_{18}$  = Número de ejes equivalentes de 80 kN (18 000 lb), en el período de diseño.

$Z_R$  = Desviación estándar normal.

$S_o$  = Error estándar.

$\Delta$ PSI = Diferencia entre el índice de servicio inicial y final.

$M_R$  = Módulo resiliente.

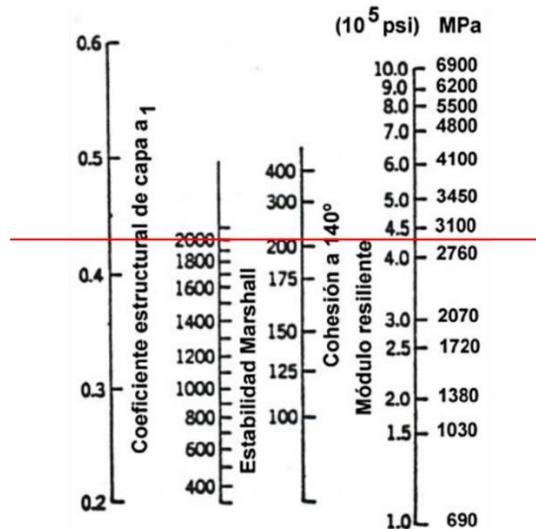
#### 4.12.1. Cálculo de coeficiente estructural de capa

Los coeficientes estructurales de capas se determinan con base a las características mecánicas de los materiales, en cada una de las capas tiene su coeficiente estructural ya sean estos en la capa de rodadura, base y subbase. Estos coeficientes  $a_i$  representan la capacidad estructural del material para resistir a las deformaciones y cargas solicitantes, y permiten convertir espesores reales a número estructurales (SN).

**4.12.1.1. Capa de la carpeta asfáltica ( $a_1$ ).** Se escoge en función de la Estabilidad Marshall (EM) proporcionada por el ábaco de la Figura 68, se estima una EM = 2000 lb.

**Figura 68**

*Ábaco para estimar el coeficiente estructural  $a_1$  y el módulo resiliente  $M_r$*



Fuente: Guía AASHTO 93

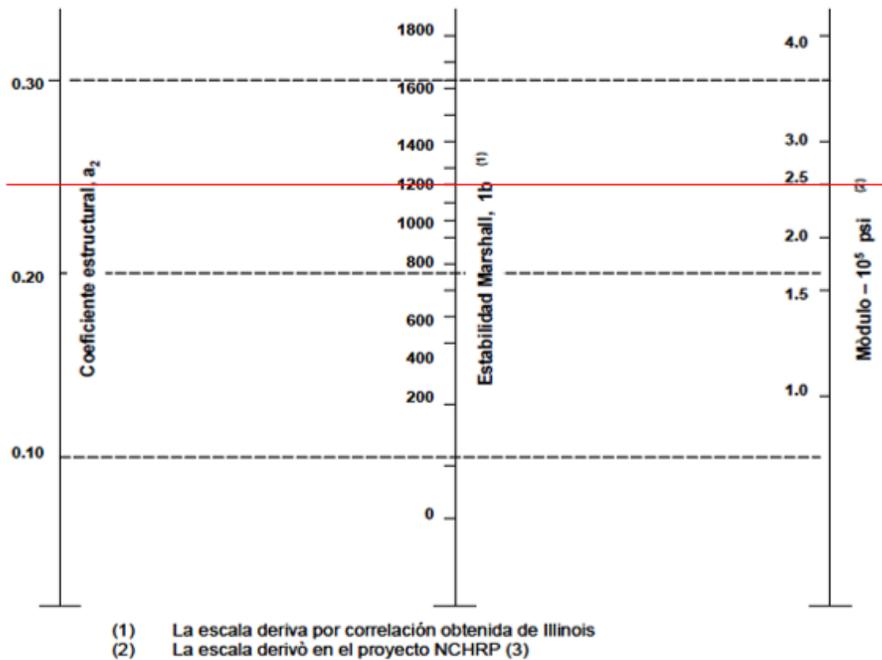
Midiendo a escala obtenemos el coeficiente estructural  $a_1 = 0.43$  y el módulo resiliente  $M_r = 430000$  psi.

#### 4.12.1.2. Capa de la base reciclada estabilizada con emulsión asfáltica ( $a_2$ ).

Debido al alto aforo de tráfico de la vía evaluada, se consideró base estabilizada con emulsión asfáltica para aumentar la rigidez de esta capa de pavimentos y a su vez ayuda a reducir el espesor de la carpeta asfáltica. Para calcular el coeficiente estructural y el módulo resiliente de la capa de base estabilizada, se propone una Estabilidad Marshall de 1200 libras utilizando el ábaco de la Figura 69 propuesto por la norma AASHTO, se determinó  $a_2 = 0.25$  y  $M_r = 250000$ .

**Figura 69**

*Ábaco de variación del coeficiente  $a_2$  estructural de la capa de base estabilizada con asfalto*

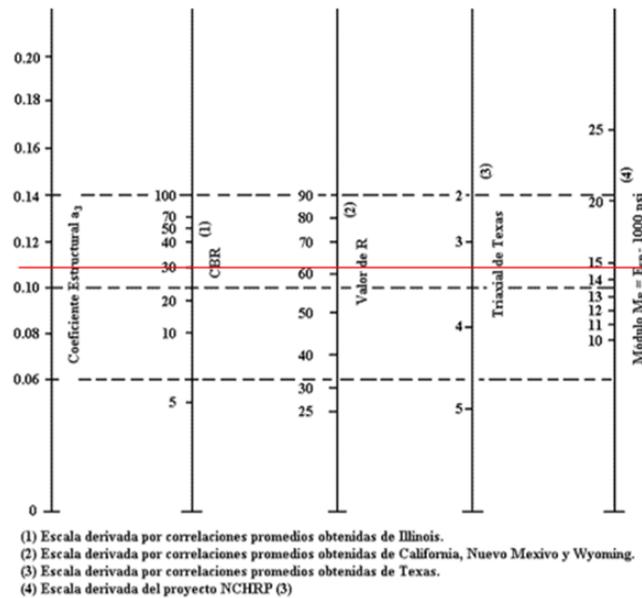


Fuente: Guía AASHTO 93

**4.12.1.3. Capa de la subbase granular (a3).** Para encontrar el coeficiente  $a_3$  para el diseño de la capa subbase granular, de acuerdo con las normas AASHTO y MTOP especifica que el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor del 30%. Se utiliza el ábaco de la Figura 70 propuesto por la norma y guiándose por el porcentaje de CBR (30%) se procede a trazar una línea horizontalmente.

**Figura 70**

*Ábaco de variación de coeficiente estructural para subbase granular  $a_3$  con diferentes parámetros de resistencia.*



Fuente: Guía AASHTO 93

Y se determina el valor del coeficiente estructural y el módulo resiliente de la subbase  $a_3 = 0.11$  y  $Mr = 14900$  psi.

**4.12.1.4. Capa del mejoramiento (a4).** Se ha determinado emplear mejoramiento con suelo seleccionado para reemplazar la subrasante pobre por una subrasante muy buena como lo indica la Guía AASHTO 93, se recomiendan los siguientes valores:

$a_4 = 0.024$  para reemplazar la subrasante de muy pobre y pobre por una subrasante regular con CBR (6% – 10%).

$a_4 = 0.030$  para reemplazar la subrasante de muy pobre y pobre por una subrasante buena con CBR (11% – 19%).

$a_4 = 0.037$  para reemplazar la subrasante de muy pobre y pobre por una subrasante buena con CBR  $\geq 20\%$ . (Ramos, 2013)

En el proyecto se estimó un CBR para mejoramiento del 20% que corresponde un coeficiente estructural  $a_4 = 0.037$ . Para obtener el módulo resiliente mediante la siguiente ecuación propuesta por la AASHTO.

$$Mr = 4326 \times \ln CBR + 241 \text{ [psi]}$$

$$Mr = 4326 \times \ln (20) + 241 \text{ [psi]}$$

$$Mr = 13200.54 \text{ [psi]}$$

Se determina el módulo resiliente del mejoramiento  $Mr = 13200.54$  psi.

#### ***4.12.2. Cálculos de Número Estructural (SN)***

Rodríguez (2013) menciona que es un indicador adimensional que requiere la estructura del pavimento para ofrecer un servicio de calidad durante el periodo de diseño que se haya establecido, representa la resistencia estructural de un pavimento en combinación con la capacidad de soporte del suelo, las cargas de los vehículos y el índice de servicio.

Riveros and Gaitan (2019) mencionan que para el cálculo del SN es necesario determinar el tránsito, desviación estándar, nivel de confiabilidad, índice de serviciabilidad, entre otros que se mostrarán en este trabajo de investigación y este se obtiene con la fórmula de diseño AASHTO 93 en función del mismo, se determinan los espesores de cada una de las capas que conforman la estructura del pavimento.

En la determinación del número estructural (SN) que conforma el pavimento se usó el programa Modified AASHTO Flexible Pavement Equation de la University of Idaho, en la siguiente tabla se detallan los datos de entrada para el cálculo del número estructural (SN) de cada capa.

**Tabla 65**

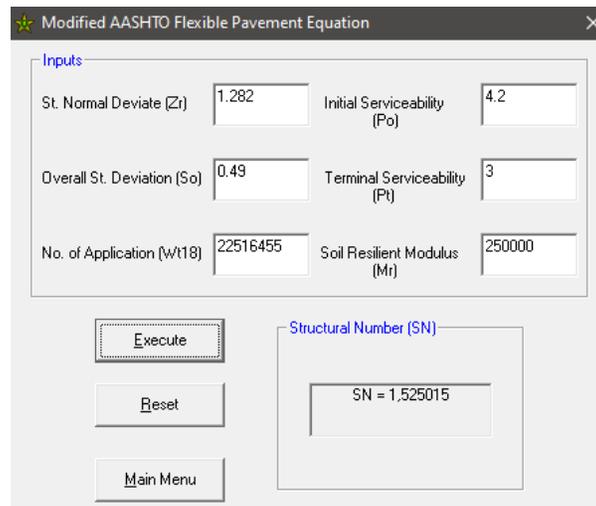
*Datos de Entrada*

| <b>DATOS DE ENTRADA</b>         |           |
|---------------------------------|-----------|
| ESAL'S (10 años)                | 22'516455 |
| Confiabilidad (R)               | 90%       |
| Desviación Normal Estándar (Zr) | -1,282    |
| Desviación Estándar (So)        | 0,49      |
| Serviciabilidad Inicial (Po)    | 4,2       |
| Serviciabilidad Final (Pt)      | 3         |

**4.12.2.1. SN de la Base reciclada estabilizada.** Se procede a calcular el número estructural como se muestra en la Figura 71, obteniendo un SN = 1,525

**Figura 71**

*Número Estructural de la Base reciclada estabilizada*



Fuente: Programa Modified AASHTO Flexible Pavement Equation

**4.12.2.2. SN de la Subbase granular.** El número estructural para esta capa da como resultado  $SN = 4,982$ , como se muestra en la Figura 72.

**Figura 72**

*Número Estructural de la Subbase Granular.*

| Inputs                     |          |                              |       |
|----------------------------|----------|------------------------------|-------|
| St. Normal Deviate (Zr)    | 1.282    | Initial Serviceability (Po)  | 4.2   |
| Overall St. Deviation (So) | 0.49     | Terminal Serviceability (Pt) | 3     |
| No. of Application (Wt18)  | 22516455 | Soil Resilient Modulus (Mr)  | 14900 |

Execute

Reset

Main Menu

Structural Number (SN)

SN = 4,981822

Fuente: Programa Modified AASHTO Flexible Pavement Equation

**4.12.2.3. SN del Mejoramiento.** Por medio de la aplicación se calcula el número estructural del mejoramiento  $SN = 5,203$  como se muestra en la Figura 73.

**Figura 73**

*Número Estructural del Mejoramiento*

| Inputs                     |          |                              |          |
|----------------------------|----------|------------------------------|----------|
| St. Normal Deviate (Zr)    | 1.282    | Initial Serviceability (Po)  | 4.2      |
| Overall St. Deviation (So) | 0.49     | Terminal Serviceability (Pt) | 3        |
| No. of Application (Wt18)  | 22516455 | Soil Resilient Modulus (Mr)  | 13200.54 |

Execute

Reset

Main Menu

Structural Number (SN)

SN = 5,202806

Fuente: Programa Modified AASHTO Flexible Pavement Equation

**4.12.2.4. SN de la Subrasante.** Se obtiene como resultado un SN = 7,6, que es el valor del número estructural del pavimento flexible.

**Figura 74**

*Número Estructural de la Subrasante*

Fuente: Programa Modified AASHTO Flexible Pavement Equation

**Tabla 66**

*Número Estructural (SN) del Pavimento Flexible.*

| PERÍODO DE DISEÑO | SN  |
|-------------------|-----|
| Diseño a 10 años  | 7,6 |

**4.12.1. Cálculo de espesores**

Una vez calculado el número estructural (SN) de cada capa se procede a identificar los espesores, convenientemente combinados, proporcionan la capacidad portante correspondiente a dicho SN. La ecuación que se utilizó para hallar los espesores de cada capa: carpeta asfáltica, base y subbase es la siguiente:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = Coeficientes estructurales de las capas: superficiales, base y subbase.

$D_1, D_2, D_3$  = Espesores de las capas: superficiales, base y subbase.

$m_2, m_3$  = Coeficientes de drenaje para base granular y subbase granular.

**Tabla 67**

*Datos de entrada para el diseño de la estructura del pavimento*

| <b>CAPAS</b>                | <b>Coeficientes Estructurales (<math>a_i</math>)</b> | <b>Coeficientes de Drenaje (<math>m_i</math>)</b> | <b>Números Estructurales (SN)</b> |
|-----------------------------|--|---|-----------------------------------|
| Carpeta Asfáltica           | 0,43   |   |                                   |
| Base Reciclada Estabilizada | 0,13   | 1,00  | 1,525                             |
| Subbase                     | 0,11   | 1,00  | 4,982                             |
| Mejoramiento                | 0,037  | 1,00  | 5,203                             |
| Subrasante                  |  |   | 7,6                               |

Una vez determinados todos los datos de entrada, el diseño se realizó mediante el método “Diseño por Análisis por Capas”, el procedimiento se demuestra a continuación:

**4.12.1.1. Espesor de la Carpeta Asfáltica.** Para el cálculo del espesor, se aplicó la ecuación de la AASHTO con los valores calculados con anterioridad.

$$SN_1 = a_1 \times D_1$$

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{1,525}{0,43}$$

$$D_1 = 3,55 \text{ pulg}$$

Se procede asumir:

$$D'_1 = 4 \text{ pulg}$$

Con el valor del espesor de la carpeta asfáltica adoptado, se corrige el número estructural:

$$SN'_1 = a_1 \times D'_1$$

$$SN'_1 = 0,43 \times 4$$

$$SN'_1 = 1,72$$

$$SN'_1 \geq SN_1$$

$$1,72 \geq 1,521 \quad OK.$$

**4.12.1.2. Espesor de la Base Reciclada Estabilizada.** Para el cálculo del espesor tenemos:

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 \times m_2}$$

$$D_2 = \frac{4,982 - 1,72}{0,25 \times 1,0}$$

$$D_2 = 13 \text{ pulg}$$

Se adopta un espesor máximo de 30 cm recomendado por profesionales con experiencia en vista que la capa de la Base Reciclada Estabilizada está sobredimensionada.

$$D'_2 = 12 \text{ pulg}$$

Se procede a calcular el número estructural con el valor del espesor de la Base Reciclada Estabilizada calculado anteriormente, por medio de la siguiente ecuación:

$$SN'_2 = a_2 \times m_2 \times D'_2$$

$$SN'_2 = 0,25 \times 1 \times 12$$

$$SN'_2 = 3$$

**4.12.1.3. Espesor de la Subbase Granular.** Para el cálculo del espesor  $D_3$  tenemos:

$$D_3 = \frac{SN_3 - (SN'_1 + SN'_2)}{a_3 \times m_3}$$

$$D_3 = \frac{5,203 - (1,72 + 3)}{0,11 \times 1}$$

$$D_3 = 4,39 \text{ pulg}$$

En vista de que el valor del espesor de la capa de subbase está subdimensionado, lo que ocasiona que no cumpla con las especificaciones técnicas recomendadas por profesionales con experiencia se adopta un espesor máximo de 40 cm.

$$D'_3 = 15,5 \text{ pulg}$$

$$SN'_3 = a_3 \times m_3 \times D'_3$$

$$SN'_3 = 0,11 \times 1 \times 15,5$$

$$SN'_3 = 1,705$$

**4.12.1.4. Espesor del Mejoramiento.** Para el cálculo del espesor  $D_4$ , se procede a calcular:

$$D_4 = \frac{SN_4 - (SN'_1 + SN'_2 + SN'_3)}{a_4 \times m_4}$$

$$D_4 = \frac{7,6 - (1,72 + 3 + 1,705)}{0,037 \times 1}$$

$$D_4 = 31,76 \text{ pulg}$$

$$D'_4 = 32 \text{ pulg}$$

#### 4.13. Resultados y análisis de diseño del pavimento flexible

La evaluación de las condiciones del pavimento de la vía Santa Elena – Ballenita se ha desarrollado con la finalidad de establecer un plan de rehabilitación o reconstrucción de la vía, el cual servirá como una herramienta para la ejecución de trabajos por parte de las entidades competentes, una vez obtenido los resultados de cada uno de los trabajos de campo y analizado cada una de ellas, se puede considerar la solución más factible para esta clase de vía.

La carencia de un mantenimiento oportuno a las fallas encontradas a lo largo de la vía ha logrado que se deteriore la capa de rodadura al nivel de que no brinde un servicio adecuado, por lo cual la vía necesita una intervención inmediata para que esta recupere sus condiciones óptimas al servicio de los usuarios que transitan en ella.

En las Tablas 68 y 69 respectivamente se muestran los diseños de rehabilitación propuestos tanto por sobrecapa y reciclado en frío.

**Tabla 68**

*Resumen del diseño de rehabilitación por sobrecapa asfáltica*

| <b>REHABILITACIÓN POR SOBRECAPA ASFÁLTICA</b> |                |              |   |                                    |                                |                                    |
|---|----------------|--------------|---|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| <b>TRAMO</b>                                  | <b>ABSCISA</b> |              | <b>ESPEORES DE DISEÑO PARA 10 AÑOS (cm)</b> |                                    |                                |                                    |
|   | <b>Desde</b>   | <b>Hasta</b> | <b>Carpeta asfáltica nueva</b>              | <b>Carpeta asfáltica existente</b> | <b>Base granular existente</b> | <b>Sub-base granular existente</b> |
| I   | 0+000          | 0+350        | 16,79                                       | 15                                 | 30                             | 40                                 |
| II  | 0+350          | 1+050        | 16,79                                       | 15                                 | 30                             | 40                                 |
| III   | 1+050          | 1+480        | 23,77                                       | 12                                 | 30                             | 40                                 |
| IV  | 1+480          | 1+710        | 16,79                                       | 15                                 | 30                             | 40                                 |

**Tabla 69***Resumen del diseño de rehabilitación con reciclado en frío*

| <b>REHABILITACIÓN CON RECICLADO EN FRÍO</b> |                |              |   |  |                               |                          |  |
|---|----------------|--------------|---|--|-------------------------------|--------------------------|--|
| <b>TRAMO</b>                                | <b>ABSCISA</b> |              | <b>ESPEORES DE DISEÑO PARA 10 AÑOS (cm)</b> |  |                               |                          |  |
|   | <b>Desde</b>   | <b>Hasta</b> | <b>Carpeta<br/>asfáltica<br/>nueva</b>      | <b>Carpeta<br/>asfáltica<br/>existente</b> | <b>Material<br/>reciclado</b> | <b>Base<br/>granular</b> | <b>Sub-base<br/>granular<br/>existente</b> |
| I   | 0+000          | 0+350        | 12,5  | 15   | 24,05                         | 17,5                     | 40   |
| II  | 0+350          | 1+050        | 12,5  | 15   | 24,05                         | 17,5                     | 40   |
| III   | 1+050          | 1+480        | 12,5  | 12   | 23,85                         | 17,5                     | 40   |
| IV  | 1+480          | 1+710        | 12,5  | 15   | 24,05                         | 17,5                     | 40   |

Realizando la comparación de los dos diseños de rehabilitación calculados anteriormente mediante el método del Instituto del Asfalto se puede distinguir que para la rehabilitación por sobrecapa se necesita un espesor de recapeo mayor que el obtenido por el método de reciclado en frío, para el tramo I, II y IV se tendría un espesor total de capa de rodadura de 31,79 cm y para el tramo III de 35,77 cm, en cambio por el método de reciclado obtenemos para todos los tramos evaluados un espesor de carpeta asfáltica de 12,5 cm para ambos casos se obtiene una carpeta asfáltica de espesores elevados quedando la rasante vial arriba de las obras complementarias existentes como acera, bordillos y obras de drenaje; no siendo funcional estas alternativas e inclusive afectarían los niveles de las edificaciones del sector.

El pavimento existente en la vía de acuerdo a sus espesores no satisface las cargas de tránsito actuales por lo consiguiente no resistiría el volumen de tránsito proyectado para los 10 años estimados en este proyecto de investigación, por tratarse de una vía principal de gran interés y de desarrollo dentro de la provincia de Santa Elena, se ha dado la importancia para iniciar con acciones de reconstrucción en la vía para lo cual se hizo un diseño del pavimento con los resultados obtenidos de tráfico actual de la vía para obtener un Numero Estructural (SN) que soporte las cargas de tránsito actuales.

La reconstrucción consiste en la demolición, remoción y reemplazo parcial o total del pavimento asfáltico existente, conservando la explanación y el alineamiento de la vía, se aplica cuando el pavimento se encuentra colapsado por exceso de problemas estructurales, incluso de las capas subyacentes, presentando elevados índices de deterioros y no posee vida residual (Sánchez Sebogal, 2005).

La estructura se reemplaza como si fuese la construcción de un nuevo pavimento, esto implica la adaptación de la estructura del pavimento para un tránsito más pesado. Las técnicas de reconstrucción ofrecen la opción de seleccionar los materiales vírgenes, utilización de materiales estabilizados reciclando los materiales existentes. Se debe considerar el hecho que el uso de material reciclado puede tener un impacto grande en los costos de los pavimentos (Osuna Ruiz, 2008).

La propuesta para los trabajos de reconstrucción se sujeta a las normas y Especificaciones Generales para construcción de puentes y caminos MTOP-001-E-2000, la NEVI-12 y la ASSHTO 93, respectivamente; por consiguiente, se muestra en la Tabla 70 los valores estructurales de cada capa que cumplen con las condiciones para un adecuado diseño de estructura de pavimento flexible.

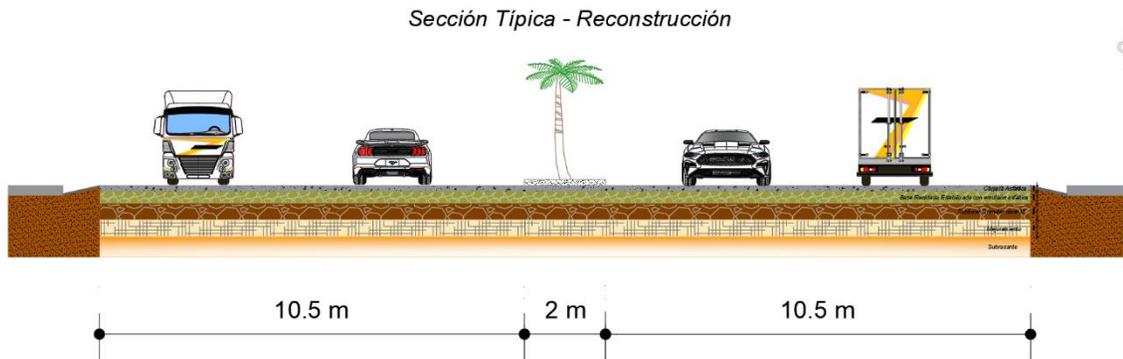
**Tabla 70**

*Diseño propuesto de las capas de la estructura del pavimento flexible*

| CAPAS  | VARIABLE       | ESPEORES DE CAPA |             |
|--|----------------|------------------|-------------|
|  |                | Pulgadas         | Centímetros |
| Carpeta Asfáltica                                  | D <sub>1</sub> | 4                | 10          |
| Base Reciclada Estabilizada con Emulsión Asfáltica | D <sub>2</sub> | 13               | 30          |
| Subbase Granular clase III                         | D <sub>3</sub> | 15,5             | 40          |
| Mejoramiento                                       | D <sub>4</sub> | 32               | 81          |

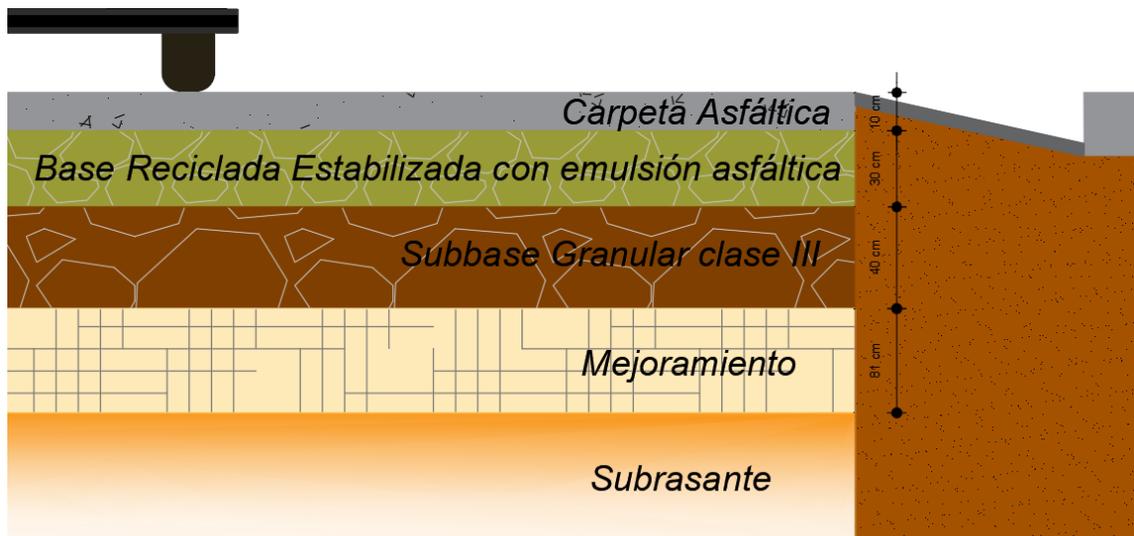
**Figura 75**

*Sección Típica de la Reconstrucción - Propuesta*



**Figura 76**

*Espesores del Diseño de Pavimento Flexible*



## CAPÍTULO 5

### PRESUPUESTO DEL DISEÑO DE LA RECONSTRUCCIÓN

#### 5.1. Presupuesto

##### 5.1.1. Análisis de Precios Unitarios (APU)

El APU es un modelo matemático que estima el costo por unidad de cada rubro, donde se calcula los costos de los materiales, transporte, personal operacional, equipos y herramientas que se requieren como se muestra en el Anexo H.

##### 5.1.2. Presupuesto referencial

Para determinar se definieron los rubros a ejecutarse en base a las cantidades obtenidas del proyecto y se estableció un precio unitario para cada uno. Obteniendo un costo total con respecto a la reconstrucción de \$2'105.336,85 en base al diseño de la rehabilitación del pavimento flexible de nuestro proyecto que se muestra con detalle en la Figura 77.

**Figura 77**

*Presupuesto Referencial de Reconstrucción*

| RUBRO                          | DESCRIPCION  | UN | CANT.     | PRECIO UNITARIO USD | PRECIO TOTAL USD    |
|--------------------------------|--|----|-----------|---------------------|---------------------|
| <b>RECONSTRUCCIÓN (1710 m)</b> |  |    |           |                     |                     |
| 1                              | LETRERO DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA  | U  | 3,00      | 315,32              | 945,96              |
| 2                              | TRAZADO Y REPLANTEO  | M2 | 9.030,00  | 0,93                | 8.397,90            |
| 3                              | EXCAVACION SIN CLASIFICAR (INC.DESALOJO)                                   | M3 | 28.728,00 | 2,73                | 78.427,44           |
| 4                              | RECONFORMACIÓN DE LA SUBRASANTE  | M2 | 39.330,00 | 0,82                | 32.250,60           |
| 5                              | MEJORAMIENTO HIDRATADO Y COMPACTADO (INC. TRANSPORTE)                      | M3 | 30.472,20 | 8,56                | 260.842,03          |
| 6                              | SUB-BASE GRANULAR CLASE III (INC. TRANSPORTE)                              | M3 | 14.364,00 | 12,05               | 173.086,20          |
| 7                              | BASE RECICLADA ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA (MEZCLADO Y COMPACTADO) | M3 | 10.773,00 | 69,89               | 752.924,97          |
| 8                              | RIEGO DE LIGA ASFÁLTICA  | M2 | 35.910,00 | 1,09                | 39.141,90           |
| 9                              | CARPETA ASFÁLTICA (INC. TRANSPORTE) e = 4"                                 | M2 | 35.910,00 | 13,41               | 481.553,10          |
| 10                             | PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DOBLE PARED ESTRUCTURADA AALL 335MM | ML | 879,00    | 60,89               | 53.522,31           |
| 11                             | SUMIDERO DE HORMIGÓN ARMADO (REJILLA DE VARILLA)                           | U  | 17,00     | 130,83              | 2.224,11            |
| 12                             | DESBROCE Y LIMPIEZA DE MALEZA  | Ha | 0,43      | 19,69               | 8,41                |
| 13                             | LIMPIEZA A MANO DE CUNETAS   | M  | 1.435,00  | 0,95                | 1.363,25            |
| 14                             | LIMPIEZA A MANO DE ALCANTARILLAS   | U  | 25,00     | 22,81               | 570,25              |
| 15                             | LIMPIEZA A MANOS DE SUMIDEROS  | U  | 5,00      | 5,70                | 28,50               |
| 16                             | PINTURA DE TRÁFICO   | M2 | 1.539,00  | 11,69               | 17.990,91           |
| 17                             | AGUA PARA EL CONTROL DEL POLVO   | M3 | 54.224,10 | 3,72                | 201.713,65          |
| 18                             | CINTA PLASTICA DE SEGURIDAD  | M  | 84,00     | 1,99                | 167,16              |
| 19                             | PARANTE CON BASE DE HORMIGÓN   | U  | 15,00     | 11,88               | 178,20              |
| <b>TOTAL</b>                   |  |    |           |                     | <b>2.105.336,85</b> |

# CAPÍTULO 6

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

Se observan fallas de tipo funcional y estructural como grietas longitudinales y transversales, huecos, pulimiento de agregados y ahuellamiento causadas por origen diverso entre estas se pueden mencionar el incremento de las cargas de tránsito ante la imposibilidad del asfalto de resistir los volúmenes de tráfico de hoy en día primero aparecen fallas como piel de cocodrilo que con el pasar del tiempo esta falla progresa formando huecos, asimismo la deficiencia en el proceso constructivo ante la incapacidad de lograr una compactación adecuada de las capas del pavimento generan ahuellamientos y a su vez hinchamiento y corrugaciones en el borde del carril. Con la aplicación de la metodología Índice de Condición del Pavimento (PCI), en la evaluación superficial del pavimento flexible, para los tramos 1,2 y 4 se obtuvo una calificación del pavimento en condiciones buenas, y para el 3 tramo del pavimento se lo calificó como malo porque existe un nivel de deterioro alto.

Con los resultados obtenidos en el tráfico proyectado para 10 años en la vía de estudio el Tráfico Promedio Diario Anual al año horizonte 2030 será de 27333 vehículos por día que de acuerdo a la Tabla 36 emitida por la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP está será una Autovía o Carretera Multicarril con su clasificación funcional AV2, actualmente el TPDA es de 16,657 veh por día clasificando a la vía como una Autovía o Carretera Multicarril con su clasificación funcional AV1, se obtiene un ESAL's de diseño 22'516455.

Para el estudio de mecánica de suelos se excavaron 4 calicatas con una profundidad de 1.50 m, los suelos encontrados en la vía Santa Elena – Ballenita corresponden a limos arcillosos y arenas limosas en su mayoría y con los resultados de los ensayos de suelos realizados en laboratorio se determinó la capacidad de soporte obteniendo un CBR de diseño de la subrasante de 2.65%.

Se descarta las alternativas de rehabilitación de reciclado en frío de 12,5 cm y la sobrecarpeta de 16,79 cm y 23,77 cm debido a que la cota de la rasante vial quedaría arriba de las obras complementarias existentes como acera, bordillos y obras de drenaje; no siendo funcional e inclusive afectarían los niveles de las edificaciones del sector concluyendo que la reconstrucción sería la alternativa de solución más idónea para ser incorporada en la vía del sector de estudio cuya estructura del pavimento es la siguiente: 4 pulgadas (10 centímetros) de carpeta asfáltica, 12 pulgadas (30 centímetros) de base reciclada estabilizada con emulsión asfáltica, 15,5 pulgadas (40 centímetros) de sub-base granular y 32 pulgadas (81 centímetros) de mejoramiento, mismos que cumplen con las especificaciones técnicas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador.

El presupuesto referencial o costo estimado referente a la reconstrucción en base al diseño del pavimento es de \$2'105.336,85.

## **6.2. Recomendaciones**

En el presente trabajo se realizó una evaluación estructural del pavimento flexible proporcionando información real y confiable de la condición actual del pavimento flexible de la vía a través de estudios de suelos, capa de rodadura y de tráfico, se recomienda utilizar este tipo de evaluación pues es una herramienta completa e indispensable para la toma de decisiones identificando con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación y mantenimiento de la vía.

Para su correcta durabilidad y utilidad, es aconsejable realizar monitoreos y mantenimientos periódicos a la estructura del pavimento como limpieza de calzada, control de la vegetación, mantenimiento del sistema de drenaje, señalización vertical y horizontal, la elección adecuada de mantenimiento permite prolongar la vida útil del pavimento y alcanzar las expectativas de funcionalidad del mismo evitando daños prematuros y permanentes, lo cual representa un ahorro de recursos y costos de operación.

Se recomienda una intervención urgente por parte de las autoridades encargadas del mantenimiento y rehabilitación de la vía para evitar que se agraven las severidades de las fallas tales como: piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales, etc., debido a la fatiga por las altas cargas de tránsito acumuladas que soporta diariamente la vía.

Se deberá garantizar el adecuado funcionamiento de las redes de alcantarillado, prestando atención al diseño del drenaje, al realizar la evaluación del estudio del drenaje se puede observar cajas de registro, pero existe carencia de sumideros en el tramo 0+750 – 1+710, en si es el tramo de más cuidado ya que este se califica en malas condiciones, por tal razón, se recomienda la construcción de sumideros de manera el agua permanecerá el menor tiempo posible en la estructura.

Dados los resultados del diseño de reconstrucción del pavimento flexible con base reciclada estabilizada con emulsión asfáltica se puede apreciar la reducción de los espesores de cada una de las capas dentro de la estructura del pavimento, se propone una Subbase Granular de clase III debido a las canteras existentes en la Provincia que pueden proporcionar el material lo que reduce costos.

No es posible determinar el estado de la estructura del pavimento únicamente con el índice de deterioro, es necesario realizar un estudio de deflexiones para determinar el estado de la estructura de la vía, ya que esta presenta diferentes condiciones a lo largo del tramo a intervenir.

## REFERENCIAS

- AASHTO. (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*.
- Almeida, F., & Sánchez, E. (2011). *Estabilización de suelos con el uso de emulsiones asfálticas catiónicas de rotura lenta. Caso de estudio vía Las Mercedes - Puerto Nuevo, Provincia Santo Domingo de Los Tsáchilas*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Quito, Ecuador.
- Amaya, O. F. (2019). *Diseño de la estructura de un pavimento flexible aplicando el Método AASHTO-93, para el corredor vial comprendido entre la Diagonal 65 - Cai Boston - Cruce vía Yuma en Barrancabermeja, Santander*. [Tesis de Grado, Universidad Militar Nueva Granada]. Bogotá D.C., Colombia.
- Andrade, G. E. (2017). *Evaluación del estado actual del pavimento flexible del ingreso a la comunidad de Daular desde la Vía a la Costa hasta el puente sobre el canal de CEDEGE, Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas*. [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]. Guayaquil, Ecuador.
- ASPHALT INSTITUTE. (2001). *Manual Básico de Emulsiones Asfálticas, MS N° 19S*. Asphalt Emulsion Manufacturers Association AEMA.
- ASTM. (2004). *ASTM D6433-03. Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamiento*.
- Ávila, A. (2013). *Bases Estabilizadas con emulsión asfáltica para pavimentos (Aplicación Calle Nogales Parroquia Nayón L=1.0 Km)*.
- Botía, W. Á. (2015). *Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo* [Tesis de Grado, Universidad Militar Nueva Granada]. Bogotá D.C., Colombia.
- CADS-ESPOL. (2013). *Proyecto de Evaluación de Vulnerabilidad y Reducción de Riesgo de Desastres a Nivel Municipal en el Ecuador ECHO/DIP/BUD/2011/91002. Análisis de vulnerabilidad del cantón Santa Elena*.
- Caldas, A. E., & Erazo, R. H. (2018). *Evaluación estructural del pavimento flexible de la Vía Laurel desde el desvío "La Vuelta" hasta el desvío "Pueblo Nuevo", ubicado en el cantón Daule de la Provincia del Guayas*. [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]. Guayaquil, Guayas.
- Calderón, A., & Múnera, J. C. (2013, 05/11/13). *Procedimiento de Diseño de Mezcla*.

- Canturias, L. C., & Watanabe, J. R. (2017). *Aplicación del método PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la Avenida Camino Real de la Urbanización La Rinconada del Distrito de Trujillo* [Tesis de Grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Trujillo, Ecuador.
- Carahuatay, R. E. (2015). *Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel-Pablo, tramo San Miguel-Sununden; mediante el análisis deflectométrico* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Cajamarca, Perú.
- Cárdenas, J. R. (2016). *Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexibles, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de rodadura de la Avenida Carlos La Torre Cortéz, Distrito de Huanta, Provincia de Huanta, Región Ayacucho-Agosto 2016*. [Tesis de Grado, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote]. Ayacucho, Perú.
- Cardona, C., & Prieto, S. (2014). *Comparación metodologías INVIAS y metodología Mexicana (Instituto Mexicano SEDESOL) para evaluación de condición superficial de estructuras de pavimento* [Monografía, Universidad Militar Nueva Granada]. Bogotá, Colombia
- Cayambe, P. D., & Santillán, J. Y. (2015). *Evaluación de Pavimentos Flexibles por el Método Paver y Propuesta de Mantenimiento Vial Integral de la carretera Colta-Alausi de la Provincia de Chimborazo*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Riobamba, Ecuador.
- Ccallo, S. (2019). *Evaluación Estructural y Superficial del Pavimento Flexible del Terminal Terrestre de la Ciudad de Ayaviri–Melgar–Puno. Empleando ensayos no destructivos* [Tesis de Grado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]. Juliaca, Perú.
- Cordo, O. (2006). *Diseño de Pavimentos (AASTHO-93)*. Escuela de Caminos de Montaña de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional San Juan.
- Corros, M., Urbáez, E., & Corredor, G. (2009). *Manual de Evaluación de Pavimentos*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Curiel, C. (2004). *Pavimentos*.
- Díaz, J. M. (2014). *Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles* [Tesis de Grado, Universidad Militar Nueva Granada]. Bogotá D.C., Colombia. <http://hdl.handle.net/10654/12102>
- Escobar, L., & Huincho, J. (2017). *Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa-Sachapite*,

- Huancavelica-2017*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Huancavelica, Perú.
- Flores, C. A., & Vásquez, M. E. (2017). *Relación de las propiedades Marshall de estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica en caliente, durante su colocación y posterior a la misma*. [Maestría en Ingeniería en Viabilidad y Transportes, Universidad de Cuenca]. Cuenca, Ecuador.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Santa Elena*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena. (2015 - 2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Santa Elena*.
- Grau, C. A. (2014). *Evaluación del pavimento de la Vía Perimetral, tramo Tercer Puente-desvío Prosperina, en función de su servicialidad y capacidad estructural para determinar el mantenimiento adecuado* [Tesis de Grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Guayas, Ecuador  
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1365>
- Heredía, J., & C.A., A. (2009). Clasificación de las fallas de pavimentos flexibles y rígidos.
- Higuera, C. H. (2010). *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras: Principios fundamentales, el tránsito, factores climáticos y geotecnia vial* (Vol. 1). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- INEC. (2010). Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador. Fascículo Provincial Santa Elena.
- Leguía, P., & Pacheco, H. (2016). *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho–Huaura–Lima)* [Tesis de Grado, Universidad San Martín de Porres]. Lima, Perú.
- Loría, L. G. (2019). Estructura del Pavimento Flexible.
- Menéndez, J. R. (2009). *Ingeniería de Pavimentos, Materiales, Diseño y Conservación*. (Vol. 1). Fondo Editorial ICG (Instituto de la Construcción y Gerencia)
- Minaya, S., & Ordoñez, A. (2006). *Diseño moderno de pavimentos asfálticos*. Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para carreteras, Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías*. Agora.

- Mora, C. C. (2017). *Evaluación del estado actual del Pavimento Flexible del ingreso a la comunidad de Daular desde la Vía a la Costa hasta el Puente sobre el canal de CEDEGE, Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas*. [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil].
- MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*.
- Navarro, S. (2018). *Ingeniería de Tránsito*. 300.
- NEC. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción. Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente*. Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- NEVI-12-MTOP. (2013). *Norma para estudios y Diseños Viales (Vol. 2)*.
- Olivera, F. (1996). *Estructuración de vías terrestres*. Compañía Editorial Continental SA (CECSA).
- Ordinola, D. J. (2019). *Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento del pavimento flexible de la carretera Piura - Paita*. [Tesis de Grado, Universidad de Piura]. Piura, Perú.
- Paucar, A. (2019). *Diseño Hidráulico del Alcantarillado Pluvial del Barrio San Francisco de la Parroquia Cutuglacua*.
- Ramos, L. (2013). *Análisis de la estructura y del diseño geométrico de la vía Piatúa 4 de Agosto, hasta San Juan de Piatúa del Cantón Santa Clara, provincia de Pastaza para mejorar el tráfico vehicular y fomentar la producción agrícola*.
- Reyes, F., & Rondón, H. (2015). *Pavimentos: Materiales, construcción y diseño*. ECOE ediciones.
- Riveros, L. P., & Gaitan, J. S. (2019). *Determinar el deterioro del pavimento flexible mediante metodología de auscultación Vizir y PCI con relación al CBR y la estructura de pavimento*. [Tesis de Grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.]. Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, E. D. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla* [Tesis de Grado, Universidad de Piura]. Piura, Perú.  
[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI\\_180.pdf?sequence=](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf?sequence=)
- Rodríguez, P. N. (2013). *Rehabilitación de Vía de Acceso a Zona Industrial Km. 4.5 Vía Durán - Tambo*. [Tesina de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Guayaquil, Ecuador.

- Romero, D. L. (2017). *Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la Vía Siberia-Tenjo en la Sabana de Bogotá*. [Tesis de Grado, Universidad Católica de Colombia]. Bogotá, Colombia.
- Ruiz, D. A. (2019). *Aplicación de metodología de evaluación PCI a pavimento flexible en la localidad de Engativá* [Tesis de Grado, Universidad Militar Nueva Granada]. Bogotá D.C., Colombia.
- Sanchez, F. (2001). *Diseño de Obras de Rehabilitación para la corrección de deficiencia estructurales*.
- Silva, J. J. (2019). *Evaluación Visual y Estructural del Pavimento Flexible de la Urbanización Los Jardines, Barranca-2017* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Huaraz-Perú.
- Tacza, E. B., & Rodriguez, B. O. (2018). *Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado* [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Lima, Perú.
- Thenoux, G., & Gaete, R. (2012). Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico. *Revista Ingeniería de Construcción*, (14), 56-72.
- Vásquez, L. R. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Universidad Nacional de Colombia.
- Vergara, A. J. (2015). *Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología PCI tramo Quichuay–Ingenio del KM 0+000 al KM 1+2014* [Tesis de Grado, Universidad del centro del Perú.]. Huancayo, Perú.

# ANEXOS

ANEXO A. ESTUDIO DE TRÁFICO

ANEXO B. INFORMES ENSAYO DE SUELOS

ANEXO C. EXTRACCIÓN DE NUCLEOS

ANEXO D. CURVAS DE VALOR DEDUCIDO

ANEXO E. EVALUACIÓN DEL PCI

ANEXO F. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE FALLAS EN EL PAVIMENTO

ANEXO G. SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO

ANEXO H. APU PRESUPUESTO REFERENCIAL



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR**

|                          |   |                           |                                  |
|--------------------------|---|---------------------------|----------------------------------|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |                           |                                  |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Estación de Aforo:</b> | Terminal Terrestre               |
| <b>Fecha:</b>            | Martes, 29 de Diciembre de 2020   | <b>Abscisa:</b>           | 1+180                            |
| <b>Tiempo de Conteo:</b> | 12 Horas  | <b>Tesistas:</b>          | Andrea Chonillo - Lissette Palma |

| HORAS        | DIRECCIÓN | LIVIANOS | BUSES       | CAMIONES    |             |            |            |           | VOLQUETA |           | TRACTO CAMIÓN |          |          |          | R        | TOTAL DE VEHÍCULOS | % TOTAL DE VEHÍCULOS |               |
|--------------|-----------|----------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-----------|----------|-----------|---------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|----------------------|---------------|
|              |           |          |             | 2D          | 2DA         | 2DB        | 3A         | 4C        | V2DB     | V3A       | 2S1           | 2S2      | 3S2      | 3S3      |          |                    |                      |               |
| 6:00 AM      | 7:00 AM   | A - B    | 145         | 73          | 15          | 7          | 3          | 0         | 0        | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 243                  | 2,16          |
|              |           | B - A    | 192         | 82          | 17          | 6          | 7          | 1         | 0        | 1         | 0             | 0        | 0        | 1        | 0        | 0                  | 307                  | 2,72          |
| 7:00 AM      | 8:00 AM   | A - B    | 168         | 101         | 23          | 3          | 11         | 0         | 1        | 1         | 1             | 0        | 0        | 0        | 1        | 0                  | 310                  | 2,75          |
|              |           | B - A    | 233         | 93          | 27          | 8          | 8          | 2         | 0        | 2         | 1             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 374                  | 3,32          |
| 8:00 AM      | 9:00 AM   | A - B    | 302         | 114         | 58          | 16         | 6          | 1         | 0        | 4         | 0             | 1        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 502                  | 4,46          |
|              |           | B - A    | 308         | 122         | 63          | 8          | 3          | 0         | 0        | 5         | 0             | 0        | 0        | 0        | 1        | 0                  | 510                  | 4,53          |
| 9:00 AM      | 10:00 AM  | A - B    | 207         | 134         | 34          | 11         | 5          | 0         | 1        | 2         | 1             | 0        | 0        | 1        | 0        | 0                  | 396                  | 3,51          |
|              |           | B - A    | 214         | 126         | 55          | 5          | 9          | 2         | 0        | 0         | 1             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 412                  | 3,66          |
| 10:00 AM     | 11:00 AM  | A - B    | 244         | 137         | 43          | 7          | 7          | 0         | 0        | 3         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 441                  | 3,91          |
|              |           | B - A    | 281         | 122         | 52          | 10         | 9          | 1         | 0        | 0         | 1             | 0        | 0        | 0        | 1        | 0                  | 477                  | 4,23          |
| 11:00 AM     | 12:00 PM  | A - B    | 323         | 153         | 53          | 8          | 6          | 0         | 1        | 0         | 1             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 545                  | 4,84          |
|              |           | B - A    | 352         | 128         | 50          | 5          | 8          | 1         | 0        | 2         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 1                  | 547                  | 4,85          |
| 12:00 PM     | 01:00 PM  | A - B    | 395         | 139         | 65          | 19         | 9          | 0         | 0        | 4         | 1             | 0        | 0        | 1        | 0        | 0                  | 633                  | 5,62          |
|              |           | B - A    | 403         | 127         | 77          | 12         | 11         | 0         | 0        | 5         | 0             | 0        | 0        | 0        | 1        | 0                  | 636                  | 5,64          |
| 01:00 PM     | 02:00 PM  | A - B    | 239         | 92          | 33          | 8          | 9          | 0         | 0        | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 381                  | 3,38          |
|              |           | B - A    | 256         | 75          | 41          | 6          | 3          | 0         | 0        | 3         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 384                  | 3,41          |
| 02:00 PM     | 03:00 PM  | A - B    | 280         | 82          | 32          | 8          | 3          | 0         | 0        | 1         | 0             | 1        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 407                  | 3,61          |
|              |           | B - A    | 268         | 83          | 45          | 3          | 5          | 0         | 1        | 3         | 1             | 0        | 0        | 1        | 0        | 0                  | 410                  | 3,64          |
| 03:00 PM     | 04:00 PM  | A - B    | 344         | 95          | 33          | 6          | 3          | 1         | 0        | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 482                  | 4,28          |
|              |           | B - A    | 321         | 92          | 41          | 15         | 5          | 0         | 0        | 0         | 0             | 0        | 1        | 0        | 0        | 0                  | 475                  | 4,22          |
| 04:00 PM     | 05:00 PM  | A - B    | 407         | 112         | 68          | 4          | 10         | 1         | 1        | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 603                  | 5,35          |
|              |           | B - A    | 382         | 106         | 66          | 17         | 2          | 0         | 0        | 1         | 1             | 0        | 0        | 0        | 1        | 1                  | 577                  | 5,12          |
| 05:00 PM     | 06:00 PM  | A - B    | 416         | 102         | 75          | 3          | 8          | 1         | 0        | 0         | 1             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 606                  | 5,38          |
|              |           | B - A    | 408         | 114         | 72          | 11         | 2          | 0         | 0        | 0         | 2             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 609                  | 5,41          |
| <b>TOTAL</b> |           |          | <b>7088</b> | <b>2604</b> | <b>1138</b> | <b>206</b> | <b>152</b> | <b>11</b> | <b>5</b> | <b>37</b> | <b>12</b>     | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>2</b>           | <b>11267</b>         | <b>100,00</b> |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR</b> |   |                           |                                  |
|------------------------------------|---|---------------------------|----------------------------------|
| <b>Proyecto:</b>                   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |                           |                                  |
| <b>Ubicación:</b>                  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Estación de Aforo:</b> | Terminal Terrestre               |
| <b>Fecha:</b>                      | Miércoles, 30 de Diciembre de 2020  | <b>Abscisa:</b>           | 1+180                            |
| <b>Tiempo de Conteo:</b>           | 12 Horas  | <b>Tesistas:</b>          | Andrea Chonillo - Lissette Palma |

| HORAS        |          | DIRECCIÓN | LIVIANOS    | BUSES       | CAMIONES    |            |            |           |          | VOLQUETA  |           | TRACTO CAMIÓN |          |          |          | R        | TOTAL DE VEHÍCULOS | % TOTAL DE VEHÍCULOS |
|--------------|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-----------|----------|-----------|-----------|---------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|----------------------|
|              |          |           |             |             | 2D          | 2DA        | 2DB        | 3A        | 4C       | V2DB      | V3A       | 2S1           | 2S2      | 3S2      | 3S3      |          |                    |                      |
| 6:00 AM      | 7:00 AM  | A - B     | 195         | 95          | 20          | 6          | 5          | 1         | 0        | 0         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 322                | 2,76                 |
|              |          | B - A     | 235         | 86          | 14          | 4          | 8          | 0         | 0        | 1         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 348                | 2,99                 |
| 7:00 AM      | 8:00 AM  | A - B     | 180         | 111         | 19          | 5          | 10         | 2         | 1        | 1         | 1         | 0             | 0        | 2        | 0        | 0        | 332                | 2,85                 |
|              |          | B - A     | 229         | 86          | 33          | 7          | 5          | 1         | 0        | 2         | 3         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 366                | 3,14                 |
| 8:00 AM      | 9:00 AM  | A - B     | 318         | 163         | 69          | 19         | 11         | 1         | 0        | 6         | 2         | 1             | 0        | 0        | 1        | 0        | 591                | 5,07                 |
|              |          | B - A     | 344         | 137         | 65          | 10         | 1          | 0         | 0        | 6         | 0         | 0             | 0        | 0        | 1        | 0        | 564                | 4,84                 |
| 9:00 AM      | 10:00 AM | A - B     | 223         | 121         | 49          | 12         | 7          | 0         | 0        | 3         | 2         | 0             | 0        | 1        | 0        | 1        | 419                | 3,60                 |
|              |          | B - A     | 205         | 103         | 62          | 8          | 10         | 1         | 0        | 2         | 1         | 0             | 1        | 0        | 0        | 0        | 393                | 3,37                 |
| 10:00 AM     | 11:00 AM | A - B     | 263         | 119         | 47          | 13         | 4          | 0         | 0        | 1         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 447                | 3,84                 |
|              |          | B - A     | 304         | 106         | 55          | 7          | 3          | 0         | 0        | 0         | 1         | 0             | 0        | 0        | 1        | 0        | 477                | 4,09                 |
| 11:00 AM     | 12:00 PM | A - B     | 358         | 136         | 48          | 12         | 5          | 0         | 0        | 0         | 1         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 560                | 4,81                 |
|              |          | B - A     | 327         | 122         | 64          | 9          | 7          | 0         | 1        | 3         | 0         | 0             | 1        | 0        | 0        | 1        | 535                | 4,59                 |
| 12:00 PM     | 01:00 PM | A - B     | 410         | 141         | 51          | 14         | 9          | 0         | 0        | 5         | 3         | 0             | 0        | 1        | 0        | 0        | 634                | 5,44                 |
|              |          | B - A     | 398         | 109         | 83          | 16         | 2          | 0         | 0        | 4         | 2         | 0             | 0        | 1        | 1        | 0        | 616                | 5,29                 |
| 01:00 PM     | 02:00 PM | A - B     | 213         | 81          | 22          | 6          | 8          | 1         | 0        | 0         | 0         | 0             | 0        | 1        | 0        | 0        | 332                | 2,85                 |
|              |          | B - A     | 214         | 60          | 43          | 6          | 2          | 0         | 0        | 4         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 329                | 2,82                 |
| 02:00 PM     | 03:00 PM | A - B     | 305         | 76          | 36          | 12         | 4          | 0         | 0        | 1         | 0         | 1             | 0        | 0        | 0        | 0        | 435                | 3,73                 |
|              |          | B - A     | 277         | 87          | 42          | 5          | 7          | 0         | 0        | 2         | 1         | 0             | 0        | 0        | 1        | 0        | 422                | 3,62                 |
| 03:00 PM     | 04:00 PM | A - B     | 405         | 118         | 48          | 4          | 6          | 1         | 0        | 0         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 582                | 5,00                 |
|              |          | B - A     | 257         | 90          | 48          | 19         | 4          | 0         | 0        | 0         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 418                | 3,59                 |
| 04:00 PM     | 05:00 PM | A - B     | 442         | 129         | 69          | 1          | 9          | 0         | 0        | 0         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 650                | 5,58                 |
|              |          | B - A     | 390         | 119         | 65          | 21         | 2          | 0         | 0        | 2         | 2         | 0             | 0        | 0        | 1        | 1        | 603                | 5,18                 |
| 05:00 PM     | 06:00 PM | A - B     | 443         | 108         | 63          | 1          | 14         | 3         | 0        | 0         | 1         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 633                | 5,43                 |
|              |          | B - A     | 420         | 112         | 86          | 15         | 3          | 0         | 0        | 1         | 3         | 0             | 0        | 0        | 0        | 1        | 641                | 5,50                 |
| <b>TOTAL</b> |          |           | <b>7355</b> | <b>2615</b> | <b>1201</b> | <b>232</b> | <b>146</b> | <b>11</b> | <b>2</b> | <b>44</b> | <b>23</b> | <b>2</b>      | <b>2</b> | <b>6</b> | <b>6</b> | <b>4</b> | <b>11649</b>       | <b>100,00</b>        |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR**

|                          |   |                           |                                  |
|--------------------------|---|---------------------------|----------------------------------|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |                           |                                  |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Estación de Aforo:</b> | Terminal Terrestre               |
| <b>Fecha:</b>            | Jueves, 31 de Diciembre de 2020   | <b>Abscisa:</b>           | 1+180                            |
| <b>Tiempo de Conteo:</b> | 12 Horas  | <b>Tesistas:</b>          | Andrea Chonillo - Lissette Palma |

| HORAS        | DIRECCIÓN | LIVIANOS | BUSES       | CAMIONES    |             |            |           |          | VOLQUETA |           | TRACTO CAMIÓN |          |          |          | R        | TOTAL DE VEHÍCULOS | % TOTAL DE VEHÍCULOS |               |      |
|--------------|-----------|----------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|----------|----------|-----------|---------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|----------------------|---------------|------|
|              |           |          |             | 2D          | 2DA         | 2DB        | 3A        | 4C       | V2DB     | V3A       | 2S1           | 2S2      | 3S2      | 3S3      |          |                    |                      |               |      |
| 6:00 AM      | 7:00 AM   | A - B    | 155         | 68          | 23          | 3          | 3         | 1        | 0        | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 0                    | 253           | 2,11 |
|              | B - A     | 128      | 75          | 19          | 4           | 3          | 0         | 0        | 0        | 0         | 1             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 0                    | 230           | 1,91 |
| 7:00 AM      | 8:00 AM   | A - B    | 175         | 79          | 40          | 7          | 6         | 0        | 0        | 1         | 2             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 0                    | 310           | 2,58 |
|              | B - A     | 180      | 77          | 48          | 5           | 1          | 0         | 0        | 0        | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 0                    | 311           | 2,59 |
| 8:00 AM      | 9:00 AM   | A - B    | 326         | 139         | 69          | 15         | 6         | 1        | 0        | 2         | 1             | 0        | 0        | 0        | 1        | 1                  | 1                    | 561           | 4,67 |
|              | B - A     | 300      | 126         | 67          | 19          | 4          | 0         | 0        | 1        | 2         | 0             | 0        | 0        | 1        | 2        | 2                  | 2                    | 522           | 4,35 |
| 9:00 AM      | 10:00 AM  | A - B    | 331         | 120         | 66          | 14         | 12        | 1        | 0        | 1         | 1             | 0        | 0        | 0        | 0        | 1                  | 1                    | 547           | 4,55 |
|              | B - A     | 302      | 110         | 62          | 16          | 3          | 0         | 0        | 0        | 2         | 0             | 0        | 0        | 0        | 1        | 1                  | 1                    | 496           | 4,13 |
| 10:00 AM     | 11:00 AM  | A - B    | 305         | 83          | 45          | 11         | 2         | 0        | 0        | 1         | 0             | 0        | 0        | 1        | 0        | 0                  | 0                    | 448           | 3,73 |
|              | B - A     | 320      | 70          | 48          | 9           | 5          | 1         | 0        | 0        | 1         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 0                    | 454           | 3,78 |
| 11:00 AM     | 12:00 PM  | A - B    | 356         | 89          | 25          | 6          | 3         | 0        | 0        | 1         | 3             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 0                    | 483           | 4,02 |
|              | B - A     | 240      | 78          | 40          | 15          | 6          | 0         | 0        | 1        | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 1        | 0                  | 0                    | 381           | 3,17 |
| 12:00 PM     | 01:00 PM  | A - B    | 348         | 122         | 68          | 14         | 5         | 0        | 1        | 0         | 1             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 0                    | 559           | 4,65 |
|              | B - A     | 407      | 103         | 62          | 12          | 2          | 0         | 0        | 0        | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 0                    | 586           | 4,88 |
| 01:00 PM     | 02:00 PM  | A - B    | 415         | 137         | 43          | 10         | 1         | 2        | 0        | 0         | 2             | 0        | 0        | 0        | 0        | 1                  | 1                    | 611           | 5,09 |
|              | B - A     | 446      | 106         | 38          | 13          | 3          | 0         | 0        | 1        | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 0                    | 607           | 5,05 |
| 02:00 PM     | 03:00 PM  | A - B    | 392         | 93          | 29          | 9          | 4         | 1        | 0        | 0         | 1             | 0        | 1        | 1        | 0        | 0                  | 0                    | 531           | 4,42 |
|              | B - A     | 366      | 85          | 36          | 7           | 3          | 0         | 0        | 2        | 2         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 0                    | 501           | 4,17 |
| 03:00 PM     | 04:00 PM  | A - B    | 398         | 97          | 24          | 8          | 5         | 0        | 0        | 0         | 0             | 1        | 0        | 0        | 0        | 1                  | 1                    | 534           | 4,45 |
|              | B - A     | 409      | 96          | 31          | 11          | 2          | 1         | 0        | 2        | 1         | 0             | 0        | 0        | 1        | 0        | 0                  | 0                    | 554           | 4,61 |
| 04:00 PM     | 05:00 PM  | A - B    | 422         | 132         | 38          | 9          | 1         | 0        | 0        | 3         | 2             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 0                    | 607           | 5,05 |
|              | B - A     | 412      | 127         | 37          | 10          | 3          | 0         | 0        | 0        | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 0                    | 589           | 4,90 |
| 05:00 PM     | 06:00 PM  | A - B    | 465         | 125         | 53          | 12         | 2         | 1        | 0        | 1         | 1             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 0                    | 660           | 5,49 |
|              | B - A     | 452      | 146         | 60          | 14          | 5          | 0         | 0        | 0        | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 1        | 1                  | 1                    | 678           | 5,64 |
| <b>TOTAL</b> |           |          | <b>8050</b> | <b>2483</b> | <b>1071</b> | <b>253</b> | <b>90</b> | <b>9</b> | <b>1</b> | <b>17</b> | <b>23</b>     | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>4</b> | <b>8</b>           | <b>12013</b>         | <b>100,00</b> |      |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR**

|                          |   |                           |                                  |
|--------------------------|---|---------------------------|----------------------------------|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |                           |                                  |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Estación de Aforo:</b> | Terminal Terrestre               |
| <b>Fecha:</b>            | Viernes, 1 de Enero de 2021   | <b>Abscisa:</b>           | 1+180                            |
| <b>Tiempo de Conteo:</b> | 12 Horas  | <b>Tesistas:</b>          | Andrea Chonillo - Lissette Palma |

| HORAS        |          | DIRECCIÓN | LIVIANOS    | BUSES       | CAMIONES    |            |           |          |          | VOLQUETA |          | TRACTO CAMIÓN |          |          |          | R            | TOTAL DE VEHÍCULOS | % TOTAL DE VEHÍCULOS |
|--------------|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|--------------|--------------------|----------------------|
|              |          |           |             |             | 2D          | 2DA        | 2DB       | 3A       | 4C       | V2DB     | V3A      | 2S1           | 2S2      | 3S2      | 3S3      |              |                    |                      |
| 6:00 AM      | 7:00 AM  | A - B     | 115         | 60          | 25          | 4          | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 206                | 1,83                 |
|              |          | B - A     | 113         | 67          | 24          | 3          | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 209                | 1,85                 |
| 7:00 AM      | 8:00 AM  | A - B     | 160         | 75          | 35          | 5          | 5         | 0        | 0        | 0        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 281                | 2,49                 |
|              |          | B - A     | 172         | 74          | 42          | 6          | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 296                | 2,63                 |
| 8:00 AM      | 9:00 AM  | A - B     | 264         | 128         | 55          | 13         | 4         | 1        | 0        | 1        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 467                | 4,14                 |
|              |          | B - A     | 275         | 132         | 54          | 15         | 3         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 1        | 0        | 0            | 480                | 4,26                 |
| 9:00 AM      | 10:00 AM | A - B     | 303         | 124         | 58          | 12         | 5         | 0        | 0        | 0        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 503                | 4,46                 |
|              |          | B - A     | 297         | 115         | 53          | 10         | 5         | 0        | 0        | 1        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 1            | 482                | 4,28                 |
| 10:00 AM     | 11:00 AM | A - B     | 285         | 89          | 56          | 9          | 4         | 1        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 1        | 0            | 445                | 3,95                 |
|              |          | B - A     | 311         | 75          | 59          | 11         | 4         | 0        | 0        | 1        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 462                | 4,10                 |
| 11:00 AM     | 12:00 PM | A - B     | 327         | 85          | 33          | 7          | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 454                | 4,03                 |
|              |          | B - A     | 265         | 73          | 37          | 13         | 5         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 393                | 3,49                 |
| 12:00 PM     | 01:00 PM | A - B     | 321         | 115         | 49          | 15         | 6         | 1        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 507                | 4,50                 |
|              |          | B - A     | 378         | 110         | 53          | 10         | 3         | 0        | 0        | 1        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 555                | 4,92                 |
| 01:00 PM     | 02:00 PM | A - B     | 394         | 122         | 45          | 5          | 1         | 0        | 0        | 0        | 1        | 0             | 0        | 0        | 1        | 0            | 569                | 5,05                 |
|              |          | B - A     | 432         | 109         | 47          | 12         | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 602                | 5,34                 |
| 02:00 PM     | 03:00 PM | A - B     | 395         | 97          | 32          | 5          | 3         | 0        | 0        | 0        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 533                | 4,73                 |
|              |          | B - A     | 376         | 93          | 39          | 6          | 2         | 1        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 517                | 4,59                 |
| 03:00 PM     | 04:00 PM | A - B     | 350         | 105         | 25          | 4          | 5         | 0        | 0        | 1        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 1            | 491                | 4,36                 |
|              |          | B - A     | 330         | 83          | 28          | 6          | 3         | 0        | 1        | 0        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 452                | 4,01                 |
| 04:00 PM     | 05:00 PM | A - B     | 409         | 132         | 37          | 7          | 1         | 0        | 0        | 1        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 587                | 5,21                 |
|              |          | B - A     | 407         | 114         | 41          | 8          | 1         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 571                | 5,06                 |
| 05:00 PM     | 06:00 PM | A - B     | 431         | 123         | 38          | 9          | 2         | 0        | 0        | 1        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 605                | 5,37                 |
|              |          | B - A     | 420         | 134         | 41          | 10         | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0            | 607                | 5,38                 |
| <b>TOTAL</b> |          |           | <b>7530</b> | <b>2434</b> | <b>1006</b> | <b>205</b> | <b>74</b> | <b>4</b> | <b>1</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>0</b>      | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>11274</b> | <b>100,00</b>      |                      |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR</b> |   |                           |                                  |
|------------------------------------|---|---------------------------|----------------------------------|
| <b>Proyecto:</b>                   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |                           |                                  |
| <b>Ubicación:</b>                  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Estación de Aforo:</b> | Terminal Terrestre               |
| <b>Fecha:</b>                      | Sábado, 2 de Enero de 2021  | <b>Abscisa:</b>           | 1+180                            |
| <b>Tiempo de Conteo:</b>           | 12 Horas  | <b>Tesistas:</b>          | Andrea Chonillo - Lissette Palma |

| HORAS        |          | DIRECCIÓN | LIVIANOS    | BUSES       | CAMIONES    |            |           |          |          | VOLQUETA |          | TRACTO CAMIÓN |          |          |          | R        | TOTAL DE VEHÍCULOS | % TOTAL DE VEHÍCULOS |
|--------------|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|----------------------|
|              |          |           |             |             | 2D          | 2DA        | 2DB       | 3A       | 4C       | V2DB     | V3A      | 2S1           | 2S2      | 3S2      | 3S3      |          |                    |                      |
| 6:00 AM      | 7:00 AM  | A - B     | 148         | 52          | 32          | 5          | 3         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 240                | 2,03                 |
|              |          | B - A     | 156         | 65          | 33          | 8          | 2         | 1        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 265                | 2,24                 |
| 7:00 AM      | 8:00 AM  | A - B     | 182         | 72          | 45          | 9          | 6         | 1        | 0        | 0        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 316                | 2,67                 |
|              |          | B - A     | 230         | 86          | 48          | 12         | 3         | 0        | 0        | 1        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 380                | 3,22                 |
| 8:00 AM      | 9:00 AM  | A - B     | 234         | 84          | 59          | 14         | 4         | 2        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 397                | 3,36                 |
|              |          | B - A     | 245         | 112         | 62          | 19         | 5         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 1        | 0        | 0        | 444                | 3,76                 |
| 9:00 AM      | 10:00 AM | A - B     | 247         | 113         | 47          | 15         | 7         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 429                | 3,63                 |
|              |          | B - A     | 252         | 102         | 56          | 13         | 1         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 1        | 0        | 425                | 3,60                 |
| 10:00 AM     | 11:00 AM | A - B     | 243         | 105         | 60          | 9          | 1         | 0        | 0        | 0        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 419                | 3,55                 |
|              |          | B - A     | 245         | 123         | 63          | 11         | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 444                | 3,76                 |
| 11:00 AM     | 12:00 PM | A - B     | 333         | 108         | 61          | 14         | 1         | 0        | 0        | 1        | 0        | 0             | 1        | 0        | 0        | 0        | 519                | 4,39                 |
|              |          | B - A     | 345         | 109         | 64          | 15         | 1         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 534                | 4,52                 |
| 12:00 PM     | 01:00 PM | A - B     | 348         | 103         | 65          | 14         | 5         | 1        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 1        | 537                | 4,55                 |
|              |          | B - A     | 357         | 105         | 58          | 12         | 4         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 536                | 4,54                 |
| 01:00 PM     | 02:00 PM | A - B     | 411         | 117         | 49          | 7          | 2         | 0        | 0        | 1        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 588                | 4,98                 |
|              |          | B - A     | 433         | 120         | 53          | 11         | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 619                | 5,24                 |
| 02:00 PM     | 03:00 PM | A - B     | 404         | 110         | 48          | 4          | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 1        | 0        | 0        | 0        | 569                | 4,82                 |
|              |          | B - A     | 385         | 115         | 45          | 7          | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 554                | 4,69                 |
| 03:00 PM     | 04:00 PM | A - B     | 378         | 124         | 43          | 5          | 4         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 1        | 0        | 0        | 555                | 4,70                 |
|              |          | B - A     | 335         | 132         | 49          | 4          | 2         | 1        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 523                | 4,43                 |
| 04:00 PM     | 05:00 PM | A - B     | 410         | 137         | 46          | 8          | 1         | 0        | 0        | 1        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 603                | 5,10                 |
|              |          | B - A     | 416         | 129         | 48          | 5          | 1         | 0        | 0        | 0        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 600                | 5,08                 |
| 05:00 PM     | 06:00 PM | A - B     | 447         | 136         | 58          | 8          | 3         | 1        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 653                | 5,53                 |
|              |          | B - A     | 452         | 142         | 62          | 9          | 1         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 666                | 5,64                 |
| <b>TOTAL</b> |          |           | <b>7636</b> | <b>2601</b> | <b>1254</b> | <b>238</b> | <b>65</b> | <b>7</b> | <b>0</b> | <b>4</b> | <b>4</b> | <b>0</b>      | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>11815</b>       | <b>100,00</b>        |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR**

|                          |   |                           |                                  |
|--------------------------|---|---------------------------|----------------------------------|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |                           |                                  |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Estación de Aforo:</b> | Terminal Terrestre               |
| <b>Fecha:</b>            | Domingo, 3 de Enero de 2021   | <b>Abscisa:</b>           | 1+180                            |
| <b>Tiempo de Conteo:</b> | 12 Horas  | <b>Tesistas:</b>          | Andrea Chonillo - Lissette Palma |

| HORAS        |          | DIRECCIÓN | LIVIANOS    | BUSES       | CAMIONES    |            |           |          |          | VOLQUETA |          | TRACTO CAMIÓN |          |          |          | R        | TOTAL DE VEHÍCULOS | % TOTAL DE VEHÍCULOS |      |
|--------------|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|----------------------|------|
|              |          |           |             |             | 2D          | 2DA        | 2DB       | 3A       | 4C       | V2DB     | V3A      | 2S1           | 2S2      | 3S2      | 3S3      |          |                    |                      |      |
| 6:00 AM      | 7:00 AM  | A - B     | 132         | 61          | 28          | 6          | 1         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 228                  | 1,94 |
|              |          | B - A     | 131         | 72          | 29          | 9          | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 243                  | 2,07 |
| 7:00 AM      | 8:00 AM  | A - B     | 146         | 74          | 43          | 8          | 4         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 275                  | 2,34 |
|              |          | B - A     | 139         | 86          | 45          | 9          | 3         | 0        | 0        | 1        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 283                  | 2,41 |
| 8:00 AM      | 9:00 AM  | A - B     | 225         | 84          | 47          | 13         | 3         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 1        | 0                  | 373                  | 3,17 |
|              |          | B - A     | 253         | 122         | 63          | 15         | 4         | 0        | 0        | 0        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 458                  | 3,89 |
| 9:00 AM      | 10:00 AM | A - B     | 247         | 113         | 52          | 14         | 4         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 430                  | 3,66 |
|              |          | B - A     | 262         | 102         | 55          | 18         | 3         | 1        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 1        | 0                  | 442                  | 3,76 |
| 10:00 AM     | 11:00 AM | A - B     | 243         | 105         | 58          | 11         | 1         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 1        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 419                  | 3,56 |
|              |          | B - A     | 245         | 123         | 71          | 14         | 1         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 454                  | 3,86 |
| 11:00 AM     | 12:00 PM | A - B     | 333         | 118         | 76          | 11         | 3         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 1        | 0        | 0        | 0                  | 542                  | 4,61 |
|              |          | B - A     | 345         | 109         | 77          | 12         | 3         | 0        | 0        | 0        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 547                  | 4,65 |
| 12:00 PM     | 01:00 PM | A - B     | 348         | 113         | 69          | 13         | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 545                  | 4,63 |
|              |          | B - A     | 357         | 105         | 64          | 12         | 3         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 541                  | 4,60 |
| 01:00 PM     | 02:00 PM | A - B     | 421         | 117         | 53          | 9          | 0         | 0        | 0        | 1        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 601                  | 5,11 |
|              |          | B - A     | 443         | 120         | 55          | 5          | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 625                  | 5,31 |
| 02:00 PM     | 03:00 PM | A - B     | 404         | 110         | 47          | 5          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 1        | 0        | 0        | 0                  | 567                  | 4,82 |
|              |          | B - A     | 385         | 115         | 46          | 6          | 1         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 553                  | 4,70 |
| 03:00 PM     | 04:00 PM | A - B     | 378         | 124         | 51          | 5          | 2         | 1        | 0        | 0        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 562                  | 4,78 |
|              |          | B - A     | 335         | 132         | 53          | 5          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 525                  | 4,46 |
| 04:00 PM     | 05:00 PM | A - B     | 410         | 137         | 57          | 7          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 611                  | 5,20 |
|              |          | B - A     | 416         | 129         | 62          | 4          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 611                  | 5,20 |
| 05:00 PM     | 06:00 PM | A - B     | 447         | 136         | 67          | 5          | 1         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 656                  | 5,58 |
|              |          | B - A     | 452         | 142         | 68          | 6          | 0         | 1        | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 669                  | 5,69 |
| <b>TOTAL</b> |          |           | <b>7497</b> | <b>2649</b> | <b>1336</b> | <b>222</b> | <b>43</b> | <b>3</b> | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>0</b>      | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>11760</b>       | <b>100,00</b>        |      |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR**

|                          |   |                           |                                  |
|--------------------------|---|---------------------------|----------------------------------|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |                           |                                  |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Estación de Aforo:</b> | Terminal Terrestre               |
| <b>Fecha:</b>            | Lunes, 4 de Enero de 2021   | <b>Abscisa:</b>           | 1+180                            |
| <b>Tiempo de Conteo:</b> | 12 Horas  | <b>Tesistas:</b>          | Andrea Chonillo - Lissette Palma |

| HORAS        |          | DIRECCIÓN | LIVIANOS    | BUSES       | CAMIONES    |            |            |           |          | VOLQUETA  |           | TRACTO CAMIÓN |          |          |          | R        | TOTAL DE VEHÍCULOS | % TOTAL DE VEHÍCULOS |      |
|--------------|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-----------|----------|-----------|-----------|---------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|----------------------|------|
|              |          |           |             |             | 2D          | 2DA        | 2DB        | 3A        | 4C       | V2DB      | V3A       | 2S1           | 2S2      | 3S2      | 3S3      |          |                    |                      |      |
| 6:00 AM      | 7:00 AM  | A - B     | 153         | 59          | 35          | 12         | 5          | 2         | 1        | 0         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 267                  | 2,22 |
|              |          | B - A     | 164         | 67          | 37          | 14         | 7          | 5         | 0        | 0         | 2         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 296                  | 2,47 |
| 7:00 AM      | 8:00 AM  | A - B     | 178         | 86          | 46          | 18         | 4          | 9         | 1        | 0         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 342                  | 2,85 |
|              |          | B - A     | 223         | 81          | 51          | 16         | 6          | 6         | 0        | 0         | 0         | 1             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 384                  | 3,20 |
| 8:00 AM      | 9:00 AM  | A - B     | 259         | 109         | 62          | 12         | 7          | 4         | 0        | 1         | 1         | 0             | 0        | 1        | 0        | 0        | 0                  | 456                  | 3,80 |
|              |          | B - A     | 323         | 113         | 68          | 14         | 6          | 5         | 1        | 0         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 530                  | 4,41 |
| 9:00 AM      | 10:00 AM | A - B     | 310         | 154         | 71          | 12         | 12         | 0         | 0        | 2         | 5         | 0             | 0        | 0        | 0        | 1        | 0                  | 567                  | 4,72 |
|              |          | B - A     | 385         | 144         | 76          | 17         | 5          | 1         | 0        | 2         | 5         | 0             | 0        | 0        | 1        | 0        | 0                  | 636                  | 5,30 |
| 10:00 AM     | 11:00 AM | A - B     | 362         | 145         | 65          | 7          | 9          | 0         | 0        | 2         | 1         | 0             | 0        | 0        | 0        | 1        | 0                  | 592                  | 4,93 |
|              |          | B - A     | 356         | 147         | 62          | 17         | 2          | 2         | 0        | 2         | 1         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 589                  | 4,91 |
| 11:00 AM     | 12:00 AM | A - B     | 362         | 154         | 76          | 15         | 4          | 0         | 0        | 0         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 611                  | 5,09 |
|              |          | B - A     | 387         | 135         | 75          | 19         | 6          | 1         | 1        | 0         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 624                  | 5,20 |
| 12:00 AM     | 01:00 PM | A - B     | 401         | 126         | 65          | 13         | 9          | 1         | 0        | 0         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 615                  | 5,12 |
|              |          | B - A     | 410         | 142         | 63          | 8          | 7          | 0         | 0        | 0         | 1         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 631                  | 5,25 |
| 01:00 PM     | 02:00 PM | A - B     | 240         | 95          | 46          | 10         | 8          | 1         | 1        | 0         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 401                  | 3,34 |
|              |          | B - A     | 245         | 82          | 43          | 9          | 6          | 2         | 0        | 3         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 390                  | 3,25 |
| 02:00 PM     | 03:00 PM | A - B     | 276         | 84          | 48          | 12         | 4          | 0         | 0        | 1         | 0         | 1             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 426                  | 3,55 |
|              |          | B - A     | 244         | 93          | 44          | 5          | 7          | 1         | 0        | 3         | 1         | 0             | 0        | 1        | 0        | 0        | 0                  | 399                  | 3,32 |
| 03:00 PM     | 04:00 PM | A - B     | 323         | 102         | 49          | 8          | 4          | 0         | 0        | 0         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 486                  | 4,05 |
|              |          | B - A     | 337         | 94          | 45          | 14         | 6          | 0         | 0        | 0         | 0         | 0             | 1        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 497                  | 4,14 |
| 04:00 PM     | 05:00 PM | A - B     | 349         | 101         | 71          | 13         | 10         | 2         | 0        | 0         | 0         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 546                  | 4,55 |
|              |          | B - A     | 341         | 104         | 75          | 19         | 5          | 3         | 0        | 1         | 1         | 0             | 0        | 0        | 1        | 1        | 0                  | 551                  | 4,59 |
| 05:00 PM     | 06:00 PM | A - B     | 375         | 103         | 76          | 14         | 9          | 0         | 1        | 0         | 1         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 579                  | 4,82 |
|              |          | B - A     | 382         | 108         | 81          | 13         | 6          | 1         | 0        | 0         | 2         | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 593                  | 4,94 |
| <b>TOTAL</b> |          |           | <b>7385</b> | <b>2628</b> | <b>1430</b> | <b>311</b> | <b>154</b> | <b>46</b> | <b>6</b> | <b>17</b> | <b>21</b> | <b>2</b>      | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>12008</b>       | <b>100</b>           |      |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR**

|                          |   |                           |                                  |
|--------------------------|---|---------------------------|----------------------------------|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |                           |                                  |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Estación de Aforo:</b> | Terminal Terrestre               |
| <b>Fecha:</b>            | Lunes, 4 de Enero de 2021   | <b>Abscisa:</b>           | 1+180                            |
| <b>Tiempo de Conteo:</b> | 12 Horas  | <b>Tesistas:</b>          | Andrea Chonillo - Lissette Palma |

| HORAS        | DIRECCIÓN | LIVIANOS | BUSES       | CAMIONES   |            |           |           |          | VOLQUETA |          | TRACTO CAMIÓN |          |          |          | R        | TOTAL DE VEHÍCULOS | % TOTAL DE VEHÍCULOS |               |
|--------------|-----------|----------|-------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|----------------------|---------------|
|              |           |          |             | 2D         | 2DA        | 2DB       | 3A        | 4C       | V2DB     | V3A      | 2S1           | 2S2      | 3S2      | 3S3      |          |                    |                      |               |
| 06:00 PM     | 07:00 PM  | A - B    | 265         | 92         | 73         | 10        | 1         | 0        | 0        | 0        | 0             | 1        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 442                  | 12,31         |
|              |           | B - A    | 272         | 83         | 77         | 7         | 1         | 1        | 1        | 2        | 1             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 445                  | 12,39         |
| 07:00 PM     | 08:00 PM  | A - B    | 226         | 88         | 75         | 4         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 393                  | 10,94         |
|              |           | B - A    | 355         | 100        | 82         | 4         | 1         | 1        | 0        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 2        | 0                  | 546                  | 15,20         |
| 08:00 PM     | 09:00 PM  | A - B    | 294         | 44         | 44         | 2         | 1         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 385                  | 10,72         |
|              |           | B - A    | 319         | 51         | 64         | 7         | 2         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 443                  | 12,33         |
| 09:00 PM     | 10:00 PM  | A - B    | 106         | 25         | 15         | 0         | 1         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 147                  | 4,09          |
|              |           | B - A    | 170         | 22         | 40         | 2         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 1        | 0                  | 235                  | 6,54          |
| 10:00 PM     | 11:00 PM  | A - B    | 78          | 10         | 15         | 6         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 109                  | 3,03          |
|              |           | B - A    | 99          | 8          | 22         | 6         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 135                  | 3,76          |
| 11:00 PM     | 12:00 AM  | A - B    | 13          | 0          | 5          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 18                   | 0,50          |
|              |           | B - A    | 17          | 0          | 11         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 28                   | 0,78          |
| 12:00 AM     | 01:00 AM  | A - B    | 12          | 0          | 8          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 20                   | 0,56          |
|              |           | B - A    | 10          | 0          | 5          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 15                   | 0,42          |
| 01:00 AM     | 02:00 AM  | A - B    | 8           | 0          | 2          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 10                   | 0,28          |
|              |           | B - A    | 6           | 0          | 2          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 8                    | 0,22          |
| 02:00 AM     | 03:00 AM  | A - B    | 4           | 0          | 0          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 4                    | 0,11          |
|              |           | B - A    | 5           | 0          | 0          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 5                    | 0,14          |
| 03:00 AM     | 04:00 AM  | A - B    | 6           | 0          | 0          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 6                    | 0,17          |
|              |           | B - A    | 7           | 0          | 0          | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 7                    | 0,19          |
| 04:00 AM     | 05:00 AM  | A - B    | 15          | 10         | 0          | 1         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 26                   | 0,72          |
|              |           | B - A    | 18          | 11         | 2          | 2         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 33                   | 0,92          |
| 05:00 AM     | 06:00 AM  | A - B    | 40          | 16         | 4          | 2         | 1         | 0        | 0        | 1        | 0             | 0        | 0        | 0        | 1        | 0                  | 65                   | 1,81          |
|              |           | B - A    | 39          | 15         | 6          | 3         | 2         | 1        | 0        | 0        | 1             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                  | 67                   | 1,87          |
| <b>TOTAL</b> |           |          | <b>2384</b> | <b>575</b> | <b>552</b> | <b>56</b> | <b>10</b> | <b>3</b> | <b>1</b> | <b>4</b> | <b>2</b>      | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>4</b> | <b>0</b>           | <b>3592</b>          | <b>100,00</b> |

# Anexo B



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| <b>DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO (CBR PROMEDIO)</b> |   |                  |                        |
|---|---|------------------|------------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus" | <b>CALICATAS</b> | <b>CALICATA #1</b>     |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  |                  | <b>CALICATA #2</b>     |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                  | <b>CALICATA #3</b>     |
|   |   |                  | <b>TERRENO NATURAL</b> |

| <b>Tabla No.</b>   |   |
|--|---|
| <b>Limites para Selección de resistencia</b>                       |   |
| <b>Números de ejes de 8.2 toneladas en el carril de diseño (N)</b> | <b>Percentil a seleccionar para hallar la resistencia</b> |
| < 10000  | 60  |
| 10000 - 1000000  | 75  |
| > 1000000  | 87.5  |

| <b>C.B.R</b> | <b>Números de Valores Iguales o Mayores</b> | <b>% de Valores Iguales o Mayores</b> |
|--------------|---|---------------------------------------|
| 2,25         | 3   | 100                                   |
| 3,8          | 2   | 67                                    |
| 9,4          | 1   | 33                                    |
|              |   | 0                                     |
|              |   | 0                                     |

| <b>C.B.R</b> | <b>% de Valores Iguales o Mayores</b> |
|--------------|---------------------------------------|
| 2,25         | 100                                   |
| 3,8          | 67                                    |
| 9,4          | 33                                    |
| 0            | 0                                     |
| 0            | 0                                     |
| 0            | 0                                     |



|                      |             |
|----------------------|-------------|
| <b>CBR de Diseño</b> | <b>2,65</b> |
|----------------------|-------------|



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> |   |                                  |                       |
|-----------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>            | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9754804 |
|                             |   |                                  | <b>Este:</b> 515136   |
| <b>Ubicación:</b>           | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 1<br/>Estrato #1</b> | RELLENO               |
| <b>Tesistas:</b>            | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

|   |        |
|---|--------|
| <b>RECIPIENTE</b>                               | F      |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)</b> | 198,72 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)</b>   | 168,99 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE (P4)</b>                  | 54,18  |

|                     |       |
|---------------------|-------|
| <b>% DE HUMEDAD</b> | 25,89 |
|---------------------|-------|



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

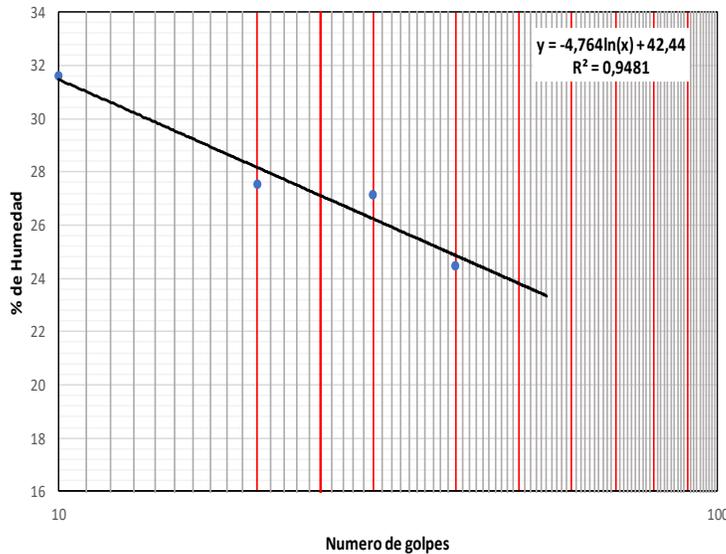


| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS |   |                                  |               |         |
|---|---|----------------------------------|---------------|---------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> | 9754804 |
|   |   |                                  | <b>Este:</b>  | 515136  |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 1<br/>Estrato #1</b> | RELLENO       |         |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |               |         |

| LÍMITE LÍQUIDO                           |       |       |       |       |  |
|--|-------|-------|-------|-------|--|
| RECIPIENTE#                              | 40    | K4    | P7    | 27    |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 17,69 | 23,09 | 21,94 | 18,29 |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 14,77 | 19,48 | 19,19 | 15,82 |  |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 2,92  | 3,61  | 2,75  | 2,47  |  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 5,53  | 6,37  | 9,05  | 5,73  |  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 9,24  | 13,11 | 10,14 | 10,09 |  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)         | 31,60 | 27,54 | 27,12 | 24,48 |  |
| # DE GOLPES                              | 10    | 20    | 30    | 40    |  |

| LÍMITE PLÁSTICO                          |       |       |       |  |
|--|-------|-------|-------|--|
| RECIPIENTE#                              | P5    | 13    | E4    |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 11,68 | 13,49 | 13,07 |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 10,55 | 12,37 | 11,87 |  |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 1,13  | 1,12  | 1,20  |  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 5,36  | 6,35  | 6,18  |  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 5,19  | 6,02  | 5,69  |  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)         | 21,77 | 18,60 | 21,09 |  |

SEGÚN LA CARTA DE LA COMPOSICIÓN MINERALÓGICA EN LA PLASTICIDAD (DAY, 1999)



| RESULTADOS              |    |
|-------------------------|----|
| LÍMITE LIQUIDO =        | 27 |
| LÍMITE PLÁSTICO =       | 20 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD = | 7  |

|   |
|---|
| CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD ASTM D-2487 SUCS |
| CL-ML   |



**UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



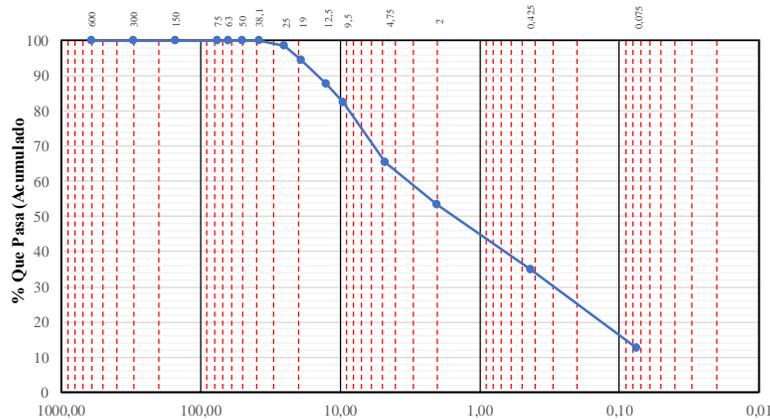
| <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS Y AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b> |   |                              |                       |
|--|---|------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9754804 |
|  |   |                              | <b>Este:</b> 515136   |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 1 Estrato #1</b> | RELLENO               |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |                       |

| Ensayo de Contenido de Humedad           | Serie Gruesa | Serie Fina |
|--|--------------|------------|
| Recipiente N°                            | Zz           | S          |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda      | 367,00       | 372,00     |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 ) | 354,00       | 357,00     |
| Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )            | 13,00        | 15,00      |
| Masa del Recipiente ( P4 )               | 46,96        | 44,36      |
| Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )    | 307,04       | 312,64     |
| % de Humedad ( W = P3 x 100 ÷ P5 )       | 4,23         | 4,80       |

| <b>SERIE GRUESA</b>          |       |               |           |                        |
|------------------------------|-------|---------------|-----------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°. |       | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado |
|                              |       | Parcial       | Acumulada |                        |
| 600, mm.                     | 24 "  | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 300, mm.                     | 12 "  | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 150, mm.                     | 3 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 75, mm.                      | 3 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 63, mm.                      | 2 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 50, mm.                      | 2 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 38,1 mm.                     | 1 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 25, mm.                      | 1 "   | 85            | 81,55     | 98,62                  |
| 19, mm.                      | ¾ "   | 270           | 340,58    | 94,25                  |
| 12,5 mm.                     | 1/2 " | 410           | 733,93    | 87,62                  |
| 9,5 mm.                      | 3/8 " | 330           | 1050,52   | 82,27                  |
| 4,75 mm.                     | No. 4 | 1038          | 2046,36   | 65,47                  |
| Pasa No. 4                   |       | 4066          | 3879,85   |                        |

| <b>SERIE FINA</b>                                      |         |               |           |                        |                        |
|--|---------|---------------|-----------|------------------------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°.                           |         | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado | % Pasante<br>Corregido |
|  |         | Parcial       | Acumulada |                        |                        |
| 2,36 mm.   | No. 8   |               |           |                        |                        |
| 2, mm.   | No. 10  | 52,82         | 52,82     | 81,55                  | 53,39                  |
| 1,18 mm.   | No. 16  |               |           |                        |                        |
| 0,85 mm.   | No. 20  |               |           |                        |                        |
| 0,60 mm.   | No. 30  |               |           |                        |                        |
| 0,425 mm.  | No. 40  | 80,75         | 133,57    | 53,34                  | 34,92                  |
| 0,3 mm.  | No. 50  |               |           |                        |                        |
| 0,15 mm.   | No. 100 |               |           |                        |                        |
| 0,075 mm.  | No. 200 | 98,18         | 231,75    | 19,04                  | 12,47                  |
| Pasa No. 200   |         |               |           |                        |                        |
| Masa inicial del material para Lavado =                |         |               |           | 300,0 gr.              |                        |
| Masa final corregida por Humedad de los finos =        |         |               |           | 286,3 gr.              |                        |
| Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr) |         |               |           | 5926,21                |                        |

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**  
**TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)**



| <b>Distribución del Tamaño de las Partículas (%)</b> |                     |       |      |
|--|---------------------|-------|------|
| Pedrón Rodado (> 12")                                |                     | 0,00  |      |
| Canto Rodado (12"-3")                                |                     | 0,00  |      |
| Grava (3"-N°4)                                       | Gruesa (3"-3/4")    | 5,7   | 34,5 |
|  | Fina (3/4"-N°4)     | 28,8  |      |
| Arena (N°4 - N°200)                                  | Gruesa (N°4 - N°10) | 12,1  | 53,0 |
|  | Media (N°10 - N°40) | 18,5  |      |
|  | Fina (N°40 - N°200) | 22,5  |      |
| Finos (> N°200)                                      |                     | 12,47 |      |

| <b>Condiciones de Filtro</b>      |       |             |       |
|-----------------------------------|-------|-------------|-------|
| <b>D15</b> =                      | 0,091 | <b>Cu</b> = | 35,20 |
| <b>D30</b> =                      | 0,291 |             |       |
| <b>D60</b> =                      | 3,211 | <b>Cc</b> = | 0,29  |
| <b>Cu &gt;= 6 OK</b>              |       |             |       |
| <b>1 &gt; Cc &gt; 3 No Cumple</b> |       |             |       |

| <b>Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)</b> |                        |
|--|------------------------|
| <b>GM</b>  | GRAVA LIMOSA CON ARENA |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



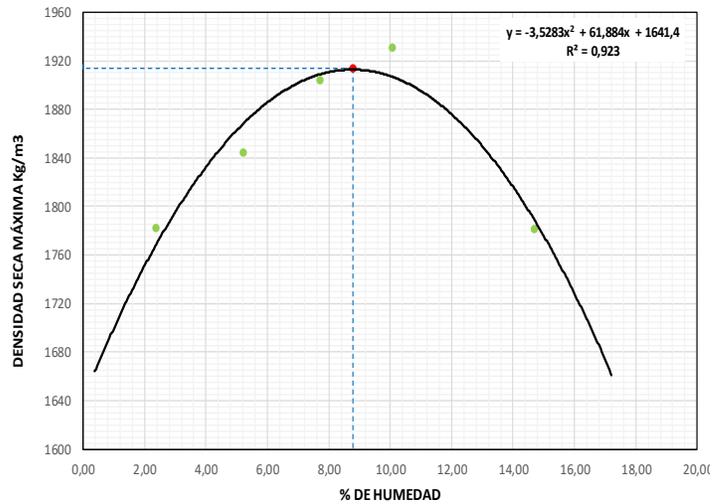
| DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD DE SUELOS |   |                    |  |
|---|---|--------------------|--|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b> | <b>Norte:</b> 9754804<br><b>Este:</b> 515136 |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 1</b>  | RELLENO                                      |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Estrato #1</b>  |  |

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| PESO DEL CILINDRO (P7)            | 5335    |
| VOLIMEN DEL CILINDRO (V)          | 2116,96 |
| PESO DEL MARTILLO (Lb)            | 10      |
| ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm) | 45,72   |
| NÚMERO DE CAPAS                   | 5       |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS        | 56      |

**Modificado Metodo B;**  
 Porción que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 # DE CAPAS mm (3/4 pulg).

| DATOS DEL ENSAYO                                 |             |      |             |      |             |      |              |      |              |      |        |      |
|--|-------------|------|-------------|------|-------------|------|--------------|------|--------------|------|--------|------|
| PUNTO #  | 1           |      | 2           |      | 3           |      | 4            |      | 5            |      | 6      |      |
| Material de ensayo                               | Grueso      | Fino | Grueso      | Fino | Grueso      | Fino | Grueso       | Fino | Grueso       | Fino | Grueso | Fino |
| RECIPIENTE#                                      | E           |      | N           |      | M           |      | Z            |      | C12          |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)         | 211,61      |      | 166,52      |      | 157,09      |      | 146,49       |      | 87,71        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)           | 207,95      |      | 159,84      |      | 148,12      |      | 136,04       |      | 78,79        |      |        |      |
| MASA DE AGUA ( P3 = P1 - P2 )                    | 3,66        |      | 6,68        |      | 8,97        |      | 10,45        |      | 8,92         |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                          | 54,45       |      | 32,33       |      | 32,15       |      | 32,41        |      | 18,16        |      |        |      |
| MASA DE MUESTRA SECA ( P5 = P2 - P4 )            | 153,5       |      | 127,51      |      | 115,97      |      | 103,63       |      | 60,63        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD ( W = P3 * 100 ÷ P5 )               | 2,38        |      | 5,24        |      | 7,73        |      | 10,08        |      | 14,71        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD PROMEDIO                            | <b>2,38</b> |      | <b>5,24</b> |      | <b>7,73</b> |      | <b>10,08</b> |      | <b>14,71</b> |      |        |      |
| % DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO                    | TN          |      | 250         |      | 350         |      | 500          |      | 700          |      |        |      |
| MASA DE CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)             | 9197        |      | 9443        |      | 9677        |      | 9835         |      | 9660         |      |        |      |
| MASA DE SUELO HUMEDO (P8=P6-P7)                  | 3862        |      | 4108        |      | 4342        |      | 4500         |      | 4325         |      |        |      |
| DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO (Dh= P8 ÷ v)           | 1824,31     |      | 1940,52     |      | 2051,05     |      | 2125,69      |      | 2043,02      |      |        |      |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + w = 100) | 1781,83     |      | 1843,92     |      | 1903,80     |      | 1930,97      |      | 1781,00      |      |        |      |

| RESULTADOS                 |             |
|----------------------------|-------------|
| Densidad Seca Maxima Kg/m3 | <b>1914</b> |
| % de Humedad Optima        | <b>8,8</b>  |





**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>CBR - DENSIDADES</b> |   |  |                              |  |
|-------------------------|---|--|------------------------------|--|
| <b>Proyecto:</b>        | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |  | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9754804<br><b>Este:</b> 515136 |
| <b>Ubicación:</b>       | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  |  | <b>Calicata 1 Estrato #1</b> | RELLENO                                      |
| <b>Tesistas:</b>        | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |                              |  |

| MOLDE N°          | 4         | 3         | 1          | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 6,424     | 6,730     | 5,946      | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023589 | 0,0023299 | 0,00234879 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56         | 18"                 |

| N° de ensayo             |               | 1                       | 2                       | 3                       |
|--------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>ANTES DEL ENSAYO</b>  |               |                         |                         |                         |
| <b>HUMEDAD</b>           | N° recipiente | 12 Golpes por capa<br>N | 25 Golpes por capa<br>F | 56 Golpes por capa<br>G |
|                          | Wh + r        | 146,31                  | 186,14                  | 164,22                  |
|                          | Ws + r        | 132,38                  | 169,06                  | 149,59                  |
|                          | Ww            | 13,93                   | 17,08                   | 14,63                   |
|                          | r             | 32,33                   | 54,18                   | 54,25                   |
|                          | Ws            | 100,05                  | 114,88                  | 95,34                   |
|                          | w (%)         | 13,92                   | 14,87                   | 15,35                   |
| MOLDE NUMERO             | 4             | 3                       | 1                       |                         |
| Molde + suelo humedo (P) | 10,752        | 11,442                  | 10,915                  |                         |
| Molde                    | 6,424         | 6,730                   | 5,946                   |                         |
| Suelo humedo (W)         | 4,328         | 4,712                   | 4,969                   |                         |
| Suelo seco (Ws)          | 3,799         | 4,102                   | 4,308                   |                         |
| Contenido de agua (w)    | 13,923        | 14,868                  | 15,345                  |                         |
| Densidad humeda (H)      | 1834,77       | 2022,39                 | 2115,56                 |                         |
| Densidad seca (S)        | 1610,53       | 1760,62                 | 1834,11                 |                         |

| <b>DESPUES DE LA INMERSIÓN</b> |                |               |             |              |              |              |            |
|--------------------------------|----------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente  | ARRIBA<br>C10 | ABAJO<br>C5 | ARRIBA<br>C7 | ABAJO<br>C12 | ARRIBA<br>Q3 | ABAJO<br>B |
|                                | Wh + r         | 74,41         | 69,04       | 82,76        | 83,7         | 67,23        | 58,98      |
|                                | Ws + r         | 61,79         | 59,01       | 69,65        | 72,18        | 57,52        | 51,83      |
|                                | Ww             | 12,62         | 10,03       | 13,11        | 11,52        | 9,71         | 7,15       |
|                                | r              | 16,8          | 16,87       | 17,42        | 18,16        | 16,39        | 16,38      |
|                                | Ws             | 44,99         | 42,14       | 52,23        | 54,02        | 41,13        | 35,45      |
|                                | w (%)          | 28,05         | 23,80       | 25,10        | 21,33        | 23,61        | 20,17      |
|                                | Promedio w (%) | 25,93         |             | 23,21        |              | 21,89        |            |
| Molde + suelo humedo (P)       | 11,076         |               | 11,667      |              | 11,015       |              |            |
| Molde                          | 6,424          |               | 6,730       |              | 5,946        |              |            |
| Suelo humedo (W)               | 4,652          |               | 4,937       |              | 5,069        |              |            |
| Suelo seco (Ws)                | 3,694          |               | 4,007       |              | 4,159        |              |            |
| Contenido de agua (w)          | 25,93          |               | 23,21       |              | 21,89        |              |            |
| Densidad humeda (H)            | 1972,122       |               | 2118,96     |              | 2158,13      |              |            |
| Densidad seca (S)              | 1566,09        |               | 1719,75     |              | 1770,58      |              |            |

| <b>HINCHAMIENTO</b> |   |      |      |      |
|---------------------|---|------|------|------|
| Lectura inicial     |   | 1,32 | 0,92 | 0,8  |
| 24 horas            |   | 1,49 | 1,19 | 0,98 |
| 48 horas            |   | 1,54 | 1,25 | 1,01 |
| 72 horas            |   | 1,54 | 1,25 | 1,01 |
| 96 horas            |   |      |      |      |
| HINCHAMIENTO        | % | 4,4  | 6,6  | 4,2  |

|                   |                |         |         |         |
|-------------------|----------------|---------|---------|---------|
| CBR               | %              |         |         |         |
| Densidad seca (S) | γ <sub>s</sub> | 1610,53 | 1760,62 | 1834,11 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



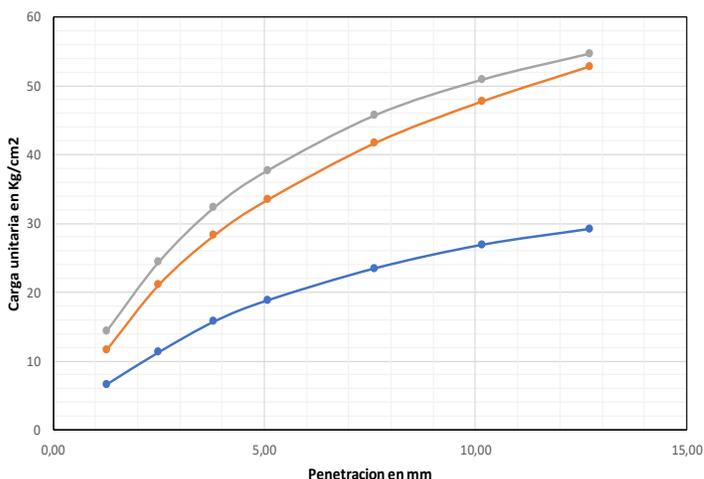
| <b>CBR - PENETRACIÓN</b> |   |                              |  |
|--------------------------|---|------------------------------|--|
| <b>Proyecto:</b>         | “Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena” | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9754804<br><b>Este:</b> 515136 |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 1 Estrato #1</b> | RELLENO                                      |
| <b>Tesistas:</b>         | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |  |

| MOLDE N°          | 4         | 3         | 1          | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 6,424     | 6,730     | 5,946      | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023589 | 0,0023299 | 0,00234879 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56         | 18"                 |

| NUMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|
|                  |   |   |   |   |   |   |

| Tamiz ASTM Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb |         |         | CARGA DE PENETRACION EN Kg |        |        |
|-------------------------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|--------|--------|
| 1.27 mm (0.05")         | 282,92                     | 500,5   | 612,7   | 128,6                      | 227,5  | 278,5  |
| 2.54 mm (0.10")         | 482,9                      | 902,22  | 1041,26 | 219,5                      | 410,1  | 473,3  |
| 3.81 mm (0.15")         | 672,98                     | 1207,58 | 1378,96 | 305,9                      | 548,9  | 626,8  |
| 5.08 mm (0.20")         | 804,98                     | 1428,9  | 1609,52 | 365,9                      | 649,5  | 731,6  |
| 7.62 mm (0.30")         | 1003,64                    | 1780,68 | 1952,5  | 456,2                      | 809,4  | 887,5  |
| 10.16 mm (0.40")        | 1149,72                    | 2038,74 | 2173,6  | 522,6                      | 926,7  | 988,0  |
| 12.70 mm (0.50")        | 1248,06                    | 2254,78 | 2335,08 | 567,3                      | 1024,9 | 1061,4 |

| Tamiz ASTM Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg2 |               |               | CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm2 |               |               |
|-------------------------|----------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| 1.27 mm (0.05")         | 94,11                            | 166,49        | 203,81        | 6,631                          | 11,730        | 14,359        |
| <b>2.54 mm (0.10")</b>  | <b>160,63</b>                    | <b>300,12</b> | <b>346,37</b> | <b>11,317</b>                  | <b>21,145</b> | <b>24,403</b> |
| 3.81 mm (0.15")         | 223,86                           | 401,69        | 458,70        | 15,772                         | 28,301        | 32,318        |
| <b>5.08 mm (0.20")</b>  | <b>267,77</b>                    | <b>475,32</b> | <b>535,40</b> | <b>18,866</b>                  | <b>33,488</b> | <b>37,721</b> |
| 7.62 mm (0.30")         | 333,86                           | 592,33        | 649,49        | 23,522                         | 41,733        | 45,760        |
| 10.16 mm (0.40")        | 382,45                           | 678,18        | 723,04        | 26,945                         | 47,781        | 50,941        |
| 12.70 mm (0.50")        | 415,16                           | 750,04        | 776,75        | 29,250                         | 52,844        | 54,726        |



| N° de Golpes | Esfuerzo de penetracion |           |
|--------------|-------------------------|-----------|
|              | 0,10 pulg               | 0,20 pulg |
| 12           | 11,317                  | 18,866    |
| 25           | 21,145                  | 33,488    |
| 56           | 24,403                  | 37,721    |

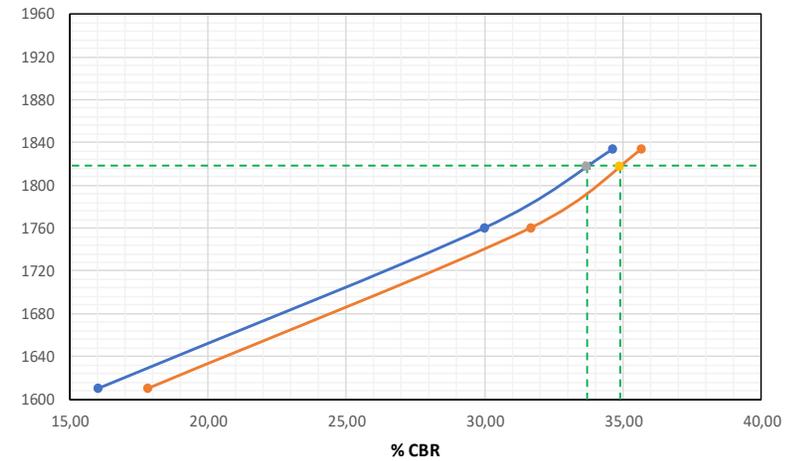
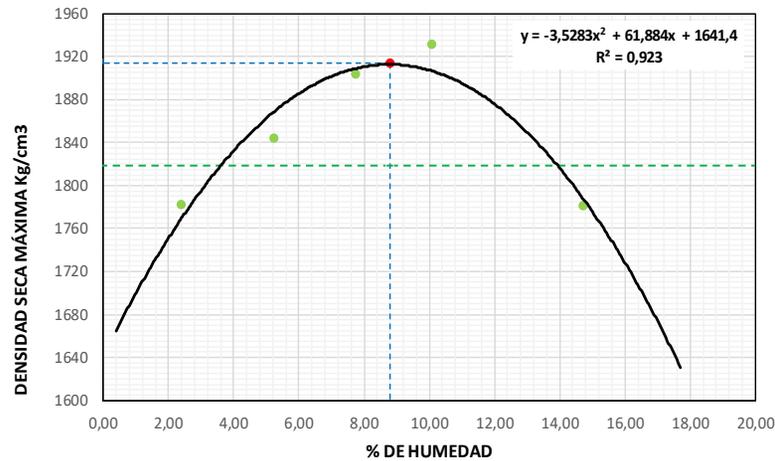
| C.B.R | %     |       |
|-------|-------|-------|
| 12    | 16,06 | 17,85 |
| 25    | 30,01 | 31,69 |
| 56    | 34,64 | 35,69 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| RELACIÓN DE GRÁFICO DE PROCTOR - CBR |   |                    |         |         |
|--------------------------------------|---|--------------------|---------|---------|
| <b>Proyecto:</b>                     | “Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena” | <b>Coordenadas</b> | Norte:  | 9754804 |
|                                      |   |                    | Este:   | 515136  |
| <b>Ubicación:</b>                    | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 1</b>  | RELLENO |         |
| <b>Tesistas:</b>                     | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Estrato #1</b>  |         |         |



Densidad seca Máxima = 1914 Kg/m<sup>3</sup>  
 Humedad Óptima = 8,8 %  
 95% Densidad seca Máxima = 1818,3 Kg/m<sup>3</sup>

CBR para 0,10'' = 33,7 %  
 CBR para 0,20'' = 34,9 %

| N° de Golpes / capa | Densidad Kg/m <sup>3</sup> | CARGA UNITARIA Kg/m <sup>2</sup> |        | CARGA UNITARIA PATRON Kg/m <sup>2</sup> |        | C.B.R % |        | Expansión % |
|---------------------|----------------------------|----------------------------------|--------|---|--------|---------|--------|-------------|
|                     |                            | 0,10''                           | 0,20'' | 0,10''                                  | 0,20'' | 0,10''  | 0,20'' |             |
| 12                  | 1610,53                    | 11,32                            | 18,87  | 70,45                                   | 105,68 | 16,06   | 17,85  | 4,4         |
| 25                  | 1760,62                    | 21,14                            | 33,49  | 70,45                                   | 105,68 | 30,01   | 31,69  | 6,6         |
| 56                  | 1834,11                    | 24,40                            | 37,72  | 70,45                                   | 105,68 | 34,64   | 35,69  | 4,2         |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> |   |                                  |                       |
|-----------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>            | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9754804 |
|                             |   |                                  | <b>Este:</b> 515136   |
| <b>Ubicación:</b>           | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 1<br/>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>            | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

|   |        |
|---|--------|
| <b>RECIPIENTE</b>                               | IA     |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)</b> | 148,12 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)</b>   | 135,13 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE (P4)</b>                  | 34,22  |
|   |        |
| <b>% DE HUMEDAD</b>                             | 12,87  |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

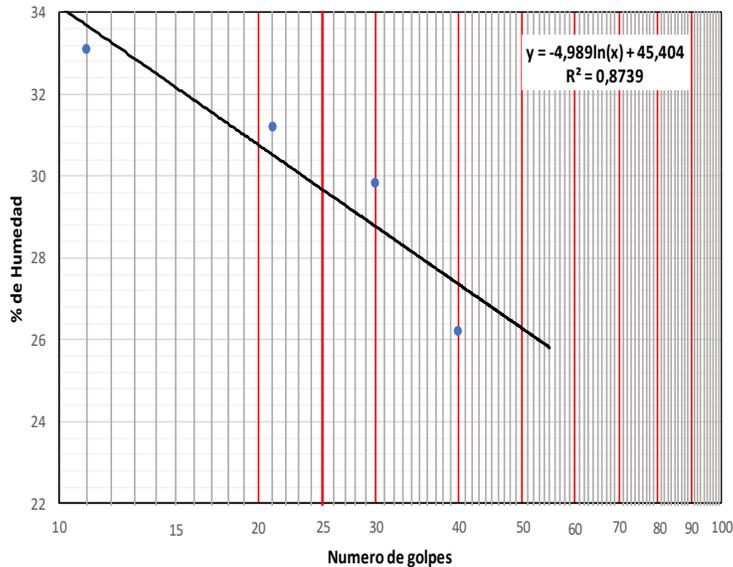


| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS |   |                                  |                       |
|---|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9754804 |
|   |   |                                  | <b>Este:</b> 515136   |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 1<br/>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

| LÍMITE LÍQUIDO                           |       |       |       |       |  |  |  |
|--|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| RECIPIENTE#                              | E4    | 8     | X5    | 48    |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 22,18 | 23,50 | 27,52 | 31,30 |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 18,20 | 19,37 | 22,42 | 26,08 |  |  |  |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 3,98  | 4,13  | 5,10  | 5,22  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 6,18  | 6,13  | 5,32  | 6,17  |  |  |  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 12,02 | 13,24 | 17,10 | 19,91 |  |  |  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)         | 33,11 | 31,19 | 29,82 | 26,22 |  |  |  |
| # DE GOLPES                              | 11    | 21    | 30    | 40    |  |  |  |

| LÍMITE PLÁSTICO                          |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE#                              | 1     | 5     | 27    |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 15,14 | 12,95 | 15,52 |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 13,44 | 11,53 | 13,66 |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 1,70  | 1,42  | 1,86  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 6,15  | 5,40  | 5,73  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 7,29  | 6,13  | 7,93  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)         | 23,32 | 23,16 | 23,46 |

SEGÚN LA CARTA DE LA COMPOSICIÓN MINERALÓGICA EN LA PLASTICIDAD (DAY, 1999)



| RESULTADOS              |       |
|-------------------------|-------|
| LÍMITE LIQUIDO =        | 29,35 |
| LÍMITE PLÁSTICO =       | 23,31 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD = | 6,03  |

|   |
|---|
| CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD ASTM D-2487 SUCS |
| <b>ML-OL</b>  |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

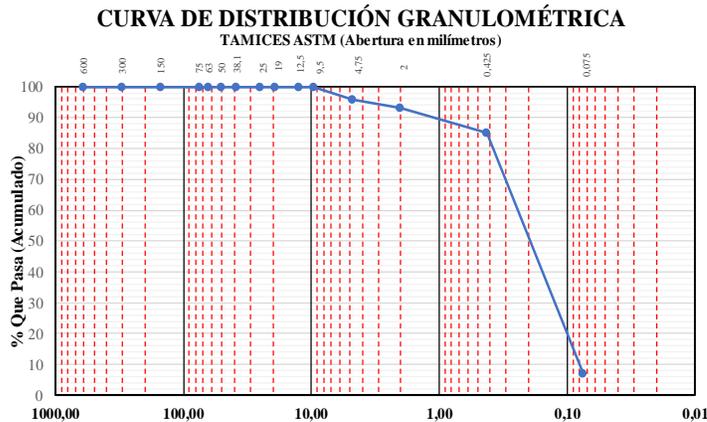


| <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS Y AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b> |   |                              |                       |
|--|---|------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9754804 |
|  |   |                              | <b>Este:</b> 515136   |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 1 Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |                       |

| Ensayo de Contenido de Humedad           | Serie Gruesa | Serie Fina |
|--|--------------|------------|
| Recipiente N°                            |              | S          |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda      |              | 205,64     |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 ) |              | 136,39     |
| Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )            |              | 69,25      |
| Masa del Recipiente ( P4 )               |              | 53,62      |
| Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )    |              | 82,77      |
| % de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )       |              | 83,67      |

| <b>SERIE GRUESA</b>          |       |               |           |                        |
|------------------------------|-------|---------------|-----------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°. |       | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado |
|                              |       | Parcial       | Acumulada |                        |
| 600, mm.                     | 24 "  | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 300, mm.                     | 12 "  | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 150, mm.                     | 3 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 75, mm.                      | 3 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 63, mm.                      | 2 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 50, mm.                      | 2 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 38,1 mm.                     | 1 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 25, mm.                      | 1 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 19, mm.                      | ¾ "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 12,5 mm.                     | 1/2 " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 9,5 mm.                      | 3/8 " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 4,75 mm.                     | No. 4 | 6,39          | 6,39      | 95,80                  |
| Pasa No. 4                   |       |               | 145,63    |                        |

| <b>SERIE FINA</b>                                      |         |               |           |                        |                        |
|--|---------|---------------|-----------|------------------------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°.                           |         | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado | % Pasante<br>Corregido |
|  |         | Parcial       | Acumulada |                        |                        |
| 2,36 mm.   | No. 8   |               |           |                        |                        |
| 2, mm.   | No. 10  | 2,26          | 2,26      | 97,15                  | 93,07                  |
| 1,18 mm.   | No. 16  |               |           |                        |                        |
| 0,85 mm.   | No. 20  |               |           |                        |                        |
| 0,60 mm.   | No. 30  |               |           |                        |                        |
| 0,425 mm.  | No. 40  | 6,71          | 8,97      | 88,69                  | 84,96                  |
| 0,3 mm.  | No. 50  |               |           |                        |                        |
| 0,15 mm.   | No. 100 |               |           |                        |                        |
| 0,075 mm.  | No. 200 | 64,60         | 73,57     | 7,22                   | 6,91                   |
| Pasa No. 200   |         |               |           |                        |                        |
| Masa inicial del material para Lavado =                |         |               |           | 145,63 gr.             |                        |
| Masa final corregida por Humedad de los finos =        |         |               |           | 79,3 gr.               |                        |
| Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr) |         |               |           | 152,02                 |                        |



| Distribución del Tamaño de las Partículas (%) |                     |      |      |
|---|---------------------|------|------|
| Pedrón Rodado (> 12")                         |                     | 0,00 |      |
| Canto Rodado (12" - 3")                       |                     | 0,00 |      |
| Grava (3" - N°4)                              | Gruesa (3" - 3/4")  | 0,0  | 4,2  |
|   | Fina (3/4" - N°4)   | 4,2  |      |
| Arena (N°4 - N°200)                           | Gruesa (N°4 - N°10) | 2,7  | 88,9 |
|   | Medía (N°10 - N°40) | 8,1  |      |
|   | Fina (N°40 - N°200) | 78,0 |      |
| Finos (> N°200)                               |                     | 6,91 |      |

| Condiciones de Filtro |       |      |      |
|-----------------------|-------|------|------|
| D15 =                 | 0,900 | Cu = | 2,72 |
| D30 =                 | 0,125 |      |      |
| D60 =                 | 0,244 | Cc = | 0,72 |
| D50 =                 | 0,195 |      |      |
| Cu < 6 No Cumple      |       |      |      |
| 1 > Cc > 3 No Cumple  |       |      |      |

| Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) |                             |
|---|-----------------------------|
| SP-SM   | ARENA MAL GRADUADA CON LIMO |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



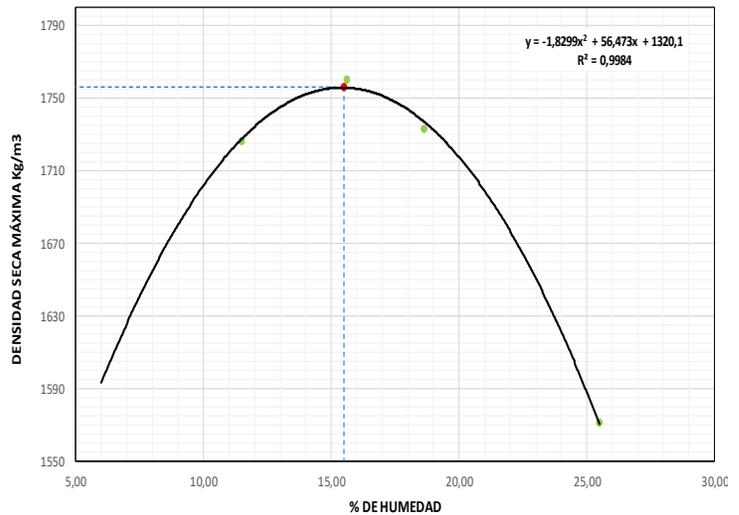
| DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD DE SUELOS |   |                          |                 |         |
|---|---|--------------------------|-----------------|---------|
| Proyecto:   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | Coordenadas              | Norte:          | 9754804 |
|   |   |                          | Este:           | 515136  |
| Ubicación:  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | Calicata 1<br>Estrato #2 | TERRENO NATURAL |         |
| Tesistas:   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                          |                 |         |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| PESO DEL CILINDRO (P7)            | 3784  |
| VOLUMEN DEL CILINDRO (V)          | 944,9 |
| PESO DEL MARTILLO (Lk)            | 10    |
| ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm) | 45,72 |
| NÚMERO DE CAPAS                   | 5     |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS        | 25    |

**Modificado Metodo B;**  
 Porción que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 # DE CAPAS mm (3/4 pulg).

| DATOS DEL ENSAYO                                  |        |         |        |         |        |         |        |         |        |      |        |      |
|---|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------|--------|------|
| PUNTO #   | 1      |         | 2      |         | 3      |         | 4      |         | 5      |      | 6      |      |
| Material de ensayo                                | Grueso | Fino    | Grueso | Fino    | Grueso | Fino    | Grueso | Fino    | Grueso | Fino | Grueso | Fino |
| RECIPIENTE#                                       |        | IA      |        | Q       |        | C5      |        | 10,1    |        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)          |        | 158,01  |        | 176,44  |        | 61,59   |        | 100,47  |        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)            |        | 145,23  |        | 160,16  |        | 54,56   |        | 86,2    |        |      |        |      |
| MASA DE AGUA ( P3 = P1 - P2 )                     |        | 12,78   |        | 16,28   |        | 7,03    |        | 14,27   |        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                           |        | 34,22   |        | 55,94   |        | 16,87   |        | 30,22   |        |      |        |      |
| MASA DE MUESTRA SECA ( P5 = P2 - P4 )             |        | 111,01  |        | 104,22  |        | 37,69   |        | 55,98   |        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD ( W = P3 * 100 ÷ P5 )                |        | 11,51   |        | 15,62   |        | 18,65   |        | 25,49   |        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD PROMEDIO                             |        | 11,51   |        | 15,62   |        | 18,65   |        | 25,49   |        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO                     |        | TN      |        | 100     |        | 200     |        | 300     |        |      |        |      |
| MASA DE CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)              |        | 5603    |        | 5707    |        | 5727    |        | 5647    |        |      |        |      |
| MASA DE SUELO HUMEDO (P8 = P6 - P7)               |        | 1819    |        | 1923    |        | 1943    |        | 1863    |        |      |        |      |
| DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ v)           |        | 1925,07 |        | 2035,14 |        | 2056,30 |        | 1971,64 |        |      |        |      |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + w * 100)) |        | 1726,33 |        | 1760,18 |        | 1733,05 |        | 1571,14 |        |      |        |      |

| RESULTADOS                 |      |
|----------------------------|------|
| Densidad Seca Maxima Kg/m3 | 1756 |
| % de Humedad Optima        | 15,5 |





**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>CBR - DENSIDADES</b> |   |  |  |  |                       |
|-------------------------|---|--|--|--|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>        | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |  |  | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9754804 |
|                         |   |  |  |  | <b>Este:</b> 515136   |
| <b>Ubicación:</b>       | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  |  |  | <b>Calicata 1</b><br><b>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>        | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |  |  |                       |

| MOLDE N°          | VII       | XVI       | XVII      | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 5,878     | 6,774     | 6,858     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023526 | 0,0023421 | 0,0023592 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56        | 18"                 |

| N° de ensayo                   |                | 1                         | 2                         | 3                         |        |         |        |
|--------------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------|---------|--------|
| <b>ANTES DE LA INMERSIÓN</b>   |                |                           |                           |                           |        |         |        |
|                                |                | <b>12 Golpes por capa</b> | <b>25 Golpes por capa</b> | <b>56 Golpes por capa</b> |        |         |        |
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente  | K                         | I                         | S                         |        |         |        |
|                                | Wh + r         | 187,85                    | 135,06                    | 170,32                    |        |         |        |
|                                | Ws + r         | 170,78                    | 121,87                    | 155,03                    |        |         |        |
|                                | Ww             | 17,07                     | 13,19                     | 15,29                     |        |         |        |
|                                | r              | 55,06                     | 33,85                     | 53,62                     |        |         |        |
|                                | Ws             | 115,72                    | 88,02                     | 101,41                    |        |         |        |
|                                | w (%)          | 14,75                     | 14,99                     | 15,08                     |        |         |        |
| <b>MOLDE NUMERO</b>            |                | VII                       | XVI                       | XVII                      |        |         |        |
| Molde + suelo humedo (P)       |                | 10,086                    | 11,235                    | 11,627                    |        |         |        |
| Molde                          |                | 5,878                     | 6,774                     | 6,858                     |        |         |        |
| Suelo humedo (W)               |                | 4,208                     | 4,461                     | 4,769                     |        |         |        |
| Suelo seco (Ws)                |                | 3,667                     | 3,880                     | 4,144                     |        |         |        |
| Contenido de agua (w)          |                | 14,751                    | 14,985                    | 15,077                    |        |         |        |
| Densidad humeda (H)            |                | 1788,67                   | 1904,72                   | 2021,47                   |        |         |        |
| Densidad seca (S)              |                | 1558,74                   | 1656,49                   | 1756,62                   |        |         |        |
| <b>DESPUES DE LA INMERSIÓN</b> |                |                           |                           |                           |        |         |        |
|                                |                | ARRIBA                    | ABAJO                     | ARRIBA                    | ABAJO  | ARRIBA  | ABAJO  |
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente  | C5                        | N                         | 121                       | F      | L       | T      |
|                                | Wh + r         | 70,78                     | 144,12                    | 119,3                     | 204,33 | 68,25   | 172,71 |
|                                | Ws + r         | 59,49                     | 120,44                    | 100,81                    | 177,45 | 57,1    | 150,26 |
|                                | Ww             | 11,29                     | 23,68                     | 18,49                     | 26,88  | 11,15   | 22,45  |
|                                | r              | 16,87                     | 32,33                     | 31,84                     | 54,18  | 17,18   | 50,78  |
|                                | Ws             | 42,62                     | 88,11                     | 68,97                     | 123,27 | 39,92   | 99,48  |
|                                | w (%)          | 26,49                     | 26,88                     | 26,81                     | 21,81  | 27,93   | 22,57  |
|                                | Promedio w (%) | 26,68                     |                           | 24,31                     |        | 25,25   |        |
| Molde + suelo humedo (P)       |                | 10,449                    |                           | 11,494                    |        | 11,897  |        |
| Molde                          |                | 5,878                     |                           | 6,774                     |        | 6,858   |        |
| Suelo humedo (W)               |                | 4,571                     |                           | 4,72                      |        | 5,039   |        |
| Suelo seco (Ws)                |                | 3,608                     |                           | 3,797                     |        | 4,023   |        |
| Contenido de agua (w)          |                | 26,68                     |                           | 24,31                     |        | 25,25   |        |
| Densidad humeda (H)            |                | 1942,973                  |                           | 2015,30                   |        | 2135,92 |        |
| Densidad seca (S)              |                | 1533,73                   |                           | 1621,23                   |        | 1705,34 |        |

| <b>HINCHAMIENTO</b> |          |      |      |      |
|---------------------|----------|------|------|------|
| Lectura inicial     |          | 0,03 | 0,54 | 1,56 |
| 24 horas            |          | 0,91 | 1,61 | 2,54 |
| 48 horas            |          | 1,16 | 1,89 | 3,11 |
| 72 horas            |          | 1,17 | 1,9  | 3,21 |
| 96 horas            |          |      |      |      |
| <b>HINCHAMIENTO</b> | <b>%</b> | 22,8 | 27,2 | 33,0 |

|                   |            |         |         |         |
|-------------------|------------|---------|---------|---------|
| <b>CBR</b>        | <b>%</b>   |         |         |         |
| Densidad seca (S) | $\gamma_s$ | 1558,74 | 1656,49 | 1756,62 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**CBR - PENETRACIÓN**

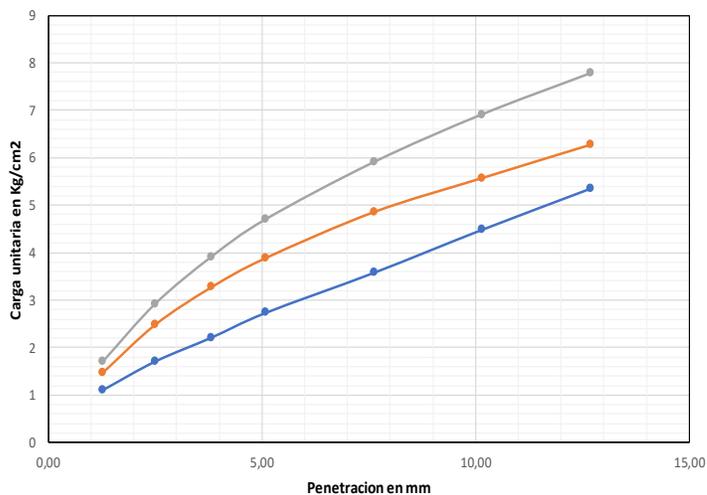
|                   |   |                                  |                 |         |
|-------------------|---|----------------------------------|-----------------|---------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b>   | 9754804 |
|                   |   |                                  | <b>Este:</b>    | 515136  |
| <b>Ubicación:</b> | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 1<br/>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL |         |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                 |         |

|                   |           |           |           |                     |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| MOLDE N°          | VII       | XVI       | XVII      | PESO DEL MARTILLO   |
| PESO MOLDE        | 5,878     | 6,774     | 6,858     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023526 | 0,0023421 | 0,0023592 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56        | 18"                 |

|                         |          |          |          |          |          |          |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>NUMERO DE ENSAYO</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb |        |        | CARGA DE PENETRACION EN Kg |       |       |
|----------------------------|----------------------------|--------|--------|----------------------------|-------|-------|
| 1.27 mm (0.05")            | 47,3                       | 63,14  | 72,82  | 21,5                       | 28,7  | 33,1  |
| 2.54 mm (0.10")            | 73,04                      | 106,26 | 124,74 | 33,2                       | 48,3  | 56,7  |
| 3.81 mm (0.15")            | 94,38                      | 139,7  | 166,76 | 42,9                       | 63,5  | 75,8  |
| 5.08 mm (0.20")            | 116,6                      | 165,88 | 200,42 | 53,0                       | 75,4  | 91,1  |
| 7.62 mm (0.30")            | 152,68                     | 207,24 | 251,9  | 69,4                       | 94,2  | 114,5 |
| 10.16 mm (0.40")           | 191,4                      | 237,82 | 294,8  | 87,0                       | 108,1 | 134,0 |
| 12.70 mm (0.50")           | 228,36                     | 267,74 | 331,76 | 103,8                      | 121,7 | 150,8 |

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg2 |              |              | CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm2 |              |              |
|----------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------|--------------|--------------|
| 1.27 mm (0.05")            | 15,73                            | 21,00        | 24,22        | 1,109                          | 1,480        | 1,707        |
| <b>2.54 mm (0.10")</b>     | <b>24,30</b>                     | <b>35,35</b> | <b>41,49</b> | <b>1,712</b>                   | <b>2,490</b> | <b>2,923</b> |
| 3.81 mm (0.15")            | 31,39                            | 46,47        | 55,47        | 2,212                          | 3,274        | 3,908        |
| <b>5.08 mm (0.20")</b>     | <b>38,79</b>                     | <b>55,18</b> | <b>66,67</b> | <b>2,733</b>                   | <b>3,888</b> | <b>4,697</b> |
| 7.62 mm (0.30")            | 50,79                            | 68,94        | 83,79        | 3,578                          | 4,857        | 5,904        |
| 10.16 mm (0.40")           | 63,67                            | 79,11        | 98,06        | 4,486                          | 5,574        | 6,909        |
| 12.70 mm (0.50")           | 75,96                            | 89,06        | 110,36       | 5,352                          | 6,275        | 7,775        |



| N° de Golpes | Esfuerzo de penetracion |           |
|--------------|-------------------------|-----------|
|              | 0,10 pulg               | 0,20 pulg |
| 12           | 1,712                   | 2,733     |
| 25           | 2,490                   | 3,888     |
| 56           | 2,923                   | 4,697     |

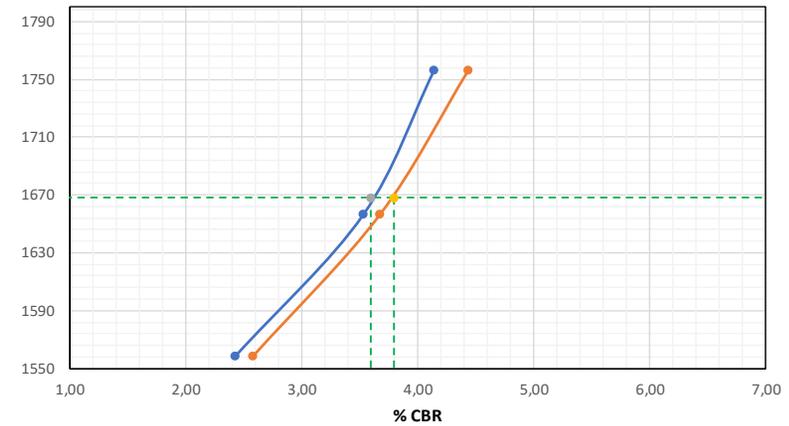
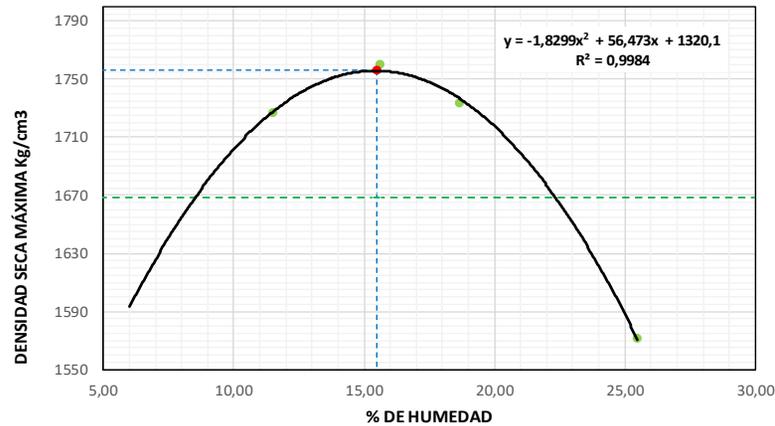
| C.B.R | %    |      |
|-------|------|------|
| 12    | 2,43 | 2,59 |
| 25    | 3,53 | 3,68 |
| 56    | 4,15 | 4,44 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| RELACIÓN DE GRÁFICO DE PROCTOR - CBR |   |  |                       |
|--------------------------------------|---|--|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>                     | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9754804 |
|                                      |   |  | <b>Este:</b> 515136   |
| <b>Ubicación:</b>                    | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 1</b><br><b>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>                     | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |                       |



Densidad seca Máxima = 1756 Kg/m<sup>3</sup>  
 Humedad Óptima = 15,5 %  
 95% Densidad seca Máxima = 1668,2 Kg/m<sup>3</sup>

CBR para 0,10'' = 3,6 %  
 CBR para 0,20'' = 3,8 %

| N° de Golpes / capa | Densidad Kg/m <sup>3</sup> | CARGA UNITARIA Kg/m <sup>2</sup> |        | CARGA UNITARIA PATRON Kg/m <sup>2</sup> |        | C.B.R % |        | Expansión % |
|---------------------|----------------------------|----------------------------------|--------|---|--------|---------|--------|-------------|
|                     |                            | 0,10''                           | 0,20'' | 0,10''                                  | 0,20'' | 0,10''  | 0,20'' |             |
| 12                  | 1558,74                    | 1,71                             | 2,73   | 70,45                                   | 105,68 | 2,43    | 2,59   | 22,8        |
| 25                  | 1656,49                    | 2,49                             | 3,89   | 70,45                                   | 105,68 | 3,53    | 3,68   | 27,2        |
| 56                  | 1756,62                    | 2,92                             | 4,70   | 70,45                                   | 105,68 | 4,15    | 4,44   | 33,0        |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> |   |                                  |                       |
|-----------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>            | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755099 |
|                             |   |                                  | <b>Este:</b> 514898   |
| <b>Ubicación:</b>           | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2<br/>Estrato #1</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>            | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

|   |        |
|---|--------|
| <b>RECIPIENTE</b>                               | B      |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)</b> | 176,95 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)</b>   | 172,71 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE (P4)</b>                  | 34,34  |

|                     |      |
|---------------------|------|
| <b>% DE HUMEDAD</b> | 3,06 |
|---------------------|------|



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

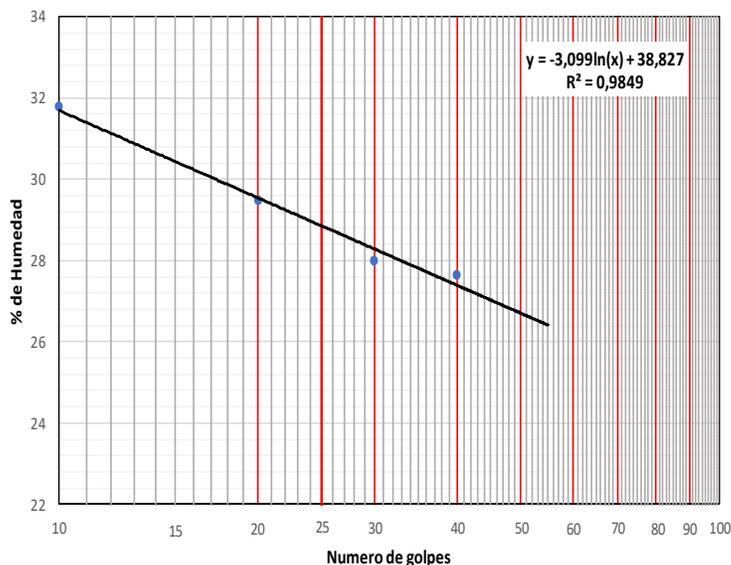


| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS |   |  |                       |
|---|---|--|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755099 |
|   |   |  | <b>Este:</b> 514898   |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2</b><br><b>Estrato #1</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |                       |

| LIMITE LÍQUIDO                           |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE#                              | V2    | A1    | K     | 28    |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 15,66 | 21,22 | 21,50 | 22,57 |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 13,13 | 18,47 | 18,19 | 18,87 |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 2,53  | 2,75  | 3,31  | 3,70  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 5,17  | 9,14  | 6,37  | 5,49  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 7,96  | 9,33  | 11,82 | 13,38 |
| % DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)         | 31,78 | 29,47 | 28,00 | 27,65 |
| # DE GOLPES                              | 10    | 20    | 30    | 40    |

| LIMITE PLÁSTICO                          |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE#                              | Q1    | 44    | D1    |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 16,17 | 14,86 | 16,41 |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 15,19 | 13,68 | 15,41 |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 0,98  | 1,18  | 1,00  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 9,37  | 6,18  | 9,12  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 5,82  | 7,50  | 6,29  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)         | 16,84 | 15,73 | 15,90 |

SEGÚN LA CARTA DE LA  
 COMPOSICIÓN  
 MINERALÓGICA EN LA  
 PLASTICIDAD (DAY, 1999)



| RESULTADOS              |    |
|-------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO =        | 29 |
| LIMITE PLASTICO =       | 16 |
| INDICE DE PLASTICIDAD = | 13 |

|  |
|--|
| CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE<br>PLASTICIDAD ASTM D-2487 SUCS |
| <b>CL</b>  |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

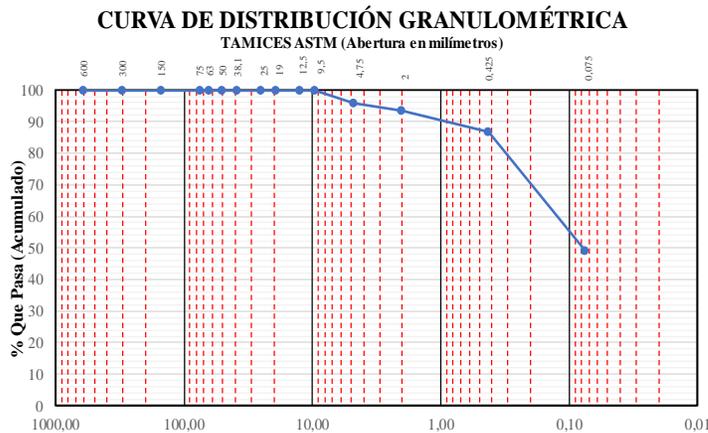


| <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS Y AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b> |   |                              |                       |
|--|---|------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9755099 |
|  |   |                              | <b>Este:</b> 514898   |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2 Estrato #1</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |                       |

| Ensayo de Contenido de Humedad           | Serie Gruesa | Serie Fina |
|--|--------------|------------|
| Recipiente N°                            |              | B          |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda      |              | 176,95     |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 ) |              | 172,71     |
| Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )            |              | 4,24       |
| Masa del Recipiente ( P4 )               |              | 34,34      |
| Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )    |              | 138,37     |
| % de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )       |              | 3,06       |

| <b>SERIE GRUESA</b>          |       |               |           |                        |
|------------------------------|-------|---------------|-----------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°. |       | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado |
|                              |       | Parcial       | Acumulada |                        |
| 600, mm.                     | 24 "  | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 300, mm.                     | 12 "  | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 150, mm.                     | 3 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 75, mm.                      | 3 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 63, mm.                      | 2 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 50, mm.                      | 2 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 38,1 mm.                     | 1 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 25, mm.                      | 1 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 19, mm.                      | ¾ "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 12,5 mm.                     | 1/2 " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 9,5 mm.                      | 3/8 " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 4,75 mm.                     | No. 4 | 5,85          | 5,85      | 95,90                  |
| <b>Pasa No. 4</b>            |       |               | 137       |                        |

| <b>SERIE FINA</b>   |         |               |           |                        |                        |
|---|---------|---------------|-----------|------------------------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°.                                  |         | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado | % Pasante<br>Corregido |
|   |         | Parcial       | Acumulada |                        |                        |
| 2,36 mm.  | No. 8   |               |           |                        |                        |
| 2, mm.  | No. 10  | 3,53          | 3,53      | 97,34                  | 93,35                  |
| 1,18 mm.  | No. 16  |               |           |                        |                        |
| 0,85 mm.  | No. 20  |               |           |                        |                        |
| 0,60 mm.  | No. 30  |               |           |                        |                        |
| 0,425 mm.   | No. 40  | 9,27          | 12,8      | 90,36                  | 86,65                  |
| 0,3 mm.   | No. 50  |               |           |                        |                        |
| 0,15 mm.  | No. 100 |               |           |                        |                        |
| 0,075 mm.   | No. 200 | 52,09         | 64,89     | 51,11                  | 49,02                  |
| <b>Pasa No. 200</b>   |         |               |           |                        |                        |
| <b>Masa inicial del material para Lavado =</b>                |         |               |           | 136,80 gr.             |                        |
| <b>Masa final corregida por Humedad de los finos =</b>        |         |               |           | 132,7 gr.              |                        |
| <b>Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr)</b> |         |               |           | 142,65                 |                        |



| <b>Distribución del Tamaño de las Partículas (%)</b> |                     |      |              |
|--|---------------------|------|--------------|
| <b>Pedrán Rodado (&gt; 12")</b>                      |                     |      | <b>0,00</b>  |
| <b>Canto Rodado (12"-3")</b>                         |                     |      | <b>0,00</b>  |
| <b>Grava (3"-N°4)</b>                                | Gruasa (3"-3/4")    | 0,0  | <b>4,1</b>   |
|  | Fina (3/4"-N°4)     | 4,1  |              |
| <b>Arena (N°4 - N°200)</b>                           | Gruasa (N°4 - N°10) | 2,6  | <b>46,9</b>  |
|  | Medía (N°10 - N°40) | 6,7  |              |
|  | Fina (N°40 - N°200) | 37,6 |              |
| <b>Finos (&gt; N°200)</b>                            |                     |      | <b>49,02</b> |

| <b>Condiciones de Filtro</b> |      |
|------------------------------|------|
| D15 =                        | Cu = |
| D30 =                        |      |
| D60 =                        | Cc = |
| D50 =                        |      |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



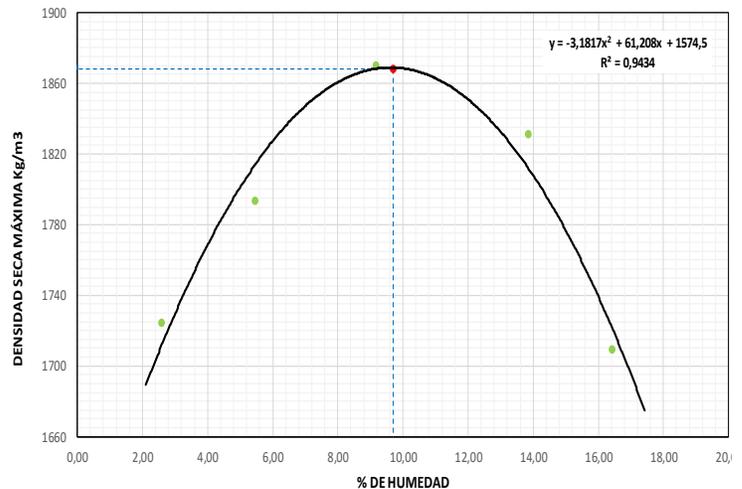
| DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD DE SUELOS |   |                    |   |               |         |              |        |
|---|---|--------------------|---|---------------|---------|--------------|--------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Norte:</b></td> <td>9755099</td> </tr> <tr> <td><b>Este:</b></td> <td>514898</td> </tr> </table> | <b>Norte:</b> | 9755099 | <b>Este:</b> | 514898 |
| <b>Norte:</b>   | 9755099   |                    |   |               |         |              |        |
| <b>Este:</b>  | 514898  |                    |   |               |         |              |        |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2</b>  | TERRENO NATURAL   |               |         |              |        |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Estrato #1</b>  |   |               |         |              |        |

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| PESO DEL CILINDRO (P7)            | 4135   |
| VOLUMEN DEL CILINDRO (V)          | 932,14 |
| PESO DEL MARTILLO (Lk)            | 10     |
| ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm) | 45,72  |
| NÚMERO DE CAPAS                   | 5      |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS        | 25     |

**Modificado Metodo B;**  
 Porción que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 # DE CAPAS mm (3/4 pulg).

| DATOS DEL ENSAYO                                  |        |             |        |             |        |             |        |              |        |              |        |      |
|---|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|------|
| PUNTO #   | 1      |             | 2      |             | 3      |             | 4      |              | 5      |              | 6      |      |
| Material de ensayo                                | Grueso | Fino        | Grueso | Fino        | Grueso | Fino        | Grueso | Fino         | Grueso | Fino         | Grueso | Fino |
| RECIPIENTE #                                      |        | B           |        | R           |        | 111         |        | F            |        | G            |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)          |        | 77,39       |        | 149,06      |        | 141,63      |        | 169,25       |        | 203,89       |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)            |        | 75,84       |        | 142,91      |        | 132,36      |        | 155,24       |        | 182,78       |        |      |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)                       |        | 1,55        |        | 6,15        |        | 9,27        |        | 14,01        |        | 21,11        |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                           |        | 16,38       |        | 30,22       |        | 31,29       |        | 54,18        |        | 54,25        |        |      |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)               |        | 59,46       |        | 112,69      |        | 101,07      |        | 101,06       |        | 128,53       |        |      |
| % DE HUMEDAD (W = P3 * 100 ÷ P5)                  |        | 2,61        |        | 5,46        |        | 9,17        |        | 13,86        |        | 16,42        |        |      |
| % DE HUMEDAD PROMEDIO                             |        | <b>2,61</b> |        | <b>5,46</b> |        | <b>9,17</b> |        | <b>13,86</b> |        | <b>16,42</b> |        |      |
| % DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO                     |        | TN          |        | 100         |        | 200         |        | 300          |        | 400          |        |      |
| MASA DE CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)              |        | 5784        |        | 5898        |        | 6038        |        | 6078         |        | 5990         |        |      |
| MASA DE SUELO HUMEDO (P8 = P6 - P7)               |        | 1649        |        | 1763        |        | 1903        |        | 1943         |        | 1855         |        |      |
| DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ v)           |        | 1769,05     |        | 1891,35     |        | 2041,54     |        | 2084,45      |        | 1990,044414  |        |      |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + w - 100)) |        | 1724,10     |        | 1793,47     |        | 1870,02     |        | 1830,66      |        | 1709,305056  |        |      |

| RESULTADOS                        |             |
|-----------------------------------|-------------|
| <b>Densidad Seca Maxima Kg/m3</b> | <b>1868</b> |
| <b>% de Humedad Optima</b>        | <b>9,7</b>  |





**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>CBR - DENSIDADES</b> |   |                              |  |
|-------------------------|---|------------------------------|--|
| <b>Proyecto:</b>        | “Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena” | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9755099<br><b>Este:</b> 514898 |
| <b>Ubicación:</b>       | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2 Estrato #1</b> | TERRENO NATURAL                              |
| <b>Tesistas:</b>        | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |  |

|                   |           |           |            |                     |
|-------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|
| MOLDE N°          | VII       | XVI       | 1          | PESO DEL MARTILLO   |
| PESO MOLDE        | 5,878     | 6,774     | 5,946      | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023526 | 0,0023421 | 0,00234879 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56         | 18"                 |

| N° de ensayo                   |               | 1                         | 2                         | 3                         |         |         |         |
|--------------------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|
| <b>ANTES DE LA INMERSIÓN</b>   |               |                           |                           |                           |         |         |         |
|                                |               | <b>12 Golpes por capa</b> | <b>25 Golpes por capa</b> | <b>56 Golpes por capa</b> |         |         |         |
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente | C12                       | G                         | Z                         |         |         |         |
|                                | Wh + r        | 84,96                     | 218,22                    | 163,68                    |         |         |         |
|                                | Ws + r        | 80,66                     | 207,16                    | 153,85                    |         |         |         |
|                                | Ww            | 4,3                       | 11,06                     | 9,83                      |         |         |         |
|                                | r             | 18,16                     | 54,25                     | 32,41                     |         |         |         |
|                                | Ws            | 62,5                      | 152,91                    | 121,44                    |         |         |         |
|                                | w (%)         | 6,88                      | 7,23                      | 8,09                      |         |         |         |
| <b>MOLDE NUMERO</b>            |               | VII                       | XVI                       | 1                         |         |         |         |
| Molde + suelo humedo (P)       |               | 9,84                      | 10,956                    | 10,495                    |         |         |         |
| Molde                          |               | 5,878                     | 6,774                     | 5,946                     |         |         |         |
| Suelo humedo (W)               |               | 3,962                     | 4,182                     | 4,549                     |         |         |         |
| Suelo seco (Ws)                |               | 3,707                     | 3,900                     | 4,208                     |         |         |         |
| Contenido de agua (w)          |               | 6,880                     | 7,233                     | 8,095                     |         |         |         |
| Densidad humeda (H)            |               | 1684,11                   | 1785,59                   | 1936,74                   |         |         |         |
| Densidad seca (S)              |               | 1575,70                   | 1665,15                   | 1791,71                   |         |         |         |
| <b>DESPUES DE LA INMERSIÓN</b> |               |                           |                           |                           |         |         |         |
| <b>HUMEDAD</b>                 |               | ARRIBA                    | ABAJO                     | ARRIBA                    | ABAJO   | ARRIBA  | ABAJO   |
|                                | N° recipiente | AE                        | X1                        | 11                        | Z2      | 21      | Y2      |
|                                | Wh + r        | 233,23                    | 75,82                     | 143,95                    | 79,16   | 183,82  | 75,03   |
|                                | Ws + r        | 191,1                     | 65,22                     | 122,44                    | 68,4    | 155,36  | 65,46   |
|                                | Ww            | 42,13                     | 10,6                      | 21,51                     | 10,76   | 28,46   | 9,57    |
|                                | r             | 20,11                     | 16,5                      | 30,23                     | 16,48   | 31,3    | 16,55   |
|                                | Ws            | 170,99                    | 48,72                     | 92,21                     | 51,92   | 124,06  | 48,91   |
|                                | w (%)         | 24,64                     | 21,76                     | 23,33                     | 20,72   | 22,94   | 19,57   |
| Promedio w (%)                 |               | 23,20                     | 22,03                     | 21,25                     | 21,25   | 21,25   | 21,25   |
| Molde + suelo humedo (P)       |               | 11,437                    | 11,471                    | 11,68                     | 11,68   | 11,68   | 11,68   |
| Molde                          |               | 5,878                     | 6,774                     | 5,946                     | 5,946   | 5,946   | 5,946   |
| Suelo humedo (W)               |               | 5,559                     | 4,697                     | 5,734                     | 5,734   | 5,734   | 5,734   |
| Suelo seco (Ws)                |               | 4,512                     | 3,849                     | 4,729                     | 4,729   | 4,729   | 4,729   |
| Contenido de agua (w)          |               | 23,20                     | 22,03                     | 21,25                     | 21,25   | 21,25   | 21,25   |
| Densidad humeda (H)            |               | 2362,938                  | 2005,48                   | 2441,26                   | 2441,26 | 2441,26 | 2441,26 |
| Densidad seca (S)              |               | 1918,00                   | 1643,49                   | 2013,35                   | 2013,35 | 2013,35 | 2013,35 |

| <b>HINCHAMIENTO</b> |          |      |      |      |
|---------------------|----------|------|------|------|
| Lectura inicial     |          | 1,25 | 1,65 | 0,35 |
| 24 horas            |          | 1,35 | 1,95 | 0,87 |
| 48 horas            |          | 1,6  | 2,3  | 1,36 |
| 72 horas            |          | 1,61 | 2,36 | 1,44 |
| 96 horas            |          |      |      |      |
| <b>HINCHAMIENTO</b> | <b>%</b> | 7,2  | 14,2 | 21,8 |

|                   |            |         |         |         |
|-------------------|------------|---------|---------|---------|
| <b>CBR</b>        | <b>%</b>   |         |         |         |
| Densidad seca (S) | $\gamma_s$ | 1575,70 | 1665,15 | 1791,71 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



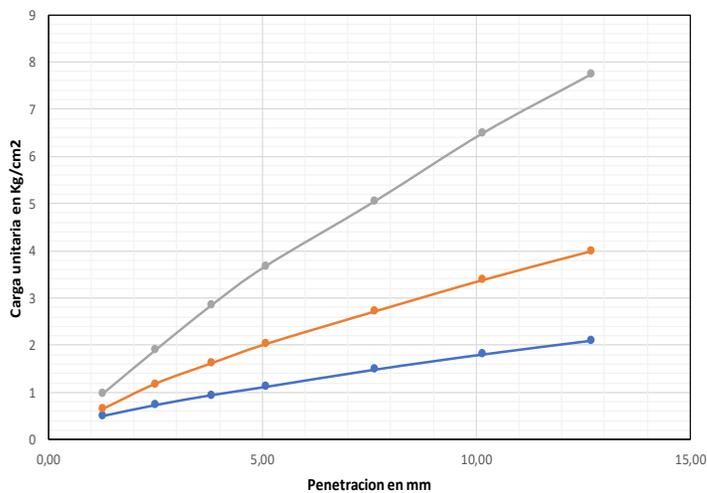
| <b>CBR - PENETRACIÓN</b> |   |                              |                       |
|--------------------------|---|------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacifico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9755099 |
|                          |   |                              | <b>Este:</b> 514898   |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2 Estrato #1</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>         | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |                       |

| MOLDE N°          | VII       | XVI       | 1          | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 5,878     | 6,774     | 5,946      | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023526 | 0,0023421 | 0,00234879 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56         | 18"                 |

| NUMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|
|                  |   |   |   |   |   |   |

| Tamiz ASTM Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb |        |        | CARGA DE PENETRACION EN Kg |      |       |
|-------------------------|----------------------------|--------|--------|----------------------------|------|-------|
| 1.27 mm (0.05")         | 21,34                      | 27,5   | 41,36  | 9,7                        | 12,5 | 18,8  |
| 2.54 mm (0.10")         | 31,24                      | 50,38  | 80,74  | 14,2                       | 22,9 | 36,7  |
| 3.81 mm (0.15")         | 40,26                      | 68,86  | 121,22 | 18,3                       | 31,3 | 55,1  |
| 5.08 mm (0.20")         | 47,74                      | 86,24  | 156,64 | 21,7                       | 39,2 | 71,2  |
| 7.62 mm (0.30")         | 63,36                      | 115,72 | 214,94 | 28,8                       | 52,6 | 97,7  |
| 10.16 mm (0.40")        | 77,22                      | 144,32 | 276,76 | 35,1                       | 65,6 | 125,8 |
| 12.70 mm (0.50")        | 89,76                      | 170,5  | 330    | 40,8                       | 77,5 | 150,0 |

| Tamiz ASTM Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg2 |              |              | CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm2 |              |              |
|-------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------|--------------|--------------|
| 1.27 mm (0.05")         | 7,10                             | 9,15         | 13,76        | 0,500                          | 0,645        | 0,969        |
| <b>2.54 mm (0.10")</b>  | <b>10,39</b>                     | <b>16,76</b> | <b>26,86</b> | <b>0,732</b>                   | <b>1,181</b> | <b>1,892</b> |
| 3.81 mm (0.15")         | 13,39                            | 22,91        | 40,32        | 0,944                          | 1,614        | 2,841        |
| <b>5.08 mm (0.20")</b>  | <b>15,88</b>                     | <b>28,69</b> | <b>52,11</b> | <b>1,119</b>                   | <b>2,021</b> | <b>3,671</b> |
| 7.62 mm (0.30")         | 21,08                            | 38,49        | 71,50        | 1,485                          | 2,712        | 5,037        |
| 10.16 mm (0.40")        | 25,69                            | 48,01        | 92,06        | 1,810                          | 3,382        | 6,486        |
| 12.70 mm (0.50")        | 29,86                            | 56,72        | 109,77       | 2,104                          | 3,996        | 7,734        |



| N° de Golpes | Esfuerzo de penetracion |           |
|--------------|-------------------------|-----------|
|              | 0,10 pulg               | 0,20 pulg |
| 12           | 0,732                   | 1,119     |
| 25           | 1,181                   | 2,021     |
| 56           | 1,892                   | 3,671     |

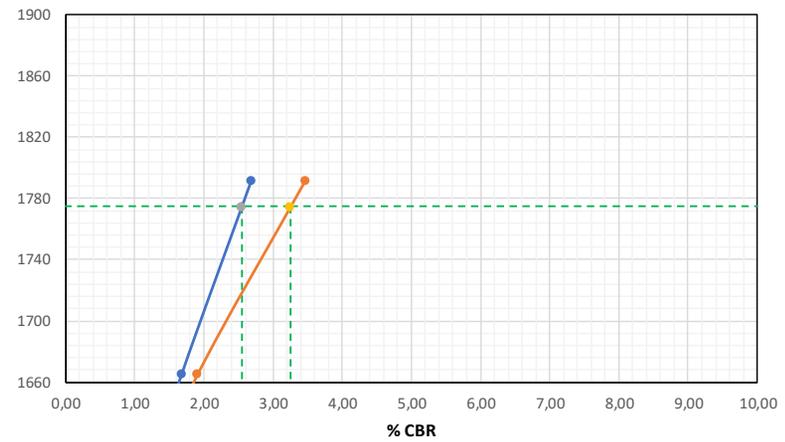
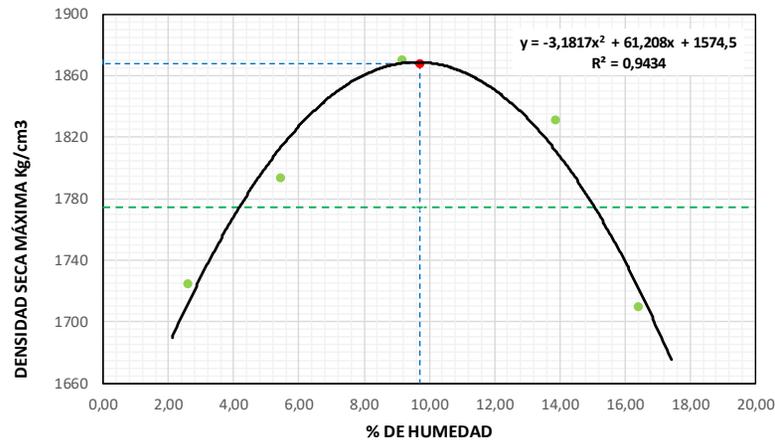
| C.B.R | %    |      |
|-------|------|------|
| 12    | 1,04 | 1,06 |
| 25    | 1,68 | 1,91 |
| 56    | 2,69 | 3,47 |



**UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| RELACIÓN DE GRÁFICO DE PROCTOR - CBR |   |                                  |                 |         |
|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------|---------|
| <b>Proyecto:</b>                     | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b>   | 9755099 |
|                                      |   |                                  | <b>Este:</b>    | 514898  |
| <b>Ubicación:</b>                    | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2<br/>Estrato #1</b> | TERRENO NATURAL |         |
| <b>Tesistas:</b>                     | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                 |         |



Densidad seca Máxima = 1868 Kg/m<sup>3</sup>  
 Humedad Óptima = 9,7 %  
 95% Densidad seca Máxima = 1774,6 Kg/m<sup>3</sup>

CBR para 0,10'' = 2,55 %  
 CBR para 0,20'' = 3,25 %

| Nº de Golpes / capa | Densidad Kg/m <sup>3</sup> | CARGA UNITARIA Kg/m <sup>2</sup> |        | CARGA UNITARIA PATRON Kg/m <sup>2</sup> |        | C.B.R % |        | Expansión % |
|---------------------|----------------------------|----------------------------------|--------|---|--------|---------|--------|-------------|
|                     |                            | 0,10''                           | 0,20'' | 0,10''                                  | 0,20'' | 0,10''  | 0,20'' |             |
| 12                  | 1575,70                    | 0,73                             | 1,12   | 70,45                                   | 105,68 | 1,04    | 1,06   | 7,2         |
| 25                  | 1665,15                    | 1,18                             | 2,02   | 70,45                                   | 105,68 | 1,68    | 1,91   | 14,2        |
| 56                  | 1791,71                    | 1,89                             | 3,67   | 70,45                                   | 105,68 | 2,69    | 3,47   | 21,8        |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| <b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS</b> |   |  |                       |
|--|---|--|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755099 |
|  |   |  | <b>Este:</b> 514898   |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2</b><br><b>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |                       |

|   |        |
|---|--------|
| <b>RECIPIENTE</b>                               | F      |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)</b> | 144,68 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)</b>   | 134,47 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE (P4)</b>                  | 34,02  |

|                     |       |
|---------------------|-------|
| <b>% DE HUMEDAD</b> | 10,16 |
|---------------------|-------|



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

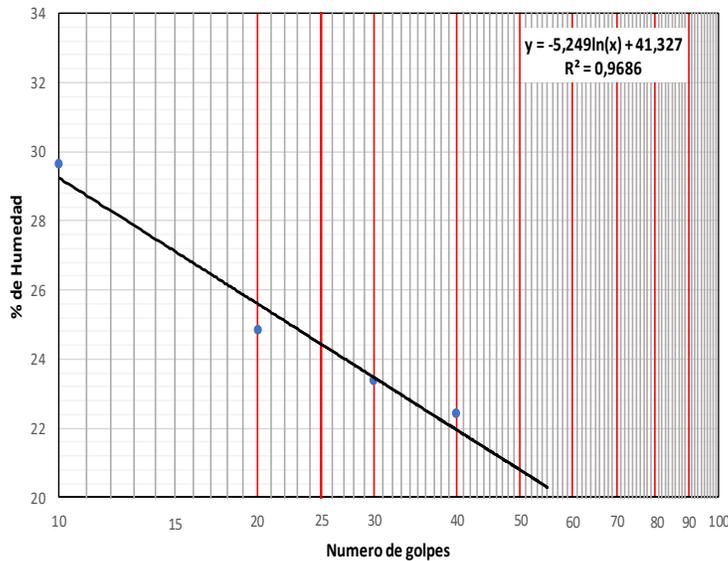


| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS |   |                                  |                       |
|---|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755099 |
|   |   |                                  | <b>Este:</b> 514898   |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2<br/>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

| LIMITE LÍQUIDO                           |       |       |       |       |  |  |  |
|--|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| RECIPIENTE#                              | D1    | 6     | 54    | 14    |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 22,24 | 19,11 | 22,00 | 21,81 |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 19,24 | 16,44 | 19,01 | 18,98 |  |  |  |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 3,00  | 2,67  | 2,99  | 2,83  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 9,12  | 5,69  | 6,22  | 6,36  |  |  |  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 10,12 | 10,75 | 12,79 | 12,62 |  |  |  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)         | 29,64 | 24,84 | 23,38 | 22,42 |  |  |  |
| # DE GOLPES                              | 10    | 20    | 30    | 40    |  |  |  |

| LIMITE PLÁSTICO                          |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE#                              | 31    | F     | L5    |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 14,42 | 15,22 | 15,09 |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 13,12 | 13,93 | 14,00 |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 1,30  | 1,29  | 1,09  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 5,52  | 6,15  | 6,28  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 7,60  | 7,78  | 7,72  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)         | 17,11 | 16,58 | 14,12 |

SEGÚN LA CARTA DE LA  
 COMPOSICIÓN  
 MINERALÓGICA EN LA  
 PLASTICIDAD (DAY, 1999)



| RESULTADOS              |    |
|-------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO =        | 24 |
| LIMITE PLASTICO =       | 16 |
| INDICE DE PLASTICIDAD = | 8  |

CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE  
 PLASTICIDAD ASTM D-2487 SUCS

**CL**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

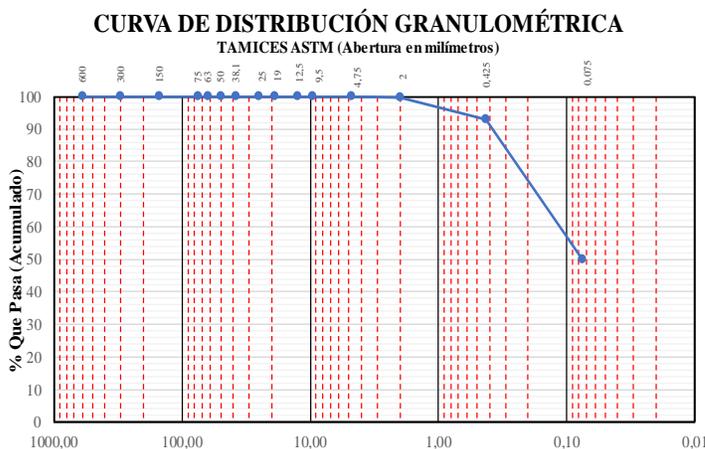


| <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS Y AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b> |   |                              |                       |
|--|---|------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9755099 |
|  |   |                              | <b>Este:</b> 514898   |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2 Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |                       |

| Ensayo de Contenido de Humedad           | Serie Gruesa | Serie Fina |
|--|--------------|------------|
| Recipiente N°                            |              | W          |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda      |              | 144,68     |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 ) |              | 134,47     |
| Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )            |              | 10,21      |
| Masa del Recipiente ( P4 )               |              | 34,02      |
| Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )    |              | 100,45     |
| % de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )       |              | 10,16      |

| <b>SERIE GRUESA</b>          |               |           |                        |  |
|------------------------------|---------------|-----------|------------------------|--|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°. | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado |  |
|                              | Parcial       | Acumulada |                        |  |
| 600, mm. 24 "                | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 300, mm. 12 "                | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 150, mm. 3 ½ "               | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 75, mm. 3 "                  | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 63, mm. 2 ½ "                | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 50, mm. 2 "                  | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 38,1 mm. 1 ½ "               | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 25, mm. 1 "                  | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 19, mm. ¾ "                  | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 12,5 mm. 1/2 "               | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 9,5 mm. 3/8 "                | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 4,75 mm. No. 4               | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| Pasa No. 4                   |               | 111       |                        |  |

| <b>SERIE FINA</b>                                      |               |           |                        |                        |
|--|---------------|-----------|------------------------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°.                           | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado | % Pasante<br>Corregido |
|  | Parcial       | Acumulada |                        |                        |
| 2,36 mm. No. 8   |               |           |                        |                        |
| 2, mm. No. 10  | 0,30          | 0,3       | 99,70                  | 99,70                  |
| 1,18 mm. No. 16  |               |           |                        |                        |
| 0,85 mm. No. 20  |               |           |                        |                        |
| 0,60 mm. No. 30  |               |           |                        |                        |
| 0,425 mm. No. 40                                       | 6,65          | 6,95      | 93,08                  | 93,08                  |
| 0,3 mm. No. 50   |               |           |                        |                        |
| 0,15 mm. No. 100                                       |               |           |                        |                        |
| 0,075 mm. No. 200                                      | 43,55         | 50,5      | 49,73                  | 49,73                  |
| Pasa No. 200   |               |           |                        |                        |
| Masa inicial del material para Lavado =                |               |           | 110,7 gr.              |                        |
| Masa final corregida por Humedad de los finos =        |               |           | 100,5 gr.              |                        |
| Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr) |               |           | 110,66                 |                        |



| Distribución del Tamaño de las Partículas (%) |                     |      |              |
|---|---------------------|------|--------------|
| Pedrón Rodado (> 12")                         |                     |      | <b>0,00</b>  |
| Canto Rodado (12"-3")                         |                     |      | <b>0,00</b>  |
| Grava (3"-N°4)                                | Gruesa (3"-3/4")    | 0,0  | <b>0,0</b>   |
|   | Fina (3/4"-N°4)     | 0,0  |              |
| Arena (N°4 - N°200)                           | Gruesa (N°4 - N°10) | 0,3  | <b>50,3</b>  |
|   | Media (N°10 - N°40) | 6,6  |              |
|   | Fina (N°40 - N°200) | 43,4 |              |
| Finos (> N°200)                               |                     |      | <b>49,73</b> |

| Condiciones de Filtro |      |
|-----------------------|------|
| D15 =                 | Cu = |
| D30 =                 |      |
| D60 =                 | Cc = |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



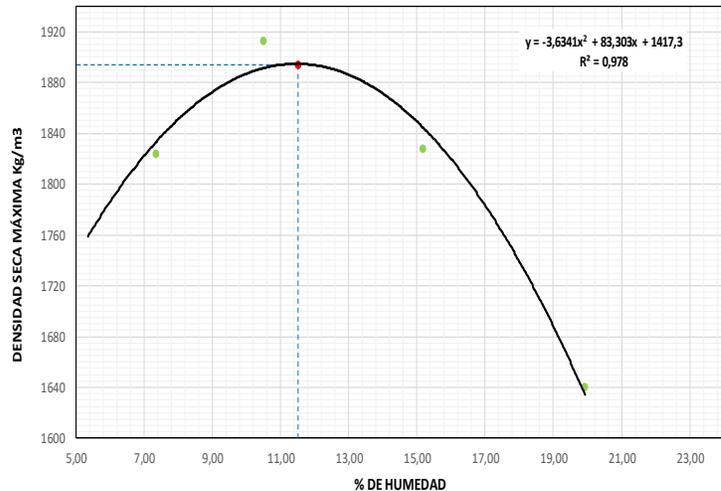
| DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD DE SUELOS |   |                    |  |
|---|---|--------------------|--|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b> | <b>Norte:</b> 9755099<br><b>Este:</b> 514898 |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2</b>  | <b>TERRENO NATURAL</b>                       |
| <b>Testistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Estrato #2</b>  |  |

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| PESO DEL CILINDRO (P7)            | 4135   |
| VOLUMEN DEL CILINDRO (V)          | 932,14 |
| PESO DEL MARTILLO (Lk)            | 10     |
| ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm) | 45,72  |
| NÚMERO DE CAPAS                   | 5      |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS        | 25     |

**Modificado Metodo B;**  
 Porción que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 # DE CAPAS mm (3/4 pulg).

| DATOS DEL ENSAYO                                |        |             |        |              |        |              |        |              |        |      |        |      |
|---|--------|-------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|------|--------|------|
| PUNTO #   | 1      |             | 2      |              | 3      |              | 4      |              | 5      |      | 6      |      |
| Material de ensayo                              | Grueso | Fino        | Grueso | Fino         | Grueso | Fino         | Grueso | Fino         | Grueso | Fino | Grueso | Fino |
| RECIPIENTE#                                     |        | A           |        | R            |        | 121          |        | IE           |        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)        |        | 186,51      |        | 136,46       |        | 139,32       |        | 212,53       |        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)          |        | 176,09      |        | 126,63       |        | 125,16       |        | 182,76       |        |      |        |      |
| MASA DE AGUA ( P3 = P1 -P2 )                    |        | 10,42       |        | 9,83         |        | 14,16        |        | 29,77        |        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                         |        | 34,39       |        | 32,93        |        | 31,84        |        | 33,34        |        |      |        |      |
| MASA DE MUESTRA SECA ( P5 = P2- P4 )            |        | 141,7       |        | 93,7         |        | 93,32        |        | 149,42       |        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD ( W = P3* 100 ÷ P5 )               |        | 7,35        |        | 10,49        |        | 15,17        |        | 19,92        |        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD PROMEDIO                           |        | <b>7,35</b> |        | <b>10,49</b> |        | <b>15,17</b> |        | <b>19,92</b> |        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO                   |        | TN          |        | 100          |        | 200          |        | 300          |        |      |        |      |
| MASA DE CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)            |        | 5960        |        | 6105         |        | 6097         |        | 5968         |        |      |        |      |
| MASA DE SUELO HUMEDO (P8=P6-P7)                 |        | 1825        |        | 1970         |        | 1962         |        | 1833         |        |      |        |      |
| DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO (Dh= P8 ÷ v)          |        | 1957,86     |        | 2113,42      |        | 2104,83      |        | 1966,44      |        |      |        |      |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ ( 1 + w-100) |        | 1823,75     |        | 1912,75      |        | 1827,53      |        | 1639,74      |        |      |        |      |

| RESULTADOS                 |             |
|----------------------------|-------------|
| Densidad Seca Maxima Kg/m3 | <b>1894</b> |
| % de Humedad Optima        | <b>11,5</b> |





**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>CBR - DENSIDADES</b> |   |                                  |   |               |         |              |        |
|-------------------------|---|----------------------------------|---|---------------|---------|--------------|--------|
| <b>Proyecto:</b>        | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Norte:</b></td> <td>9755099</td> </tr> <tr> <td><b>Este:</b></td> <td>514898</td> </tr> </table> | <b>Norte:</b> | 9755099 | <b>Este:</b> | 514898 |
| <b>Norte:</b>           | 9755099   |                                  |   |               |         |              |        |
| <b>Este:</b>            | 514898  |                                  |   |               |         |              |        |
| <b>Ubicación:</b>       | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2<br/>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL   |               |         |              |        |
| <b>Tesistas:</b>        | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |   |               |         |              |        |

|                   |           |           |            |                     |
|-------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|
| MOLDE N°          | XI        | XVII      | 1          | PESO DEL MARTILLO   |
| PESO MOLDE        | 7,102     | 6,858     | 5,946      | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023311 | 0,0023592 | 0,00234879 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56         | 18"                 |

| N° de ensayo                 | 1                         | 2                         | 3                         |        |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------|
| <b>ANTES DE LA INMERSIÓN</b> |                           |                           |                           |        |
|                              | <b>12 Golpes por capa</b> | <b>25 Golpes por capa</b> | <b>56 Golpes por capa</b> |        |
| <b>HUMEDAD</b>               | N° recipiente             | CB                        | Q1                        | 2      |
|                              | Wh + r                    | 158,5                     | 74,7                      | 143,61 |
|                              | Ws + r                    | 143,3                     | 68,82                     | 131,59 |
|                              | Ww                        | 15,2                      | 5,88                      | 12,02  |
|                              | r                         | 20,08                     | 16,83                     | 19,53  |
|                              | Ws                        | 123,22                    | 51,99                     | 112,06 |
|                              | w (%)                     | 12,34                     | 11,31                     | 10,73  |
| MOLDE NUMERO                 | XI                        | XVII                      | 1                         |        |
| Molde + suelo humedo (P)     | 11,275                    | 11,484                    | 10,858                    |        |
| Molde                        | 7,102                     | 6,858                     | 5,946                     |        |
| Suelo humedo (W)             | 4,173                     | 4,626                     | 4,912                     |        |
| Suelo seco (Ws)              | 3,715                     | 4,156                     | 4,436                     |        |
| Contenido de agua (w)        | 12,336                    | 11,310                    | 10,726                    |        |
| Densidad humeda (H)          | 1790,13                   | 1960,86                   | 2091,29                   |        |
| Densidad seca (S)            | 1593,56                   | 1761,62                   | 1888,70                   |        |

| <b>DESPUES DE LA INMERSIÓN</b> |               |        |         |        |         |        |       |
|--------------------------------|---------------|--------|---------|--------|---------|--------|-------|
|                                |               | ARRIBA | ABAJO   | ARRIBA | ABAJO   | ARRIBA | ABAJO |
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente | Z2     | X2      | C1     | Y2      | X1     | Q1    |
|                                | Wh + r        | 86,55  | 79,64   | 83,82  | 85,47   | 70,42  | 70,66 |
|                                | Ws + r        | 71,52  | 67,21   | 70,5   | 73,48   | 61,41  | 63,69 |
|                                | Ww            | 15,03  | 12,43   | 13,32  | 11,99   | 9,01   | 6,97  |
|                                | r             | 16,48  | 16,26   | 18,28  | 16,55   | 16,5   | 16,83 |
|                                | Ws            | 55,04  | 50,95   | 52,22  | 56,93   | 44,91  | 46,86 |
|                                | w (%)         | 27,31  | 24,40   | 25,51  | 21,06   | 20,06  | 14,87 |
| Promedio w (%)                 | 25,85         |        | 23,28   |        | 17,47   |        |       |
| Molde + suelo humedo (P)       | 11,732        |        | 11,886  |        | 11,008  |        |       |
| Molde                          | 7,102         |        | 6,858   |        | 5,946   |        |       |
| Suelo humedo (W)               | 4,630         |        | 5,028   |        | 5,062   |        |       |
| Suelo seco (Ws)                | 3,679         |        | 4,078   |        | 4,309   |        |       |
| Contenido de agua (w)          | 25,85         |        | 23,28   |        | 17,47   |        |       |
| Densidad humeda (H)            | 1986,178      |        | 2131,26 |        | 2155,15 |        |       |
| Densidad seca (S)              | 1578,19       |        | 1728,74 |        | 1834,67 |        |       |

| <b>HINCHAMIENTO</b> |      |      |      |
|---------------------|------|------|------|
| Lectura inicial     | 0,5  | 1,2  | 0,17 |
| 24 horas            | 1,53 | 2,8  | 1,1  |
| 48 horas            | 1,61 | 3,34 | 1,37 |
| 72 horas            | 1,63 | 3,4  | 1,5  |
| 96 horas            |      |      |      |
| HINCHAMIENTO        | %    | 22,6 | 44,0 |
|                     |      | 22,6 | 26,6 |

|                   |                |         |         |
|-------------------|----------------|---------|---------|
| CBR               | %              |         |         |
| Densidad seca (S) | γ <sub>s</sub> | 1593,56 | 1761,62 |
|                   |                | 1888,70 |         |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



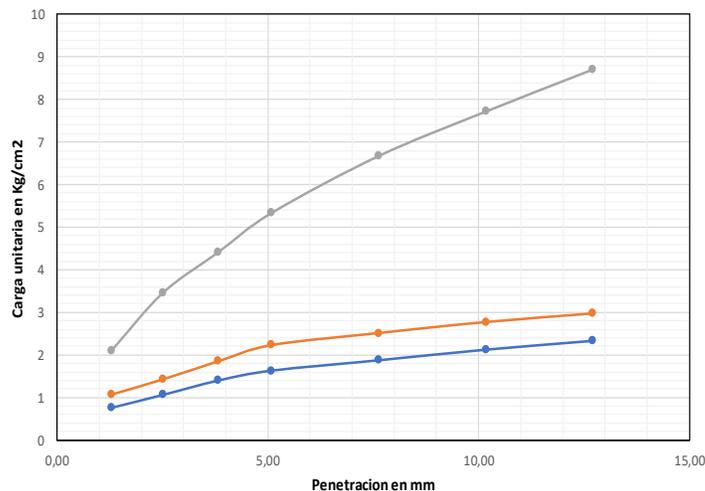
| <b>CBR - PENETRACIÓN</b> |   |                              |                       |
|--------------------------|---|------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9755099 |
|                          |   |                              | <b>Este:</b> 514898   |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2 Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>         | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |                       |

|                   |           |           |            |                     |
|-------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|
| MOLDE N°          | XI        | XVII      | 1          | PESO DEL MARTILLO   |
| PESO MOLDE        | 7,102     | 6,858     | 5,946      | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023311 | 0,0023592 | 0,00234879 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56         | 18"                 |

| NUMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|
|------------------|---|---|---|---|---|---|

| Tamiz ASTM Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb |        |        | CARGA DE PENETRACION EN Kg |      |       |
|-------------------------|----------------------------|--------|--------|----------------------------|------|-------|
| 1.27 mm (0.05")         | 32,12                      | 45,1   | 88,66  | 14,6                       | 20,5 | 40,3  |
| 2.54 mm (0.10")         | 45,1                       | 60,5   | 147,18 | 20,5                       | 27,5 | 66,9  |
| 3.81 mm (0.15")         | 59,4                       | 78,54  | 187,88 | 27,0                       | 35,7 | 85,4  |
| 5.08 mm (0.20")         | 69,3                       | 94,82  | 227,48 | 31,5                       | 43,1 | 103,4 |
| 7.62 mm (0.30")         | 79,64                      | 106,92 | 284,68 | 36,2                       | 48,6 | 129,4 |
| 10.16 mm (0.40")        | 90,2                       | 117,92 | 329,34 | 41,0                       | 53,6 | 149,7 |
| 12.70 mm (0.50")        | 99                         | 126,5  | 371,58 | 45,0                       | 57,5 | 168,9 |

| Tamiz ASTM Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg <sup>2</sup> |              |              | CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm <sup>2</sup> |              |              |
|-------------------------|--|--------------|--------------|--|--------------|--------------|
| 1.27 mm (0.05")         | 10,68  | 15,00        | 29,49        | 0,753                                      | 1,057        | 2,078        |
| <b>2.54 mm (0.10")</b>  | <b>15,00</b>                                 | <b>20,12</b> | <b>48,96</b> | <b>1,057</b>                               | <b>1,418</b> | <b>3,449</b> |
| 3.81 mm (0.15")         | 19,76  | 26,13        | 62,50        | 1,392                                      | 1,841        | 4,403        |
| <b>5.08 mm (0.20")</b>  | <b>23,05</b>                                 | <b>31,54</b> | <b>75,67</b> | <b>1,624</b>                               | <b>2,222</b> | <b>5,331</b> |
| 7.62 mm (0.30")         | 26,49  | 35,57        | 94,70        | 1,866                                      | 2,506        | 6,672        |
| 10.16 mm (0.40")        | 30,00  | 39,23        | 109,55       | 2,114                                      | 2,764        | 7,719        |
| 12.70 mm (0.50")        | 32,93  | 42,08        | 123,60       | 2,320                                      | 2,965        | 8,708        |



| N° de Golpes | Esfuerzo de penetración |           |
|--------------|-------------------------|-----------|
|              | 0,10 pulg               | 0,20 pulg |
| 12           | 1,057                   | 1,624     |
| 25           | 1,418                   | 2,222     |
| 56           | 3,449                   | 5,331     |

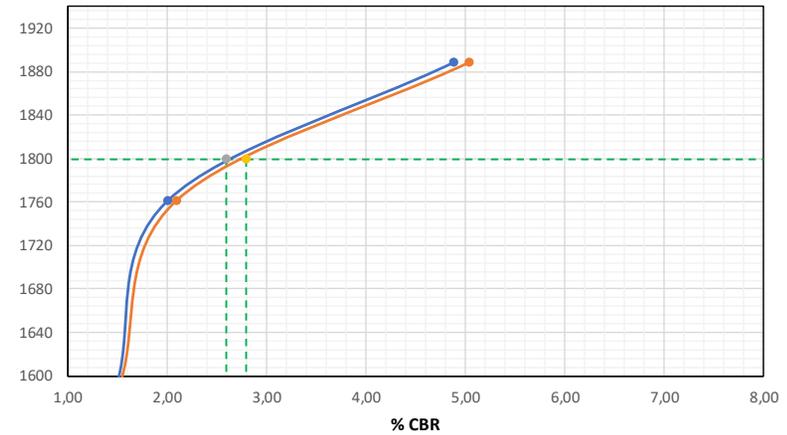
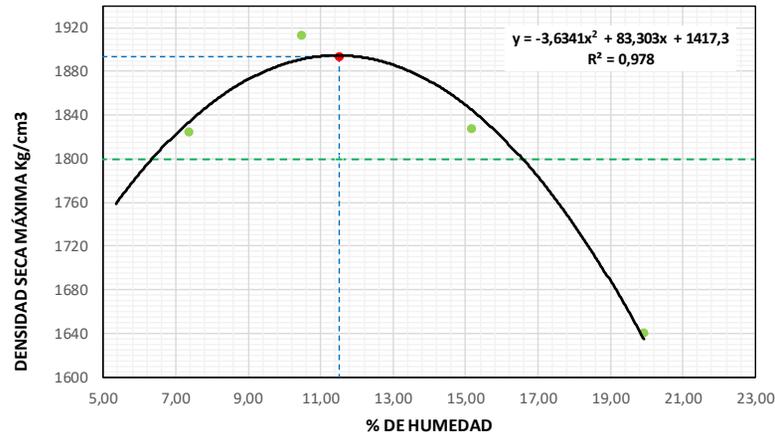
| C.B.R | %    |      |
|-------|------|------|
| 12    | 1,50 | 1,54 |
| 25    | 2,01 | 2,10 |
| 56    | 4,90 | 5,04 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| RELACIÓN DE GRÁFICO DE PROCTOR - CBR |   |                                  |                 |         |
|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------|---------|
| <b>Proyecto:</b>                     | “Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacifico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena” | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b>   | 9755099 |
|                                      |   |                                  | <b>Este:</b>    | 514898  |
| <b>Ubicación:</b>                    | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2<br/>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL |         |
| <b>Tesistas:</b>                     | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                 |         |



Densidad seca Máxima = 1894 Kg/m3  
 Humedad Óptima 11,5 %  
 95% Densidad seca Máxima = 1799,3 Kg/m3

CBR para 0,10'' 2,6 %  
 CBR para 0,20'' 2,8 %

| Nº de Golpes / capa | Densidad Kg/m3 | CARGA UNITARIA Kg/m2 |        | CARGA UNITARIA PATRON Kg/m2 |        | C.B.R % |        | Expansión % |
|---------------------|----------------|----------------------|--------|-----------------------------|--------|---------|--------|-------------|
|                     |                | 0,10''               | 0,20'' | 0,10''                      | 0,20'' | 0,10''  | 0,20'' |             |
| 12                  | 1593,56        | 1,06                 | 1,62   | 70,45                       | 105,68 | 1,50    | 1,54   | 22,6        |
| 25                  | 1761,62        | 1,42                 | 2,22   | 70,45                       | 105,68 | 2,01    | 2,10   | 44,0        |
| 56                  | 1888,70        | 3,45                 | 5,33   | 70,45                       | 105,68 | 4,90    | 5,04   | 26,6        |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS |   |                                  |                       |
|---|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755099 |
|   |   |                                  | <b>Este:</b> 514898   |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2<br/>Estrato #3</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

|   |        |
|---|--------|
| <b>RECIPIENTE</b>                               | F      |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)</b> | 198,72 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)</b>   | 180,99 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE (P4)</b>                  | 54,18  |

|                     |       |
|---------------------|-------|
| <b>% DE HUMEDAD</b> | 13,98 |
|---------------------|-------|



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

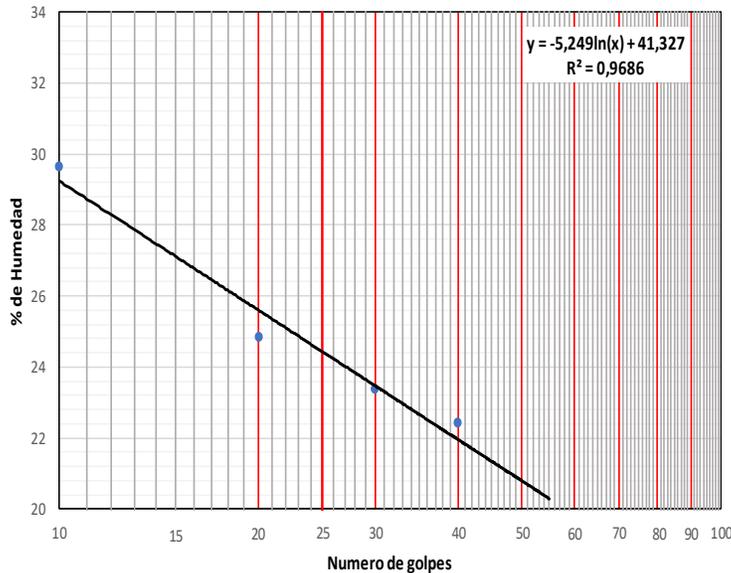


| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS |   |                                  |                       |
|---|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755099 |
|   |   |                                  | <b>Este:</b> 514898   |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2<br/>Estrato #3</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

| LIMITE LÍQUIDO                           |       |       |       |       |  |  |  |
|--|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| RECIPIENTE#                              | D1    | 6     | 54    | I4    |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 22,24 | 19,11 | 22,00 | 21,81 |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 19,24 | 16,44 | 19,01 | 18,98 |  |  |  |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 3,00  | 2,67  | 2,99  | 2,83  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 9,12  | 5,69  | 6,22  | 6,36  |  |  |  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 10,12 | 10,75 | 12,79 | 12,62 |  |  |  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)         | 29,64 | 24,84 | 23,38 | 22,42 |  |  |  |
| # DE GOLPES                              | 10    | 20    | 30    | 40    |  |  |  |

| LIMITE PLÁSTICO                          |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE#                              | 31    | F     | L5    |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 14,42 | 15,22 | 15,09 |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 13,12 | 13,93 | 14,00 |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 1,30  | 1,29  | 1,09  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 5,52  | 6,15  | 6,28  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 7,60  | 7,78  | 7,72  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)         | 17,11 | 16,58 | 14,12 |

SEGÚN LA CARTA DE LA COMPOSICIÓN MINERALÓGICA EN LA PLASTICIDAD (DAY, 1999)



| RESULTADOS              |    |
|-------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO =        | 27 |
| LIMITE PLASTICO =       | 16 |
| INDICE DE PLASTICIDAD = | 12 |

| CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD ASTM D-2487 SUCS |
|---|
| <b>CL</b>   |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

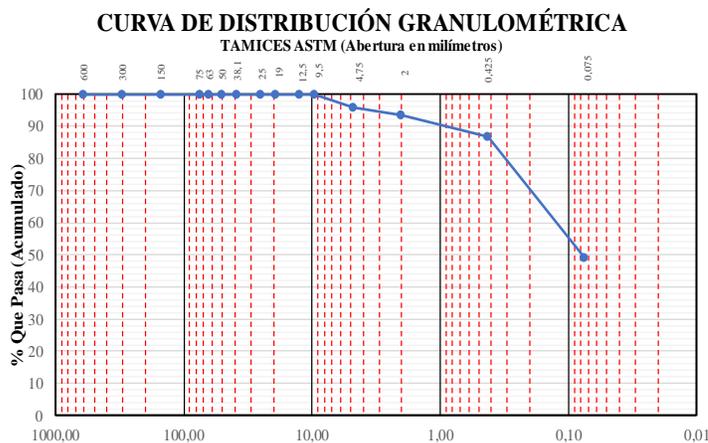


| <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS Y AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b> |   |                              |                       |
|--|---|------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9755099 |
|  |   |                              | <b>Este:</b> 514898   |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2 Estrato #3</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |                       |

| Ensayo de Contenido de Humedad           | Serie Gruesa | Serie Fina |
|--|--------------|------------|
| Recipiente N°                            |              | B          |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda      |              | 176,95     |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 ) |              | 172,71     |
| Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )            |              | 4,24       |
| Masa del Recipiente ( P4 )               |              | 34,34      |
| Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )    |              | 138,37     |
| % de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )       |              | 3,06       |

| <b>SERIE GRUESA</b>          |               |           |                        |        |
|------------------------------|---------------|-----------|------------------------|--------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°. | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado |        |
|                              | Parcial       | Acumulada |                        |        |
| 600, mm.                     | 24 "          | 0         | 0,00                   | 100,00 |
| 300, mm.                     | 12 "          | 0         | 0,00                   | 100,00 |
| 150, mm.                     | 3 ½ "         | 0         | 0,00                   | 100,00 |
| 75, mm.                      | 3 "           | 0         | 0,00                   | 100,00 |
| 63, mm.                      | 2 ½ "         | 0         | 0,00                   | 100,00 |
| 50, mm.                      | 2 "           | 0         | 0,00                   | 100,00 |
| 38,1 mm.                     | 1 ½ "         | 0         | 0,00                   | 100,00 |
| 25, mm.                      | 1 "           | 0         | 0,00                   | 100,00 |
| 19, mm.                      | ¾ "           | 0         | 0,00                   | 100,00 |
| 12,5 mm.                     | 1/2 "         | 0         | 0,00                   | 100,00 |
| 9,5 mm.                      | 3/8 "         | 0         | 0,00                   | 100,00 |
| 4,75 mm.                     | No. 4         | 5,85      | 5,85                   | 95,90  |
| Pasa No. 4                   |               |           | 137                    |        |

| <b>SERIE FINA</b>                                      |               |           |                        |                        |       |
|--|---------------|-----------|------------------------|------------------------|-------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°.                           | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado | % Pasante<br>Corregido |       |
|  | Parcial       | Acumulada |                        |                        |       |
| 2,36 mm.   | No. 8         |           |                        |                        |       |
| 2, mm.   | No. 10        | 3,53      | 3,53                   | 97,34                  | 93,35 |
| 1,18 mm.   | No. 16        |           |                        |                        |       |
| 0,85 mm.   | No. 20        |           |                        |                        |       |
| 0,60 mm.   | No. 30        |           |                        |                        |       |
| 0,425 mm.  | No. 40        | 9,27      | 12,8                   | 90,35                  | 86,65 |
| 0,3 mm.  | No. 50        |           |                        |                        |       |
| 0,15 mm.   | No. 100       |           |                        |                        |       |
| 0,075 mm.  | No. 200       | 52,09     | 64,89                  | 51,10                  | 49,00 |
| Pasa No. 200   |               |           |                        |                        |       |
| Masa inicial del material para Lavado =                |               |           | 136,8 gr.              |                        |       |
| Masa final corregida por Humedad de los finos =        |               |           | 132,7 gr.              |                        |       |
| Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr) |               |           | 142,61                 |                        |       |



| Distribución del Tamaño de las Partículas (%) |                          |      |              |
|---|--------------------------|------|--------------|
| Pedrón Rodado (> 12 ")                        |                          |      | <b>0,00</b>  |
| Canto Rodado (12 " - 3 ")                     |                          |      | <b>0,00</b>  |
| Grava<br>(¾ - N°4)                            | Gruesa<br>(¾ - 3/4 ")    | 0,0  | <b>4,1</b>   |
|   | Fina<br>(¾ - N°4)        | 4,1  |              |
| Arena<br>(N°4 - N°200)                        | Gruesa<br>(N°4 - N°10)   | 2,6  | <b>46,9</b>  |
|   | Mediana<br>(N°10 - N°40) | 6,7  |              |
|   | Fina<br>(N°40 - N°200)   | 37,6 |              |
| Finos (> N°200)                               |                          |      | <b>49,00</b> |

| Condiciones de Filtro |      |
|-----------------------|------|
| D15 =                 | Cu = |
| D30 =                 |      |
| D60 =                 | Cc = |
| D50 =                 |      |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



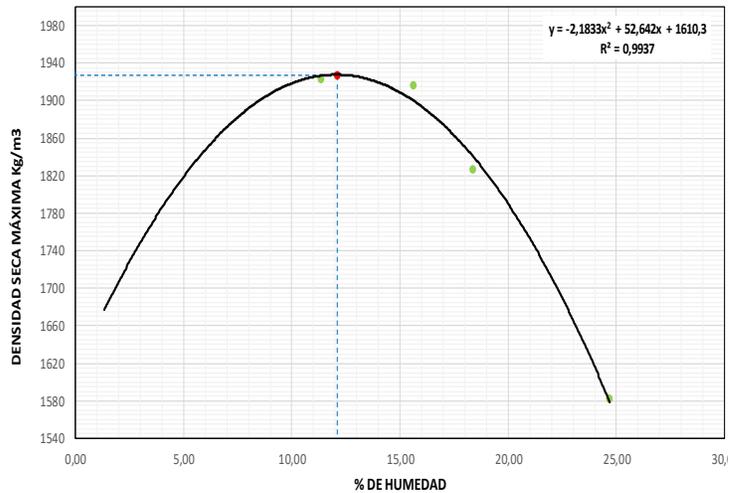
| DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD DE SUELOS |   |                          |                 |         |
|---|---|--------------------------|-----------------|---------|
| Proyecto:   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | Coordenadas              | Norte:          | 9755099 |
|   |   |                          | Este:           | 514898  |
| Ubicación:  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | Calicata 2<br>Estrato #3 | TERRENO NATURAL |         |
| Tesistas:   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                          |                 |         |

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| PESO DEL CILINDRO (P7)            | 4135   |
| VOLUMEN DEL CILINDRO (V)          | 932,14 |
| PESO DEL MARTILLO (Lb)            | 10     |
| ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm) | 45,72  |
| NÚMERO DE CAPAS                   | 5      |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS        | 25     |

**Modificado Metodo B:**  
 Porción que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 # DE CAPAS mm (3/4 pulg).

| DATOS DEL ENSAYO                               |        |         |        |         |        |         |        |         |        |      |        |      |
|--|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------|--------|------|
| PUNTO #  | 1      |         | 2      |         | 3      |         | 4      |         | 5      |      | 6      |      |
| Material de ensayo                             | Grueso | Fino    | Grueso | Fino    | Grueso | Fino    | Grueso | Fino    | Grueso | Fino | Grueso | Fino |
| RECIPIENTE #                                   |        | C5      |        | L       |        | C10     |        | Q3      |        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)       |        | 76,46   |        | 67,33   |        | 66,18   |        | 90,93   |        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)         |        | 70,39   |        | 60,55   |        | 58,51   |        | 76,17   |        |      |        |      |
| MASA DE AGUA ( P3 = P1 -P2 )                   |        | 6,07    |        | 6,78    |        | 7,67    |        | 14,76   |        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                        |        | 16,87   |        | 17,18   |        | 16,8    |        | 16,39   |        |      |        |      |
| MASA DE MUESTRA SECA ( P5 = P2- P4 )           |        | 53,52   |        | 43,37   |        | 41,71   |        | 59,78   |        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD ( W = P3* 100 ÷ P5 )              |        | 11,34   |        | 15,63   |        | 18,39   |        | 24,69   |        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD PROMEDIO                          |        | 11,34   |        | 15,63   |        | 18,39   |        | 24,69   |        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO                  |        | TN      |        | 100     |        | 200     |        | 300     |        |      |        |      |
| MASA DE CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)           |        | 6130    |        | 6200    |        | 6150    |        | 5973    |        |      |        |      |
| MASA DE SUELO HUMEDO (P8=P6-P7)                |        | 1995    |        | 2065    |        | 2015    |        | 1838    |        |      |        |      |
| DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO (Dh=P8 ÷ v)          |        | 2140,24 |        | 2215,33 |        | 2161,69 |        | 1971,81 |        |      |        |      |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + w÷100) |        | 1922,23 |        | 1915,83 |        | 1825,93 |        | 1581,36 |        |      |        |      |

| RESULTADOS                             |      |
|--|------|
| Densidad Seca Maxima Kg/m <sup>3</sup> | 1927 |
| % de Humedad Optima                    | 12,1 |





**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>CBR - DENSIDADES</b> |   |  |                              |                        |
|-------------------------|---|--|------------------------------|------------------------|
| <b>Proyecto:</b>        | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |  | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9755099  |
| <b>Ubicación:</b>       | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  |  | <b>Este:</b> 514898          | <b>TERRENO NATURAL</b> |
| <b>Tesistas:</b>        | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  | <b>Calicata 2 Estrato #3</b> |                        |

| MOLDE N°          | VII       | XVIII     | XVI       | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 5,878     | 6,559     | 6,774     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023526 | 0,0023374 | 0,0023421 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56        | 18"                 |

| N° de ensayo                   |               | 1                         | 2                         | 3                         |              |               |              |
|--------------------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|---------------|--------------|
| <b>ANTES DE LA INMERSIÓN</b>   |               |                           |                           |                           |              |               |              |
|                                |               | <b>12 Golpes por capa</b> | <b>25 Golpes por capa</b> | <b>56 Golpes por capa</b> |              |               |              |
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente | Q2                        | X2                        | C1                        |              |               |              |
|                                | Wh + r        | 66,53                     | 55,12                     | 65,96                     |              |               |              |
|                                | Ws + r        | 61,85                     | 51,97                     | 61,51                     |              |               |              |
|                                | Ww            | 4,68                      | 3,15                      | 4,45                      |              |               |              |
|                                | r             | 16,51                     | 16,26                     | 18,2                      |              |               |              |
|                                | Ws            | 45,34                     | 35,71                     | 43,31                     |              |               |              |
|                                | w (%)         | 10,32                     | 8,82                      | 10,27                     |              |               |              |
| <b>MOLDE NUMERO</b>            |               | VII                       | XVIII                     | XVI                       |              |               |              |
| Molde + suelo humedo (P)       |               | 10,126                    | 11,073                    | 11,725                    |              |               |              |
| Molde                          |               | 5,878                     | 6,559                     | 6,774                     |              |               |              |
| Suelo humedo (W)               |               | 4,248                     | 4,514                     | 4,951                     |              |               |              |
| Suelo seco (Ws)                |               | 3,851                     | 4,148                     | 4,490                     |              |               |              |
| Contenido de agua (w)          |               | 10,322                    | 8,821                     | 10,275                    |              |               |              |
| Densidad humeda (H)            |               | 1805,68                   | 1931,21                   | 2113,93                   |              |               |              |
| Densidad seca (S)              |               | 1636,73                   | 1774,66                   | 1916,97                   |              |               |              |
| <b>DESPUES DE LA INMERSIÓN</b> |               |                           |                           |                           |              |               |              |
|                                |               | <b>ARRIBA</b>             | <b>ABAJO</b>              | <b>ARRIBA</b>             | <b>ABAJO</b> | <b>ARRIBA</b> | <b>ABAJO</b> |
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente | C7                        | M                         | T1                        | C12          | Q2            | T2           |
|                                | Wh + r        | 99,36                     | 100,22                    | 95,55                     | 95,55        | 91,05         | 77,28        |
|                                | Ws + r        | 81,79                     | 83,17                     | 78,95                     | 81,4         | 75,24         | 67,06        |
|                                | Ww            | 17,57                     | 17,05                     | 16,6                      | 14,15        | 15,81         | 10,22        |
|                                | r             | 17,42                     | 17,01                     | 16,53                     | 18,16        | 16,51         | 17,12        |
|                                | Ws            | 64,37                     | 66,16                     | 62,42                     | 63,24        | 58,73         | 49,94        |
|                                | w (%)         | 27,30                     | 25,77                     | 26,59                     | 22,38        | 26,92         | 20,46        |
| <b>Promedio w (%)</b>          |               | 26,53                     |                           | 24,48                     |              | 23,69         |              |
| Molde + suelo humedo (P)       |               | 10,592                    |                           | 11,482                    |              | 12,052        |              |
| Molde                          |               | 5,878                     |                           | 6,559                     |              | 6,774         |              |
| Suelo humedo (W)               |               | 4,714                     |                           | 4,923                     |              | 5,278         |              |
| Suelo seco (Ws)                |               | 3,726                     |                           | 3,955                     |              | 4,267         |              |
| Contenido de agua (w)          |               | 26,53                     |                           | 24,48                     |              | 23,69         |              |
| Densidad humeda (H)            |               | 2003,758                  |                           | 2106,19                   |              | 2253,55       |              |
| Densidad seca (S)              |               | 1583,58                   |                           | 1691,93                   |              | 1821,90       |              |

| <b>HINCHAMIENTO</b> |          |      |      |      |
|---------------------|----------|------|------|------|
| Lectura inicial     |          | 0,52 | 0,39 | 1,45 |
| 24 horas            |          | 1,73 | 2,27 | 2,8  |
| 48 horas            |          | 1,81 | 2,3  | 3,55 |
| 72 horas            |          | 1,82 | 2,27 | 4    |
| 96 horas            |          |      |      |      |
| <b>HINCHAMIENTO</b> | <b>%</b> | 26,0 | 37,6 | 51,0 |

|                   |            |         |         |         |
|-------------------|------------|---------|---------|---------|
| <b>CBR</b>        | <b>%</b>   |         |         |         |
| Densidad seca (S) | $\gamma^S$ | 1636,73 | 1774,66 | 1916,97 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



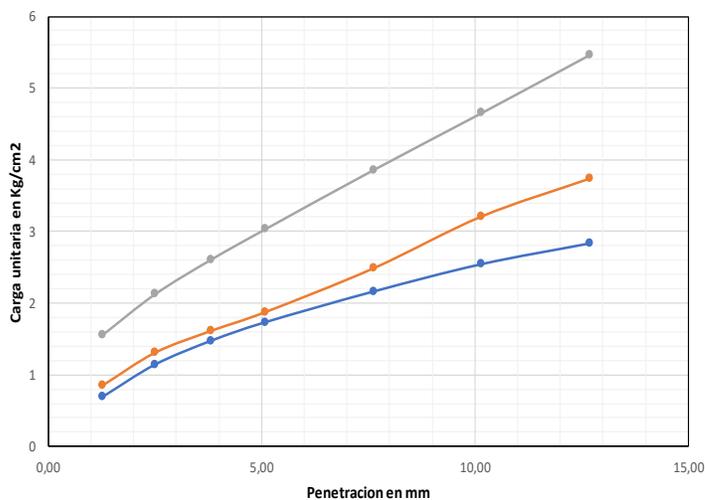
| <b>CBR - PENETRACIÓN</b> |   |                                  |                       |
|--------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755099 |
|                          |   |                                  | <b>Este:</b> 514898   |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2<br/>Estrato #3</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>         | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

| MOLDE N°          | VII       | XVIII     | XVI       | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 5,878     | 6,559     | 6,774     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023526 | 0,0023374 | 0,0023421 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56        | 18"                 |

| NUMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|
|                  |   |   |   |   |   |   |

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb |        |        | CARGA DE PENETRACION EN Kg |      |       |
|----------------------------|----------------------------|--------|--------|----------------------------|------|-------|
| 1.27 mm (0.05")            | 29,7                       | 36,08  | 66,66  | 13,5                       | 16,4 | 30,3  |
| 2.54 mm (0.10")            | 48,84                      | 55,66  | 90,86  | 22,2                       | 25,3 | 41,3  |
| 3.81 mm (0.15")            | 62,92                      | 68,64  | 111,32 | 28,6                       | 31,2 | 50,6  |
| 5.08 mm (0.20")            | 73,92                      | 79,86  | 129,36 | 33,6                       | 36,3 | 58,8  |
| 7.62 mm (0.30")            | 92,18                      | 106,04 | 164,56 | 41,9                       | 48,2 | 74,8  |
| 10.16 mm (0.40")           | 108,46                     | 137,06 | 198,44 | 49,3                       | 62,3 | 90,2  |
| 12.70 mm (0.50")           | 120,78                     | 159,72 | 232,98 | 54,9                       | 72,6 | 105,9 |

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg2 |              |              | CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm2 |              |              |
|----------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------|--------------|--------------|
| 1.27 mm (0.05")            | 9,88                             | 12,00        | 22,17        | 0,696                          | 0,846        | 1,562        |
| <b>2.54 mm (0.10")</b>     | <b>16,25</b>                     | <b>18,51</b> | <b>30,22</b> | <b>1,145</b>                   | <b>1,304</b> | <b>2,129</b> |
| 3.81 mm (0.15")            | 20,93                            | 22,83        | 37,03        | 1,475                          | 1,609        | 2,609        |
| <b>5.08 mm (0.20")</b>     | <b>24,59</b>                     | <b>26,56</b> | <b>43,03</b> | <b>1,732</b>                   | <b>1,872</b> | <b>3,032</b> |
| 7.62 mm (0.30")            | 30,66                            | 35,27        | 54,74        | 2,160                          | 2,485        | 3,857        |
| 10.16 mm (0.40")           | 36,08                            | 45,59        | 66,01        | 2,542                          | 3,212        | 4,651        |
| 12.70 mm (0.50")           | 40,18                            | 53,13        | 77,50        | 2,831                          | 3,743        | 5,460        |



| N° de Golpes | Esfuerzo de penetracion |           |
|--------------|-------------------------|-----------|
|              | 0,10 pulg               | 0,20 pulg |
| 12           | 1,145                   | 1,732     |
| 25           | 1,304                   | 1,872     |
| 56           | 2,129                   | 3,032     |

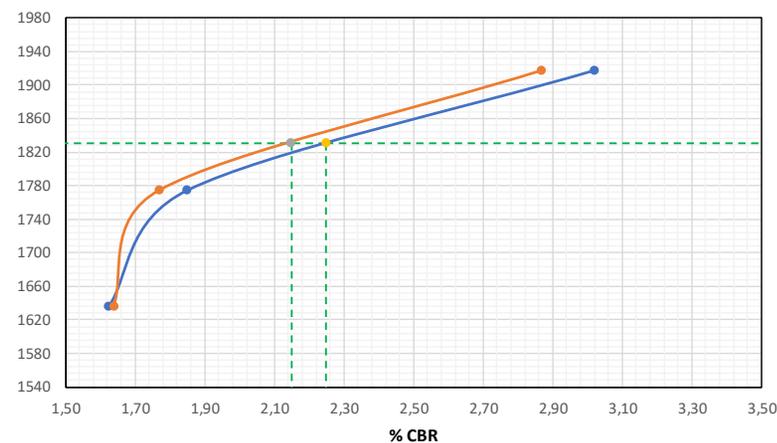
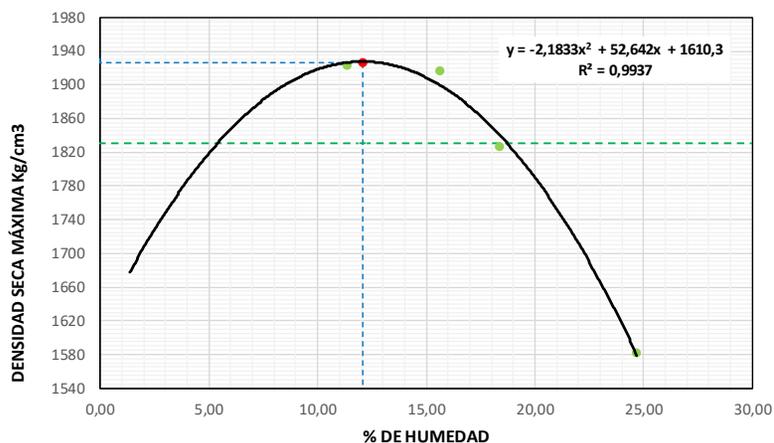
| C.B.R | %    |      |
|-------|------|------|
| 12    | 1,62 | 1,64 |
| 25    | 1,85 | 1,77 |
| 56    | 3,02 | 2,87 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| RELACIÓN DE GRÁFICO DE PROCTOR - CBR |   |                                  |                 |
|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------|
| <b>Proyecto:</b>                     | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | Norte: 9755099  |
|                                      |   |                                  | Este: 514898    |
| <b>Ubicación:</b>                    | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 2<br/>Estrato #3</b> | TERRENO NATURAL |
| <b>Tesistas:</b>                     | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                 |



Densidad seca Máxima = 1927 Kg/m<sup>3</sup>  
 Humedad Óptima = 12,1 %  
 95% Densidad seca Máxima = 1830,65 Kg/m<sup>3</sup>

CBR para 0,10" = 2,15 %  
 CBR para 0,20" = 2,25 %

| N° de Golpes / capa | Densidad Kg/m <sup>3</sup> | CARGA UNITARIA Kg/m <sup>2</sup> |       | CARGA UNITARIA PATRON Kg/m <sup>2</sup> |        | C.B.R % |       | Expansión % |
|---------------------|----------------------------|----------------------------------|-------|---|--------|---------|-------|-------------|
|                     |                            | 0,10"                            | 0,20" | 0,10"                                   | 0,20"  | 0,10"   | 0,20" |             |
| 12                  | 1636,73                    | 1,14                             | 1,73  | 70,45                                   | 105,68 | 1,62    | 1,64  | 26,0        |
| 25                  | 1774,66                    | 1,30                             | 1,87  | 70,45                                   | 105,68 | 1,85    | 1,77  | 37,6        |
| 56                  | 1916,97                    | 2,13                             | 3,03  | 70,45                                   | 105,68 | 3,02    | 2,87  | 51,0        |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| <b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS</b> |   |                                  |                       |
|--|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755450 |
|  |   |                                  | <b>Este:</b> 514579   |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3<br/>Estrato #1</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

|   |        |
|---|--------|
| <b>RECIPIENTE</b>                               | T      |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)</b> | 132,25 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)</b>   | 121,56 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE (P4)</b>                  | 50,78  |

|                     |       |
|---------------------|-------|
| <b>% DE HUMEDAD</b> | 15,10 |
|---------------------|-------|



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

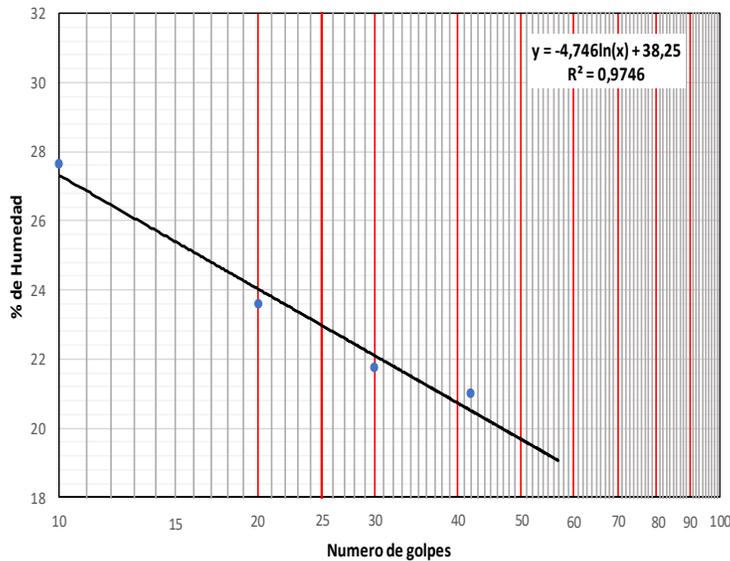


| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS |   |                                  |   |               |         |              |        |
|---|---|----------------------------------|---|---------------|---------|--------------|--------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"><b>Norte:</b></td> <td>9755450</td> </tr> <tr> <td><b>Este:</b></td> <td>514579</td> </tr> </table> | <b>Norte:</b> | 9755450 | <b>Este:</b> | 514579 |
| <b>Norte:</b>   | 9755450   |                                  |   |               |         |              |        |
| <b>Este:</b>  | 514579  |                                  |   |               |         |              |        |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3<br/>Estrato #1</b> | TERRENO NATURAL   |               |         |              |        |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lisette Palma   |                                  |   |               |         |              |        |

| LIMITE LÍQUIDO                           |       |       |       |       |  |  |  |
|--|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| RECIPIENTE#                              | W5    | D2    | ÑE    | Z4    |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 21,94 | 24,08 | 24,78 | 26,60 |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 18,35 | 20,66 | 21,34 | 23,04 |  |  |  |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 3,59  | 3,42  | 3,44  | 3,56  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 5,36  | 6,16  | 5,52  | 6,09  |  |  |  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 12,99 | 14,50 | 15,82 | 16,95 |  |  |  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)         | 27,64 | 23,59 | 21,74 | 21,00 |  |  |  |
| # DE GOLPES                              | 10    | 20    | 30    | 42    |  |  |  |

| LIMITE PLÁSTICO                          |       |       |       |  |
|--|-------|-------|-------|--|
| RECIPIENTE#                              | 30    | P7    | 20    |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 13,02 | 16,56 | 15,33 |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 11,25 | 15,49 | 13,90 |  |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 1,77  | 1,07  | 1,43  |  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 5,57  | 9,05  | 5,22  |  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 5,68  | 6,44  | 8,68  |  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)         | 31,16 | 16,61 | 16,47 |  |

SEGÚN LA CARTA DE LA COMPOSICIÓN MINERALÓGICA EN LA PLASTICIDAD (DAY, 1999)



| RESULTADOS              |    |
|-------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO =        | 23 |
| LIMITE PLASTICO =       | 21 |
| INDICE DE PLASTICIDAD = | 2  |

CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD ASTM D-2487 SUCS

ML



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

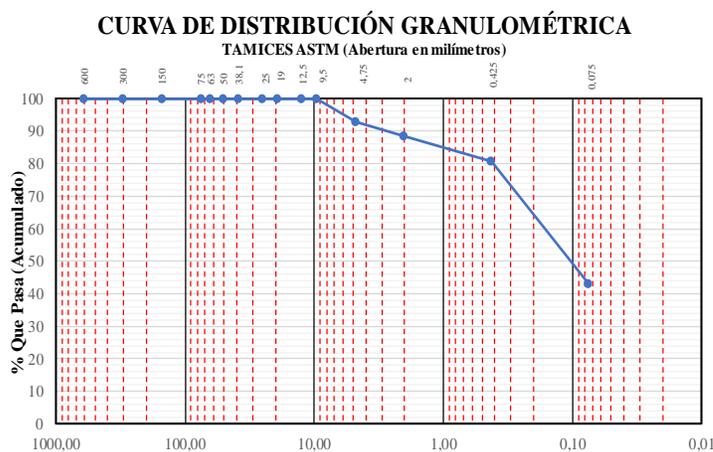


| <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS Y AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b> |   |                                  |                       |
|--|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755450 |
|  |   |                                  | <b>Este:</b> 514579   |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3<br/>Estrato #1</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

| Ensayo de Contenido de Humedad         | Serie Gruesa | Serie Fina |
|--|--------------|------------|
| Recipiente N°                          |              | R          |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda    |              | 175,16     |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca (P2) |              | 168,56     |
| Masa de Agua (P3 = P1 - P2)            |              | 6,60       |
| Masa del Recipiente (P4)               |              | 32,93      |
| Masa de Muestra Seca (P5 = P2 - P4)    |              | 135,63     |
| % de Humedad (W = P3 × 100 ÷ P5)       |              | 4,87       |

| <b>SERIE GRUESA</b>          |               |           |                        |  |
|------------------------------|---------------|-----------|------------------------|--|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°. | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado |  |
|                              | Parcial       | Acumulada |                        |  |
| 600, mm. 24 "                | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 300, mm. 12 "                | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 150, mm. 3 ½ "               | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 75, mm. 3 "                  | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 63, mm. 2 ½ "                | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 50, mm. 2 "                  | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 38,1 mm. 1 ½ "               | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 25, mm. 1 "                  | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 19, mm. ¾ "                  | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 12,5 mm. ½ "                 | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 9,5 mm. 3/8 "                | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 4,75 mm. No. 4               | 10,11         | 10,11     | 92,89                  |  |
| Pasa No. 4                   |               | 132,00    |                        |  |

| <b>SERIE FINA</b>                                      |               |           |                        |                        |           |
|--|---------------|-----------|------------------------|------------------------|-----------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°.                           | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado | % Pasante<br>Corregido |           |
|  | Parcial       | Acumulada |                        |                        |           |
| 2,36 mm. No. 8   |               |           |                        |                        |           |
| 2, mm. No. 10  | 5,96          | 5,96      | 95,27                  | 88,49                  |           |
| 1,18 mm. No. 16  |               |           |                        |                        |           |
| 0,85 mm. No. 20  |               |           |                        |                        |           |
| 0,60 mm. No. 30  |               |           |                        |                        |           |
| 0,425 mm. No. 40                                       | 10,39         | 16,35     | 87,02                  | 80,83                  |           |
| 0,3 mm. No. 50   |               |           |                        |                        |           |
| 0,15 mm. No. 100                                       |               |           |                        |                        |           |
| 0,075 mm. No. 200                                      | 51,45         | 67,8      | 46,19                  | 42,90                  |           |
| Pasa No. 200   |               |           |                        |                        |           |
| Masa inicial del material para Lavado =                |               |           |                        |                        | 132,1 gr. |
| Masa final corregida por Humedad de los finos =        |               |           |                        |                        | 126,0 gr. |
| Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr) |               |           |                        |                        | 142,11    |



| <b>Distribución del Tamaño de las Partículas (%)</b> |                  |      |              |
|--|------------------|------|--------------|
| Pedrón Rodado (> 12")                                |                  |      | <b>0,00</b>  |
| Canto Rodado (12" - 3")                              |                  |      | <b>0,00</b>  |
| Grava (¾" - ¾")                                      | Gruesa (¾" - ¾") | 0,0  | <b>7,1</b>   |
|  | Fina (¾" - ¾")   | 7,1  |              |
| Arena (¾" - ¾")                                      | Gruesa (¾" - ¾") | 4,4  | <b>50,0</b>  |
|  | Medía (¾" - ¾")  | 7,7  |              |
|  | Fina (¾" - ¾")   | 37,9 |              |
| Finos (> ¾")   |                  |      | <b>42,90</b> |

| <b>Condiciones de Filtro</b> |      |
|------------------------------|------|
| D15 =                        | Cu = |
| D30 =                        |      |
| D60 =                        | Cc = |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



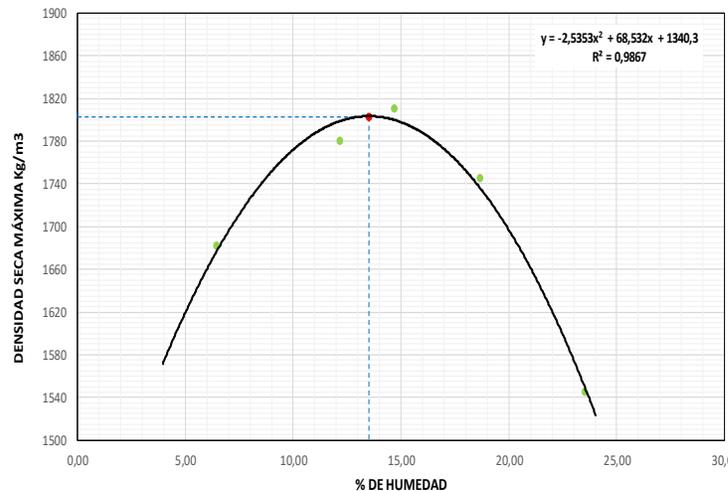
| DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD DE SUELOS |   |                          |                 |         |
|---|---|--------------------------|-----------------|---------|
| Proyecto:   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | Coordenadas              | Norte:          | 9755450 |
|   |   |                          | Este:           | 514579  |
| Ubicación:  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | Calicata 3<br>Estrato #1 | TERRENO NATURAL |         |
| Tesistas:   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                          |                 |         |

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| PESO DEL CILINDRO (P7)            | 4135   |
| VOLUMEN DEL CILINDRO (V)          | 932,14 |
| PESO DEL MARTILLO (Lk)            | 10     |
| ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm) | 45,72  |
| NÚMERO DE CAPAS                   | 5      |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS        | 25     |

**Modificado Metodo B:**  
 Porción que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 # DE CAPAS mm (3/4 pulg).

| DATOS DEL ENSAYO                               |        |             |        |              |        |              |        |              |        |              |        |      |
|--|--------|-------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|------|
| PUNTO #  | 1      |             | 2      |              | 3      |              | 4      |              | 5      |              | 6      |      |
|  | Grueso | Fino        | Grueso | Fino         | Grueso | Fino         | Grueso | Fino         | Grueso | Fino         | Grueso | Fino |
| Material de ensayo                             |        | E           |        | G            |        | T            |        | R            |        | K            |        |      |
| RECIPIENTE #                                   |        |             |        |              |        |              |        |              |        |              |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)       |        | 216,3       |        | 172,27       |        | 134,25       |        | 136,48       |        | 176,48       |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)         |        | 206,49      |        | 159,46       |        | 123,56       |        | 120,2        |        | 153,36       |        |      |
| MASA DE AGUA ( P3 = P1 - P2 )                  |        | 9,81        |        | 12,81        |        | 10,69        |        | 16,28        |        | 23,12        |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                        |        | 54,45       |        | 54,25        |        | 50,78        |        | 32,93        |        | 55,06        |        |      |
| MASA DE MUESTRA SECA ( P5 = P2 - P4 )          |        | 152,04      |        | 105,21       |        | 72,78        |        | 87,27        |        | 98,3         |        |      |
| % DE HUMEDAD ( W = P3* 100 ÷ P5 )              |        | 6,45        |        | 12,18        |        | 14,69        |        | 18,65        |        | 23,52        |        |      |
| % DE HUMEDAD PROMEDIO                          |        | <b>6,45</b> |        | <b>12,18</b> |        | <b>14,69</b> |        | <b>18,65</b> |        | <b>23,52</b> |        |      |
| % DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO                  |        | TN          |        | 100          |        | 200          |        | 300          |        | 400          |        |      |
| MASA DE CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)           |        | 5804        |        | 5996         |        | 6070         |        | 6065         |        | 5914         |        |      |
| MASA DE SUELO HUMEDO (P8-P6-P7)                |        | 1669        |        | 1861         |        | 1935         |        | 1930         |        | 1779         |        |      |
| DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO (Dh= P8 ÷ v)         |        | 1790,50     |        | 1996,48      |        | 2075,87      |        | 2070,50      |        | 1908,511597  |        |      |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + w=100) |        | 1681,98     |        | 1779,78      |        | 1810,01      |        | 1744,98      |        | 1545,105337  |        |      |

| RESULTADOS                 |      |
|----------------------------|------|
| Densidad Seca Maxima Kg/m3 | 1803 |
| % de Humedad Optima        | 13,5 |





**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>CBR - DENSIDADES</b> |   |  |  |
|-------------------------|---|--|--|
| <b>Proyecto:</b>        | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacifico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755450<br><b>Este:</b> 514579 |
| <b>Ubicación:</b>       | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3</b><br><b>Estrato #1</b> | TERRENO NATURAL                              |
| <b>Tesistas:</b>        | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |  |

|                   |  |           |           |                     |
|-------------------|--|-----------|-----------|---------------------|
| MOLDE N°          |  | XVIII     | XVII      | PESO DEL MARTILLO   |
| PESO MOLDE        |  | 6,559     | 6,858     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     |  | 0,0023374 | 0,0023592 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA |  | 25        | 56        | 18"                 |

| N° de ensayo                 |               | 1       | 2                  | 3                  |
|------------------------------|---------------|---------|--------------------|--------------------|
| <b>ANTES DE LA INMERSIÓN</b> |               |         |                    |                    |
| <b>HUMEDAD</b>               | N° recipiente |         | 25 Golpes por capa | 56 Golpes por capa |
|                              | Wh + r        |         | E                  | IE                 |
|                              | Ws + r        |         | 173,72             | 138,76             |
|                              | Ww            |         | 160,97             | 128,59             |
|                              | r             |         | 12,75              | 10,17              |
|                              | Ws            |         | 54,45              | 33,34              |
|                              | w (%)         |         | 106,52             | 95,25              |
| MOLDE NUMERO                 |               | XVIII   | XVII               |                    |
| Molde + suelo humedo (P)     |               | 11,207  | 11,560             |                    |
| Molde                        |               | 6,559   | 6,858              |                    |
| Suelo humedo (W)             |               | 4,648   | 4,702              |                    |
| Suelo seco (Ws)              |               | 4,151   | 4,248              |                    |
| Contenido de agua (w)        |               | 11,970  | 10,677             |                    |
| Densidad humeda (H)          |               | 1988,53 | 1993,07            |                    |
| Densidad seca (S)            |               | 1775,96 | 1800,80            |                    |

| <b>DESPUES DE LA INMERSIÓN</b> |               |        |       |         |       |         |       |
|--------------------------------|---------------|--------|-------|---------|-------|---------|-------|
|                                |               | ARRIBA | ABAJO | ARRIBA  | ABAJO | ARRIBA  | ABAJO |
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente |        |       | V2      | M     | T2      | T1    |
|                                | Wh + r        |        |       | 77,75   | 77,43 | 88,28   | 71,48 |
|                                | Ws + r        |        |       | 64,64   | 66,31 | 73,04   | 61,13 |
|                                | Ww            |        |       | 13,11   | 11,12 | 15,24   | 10,35 |
|                                | r             |        |       | 16,67   | 17,01 | 17,12   | 16,53 |
|                                | Ws            |        |       | 47,97   | 49,3  | 55,92   | 44,6  |
|                                | w (%)         |        |       | 27,33   | 22,56 | 27,25   | 23,21 |
| Promedio w (%)                 |               |        |       | 24,94   |       | 25,23   |       |
| Molde + suelo humedo (P)       |               |        |       | 11,273  |       | 11,978  |       |
| Molde                          |               |        |       | 6,559   |       | 6,858   |       |
| Suelo humedo (W)               |               |        |       | 4,714   |       | 5,12    |       |
| Suelo seco (Ws)                |               |        |       | 3,773   |       | 4,088   |       |
| Contenido de agua (w)          |               |        |       | 24,94   |       | 25,23   |       |
| Densidad humeda (H)            |               |        |       | 2016,77 |       | 2170,25 |       |
| Densidad seca (S)              |               |        |       | 1614,16 |       | 1733,02 |       |

| <b>HINCHAMIENTO</b> |   |  |      |
|---------------------|---|--|------|
| Lectura inicial     |   |  | 0,7  |
| 24 horas            |   |  | 1,5  |
| 48 horas            |   |  | 2,4  |
| 72 horas            |   |  | 2,49 |
| 96 horas            |   |  |      |
| HINCHAMIENTO        | % |  | 35,8 |

|                   |                |  |         |
|-------------------|----------------|--|---------|
| CBR               | %              |  |         |
| Densidad seca (S) | γ <sub>s</sub> |  | 1775,96 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



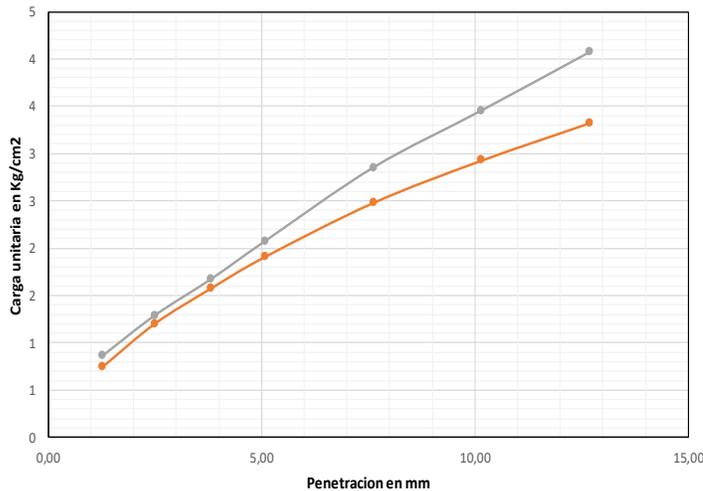
| <b>CBR - PENETRACIÓN</b> |   |  |  |
|--------------------------|---|--|--|
| <b>Proyecto:</b>         | Evaluación Estructural del Pavimento Flexión del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena. | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755450<br><b>Este:</b> 514579 |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3</b><br><b>Estrato #1</b> | TERRENO NATURAL                              |
| <b>Tesistas:</b>         | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |  |

| MOLDE N°          | XVIII     | XVII      | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 6,559     | 6,858     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023374 | 0,0023592 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 25        | 56        | 18"                 |

| NUMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|
|                  |   |   |   |   |   |   |

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb |        | CARGA DE PENETRACION EN Kg |      |
|----------------------------|----------------------------|--------|----------------------------|------|
| 1.27 mm (0.05")            | 31,68                      | 36,74  | 14,4                       | 16,7 |
| 2.54 mm (0.10")            | 51,26                      | 55     | 23,3                       | 25,0 |
| 3.81 mm (0.15")            | 67,1                       | 71,28  | 30,5                       | 32,4 |
| 5.08 mm (0.20")            | 81,4                       | 88,44  | 37                         | 40,2 |
| 7.62 mm (0.30")            | 105,82                     | 121,66 | 48,1                       | 55,3 |
| 10.16 mm (0.40")           | 124,96                     | 147,4  | 56,8                       | 67,0 |
| 12.70 mm (0.50")           | 141,9                      | 173,8  | 64,5                       | 79,0 |

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg2 |              | CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm2 |              |
|----------------------------|----------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|
| 1.27 mm (0.05")            | 10,54                            | 12,22        | 0,742                          | 0,861        |
| <b>2.54 mm (0.10")</b>     | <b>17,05</b>                     | <b>18,30</b> | <b>1,201</b>                   | <b>1,289</b> |
| 3.81 mm (0.15")            | 22,32                            | 23,71        | 1,573                          | 1,671        |
| <b>5.08 mm (0.20")</b>     | <b>27,08</b>                     | <b>29,42</b> | <b>1,908</b>                   | <b>2,073</b> |
| 7.62 mm (0.30")            | 35,20                            | 40,47        | 2,480                          | 2,851        |
| 10.16 mm (0.40")           | 41,57                            | 49,03        | 2,929                          | 3,455        |
| 12.70 mm (0.50")           | 47,20                            | 57,81        | 3,326                          | 4,073        |



| N° de Golpes | Esfuerzo de penetracion |           |
|--------------|-------------------------|-----------|
|              | 0,10 pulg               | 0,20 pulg |
| 12           |                         |           |
| 25           | 1,201                   | 1,908     |
| 56           | 1,289                   | 2,073     |

| C.B.R | %    |      |
|-------|------|------|
| 12    |      |      |
| 25    | 1,71 | 1,81 |
| 56    | 1,83 | 1,96 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> |   |  |                       |
|-----------------------------|---|--|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>            | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755450 |
|                             |   |  | <b>Este:</b> 514579   |
| <b>Ubicación:</b>           | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3</b><br><b>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>            | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |                       |

|   |        |
|---|--------|
| <b>RECIPIENTE</b>                               | E      |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)</b> | 153,79 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)</b>   | 140,56 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE (P4)</b>                  | 54,45  |

|                     |       |
|---------------------|-------|
| <b>% DE HUMEDAD</b> | 15,36 |
|---------------------|-------|



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

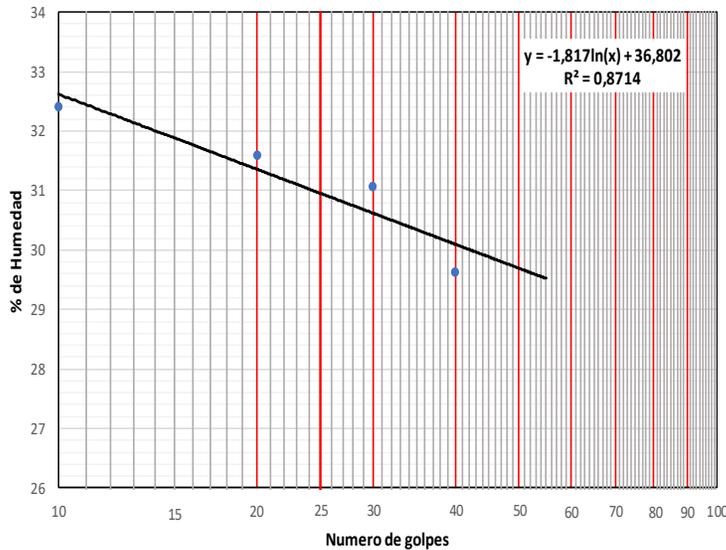


| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS |   |                                  |                 |         |
|---|---|----------------------------------|-----------------|---------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b>   | 9755450 |
|   |   |                                  | <b>Este:</b>    | 514579  |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3<br/>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL |         |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                 |         |

| LÍMITE LÍQUIDO                           |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE#                              | 13    | 6     | L5    | E     |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 21,59 | 27,29 | 19,61 | 24,44 |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 17,86 | 22,20 | 16,45 | 20,26 |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 3,73  | 5,09  | 3,16  | 4,18  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 6,35  | 6,09  | 6,28  | 6,15  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 11,51 | 16,11 | 10,17 | 14,11 |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)         | 32,41 | 31,60 | 31,07 | 29,62 |
| # DE GOLPES                              | 10    | 20    | 30    | 40    |

| LÍMITE PLÁSTICO                          |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE#                              | J4    | P5    | 54    |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 13,97 | 13,58 | 14,27 |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 12,69 | 12,24 | 12,96 |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 1,28  | 1,34  | 1,31  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 6,24  | 5,36  | 6,22  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 6,45  | 6,88  | 6,74  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)         | 19,84 | 19,48 | 19,44 |

SEGÚN LA CARTA DE LA  
 COMPOSICIÓN  
 MINERALÓGICA EN LA  
 PLASTICIDAD (DAY, 1999)



| RESULTADOS              |    |
|-------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO =        | 31 |
| LIMITE PLASTICO =       | 20 |
| INDICE DE PLASTICIDAD = | 11 |

|   |
|---|
| CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD ASTM D-2487 SUCS |
| <b>CL</b>   |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

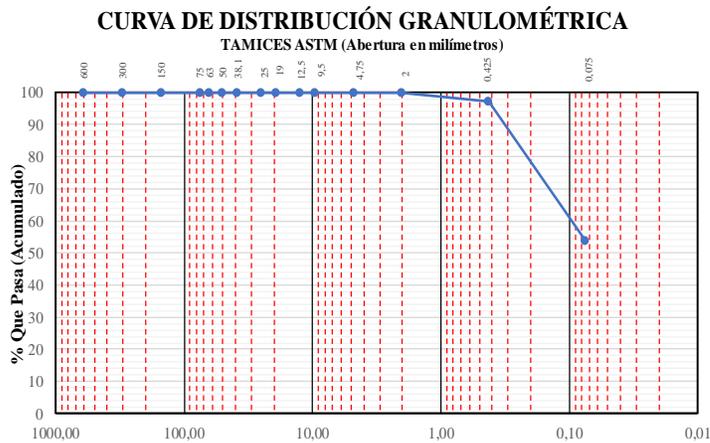


| <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS Y AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b> |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |  | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755450<br><b>Este:</b> 514579 |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  |  | <b>Calicata 3</b><br><b>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL                              |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |  |  |

| Ensayo de Contenido de Humedad           | Serie Gruesa | Serie Fina |
|--|--------------|------------|
| Recipiente N°                            |              | E          |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda      |              | 153,79     |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 ) |              | 140,56     |
| Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )            |              | 13,23      |
| Masa del Recipiente ( P4 )               |              | 54,45      |
| Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )    |              | 86,11      |
| % de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )       |              | 15,36      |

| <b>SERIE GRUESA</b>          |               |           |                        |  |
|------------------------------|---------------|-----------|------------------------|--|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°. | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado |  |
|                              | Parcial       | Acumulada |                        |  |
| 600, mm. 24 "                | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 300, mm. 12 "                | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 150, mm. 3 ½ "               | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 75, mm. 3 "                  | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 63, mm. 2 ½ "                | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 50, mm. 2 "                  | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 38,1 mm. 1 ½ "               | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 25, mm. 1 "                  | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 19, mm. ¾ "                  | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 12,5 mm. 1/2 "               | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 9,5 mm. 3/8 "                | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| 4,75 mm. No. 4               | 0             | 0,00      | 100,00                 |  |
| <b>Pasa No. 4</b>            |               | 99,34     |                        |  |

| <b>SERIE FINA</b>   |               |           |                        |                        |
|---|---------------|-----------|------------------------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°.                                  | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado | % Pasante<br>Corregido |
|   | Parcial       | Acumulada |                        |                        |
| 2,36 mm. No. 8  |               |           |                        |                        |
| 2, mm. No. 10   | 0,03          | 0,03      | 99,97                  | 99,97                  |
| 1,18 mm. No. 16   |               |           |                        |                        |
| 0,85 mm. No. 20   |               |           |                        |                        |
| 0,60 mm. No. 30   |               |           |                        |                        |
| 0,425 mm. No. 40  | 2,43          | 2,46      | 97,14                  | 97,14                  |
| 0,3 mm. No. 50  |               |           |                        |                        |
| 0,15 mm. No. 100  |               |           |                        |                        |
| 0,075 mm. No. 200   | 37,35         | 39,81     | 53,77                  | 53,77                  |
| <b>Pasa No. 200</b>   |               |           |                        |                        |
| <b>Masa inicial del material para Lavado =</b>                |               |           | 99,3 gr.               |                        |
| <b>Masa final corregida por Humedad de los finos =</b>        |               |           | 86,1 gr.               |                        |
| <b>Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr)</b> |               |           | 99,34                  |                        |



| <b>Distribución del Tamaño de las Partículas (%)</b> |                       |      |              |
|--|-----------------------|------|--------------|
| <b>Pedregón Rodado (&gt; 12 ")</b>                   |                       |      | <b>0,00</b>  |
| <b>Canto Rodado (12 " - 3 ")</b>                     |                       |      | <b>0,00</b>  |
| <b>Grava (3 " - N°4)</b>                             | Gruesa (3 " - 3/4 ")  | 0,0  | <b>0,0</b>   |
|  | Fina (3/4 " - N°4)    | 0,0  |              |
| <b>Arena (N°4 - N°200)</b>                           | Gruesa (N°4 - N°10)   | 0,0  | <b>46,2</b>  |
|  | Mediana (N°10 - N°40) | 2,8  |              |
|  | Fina (N°40 - N°200)   | 43,4 |              |
| <b>Finos (&gt; N°200)</b>                            |                       |      | <b>53,77</b> |

| <b>Condiciones de Filtro</b> |      |
|------------------------------|------|
| D15 =                        | Cu = |
| D30 =                        |      |
| D60 =                        | Cc = |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



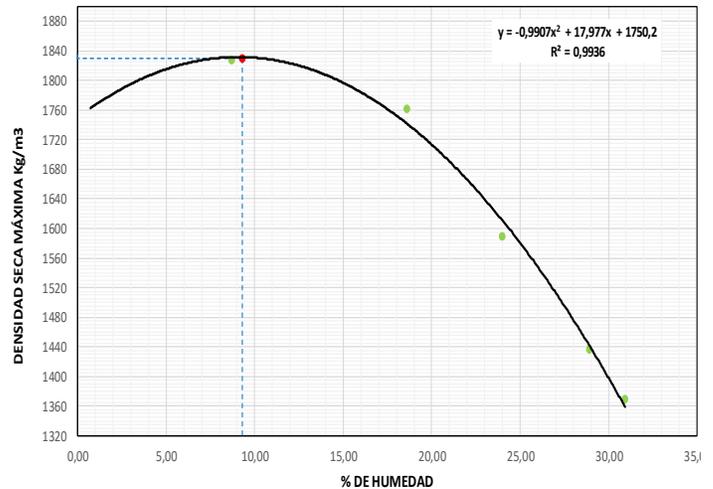
| <b>DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD DE SUELOS</b> |   |  |   |               |         |              |        |
|--|---|--|---|---------------|---------|--------------|--------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Norte:</b></td> <td>9755450</td> </tr> <tr> <td><b>Este:</b></td> <td>514579</td> </tr> </table> | <b>Norte:</b> | 9755450 | <b>Este:</b> | 514579 |
| <b>Norte:</b>  | 9755450   |  |   |               |         |              |        |
| <b>Este:</b>   | 514579  |  |   |               |         |              |        |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3</b><br><b>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL   |               |         |              |        |
| <b>Testistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |   |               |         |              |        |

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| PESO DEL CILINDRO (P7)            | 4135   |
| VOLUMEN DEL CILINDRO (V)          | 932,14 |
| PESO DEL MARTILLO (Lk)            | 10     |
| ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm) | 45,72  |
| NÚMERO DE CAPAS                   | 5      |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS        | 25     |

**Modificado Metodo B;**  
 Porción que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 # DE CAPAS mm (3/4 pulg).

| <b>DATOS DEL ENSAYO</b>                         |        |             |        |              |        |              |        |              |        |              |        |      |
|---|--------|-------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|------|
| PUNTO #   | 1      |             | 2      |              | 3      |              | 4      |              | 5      |              | 6      |      |
|   | Grueso | Fino        | Grueso | Fino         | Grueso | Fino         | Grueso | Fino         | Grueso | Fino         | Grueso | Fino |
| Material de ensayo                              |        |             |        |              |        |              |        |              |        |              |        |      |
| RECIPIENTE#                                     |        | E           |        | W            |        | O            |        | C7           |        | S            |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)        |        | 153,12      |        | 107,96       |        | 145,01       |        | 80,46        |        | 220,26       |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)          |        | 145,21      |        | 96,35        |        | 123,46       |        | 66,31        |        | 180,89       |        |      |
| MASA DE AGUA ( P3 = P1 -P2 )                    |        | 7,91        |        | 11,61        |        | 21,55        |        | 14,15        |        | 39,37        |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                         |        | 54,45       |        | 34,02        |        | 33,68        |        | 17,42        |        | 53,62        |        |      |
| MASA DE MUESTRA SECA ( P5 = P2- P4 )            |        | 90,76       |        | 62,33        |        | 89,78        |        | 48,89        |        | 127,27       |        |      |
| % DE HUMEDAD ( W = P3* 100 - P5 )               |        | 8,72        |        | 18,63        |        | 24,00        |        | 28,94        |        | 30,93        |        |      |
| <b>% DE HUMEDAD PROMEDIO</b>                    |        | <b>8,72</b> |        | <b>18,63</b> |        | <b>24,00</b> |        | <b>28,94</b> |        | <b>30,93</b> |        |      |
| % DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO                   |        | TN          |        | 100          |        | 200          |        | 300          |        | 400          |        |      |
| MASA DE CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)            |        | 5987        |        | 6083         |        | 5972         |        | 5861         |        | 5805         |        |      |
| MASA DE SUELO HUMEDO (P8=P6-P7)                 |        | 1852        |        | 1948         |        | 1837         |        | 1726         |        | 1670         |        |      |
| DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO (Dh= P8 ÷ v)          |        | 1986,83     |        | 2089,81      |        | 1970,73      |        | 1851,65      |        | 1791,58      |        |      |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + w-100)) |        | 1827,55     |        | 1761,67      |        | 1589,26      |        | 1436,03      |        | 1368,30      |        |      |

| <b>RESULTADOS</b>                 |             |
|-----------------------------------|-------------|
| <b>Densidad Seca Maxima Kg/m3</b> | <b>1830</b> |
| <b>% de Humedad Optima</b>        | <b>9,3</b>  |





**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>CBR - DENSIDADES</b> |   |                              |                       |
|-------------------------|---|------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>        | “Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena” | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9755450 |
|                         |   |                              | <b>Este:</b> 514579   |
| <b>Ubicación:</b>       | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3 Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>        | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |                       |

| MOLDE N°          | XI        | XVI       | XVII      | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 7,102     | 6,774     | 6,858     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023311 | 0,0023421 | 0,0023592 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56        | 18"                 |

| N° de ensayo                 | 1                         | 2       | 3                         |
|------------------------------|---------------------------|---------|---------------------------|
| <b>ANTES DE LA INMERSIÓN</b> |                           |         |                           |
|                              | <b>12 Golpes por capa</b> |         | <b>56 Golpes por capa</b> |
| <b>HUMEDAD</b>               | N° recipiente             | IE      | R                         |
|                              | Wh + r                    | 146,32  | 146,00                    |
|                              | Ws + r                    | 131,12  | 130,26                    |
|                              | Ww                        | 15,2    | 15,74                     |
|                              | r                         | 33,34   | 32,93                     |
|                              | Ws                        | 97,78   | 97,33                     |
|                              | w (%)                     | 15,55   | 16,17                     |
| <b>MOLDE NUMERO</b>          | XI                        | XVI     | XVII                      |
| Molde + suelo humedo (P)     | 11,166                    | 11,307  | 11,866                    |
| Molde                        | 7,102                     | 6,774   | 6,858                     |
| Suelo humedo (W)             | 4,064                     | 4,533   | 5,008                     |
| Suelo seco (Ws)              | 3,517                     | 3,944   | 4,311                     |
| Contenido de agua (w)        | 15,545                    | 14,921  | 16,172                    |
| Densidad humeda (H)          | 1743,38                   | 1935,46 | 2122,78                   |
| Densidad seca (S)            | 1508,83                   | 1684,16 | 1827,28                   |

| <b>DESPUES DE LA INMERSIÓN</b> |                |        |         |        |         |        |        |
|--------------------------------|----------------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|
|                                |                | ARRIBA | ABAJO   | ARRIBA | ABAJO   | ARRIBA | ABAJO  |
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente  | O      | A       | F      | N       | R      | 2      |
|                                | Wh + r         | 227,79 | 189,83  | 228,47 | 185,14  | 187,55 | 173,06 |
|                                | Ws + r         | 174,88 | 157,94  | 189,2  | 157,12  | 154,72 | 145,26 |
|                                | Ww             | 52,91  | 31,89   | 39,27  | 28,02   | 32,83  | 27,8   |
|                                | r              | 33,68  | 34,39   | 54,18  | 32,33   | 32,93  | 19,53  |
|                                | Ws             | 141,2  | 123,55  | 135,02 | 124,79  | 121,79 | 125,73 |
|                                | w (%)          | 37,47  | 25,81   | 29,08  | 22,45   | 26,96  | 22,11  |
|                                | Promedio w (%) | 31,64  |         | 25,77  |         | 24,53  |        |
| Molde + suelo humedo (P)       | 11,613         |        | 11,599  |        | 12,094  |        |        |
| Molde                          | 7,102          |        | 6,774   |        | 6,858   |        |        |
| Suelo humedo (W)               | 4,511          |        | 4,825   |        | 5,236   |        |        |
| Suelo seco (Ws)                | 3,427          |        | 3,836   |        | 4,204   |        |        |
| Contenido de agua (w)          | 31,64          |        | 25,77   |        | 24,53   |        |        |
| Densidad humeda (H)            | 1935,130       |        | 2060,13 |        | 2219,42 |        |        |
| Densidad seca (S)              | 1470,00        |        | 1638,03 |        | 1782,19 |        |        |

| <b>HINCHAMIENTO</b> |          |      |      |
|---------------------|----------|------|------|
| Lectura inicial     |          | 0,15 | 2,06 |
| 24 horas            |          | 0,8  | 2,89 |
| 48 horas            |          | 1,8  | 3,95 |
| 72 horas            |          | 1,8  | 3,9  |
| 96 horas            |          |      |      |
| <b>HINCHAMIENTO</b> | <b>%</b> | 33,0 | 36,8 |

|                   |            |         |         |
|-------------------|------------|---------|---------|
| <b>CBR</b>        | <b>%</b>   |         |         |
| Densidad seca (S) | $\gamma_s$ | 1508,83 | 1827,28 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



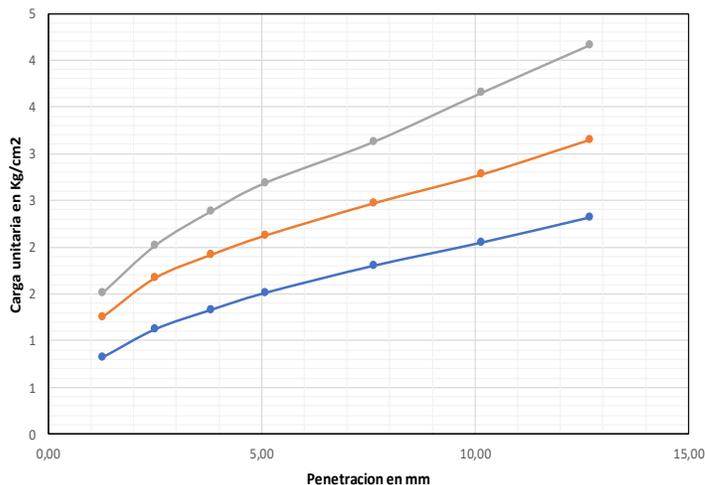
| <b>CBR - PENETRACIÓN</b> |   |  |  |                       |
|--------------------------|---|--|--|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |  | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755450 |
|                          |   |  |  | <b>Este:</b> 514579   |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  |  | <b>Calicata 3</b><br><b>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>         | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |  |                       |

| MOLDE N°          | XI        | XVI       | XVII      | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 7,102     | 6,774     | 6,858     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023311 | 0,0023421 | 0,0023592 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56        | 18"                 |

| NUMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|
|                  |   |   |   |   |   |   |

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb |        |        | CARGA DE PENETRACION EN Kg |      |      |
|----------------------------|----------------------------|--------|--------|----------------------------|------|------|
| 1.27 mm (0.05")            | 35,2                       | 53,46  | 64,46  | 16,0                       | 24,3 | 29,3 |
| 2.54 mm (0.10")            | 47,96                      | 71,28  | 86,02  | 21,8                       | 32,4 | 39,1 |
| 3.81 mm (0.15")            | 56,76                      | 81,84  | 101,64 | 25,8                       | 37,2 | 46,2 |
| 5.08 mm (0.20")            | 64,46                      | 90,64  | 114,62 | 29,3                       | 41,2 | 52,1 |
| 7.62 mm (0.30")            | 76,78                      | 105,38 | 133,32 | 34,9                       | 47,9 | 60,6 |
| 10.16 mm (0.40")           | 87,34                      | 118,58 | 155,76 | 39,7                       | 53,9 | 70,8 |
| 12.70 mm (0.50")           | 98,78                      | 134,42 | 177,54 | 44,9                       | 61,1 | 80,7 |

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg2 |              |              | CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm2 |              |              |
|----------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------|--------------|--------------|
| 1.27 mm (0.05")            | 11,71                            | 17,78        | 21,44        | 0,825                          | 1,253        | 1,511        |
| <b>2.54 mm (0.10")</b>     | <b>15,95</b>                     | <b>23,71</b> | <b>28,61</b> | <b>1,124</b>                   | <b>1,671</b> | <b>2,016</b> |
| 3.81 mm (0.15")            | 18,88                            | 27,22        | 33,81        | 1,330                          | 1,918        | 2,382        |
| <b>5.08 mm (0.20")</b>     | <b>21,44</b>                     | <b>30,15</b> | <b>38,13</b> | <b>1,511</b>                   | <b>2,124</b> | <b>2,686</b> |
| 7.62 mm (0.30")            | 25,54                            | 35,05        | 44,35        | 1,799                          | 2,470        | 3,125        |
| 10.16 mm (0.40")           | 29,05                            | 39,44        | 51,81        | 2,047                          | 2,779        | 3,650        |
| 12.70 mm (0.50")           | 32,86                            | 44,71        | 59,06        | 2,315                          | 3,150        | 4,161        |



| N° de Golpes | Esfuerzo de penetracion |           |
|--------------|-------------------------|-----------|
|              | 0,10 pulg               | 0,20 pulg |
| 12           | 1,124                   | 1,511     |
| 25           | 1,671                   | 2,124     |
| 56           | 2,016                   | 2,686     |

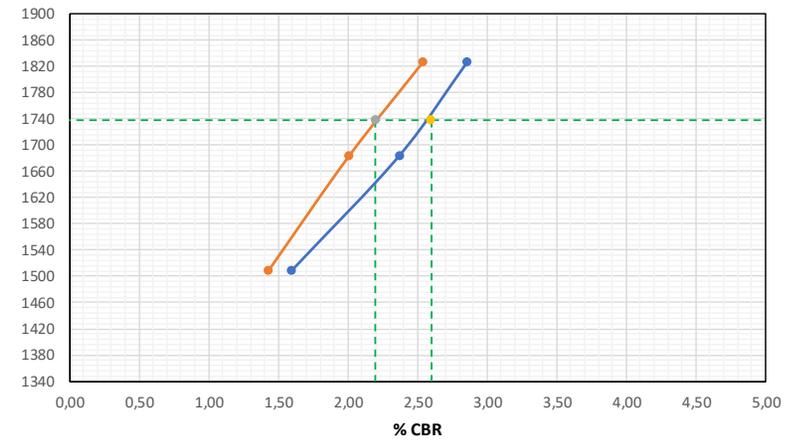
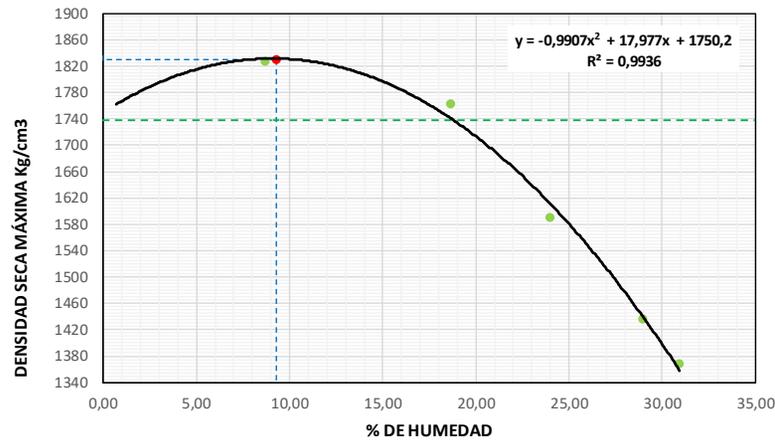
| C.B.R | %    |      |
|-------|------|------|
| 12    | 1,60 | 1,43 |
| 25    | 2,37 | 2,01 |
| 56    | 2,86 | 2,54 |



**UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| RELACIÓN DE GRÁFICO DE PROCTOR - CBR |   |                                  |                       |
|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>                     | “Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacifico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena” | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755450 |
|                                      |   |                                  | <b>Este:</b> 514579   |
| <b>Ubicación:</b>                    | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3<br/>Estrato #2</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>                     | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |



Densidad seca Máxima = 1830 Kg/m<sup>3</sup>  
 Humedad Óptima = 9,3 %  
 95% Densidad seca Máxima = 1738,5 Kg/m<sup>3</sup>

CBR para 0,10'' = 2,2 %  
 CBR para 0,20'' = 2,6 %

| N° de Golpes / capa | Densidad Kg/m <sup>3</sup> | CARGA UNITARIA Kg/m <sup>2</sup> |        | CARGA UNITARIA PATRON Kg/m <sup>2</sup> |        | C.B.R % |        | Expansión % |
|---------------------|----------------------------|----------------------------------|--------|---|--------|---------|--------|-------------|
|                     |                            | 0,10''                           | 0,20'' | 0,10''                                  | 0,20'' | 0,10''  | 0,20'' |             |
| 12                  | 1508,83                    | 1,12                             | 1,51   | 70,45                                   | 105,68 | 1,60    | 1,43   | 33,0        |
| 25                  | 1684,16                    | 1,67                             | 2,12   | 70,45                                   | 105,68 | 2,37    | 2,01   | 37,0        |
| 56                  | 1827,28                    | 2,02                             | 2,69   | 70,45                                   | 105,68 | 2,86    | 2,54   | 36,8        |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> |   |                                  |                       |
|-----------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>            | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755450 |
|                             |   |                                  | <b>Este:</b> 514579   |
| <b>Ubicación:</b>           | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3<br/>Estrato #3</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>            | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

|   |        |
|---|--------|
| <b>RECIPIENTE</b>                               | T      |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)</b> | 161,05 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)</b>   | 146,98 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE (P4)</b>                  | 50,78  |

|                     |       |
|---------------------|-------|
| <b>% DE HUMEDAD</b> | 14,63 |
|---------------------|-------|



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

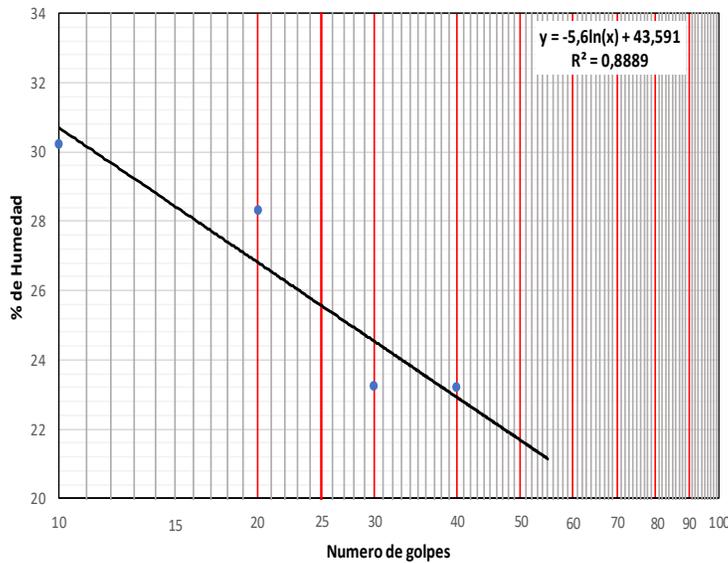


| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS |   |  |                       |
|---|---|--|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755450 |
|   |   |  | <b>Este:</b> 514579   |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3</b><br><b>Estrato #3</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |                       |

| LIMITE LÍQUIDO                           |       |       |       |       |  |  |
|--|-------|-------|-------|-------|--|--|
| RECIPIENTE#                              | X5    | K4    | Q1    | J4    |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 25,96 | 28,76 | 34,56 | 35,00 |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 21,17 | 23,82 | 29,81 | 29,58 |  |  |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 4,79  | 4,94  | 4,75  | 5,42  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 5,32  | 6,37  | 9,37  | 6,24  |  |  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 15,85 | 17,45 | 20,44 | 23,34 |  |  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)         | 30,22 | 28,31 | 23,24 | 23,22 |  |  |
| # DE GOLPES                              | 10    | 20    | 30    | 40    |  |  |

| LIMITE PLÁSTICO                          |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE#                              | 5     | F     | C5    |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 14,78 | 13,77 | 15,39 |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 12,50 | 12,66 | 14,15 |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 2,28  | 1,11  | 1,24  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 5,40  | 5,22  | 5,91  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 7,10  | 7,44  | 8,24  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)         | 32,11 | 14,92 | 15,05 |

SEGÚN LA CARTA DE LA  
 COMPOSICIÓN  
 MINERALÓGICA EN LA  
 PLASTICIDAD (DAY, 1999)



| RESULTADOS              |    |
|-------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO =        | 26 |
| LIMITE PLASTICO =       | 21 |
| INDICE DE PLASTICIDAD = | 5  |

|   |
|---|
| CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD ASTM D-2487 SUCS |
| <b>CL-ML</b>  |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

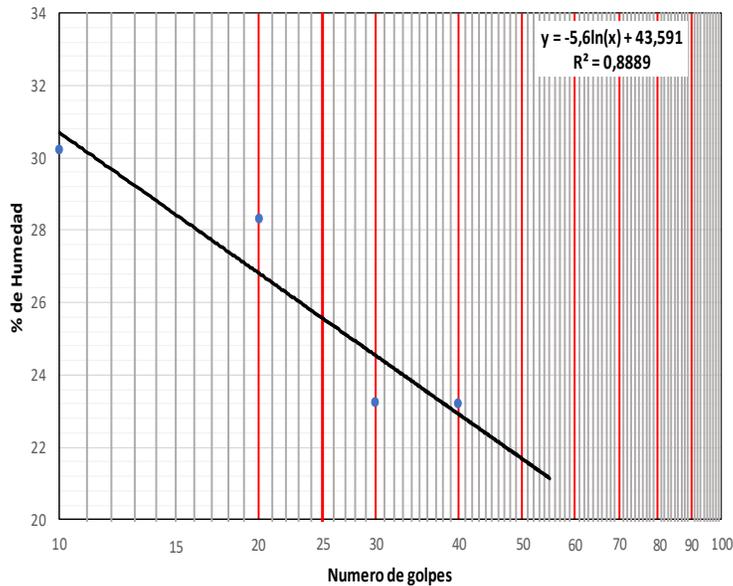


| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS |   |  |                 |         |
|---|---|--|-----------------|---------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b>   | 9755450 |
|   |   |  | <b>Este:</b>    | 514579  |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3</b><br><b>Estrato #3</b> | TERRENO NATURAL |         |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |                 |         |

| LIMITE LÍQUIDO                           |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE#                              | X5    | K4    | Q1    | J4    |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 25,96 | 28,76 | 34,56 | 35,00 |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 21,17 | 23,82 | 29,81 | 29,58 |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 4,79  | 4,94  | 4,75  | 5,42  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 5,32  | 6,37  | 9,37  | 6,24  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 15,85 | 17,45 | 20,44 | 23,34 |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)         | 30,22 | 28,31 | 23,24 | 23,22 |
| # DE GOLPES                              | 10    | 20    | 30    | 40    |

| LIMITE PLÁSTICO                          |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE#                              | 5     | F     | C5    |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 14,78 | 13,77 | 15,39 |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 12,50 | 12,66 | 14,15 |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 2,28  | 1,11  | 1,24  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 5,40  | 5,22  | 5,91  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 7,10  | 7,44  | 8,24  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)         | 32,11 | 14,92 | 15,05 |

SEGÚN LA CARTA DE LA  
 COMPOSICIÓN  
 MINERALÓGICA EN LA  
 PLASTICIDAD (DAY, 1999)



| RESULTADOS              |    |
|-------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO =        | 26 |
| LIMITE PLASTICO =       | 21 |
| INDICE DE PLASTICIDAD = | 5  |

|   |
|---|
| CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD ASTM D-2487 SUCS |
| <b>CL-ML</b>  |

| Tesistas                                     | Tutor Responsable   | Fecha de toma de muestra | Fecha de Ensayo         |
|--|---------------------|--------------------------|-------------------------|
| Andrea Chonillo Cruz<br>Lissette Palma Choez | Ing. Nelson Álvarez | 5 de Diciembre del 2020  | 28 de Diciembre de 2020 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

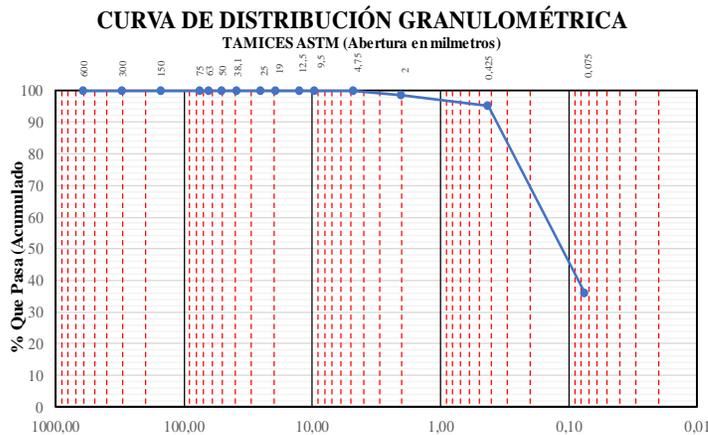


| <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS Y AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b> |   |  |                       |
|--|---|--|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755450 |
|  |   |  | <b>Este:</b> 514579   |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3</b><br><b>Estrato #3</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |                       |

| Ensayo de Contenido de Humedad         | Serie Gruesa | Serie Fina |
|--|--------------|------------|
| Recipiente N°                          |              | T          |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda    |              | 161,05     |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca (P2) |              | 146,98     |
| Masa de Agua (P3 = P1 - P2)            |              | 14,07      |
| Masa del Recipiente (P4)               |              | 50,78      |
| Masa de Muestra Seca (P5 = P2 - P4)    |              | 96,20      |
| % de Humedad (W = P3 × 100 ÷ P5)       |              | 14,63      |

| <b>SERIE GRUESA</b>          |       |               |           |                        |
|------------------------------|-------|---------------|-----------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°. |       | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado |
|                              |       | Parcial       | Acumulada |                        |
| 600, mm.                     | 24 "  | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 300, mm.                     | 12 "  | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 150, mm.                     | 3 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 75, mm.                      | 3 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 63, mm.                      | 2 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 50, mm.                      | 2 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 38,1 mm.                     | 1 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 25, mm.                      | 1 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 19, mm.                      | ¾ "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 12,5 mm.                     | 1/2 " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 9,5 mm.                      | 3/8 " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 4,75 mm.                     | No. 4 | 0,27          | 0,27      | 99,76                  |
| Pasa No. 4                   |       |               | 110,00    |                        |

| <b>SERIE FINA</b>                                      |         |               |           |                        |                        |
|--|---------|---------------|-----------|------------------------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°.                           |         | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado | % Pasante<br>Corregido |
|  |         | Parcial       | Acumulada |                        |                        |
| 2,36 mm.   | No. 8   |               |           |                        |                        |
| 2, mm.   | No. 10  | 1,18          | 1,18      | 98,77                  | 98,53                  |
| 1,18 mm.   | No. 16  |               |           |                        |                        |
| 0,85 mm.   | No. 20  |               |           |                        |                        |
| 0,60 mm.   | No. 30  |               |           |                        |                        |
| 0,425 mm.  | No. 40  | 3,23          | 4,41      | 95,40                  | 95,17                  |
| 0,3 mm.  | No. 50  |               |           |                        |                        |
| 0,15 mm.   | No. 100 |               |           |                        |                        |
| 0,075 mm.  | No. 200 | 56,94         | 61,35     | 36,07                  | 35,98                  |
| Pasa No. 200   |         |               |           |                        |                        |
| Masa inicial del material para Lavado =                |         |               |           | 110,0 gr.              |                        |
| Masa final corregida por Humedad de los finos =        |         |               |           | 96,0 gr.               |                        |
| Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr) |         |               |           | 110,27                 |                        |



| Distribución del Tamaño de las Partículas (%) |                  |       |      |
|---|------------------|-------|------|
| Pedrón Rodado (> 12")                         |                  | 0,00  |      |
| Canto Rodado (12" - 3")                       |                  | 0,00  |      |
| Grava (¾" - ¾")                               | Gruesa (¾" - ¾") | 0,0   | 0,2  |
|   | Fina (¾" - ¾")   | 0,2   |      |
| Arena (¾" - ¾")                               | Gruesa (¾" - ¾") | 1,2   | 63,8 |
|   | Media (¾" - ¾")  | 3,4   |      |
|   | Fina (¾" - ¾")   | 59,2  |      |
| Finos (> ¾")                                  |                  | 35,98 |      |

| Condiciones de Filtro |      |
|-----------------------|------|
| D15 =                 | Cu = |
| D30 =                 | Cc = |
| D60 =                 |      |

| Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) |  |
|---|--|
| 0   |  |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



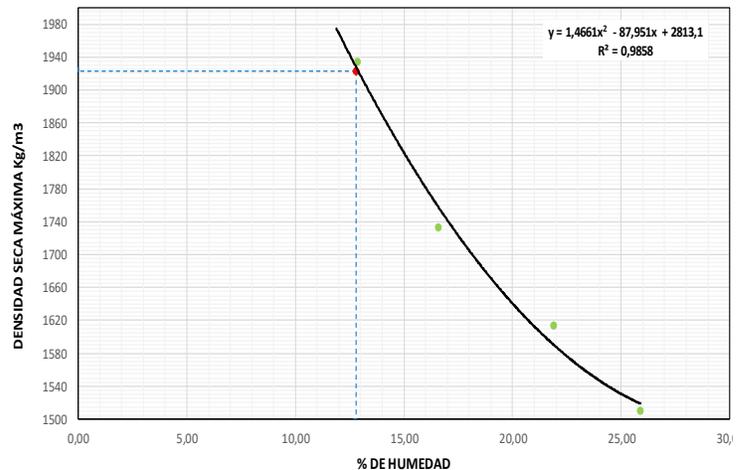
| DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD DE SUELOS |   |  |                       |
|---|---|--|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755450 |
|   |   |  | <b>Este:</b> 514579   |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3</b><br><b>Estrato #3</b> | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |                       |

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| PESO DEL CILINDRO (P7)            | 4135   |
| VOLUMEN DEL CILINDRO (V)          | 932,14 |
| PESO DEL MARTILLO (Lk)            | 10     |
| ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm) | 45,72  |
| NÚMERO DE CAPAS                   | 5      |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS        | 25     |

**Modificado Metodo B;**  
 Porción que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 # DE CAPAS mm (3/4 pulg).

| DATOS DEL ENSAYO                                  |        |              |        |              |        |              |        |              |        |      |        |      |
|---|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|------|--------|------|
| PUNTO #   | 1      |              | 2      |              | 3      |              | 4      |              | 5      |      | 6      |      |
| Material de ensayo                                | Grueso | Fino         | Grueso | Fino         | Grueso | Fino         | Grueso | Fino         | Grueso | Fino | Grueso | Fino |
| RECIPIENTE#                                       |        | 61           |        | T            |        | B            |        | H            |        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)          |        | 103,01       |        | 135,42       |        | 215,66       |        | 217,41       |        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)            |        | 94,72        |        | 123,38       |        | 183,06       |        | 179,56       |        |      |        |      |
| MASA DE AGUA ( P3 = P1 -P2 )                      |        | 8,29         |        | 12,04        |        | 32,6         |        | 37,85        |        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                           |        | 30,37        |        | 50,78        |        | 34,34        |        | 33,32        |        |      |        |      |
| MASA DE MUESTRA SECA ( P5 = P2- P4 )              |        | 64,35        |        | 72,6         |        | 148,72       |        | 146,24       |        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD ( W = P3* 100 - P5 )                 |        | 12,88        |        | 16,58        |        | 21,92        |        | 25,88        |        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD PROMEDIO                             |        | <b>12,88</b> |        | <b>16,58</b> |        | <b>21,92</b> |        | <b>25,88</b> |        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO                     |        | TN           |        | 100          |        | 200          |        | 300          |        |      |        |      |
| MASA DE CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)              |        | 6170         |        | 6018         |        | 5969         |        | 5906         |        |      |        |      |
| MASA DE SUELO HUMEDO (P8-P6-P7)                   |        | 2035         |        | 1883         |        | 1834         |        | 1771         |        |      |        |      |
| DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO (Dh= P8 - v)            |        | 2183,15      |        | 2020,08      |        | 1967,52      |        | 1899,93      |        |      |        |      |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh - ( 1 + w ÷ 100) |        | 1934,00      |        | 1732,73      |        | 1613,77      |        | 1509,29      |        |      |        |      |

| RESULTADOS                 |             |
|----------------------------|-------------|
| Densidad Seca Maxima Kg/m3 | <b>1923</b> |
| % de Humedad Optima        | <b>12,8</b> |





**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>CBR - DENSIDADES</b> |   |  |  |  |
|-------------------------|---|--|--|--|
| <b>Proyecto:</b>        | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |  | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755450<br><b>Este:</b> 514579 |
| <b>Ubicación:</b>       | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  |  | <b>Calicata 3</b><br><b>Estrato #3</b> | TERRENO NATURAL                              |
| <b>Tesistas:</b>        | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |  |  |

| MOLDE N°          | XVIII     | VII       | 1          | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 6,559     | 5,878     | 5,946      | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023374 | 0,0023526 | 0,00234879 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56         | 18"                 |

| N° de ensayo                   |                          | 1           | 2          | 3            |            |             |             |
|--------------------------------|--------------------------|-------------|------------|--------------|------------|-------------|-------------|
| <b>ANTES DE LA INMERSIÓN</b>   |                          |             |            |              |            |             |             |
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente            | G           | 11         | 21           |            |             |             |
|                                | Wh + r                   | 180,05      | 113,38     | 112,36       |            |             |             |
|                                | Ws + r                   | 166,06      | 104,69     | 103,74       |            |             |             |
|                                | Ww                       | 13,99       | 8,69       | 8,62         |            |             |             |
|                                | r                        | 54,25       | 30,23      | 31,3         |            |             |             |
|                                | Ws                       | 111,81      | 74,46      | 72,44        |            |             |             |
|                                | w (%)                    | 12,51       | 11,67      | 11,90        |            |             |             |
|                                | MOLDE NUMERO             | XVIII       | VII        | 1            |            |             |             |
| Molde + suelo humedo (P)       | 11,128                   | 10,75       | 11,003     |              |            |             |             |
| Molde                          | 6,559                    | 5,878       | 5,946      |              |            |             |             |
| Suelo humedo (W)               | 4,569                    | 4,872       | 5,057      |              |            |             |             |
| Suelo seco (Ws)                | 4,061                    | 4,363       | 4,519      |              |            |             |             |
| Contenido de agua (w)          | 12,512                   | 11,671      | 11,900     |              |            |             |             |
| Densidad humeda (H)            | 1954,74                  | 2070,92     | 2153,02    |              |            |             |             |
| Densidad seca (S)              | 1737,35                  | 1854,49     | 1924,07    |              |            |             |             |
| <b>DESPUES DE LA INMERSIÓN</b> |                          |             |            |              |            |             |             |
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente            | ARRIBA<br>U | ABAJO<br>L | ARRIBA<br>AE | ABAJO<br>R | ARRIBA<br>E | ABAJO<br>81 |
|                                | Wh + r                   | 197,58      | 191,44     | 235,84       | 196,03     | 212,1       | 160,26      |
|                                | Ws + r                   | 164,8       | 163,08     | 200,63       | 171,85     | 185,47      | 143,11      |
|                                | Ww                       | 32,78       | 28,36      | 35,21        | 24,18      | 26,63       | 17,15       |
|                                | r                        | 20,09       | 19,23      | 20,11        | 19,8       | 54,45       | 31,38       |
|                                | Ws                       | 144,71      | 143,85     | 180,52       | 152,05     | 131,02      | 111,73      |
|                                | w (%)                    | 22,65       | 19,71      | 19,50        | 15,90      | 20,33       | 15,35       |
|                                | Promedio w (%)           | 21,18       |            | 17,70        |            | 17,84       |             |
|                                | Molde + suelo humedo (P) | 11,42       |            | 10,94        |            | 11,11       |             |
|                                | Molde                    | 6,559       |            | 5,878        |            | 5,946       |             |
| Suelo humedo (W)               | 4,861                    |             | 5,062      |              | 5,164      |             |             |
| Suelo seco (Ws)                | 4,011                    |             | 4,301      |              | 4,382      |             |             |
| Contenido de agua (w)          | 21,18                    |             | 17,70      |              | 17,84      |             |             |
| Densidad humeda (H)            | 2079,661                 |             | 2151,68    |              | 2198,58    |             |             |
| Densidad seca (S)              | 1716,12                  |             | 1828,05    |              | 1865,77    |             |             |

| <b>HINCHAMIENTO</b> |          |      |      |      |
|---------------------|----------|------|------|------|
| Lectura inicial     |          | 0,1  | 0,03 | 0,04 |
| 24 horas            |          | 0,45 | 0,32 | 0,27 |
| 48 horas            |          | 0,56 | 0,42 | 0,42 |
| 72 horas            |          | 0,6  | 0,4  | 0,44 |
| 96 horas            |          |      |      |      |
| <b>HINCHAMIENTO</b> | <b>%</b> | 10,0 | 7,4  | 8,0  |

|                   |                |         |         |         |
|-------------------|----------------|---------|---------|---------|
| <b>CBR</b>        | <b>%</b>       |         |         |         |
| Densidad seca (S) | γ <sub>S</sub> | 1737,35 | 1854,49 | 1924,07 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



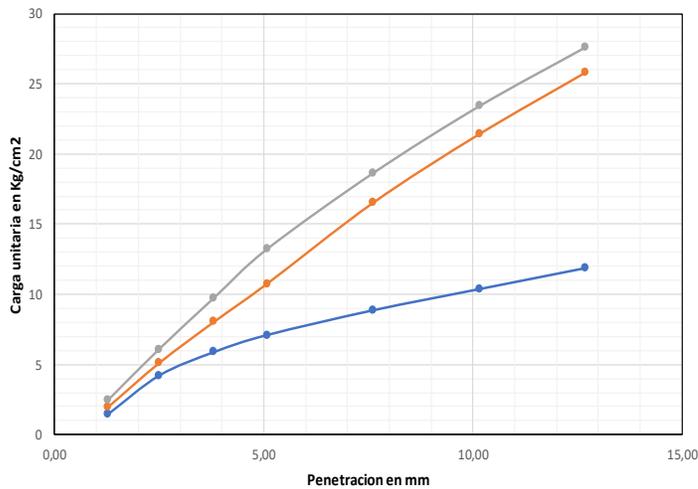
| <b>CBR - PENETRACIÓN</b> |   |  |                    |                       |
|--------------------------|---|--|--------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" |  | <b>Coordenadas</b> | <b>Norte:</b> 9755450 |
|                          |   |  |                    | <b>Este:</b> 514579   |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  |  | <b>Calicata 3</b>  | TERRENO NATURAL       |
| <b>Tesistas:</b>         | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  | <b>Estrato #3</b>  |                       |

| MOLDE N°          | XVIII     | VII       | 1          | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|------------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 6,559     | 5,878     | 5,946      | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023374 | 0,0023526 | 0,00234879 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56         | 18"                 |

| NUMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|
|                  |   |   |   |   |   |   |

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb |         |         | CARGA DE PENETRACION EN Kg |       |       |
|----------------------------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|-------|-------|
| 1.27 mm (0.05")            | 62,7                       | 83,16   | 103,84  | 28,5                       | 37,8  | 47,2  |
| 2.54 mm (0.10")            | 180,18                     | 217,8   | 259,82  | 81,9                       | 99    | 118,1 |
| 3.81 mm (0.15")            | 251,02                     | 342,76  | 415,36  | 114,1                      | 155,8 | 188,8 |
| 5.08 mm (0.20")            | 302,5                      | 458,7   | 563,64  | 137,5                      | 208,5 | 256,2 |
| 7.62 mm (0.30")            | 377,52                     | 705,1   | 794,86  | 171,6                      | 320,5 | 361,3 |
| 10.16 mm (0.40")           | 441,54                     | 913,66  | 998,36  | 200,7                      | 415,3 | 453,8 |
| 12.70 mm (0.50")           | 505,12                     | 1100,88 | 1177,44 | 229,6                      | 500,4 | 535,2 |

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg2 |               |               | CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm2 |               |               |
|----------------------------|----------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| 1.27 mm (0.05")            | 20,86                            | 27,66         | 34,54         | 1,469                          | 1,949         | 2,434         |
| <b>2.54 mm (0.10")</b>     | <b>59,94</b>                     | <b>72,45</b>  | <b>86,43</b>  | <b>4,223</b>                   | <b>5,104</b>  | <b>6,089</b>  |
| 3.81 mm (0.15")            | 83,50                            | 114,02        | 138,17        | 5,883                          | 8,033         | 9,735         |
| <b>5.08 mm (0.20")</b>     | <b>100,62</b>                    | <b>152,58</b> | <b>187,49</b> | <b>7,090</b>                   | <b>10,750</b> | <b>13,210</b> |
| 7.62 mm (0.30")            | 125,58                           | 234,55        | 264,41        | 8,848                          | 16,525        | 18,629        |
| 10.16 mm (0.40")           | 146,88                           | 303,92        | 332,10        | 10,348                         | 21,413        | 23,398        |
| 12.70 mm (0.50")           | 168,03                           | 366,20        | 391,67        | 11,838                         | 25,801        | 27,595        |



| N° de Golpes | Esfuerzo de penetracion |           |
|--------------|-------------------------|-----------|
|              | 0,10 pulg               | 0,20 pulg |
| 12           | 4,223                   | 7,090     |
| 25           | 5,104                   | 10,750    |
| 56           | 6,089                   | 13,210    |

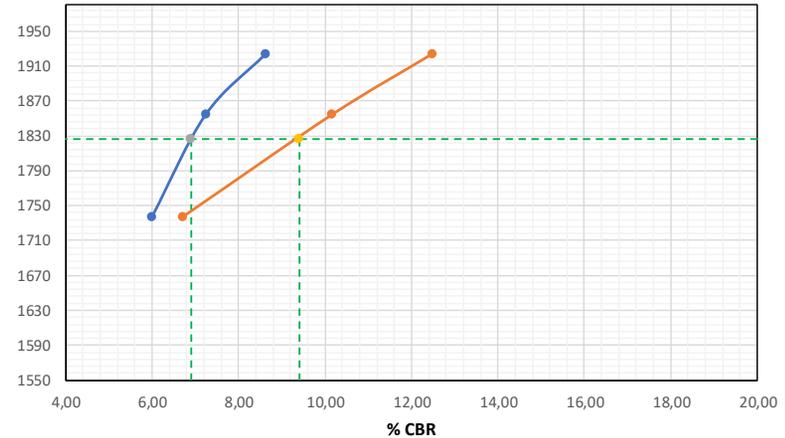
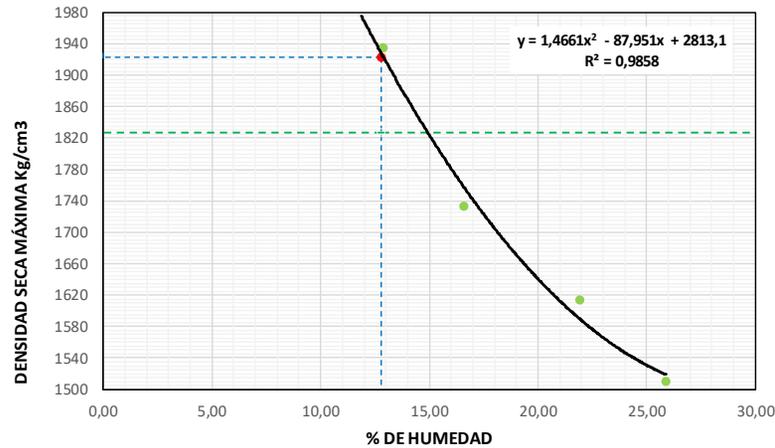
| C.B.R | %    |       |
|-------|------|-------|
| 12    | 5,99 | 6,71  |
| 25    | 7,24 | 10,17 |
| 56    | 8,64 | 12,50 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| RELACIÓN DE GRÁFICO DE PROCTOR - CBR |   |                                  |                 |         |
|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------|---------|
| <b>Proyecto:</b>                     | “Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena” | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b>   | 9755450 |
|                                      |   |                                  | <b>Este:</b>    | 514579  |
| <b>Ubicación:</b>                    | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 3<br/>Estrato #3</b> | TERRENO NATURAL |         |
| <b>Tesistas:</b>                     | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                 |         |



Densidad seca Máxima = 1923 Kg/m<sup>3</sup>  
 Humedad Óptima = 12,8 %  
 95% Densidad seca Máxima = 1826,85 Kg/m<sup>3</sup>

CBR para 0,10'' = 6,9 %  
 CBR para 0,20'' = 9,4 %

| N° de Golpes / capa | Densidad Kg/m <sup>3</sup> | CARGA UNITARIA Kg/m <sup>2</sup> |        | CARGA UNITARIA PATRON Kg/m <sup>2</sup> |        | C.B.R % |        | Expansión % |
|---------------------|----------------------------|----------------------------------|--------|---|--------|---------|--------|-------------|
|                     |                            | 0,10''                           | 0,20'' | 0,10''                                  | 0,20'' | 0,10''  | 0,20'' |             |
| 12                  | 1737,35                    | 4,22                             | 7,09   | 70,45                                   | 105,68 | 5,99    | 6,71   | 10,0        |
| 25                  | 1854,49                    | 5,10                             | 10,75  | 70,45                                   | 105,68 | 7,24    | 10,17  | 7,4         |
| 56                  | 1924,07                    | 6,09                             | 13,21  | 70,45                                   | 105,68 | 8,64    | 12,50  | 8,0         |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> |   |                                  |                       |
|-----------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>            | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755420 |
|                             |   |                                  | <b>Este:</b> 514707   |
| <b>Ubicación:</b>           | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4<br/>Estrato #1</b> | RELLENO               |
| <b>Tesistas:</b>            | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

|   |        |
|---|--------|
| <b>RECIPIENTE</b>                               | I      |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)</b> | 150,60 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)</b>   | 148,89 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE (P4)</b>                  | 33,85  |

|                     |      |
|---------------------|------|
| <b>% DE HUMEDAD</b> | 1,49 |
|---------------------|------|



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

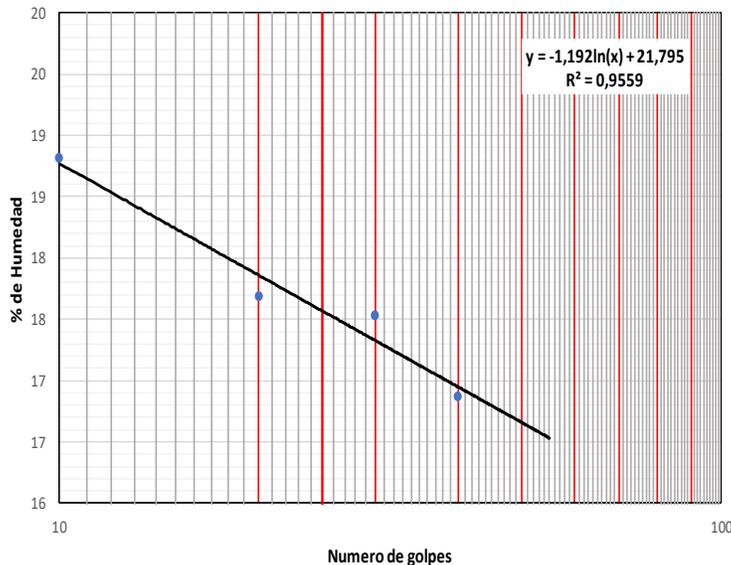


| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS |   |                                  |   |               |         |              |        |
|---|---|----------------------------------|---|---------------|---------|--------------|--------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"><b>Norte:</b></td> <td>9755420</td> </tr> <tr> <td><b>Este:</b></td> <td>514707</td> </tr> </table> | <b>Norte:</b> | 9755420 | <b>Este:</b> | 514707 |
| <b>Norte:</b>   | 9755420   |                                  |   |               |         |              |        |
| <b>Este:</b>  | 514707  |                                  |   |               |         |              |        |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4<br/>Estrato #1</b> | RELLENO   |               |         |              |        |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |   |               |         |              |        |

| LIMITE LÍQUIDO                           |       |       |       |       |  |  |  |
|--|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| RECIPIENTE#                              | 40    | C4    | 31    | 6     |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 22,52 | 23,14 | 21,07 | 19,20 |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 19,83 | 20,58 | 18,75 | 17,25 |  |  |  |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 2,69  | 2,56  | 2,32  | 1,95  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 5,53  | 6,11  | 5,52  | 5,69  |  |  |  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 14,30 | 14,47 | 13,23 | 11,56 |  |  |  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)         | 18,81 | 17,69 | 17,54 | 16,87 |  |  |  |
| # DE GOLPES                              | 10    | 20    | 30    | 40    |  |  |  |

| LIMITE PLÁSTICO                          |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE#                              | I4    | K4    | T5    |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) | 14,93 | 13,42 | 12,50 |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   | 13,92 | 12,54 | 11,66 |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              | 1,01  | 0,88  | 0,84  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  | 6,36  | 6,37  | 6,09  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      | 7,56  | 6,17  | 5,57  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)         | 13,36 | 14,26 | 15,08 |

SEGÚN LA CARTA DE LA  
 COMPOSICIÓN  
 MINERALÓGICA EN LA  
 PLASTICIDAD (DAY, 1999)



| RESULTADOS              |    |
|-------------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO =        | 18 |
| LIMITE PLASTICO =       | 14 |
| INDICE DE PLASTICIDAD = | 4  |

|  |
|--|
| CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE<br>PLASTICIDAD ASTM D-2487 SUCS |
| CL-ML  |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

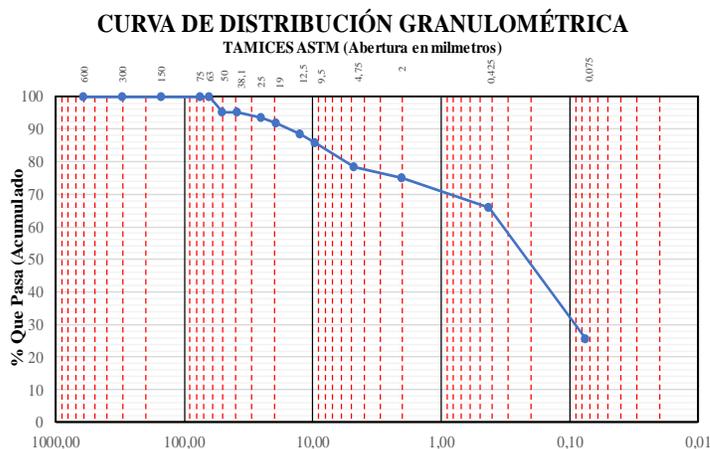


| <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS Y AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b> |   |                              |               |         |
|--|---|------------------------------|---------------|---------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> | 9755420 |
|  |   |                              | <b>Este:</b>  | 514707  |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4 Estrato #1</b> | RELLENO       |         |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |               |         |

| Ensayo de Contenido de Humedad         | Serie Gruesa | Serie Fina |
|--|--------------|------------|
| Recipiente N°                          | 62           | 161        |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda    | 370,00       | 517,00     |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca (P2) | 361,00       | 507,00     |
| Masa de Agua (P3 = P1 - P2)            | 9,00         | 10,00      |
| Masa del Recipiente (P4)               | 79,85        | 89,50      |
| Masa de Muestra Seca (P5 = P2 - P4)    | 281,15       | 417,50     |
| % de Humedad (W = P3 ÷ P5 × 100 ÷ P5)  | 3,20         | 2,40       |

| <b>SERIE GRUESA</b>          |       |               |                |                     |
|------------------------------|-------|---------------|----------------|---------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°. |       | Masa Retenida |                | % Pasante Acumulado |
|                              |       | Parcial       | Acumulada      |                     |
| 600, mm.                     | 24 "  | 0             | 0,00           | 100,00              |
| 300, mm.                     | 12 "  | 0             | 0,00           | 100,00              |
| 150, mm.                     | 3 ½ " | 0             | 0,00           | 100,00              |
| 75, mm.                      | 3 "   | 0             | 0,00           | 100,00              |
| 63, mm.                      | 2 ½ " | 0             | 0,00           | 100,00              |
| 50, mm.                      | 2 "   | 189           | 183,14         | 95,23               |
| 38,1 mm.                     | 1 ½ " | 0             | 183,14         | 95,23               |
| 25, mm.                      | 1 "   | 76            | 256,78         | 93,32               |
| 19, mm.                      | ¾ "   | 59            | 313,95         | 91,83               |
| 12,5 mm.                     | 1/2 " | 141           | 450,58         | 88,28               |
| 9,5 mm.                      | 3/8 " | 96            | 543,60         | 85,86               |
| 4,75 mm.                     | No. 4 | 292           | 826,54         | 78,49               |
| <b>Pasa No. 4</b>            |       | <b>3089</b>   | <b>3016,74</b> |                     |

| <b>SERIE FINA</b>   |         |               |           |                     |                     |
|---|---------|---------------|-----------|---------------------|---------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°.                                  |         | Masa Retenida |           | % Pasante Acumulado | % Pasante Corregido |
|   |         | Parcial       | Acumulada |                     |                     |
| 2,36 mm.  | No. 8   |               |           |                     |                     |
| 2, mm.  | No. 10  | 13,21         | 13,21     | 95,49               | 74,95               |
| 1,18 mm.  | No. 16  |               |           |                     |                     |
| 0,85 mm.  | No. 20  |               |           |                     |                     |
| 0,60 mm.  | No. 30  |               |           |                     |                     |
| 0,425 mm.   | No. 40  | 33,66         | 46,87     | 84,00               | 65,94               |
| 0,3 mm.   | No. 50  |               |           |                     |                     |
| 0,15 mm.  | No. 100 |               |           |                     |                     |
| 0,075 mm.   | No. 200 | 150,71        | 197,58    | 32,56               | 25,56               |
| <b>Pasa No. 200</b>   |         |               |           |                     |                     |
| <b>Masa inicial del material para Lavado =</b>                |         |               |           | 300,0 gr.           |                     |
| <b>Masa final corregida por Humedad de los finos =</b>        |         |               |           | 293,0 gr.           |                     |
| <b>Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr)</b> |         |               |           | 3843,28             |                     |



| <b>Distribución del Tamaño de las Partículas (%)</b> |                   |      |              |
|--|-------------------|------|--------------|
| <b>Pedón Rodado (&gt; 12 ")</b>                      |                   |      | <b>0,00</b>  |
| <b>Canto Rodado (12"-3")</b>                         |                   |      | <b>0,00</b>  |
| <b>Grava (3"-N°4)</b>                                | Gruesa (3"-3/4")  | 8,2  | <b>21,5</b>  |
|  | Fina (3/4"-N°4)   | 13,3 |              |
| <b>Arena (N°4-N°200)</b>                             | Gruesa (N°4-N°10) | 3,5  | <b>52,9</b>  |
|  | Media (N°10-N°40) | 9,0  |              |
|  | Fina (N°40-N°200) | 40,4 |              |
| <b>Finos (&gt; N°200)</b>                            |                   |      | <b>25,56</b> |

| <b>Condiciones de Filtro</b> |       |      |  |
|------------------------------|-------|------|--|
| D15 =                        |       | Cu = |  |
| D30 =                        | 0,091 | Cc = |  |
| D60 =                        | 0,329 |      |  |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



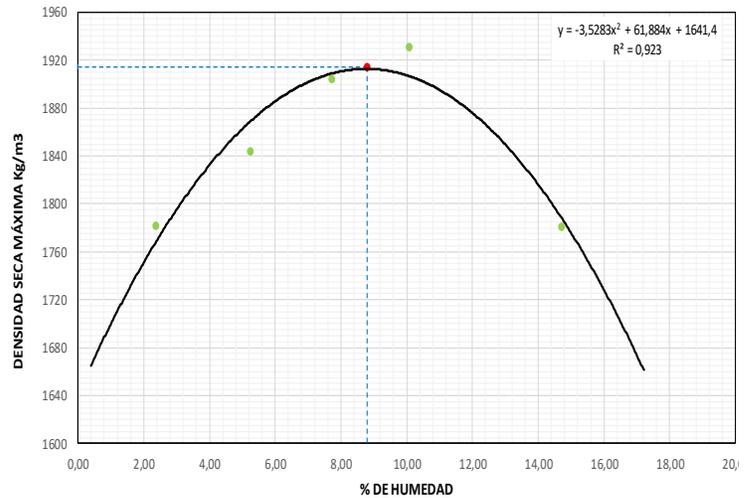
| <b>DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD DE SUELOS</b> |   |                                  |                       |
|--|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755420 |
|  |   |                                  | <b>Este:</b> 514707   |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4<br/>Estrato #1</b> | RELLENO               |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lisette Palma   |                                  |                       |

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| PESO DEL CILINDRO (P7)            | 5335    |
| VOLUMEN DEL CILINDRO (V)          | 2116,96 |
| PESO DEL MARTILLO (Lk)            | 10      |
| ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm) | 45,72   |
| NÚMERO DE CAPAS                   | 5       |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS        | 56      |

**Modificado Metodo B;**  
 Porción que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 # DE CAPAS mm (3/4 pulg).

| <b>DATOS DEL ENSAYO</b>                           |             |      |             |      |             |      |              |      |              |      |        |      |
|---|-------------|------|-------------|------|-------------|------|--------------|------|--------------|------|--------|------|
| PUNTO #   | 1           |      | 2           |      | 3           |      | 4            |      | 5            |      | 6      |      |
| Material de ensayo                                | Grueso      | Fino | Grueso      | Fino | Grueso      | Fino | Grueso       | Fino | Grueso       | Fino | Grueso | Fino |
| RECIPIENTE#                                       | E           |      | N           |      | M           |      | Z            |      | C12          |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)          | 211,61      |      | 166,52      |      | 157,09      |      | 146,49       |      | 87,71        |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)            | 207,95      |      | 159,84      |      | 148,12      |      | 136,04       |      | 78,79        |      |        |      |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)                       | 3,66        |      | 6,68        |      | 8,97        |      | 10,45        |      | 8,92         |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                           | 54,45       |      | 32,33       |      | 32,15       |      | 32,41        |      | 18,16        |      |        |      |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)               | 153,5       |      | 127,51      |      | 115,97      |      | 103,63       |      | 60,63        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD (W = P3 * 100 / P5)                  | 2,38        |      | 5,24        |      | 7,73        |      | 10,08        |      | 14,71        |      |        |      |
| % DE HUMEDAD PROMEDIO                             | <b>2,38</b> |      | <b>5,24</b> |      | <b>7,73</b> |      | <b>10,08</b> |      | <b>14,71</b> |      |        |      |
| % DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO                     | TN          |      | 250         |      | 350         |      | 500          |      | 700          |      |        |      |
| MASA DE CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)              | 9197        |      | 9443        |      | 9677        |      | 9835         |      | 9660         |      |        |      |
| MASA DE SUELO HUMEDO (P8 = P6 - P7)               | 3862        |      | 4108        |      | 4342        |      | 4500         |      | 4325         |      |        |      |
| DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO (Dh = P8 / v)           | 1824,31     |      | 1940,52     |      | 2051,05     |      | 2125,69      |      | 2043,02      |      |        |      |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh / (1 + w = 100)) | 1781,83     |      | 1843,92     |      | 1903,80     |      | 1930,97      |      | 1781,00      |      |        |      |

| <b>RESULTADOS</b>                 |             |
|-----------------------------------|-------------|
| <b>Densidad Seca Maxima Kg/m3</b> | <b>1914</b> |
| <b>% de Humedad Optima</b>        | <b>8,8</b>  |





**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>CBR - DENSIDADES</b> |   |                              |  |
|-------------------------|---|------------------------------|--|
| <b>Proyecto:</b>        | “Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena” | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9755420<br><b>Este:</b> 514707 |
| <b>Ubicación:</b>       | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4 Estrato #1</b> | RELLENO                                      |
| <b>Tesistas:</b>        | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |  |

|                   |           |           |           |                     |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| MOLDE N°          | 2         | 4         | IV        | PESO DEL MARTILLO   |
| PESO MOLDE        | 6,453     | 6,631     | 5,870     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023674 | 0,0023630 | 0,0023382 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56        | 18"                 |

| N° de ensayo | 1 | 2 | 3 |
|--------------|---|---|---|
|--------------|---|---|---|

| <b>ANTES DE LA INMERSIÓN</b> |               |         |         |        |
|------------------------------|---------------|---------|---------|--------|
| <b>HUMEDAD</b>               | N° recipiente | 2       | 31      | Z      |
|                              | Wh + r        | 180,78  | 124,11  | 172,79 |
|                              | Ws + r        | 166,9   | 115,67  | 158,22 |
|                              | Ww            | 13,88   | 8,44    | 14,57  |
|                              | r             | 19,53   | 30,24   | 32,41  |
|                              | Ws            | 147,37  | 85,43   | 125,81 |
|                              | w (%)         | 9,42    | 9,88    | 11,58  |
|                              | MOLDE NUMERO  | 2       | 4       | IV     |
| Molde + suelo humedo (P)     | 10,753        | 11,49   | 10,863  |        |
| Molde                        | 6,453         | 6,631   | 5,870   |        |
| Suelo humedo (W)             | 4,3           | 4,859   | 4,993   |        |
| Suelo seco (Ws)              | 3,930         | 4,422   | 4,475   |        |
| Contenido de agua (w)        | 9,418         | 9,879   | 11,581  |        |
| Densidad humeda (H)          | 1816,38       | 2056,29 | 2135,44 |        |
| Densidad seca (S)            | 1660,03       | 1871,41 | 1913,80 |        |

| <b>DESPUES DE LA INMERSIÓN</b> |               |        |         |        |         |        |        |
|--------------------------------|---------------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente | ARRIBA | ABAJO   | ARRIBA | ABAJO   | ARRIBA | ABAJO  |
|                                | Wh + r        | M      | X       | D      | Y2      | 121    | B      |
|                                | Wh + r        | 204,27 | 206,58  | 219,83 | 87,76   | 129,89 | 191,28 |
|                                | Ws + r        | 178,48 | 179,98  | 186,6  | 78,75   | 117,9  | 169,28 |
|                                | Ww            | 25,79  | 26,6    | 33,23  | 9,01    | 11,99  | 22     |
|                                | r             | 32,15  | 32,71   | 19,64  | 16,55   | 31,84  | 34,34  |
|                                | Ws            | 146,33 | 147,27  | 166,96 | 62,2    | 86,06  | 134,94 |
|                                | w (%)         | 17,62  | 18,06   | 19,90  | 14,49   | 13,93  | 16,30  |
| Promedio w (%)                 | 17,84         |        | 17,19   |        | 15,12   |        |        |
| Molde + suelo humedo (P)       | 11,077        |        | 11,791  |        | 11,002  |        |        |
| Molde                          | 6,453         |        | 6,631   |        | 5,870   |        |        |
| Suelo humedo (W)               | 4,624         |        | 5,16    |        | 5,132   |        |        |
| Suelo seco (Ws)                | 3,924         |        | 4,403   |        | 4,458   |        |        |
| Contenido de agua (w)          | 17,84         |        | 17,19   |        | 15,12   |        |        |
| Densidad humeda (H)            | 1953,239      |        | 2183,67 |        | 2194,89 |        |        |
| Densidad seca (S)              | 1657,49       |        | 1863,29 |        | 1906,64 |        |        |

| <b>HINCHAMIENTO</b> |   |      |      |
|---------------------|---|------|------|
| Lectura inicial     |   | 0,43 | 1,17 |
| 24 horas            |   | 0,44 | 1,45 |
| 48 horas            |   | 0,46 | 1,69 |
| 72 horas            |   | 0,48 | 1,71 |
| 96 horas            |   |      |      |
| HINCHAMIENTO        | % | 1,0  | 10,8 |

|                   |                |         |         |
|-------------------|----------------|---------|---------|
| CBR               | %              |         |         |
| Densidad seca (S) | γ <sub>s</sub> | 1660,03 | 1871,41 |
|                   |                |         | 1913,80 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



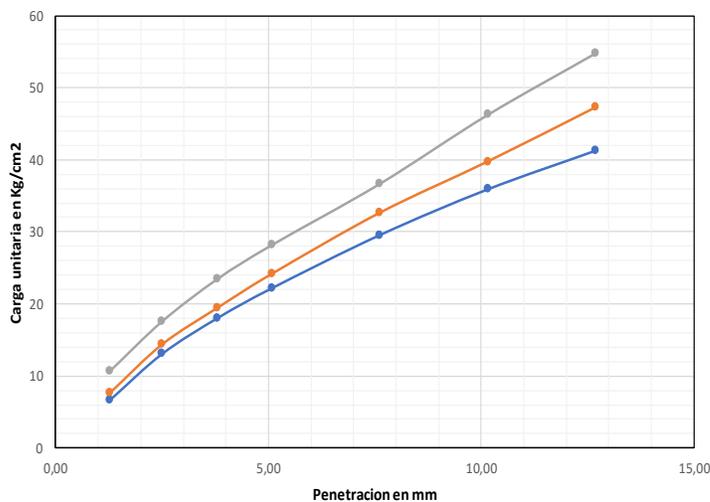
| <b>CBR - PENETRACIÓN</b> |   |                              |  |
|--------------------------|---|------------------------------|--|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> 9755420<br><b>Este:</b> 514707 |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4 Estrato #1</b> | RELLENO                                      |
| <b>Tesistas:</b>         | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |  |

| MOLDE N°          | 2         | 4         | IV        | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 6,453     | 6,631     | 5,870     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023674 | 0,0023630 | 0,0023382 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56        | 18"                 |

| NUMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|
|                  |   |   |   |   |   |   |

| Tamiz ASTM Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb |         |         | CARGA DE PENETRACION EN Kg |       |        |
|-------------------------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|-------|--------|
| 1.27 mm (0.05")         | 282,48                     | 327,36  | 452,76  | 128,4                      | 148,8 | 205,8  |
| 2.54 mm (0.10")         | 556,6                      | 614,46  | 748,22  | 253,0                      | 279,3 | 340,1  |
| 3.81 mm (0.15")         | 769,56                     | 831,82  | 1001,22 | 349,8                      | 378,1 | 455,1  |
| 5.08 mm (0.20")         | 945,34                     | 1031,14 | 1200,98 | 429,7                      | 468,7 | 545,9  |
| 7.62 mm (0.30")         | 1260,16                    | 1392,16 | 1563,98 | 572,8                      | 632,8 | 710,9  |
| 10.16 mm (0.40")        | 1531,2                     | 1695,1  | 1973,18 | 696,0                      | 770,5 | 896,9  |
| 12.70 mm (0.50")        | 1760,44                    | 2015,64 | 2338,6  | 800,2                      | 916,2 | 1063,0 |

| Tamiz ASTM Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg2 |               |               | CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm2 |               |               |
|-------------------------|----------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| 1.27 mm (0.05")         | 93,97                            | 108,89        | 150,61        | 6,620                          | 7,672         | 10,611        |
| <b>2.54 mm (0.10")</b>  | <b>185,15</b>                    | <b>204,40</b> | <b>248,89</b> | <b>13,045</b>                  | <b>14,401</b> | <b>17,536</b> |
| 3.81 mm (0.15")         | 255,99                           | 276,70        | 333,05        | 18,036                         | 19,495        | 23,465        |
| <b>5.08 mm (0.20")</b>  | <b>314,46</b>                    | <b>343,00</b> | <b>399,50</b> | <b>22,155</b>                  | <b>24,166</b> | <b>28,147</b> |
| 7.62 mm (0.30")         | 419,19                           | 463,09        | 520,25        | 29,534                         | 32,627        | 36,654        |
| 10.16 mm (0.40")        | 509,35                           | 563,87        | 656,37        | 35,886                         | 39,727        | 46,244        |
| 12.70 mm (0.50")        | 585,60                           | 670,49        | 777,92        | 41,258                         | 47,239        | 54,808        |



| N° de Golpes | Esfuerzo de penetracion |           |
|--------------|-------------------------|-----------|
|              | 0,10 pulg               | 0,20 pulg |
| 12           | 13,045                  | 22,155    |
| 25           | 14,401                  | 24,166    |
| 56           | 17,536                  | 28,147    |

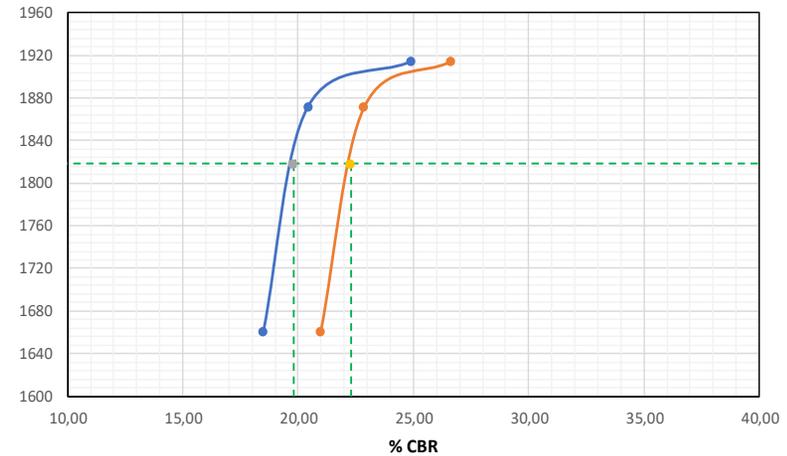
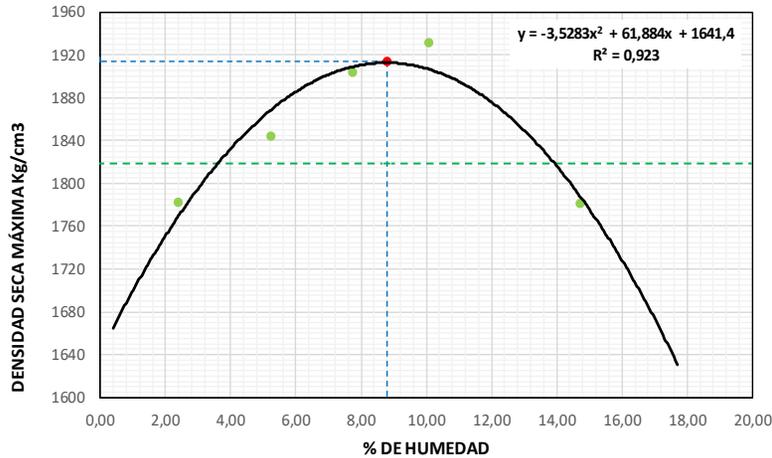
| C.B.R | %     |       |
|-------|-------|-------|
| 12    | 18,51 | 20,96 |
| 25    | 20,44 | 22,87 |
| 56    | 24,89 | 26,63 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| RELACIÓN DE GRÁFICO DE PROCTOR - CBR |   |  |               |         |
|--------------------------------------|---|--|---------------|---------|
| <b>Proyecto:</b>                     | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> | 9755420 |
|                                      |   |  | <b>Este:</b>  | 514707  |
| <b>Ubicación:</b>                    | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4</b><br><b>Estrato #1</b> | RELLENO       |         |
| <b>Tesistas:</b>                     | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |               |         |



Densidad seca Máxima = 1914 Kg/m<sup>3</sup>  
 Humedad Óptima = 8,8 %  
 95% Densidad seca Máxima = 1818,3 Kg/m<sup>3</sup>

CBR para 0,10'' = 19,8 %  
 CBR para 0,20'' = 22,3 %

| N° de Golpes / capa | Densidad Kg/m <sup>3</sup> | CARGA UNITARIA Kg/m <sup>2</sup> |        | CARGA UNITARIA PATRON Kg/m <sup>2</sup> |        | C.B.R % |        | Expansión % |
|---------------------|----------------------------|----------------------------------|--------|---|--------|---------|--------|-------------|
|                     |                            | 0,10''                           | 0,20'' | 0,10''                                  | 0,20'' | 0,10''  | 0,20'' |             |
| 12                  | 1660,03                    | 13,04                            | 22,16  | 70,45                                   | 105,68 | 18,51   | 20,96  | 1,0         |
| 25                  | 1871,41                    | 14,40                            | 24,17  | 70,45                                   | 105,68 | 20,44   | 22,87  | 10,8        |
| 56                  | 1913,80                    | 17,54                            | 28,15  | 70,45                                   | 105,68 | 24,89   | 26,63  | 16,2        |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> |   |                                  |                       |
|-----------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>            | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacifico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755420 |
|                             |   |                                  | <b>Este:</b> 514707   |
| <b>Ubicación:</b>           | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4<br/>Estrato #2</b> | RELLENO               |
| <b>Tesistas:</b>            | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

|   |        |
|---|--------|
| <b>RECIPIENTE</b>                               | IE     |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)</b> | 120,12 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)</b>   | 118,38 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE (P4)</b>                  | 33,34  |

|                     |      |
|---------------------|------|
| <b>% DE HUMEDAD</b> | 2,05 |
|---------------------|------|



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

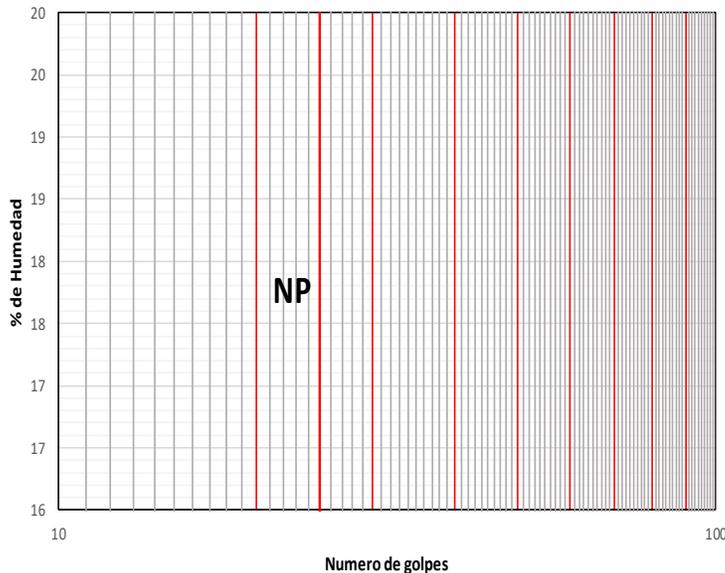


| <b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS</b> |   |                                  |                       |
|--|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755420 |
|  |   |                                  | <b>Este:</b> 514707   |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4<br/>Estrato #2</b> | RELLENO               |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lisette Palma   |                                  |                       |

| <b>LIMITE LÍQUIDO</b>                    |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| RECIPIENTE#                              |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      |  |  |  |  |  |  |  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)         |  |  |  |  |  |  |  |
| # DE GOLPES                              |  |  |  |  |  |  |  |

| <b>LIMITE PLÁSTICO</b>                   |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| RECIPIENTE#                              |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1) |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)   |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)              |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                  |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)      |  |  |  |  |  |  |  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)         |  |  |  |  |  |  |  |

SEGÚN LA CARTA DE LA  
 COMPOSICIÓN  
 MINERALÓGICA EN LA  
 PLASTICIDAD (DAY, 1999)



| <b>RESULTADOS</b>       |
|-------------------------|
| LIMITE LIQUIDO =        |
| LIMITE PLASTICO =       |
| INDICE DE PLASTICIDAD = |

| <b>CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD ASTM D-2487 SUCS</b> |
|--|
|  |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



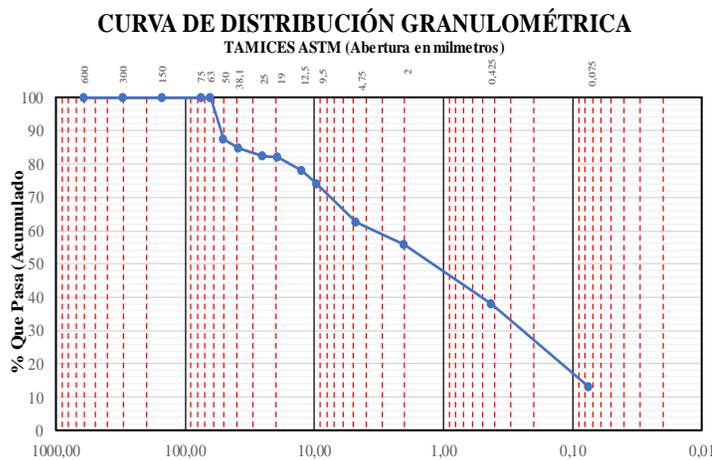
**DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS Y AGREGADOS GRUESOS Y FINOS**

|                   |   |                                  |               |         |
|-------------------|---|----------------------------------|---------------|---------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> | 9755420 |
|                   |   |                                  | <b>Este:</b>  | 514707  |
| <b>Ubicación:</b> | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4<br/>Estrato #2</b> | RELLENO       |         |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |               |         |

| Ensayo de Contenido de Humedad         | Serie Gruesa | Serie Fina |
|--|--------------|------------|
| Recipiente N°                          | S9           | S          |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda    | 345,00       | 448,00     |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca (P2) | 343,00       | 444,00     |
| Masa de Agua (P3 = P1 - P2)            | 2,00         | 4,00       |
| Masa del Recipiente (P4)               | 77,80        | 91,13      |
| Masa de Muestra Seca (P5 = P2 - P4)    | 265,20       | 352,87     |
| % de Humedad (W = P3 × 100 ÷ P5)       | 0,75         | 1,13       |

| SERIE GRUESA                 |       |               |           |                        |
|------------------------------|-------|---------------|-----------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°. |       | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado |
|                              |       | Parcial       | Acumulada |                        |
| 600, mm.                     | 24 "  | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 300, mm.                     | 12 "  | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 150, mm.                     | 3 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 75, mm.                      | 3 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 63, mm.                      | 2 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 50, mm.                      | 2 "   | 620           | 615,36    | 87,36                  |
| 38,1 mm.                     | 1 ½ " | 134           | 748,36    | 84,63                  |
| 25, mm.                      | 1 "   | 108           | 855,55    | 82,42                  |
| 19, mm.                      | 3/4 " | 27            | 882,35    | 81,87                  |
| 12,5 mm.                     | 1/2 " | 198           | 1078,86   | 77,84                  |
| 9,5 mm.                      | 3/8 " | 198           | 1275,38   | 73,80                  |
| 4,75 mm.                     | No. 4 | 549           | 1820,27   | 62,61                  |
| Pasa No. 4                   |       | 3082          | 3047,46   |                        |

| SERIE FINA   |         |               |           |                        |                        |
|--|---------|---------------|-----------|------------------------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°.                           |         | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado | % Pasante<br>Corregido |
|  |         | Parcial       | Acumulada |                        |                        |
| 2,36 mm.   | No. 8   |               |           |                        |                        |
| 2, mm.   | No. 10  | 32,03         | 32,03     | 89,20                  | 55,85                  |
| 1,18 mm.   | No. 16  |               |           |                        |                        |
| 0,85 mm.   | No. 20  |               |           |                        |                        |
| 0,60 mm.   | No. 30  |               |           |                        |                        |
| 0,425 mm.  | No. 40  | 85,44         | 117,47    | 60,40                  | 37,81                  |
| 0,3 mm.  | No. 50  |               |           |                        |                        |
| 0,15 mm.   | No. 100 |               |           |                        |                        |
| 0,075 mm.  | No. 200 | 116,81        | 234,28    | 21,02                  | 13,16                  |
| Pasa No. 200   |         |               |           |                        |                        |
| Masa inicial del material para Lavado =                |         |               |           | 300,0 gr.              |                        |
| Masa final corregida por Humedad de los finos =        |         |               |           | 296,6 gr.              |                        |
| Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr) |         |               |           | 4867,73                |                        |



| Distribución del Tamaño de las Partículas (%) |                          |       |      |
|---|--------------------------|-------|------|
| Pedrón Rodado (> 12")                         |                          | 0,00  |      |
| Canto Rodado (12" - 3")                       |                          | 0,00  |      |
| Grava<br>(3" - N°4)                           | Gruesa<br>(3" - 3/4")    | 18,1  | 37,4 |
|   | Fina<br>(3/4" - N°4)     | 19,3  |      |
| Arena<br>(N°4 - N°200)                        | Gruesa<br>(N°4 - N°10)   | 6,8   | 49,4 |
|   | Mediana<br>(N°10 - N°40) | 18,0  |      |
|   | Fina<br>(N°40 - N°200)   | 24,7  |      |
| Finos (> N°200)                               |                          | 13,16 |      |

| Condiciones de Filtro             |       |      |       |
|-----------------------------------|-------|------|-------|
| D15 =                             | 0,085 | Cu = | 39,87 |
| D30 =                             | 0,245 |      |       |
| D60 =                             | 3,403 | Cc = | 0,21  |
| <b>Cu &gt;= 6 OK</b>              |       |      |       |
| <b>1 &gt; Cc &gt; 3 No Cumple</b> |       |      |       |

| Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) |  |
|---|--|
| 0   |  |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



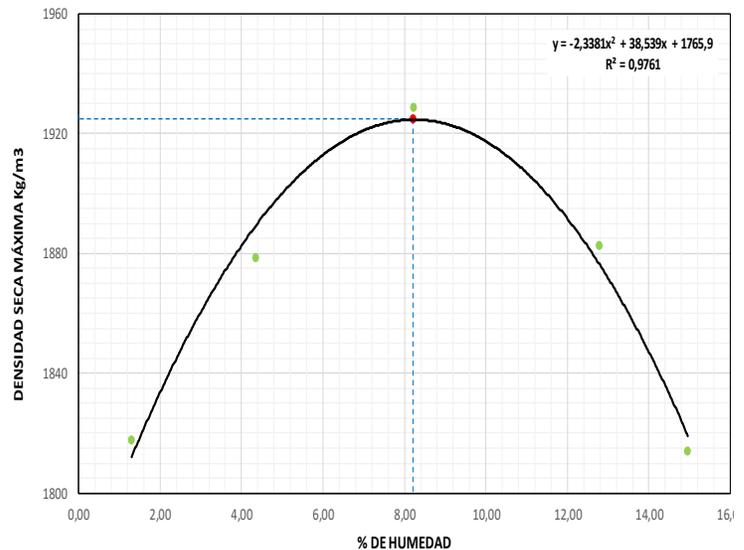
| <b>DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD DE SUELOS</b> |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755420<br><b>Este:</b> 514707 |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4</b><br><b>Estrato #2</b> | RELLENO                                      |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |  |

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| PESO DEL CILINDRO (P7)            | 5335    |
| VOLUMEN DEL CILINDRO (V)          | 2116,96 |
| PESO DEL MARTILLO (La)            | 10      |
| ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm) | 45,72   |
| NÚMERO DE CAPAS                   | 5       |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS        | 56      |

**Modificado Metodo B;**  
 Porción que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 # DE CAPAS mm (3/4 pulg).

| <b>DATOS DEL ENSAYO</b>                          |         |      |         |      |         |      |         |      |         |      |        |      |
|--|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|--------|------|
| PUNTO #  | 1       |      | 2       |      | 3       |      | 4       |      | 5       |      | 6      |      |
| Material de ensayo                               | Grueso  | Fino | Grueso | Fino |
| RECIPIENTE#                                      | H       |      | I       |      | R       |      | T       |      | 121     |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE+ MUESTRA HUMEDA (P1)          | 206,96  |      | 180,54  |      | 158,666 |      | 179,48  |      | 146,7   |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE+ MUESTRA SECA (P2)            | 204,72  |      | 174,42  |      | 149,11  |      | 164,89  |      | 131,75  |      |        |      |
| MASA DE AGUA ( P3 = P1 -P2 )                     | 2,24    |      | 6,12    |      | 9,556   |      | 14,59   |      | 14,95   |      |        |      |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                          | 33,32   |      | 33,85   |      | 32,93   |      | 50,78   |      | 31,84   |      |        |      |
| MASA DE MUESTRA SECA ( P5 = P2- P4 )             | 171,4   |      | 140,57  |      | 116,18  |      | 114,11  |      | 99,91   |      |        |      |
| % DE HUMEDAD ( W = P3* 100 - P5 )                | 1,31    |      | 4,35    |      | 8,23    |      | 12,79   |      | 14,96   |      |        |      |
| % DE HUMEDAD PROMEDIO                            | 1,31    |      | 4,35    |      | 8,23    |      | 12,79   |      | 14,96   |      |        |      |
| % DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO                    | TN      |      | 250     |      | 500     |      | 700     |      | 850     |      |        |      |
| MASA DE CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)             | 9233    |      | 9485    |      | 9754    |      | 9830    |      | 9750    |      |        |      |
| MASA DE SUELO HUMEDO (P8-P6-P7)                  | 3898    |      | 4150    |      | 4419    |      | 4495    |      | 4415    |      |        |      |
| DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO (Dh= P8 - v)           | 1841,32 |      | 1960,36 |      | 2087,43 |      | 2123,33 |      | 2085,54 |      |        |      |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh - ( 1 + w =100) | 1817,57 |      | 1878,57 |      | 1928,78 |      | 1882,62 |      | 1814,09 |      |        |      |

| <b>RESULTADOS</b>                 |             |
|-----------------------------------|-------------|
| <b>Densidad Seca Maxima Kg/m3</b> | <b>1925</b> |
| <b>% de Humedad Optima</b>        | <b>8,2</b>  |





**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>CBR - DENSIDADES</b> |   |                              |               |         |
|-------------------------|---|------------------------------|---------------|---------|
| <b>Proyecto:</b>        | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>           | <b>Norte:</b> | 9755420 |
|                         |   |                              | <b>Este:</b>  | 514707  |
| <b>Ubicación:</b>       | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4 Estrato #2</b> | RELLENO       |         |
| <b>Tesistas:</b>        | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                              |               |         |

| MOLDE N°          | XIV       | VI        | V         | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 6,917     | 5,898     | 5,898     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023439 | 0,0023251 | 0,0023185 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56        | 18"                 |

| N° de ensayo                 | 1             | 2       | 3       |        |
|------------------------------|---------------|---------|---------|--------|
| <b>ANTES DE LA INMERSIÓN</b> |               |         |         |        |
| <b>HUMEDAD</b>               | N° recipiente | CB      | AE      | CB     |
|                              | Wh + r        | 173,89  | 212,42  | 169,80 |
|                              | Ws + r        | 159,71  | 196,48  | 153,69 |
|                              | Ww            | 14,18   | 15,94   | 16,11  |
|                              | r             | 20,08   | 20,11   | 20,08  |
|                              | Ws            | 139,63  | 176,37  | 133,61 |
|                              | w (%)         | 10,16   | 9,04    | 12,06  |
|                              | MOLDE NUMERO  | XIV     | VI      | V      |
| Molde + suelo humedo (P)     | 11,52         | 10,482  | 10,753  |        |
| Molde                        | 6,917         | 5,898   | 5,898   |        |
| Suelo humedo (W)             | 4,603         | 4,584   | 4,855   |        |
| Suelo seco (Ws)              | 4,179         | 4,204   | 4,333   |        |
| Contenido de agua (w)        | 10,155        | 9,038   | 12,057  |        |
| Densidad humeda (H)          | 1963,83       | 1971,49 | 2094,04 |        |
| Densidad seca (S)            | 1782,78       | 1808,08 | 1868,72 |        |

| <b>DESPUES DE LA INMERSIÓN</b> |                |        |         |        |         |        |        |
|--------------------------------|----------------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente  | ARRIBA | ABAJO   | ARRIBA | ABAJO   | ARRIBA | ABAJO  |
|                                |                | 2      | L       | IE     | 41      | Q      | 71     |
|                                | Wh + r         | 204,27 | 206,58  | 179,68 | 136,47  | 248,78 | 185,3  |
|                                | Ws + r         | 178,48 | 179,98  | 161,86 | 121,68  | 225,48 | 162,53 |
|                                | Ww             | 25,79  | 26,6    | 17,82  | 14,79   | 23,3   | 22,77  |
|                                | r              | 19,53  | 19,23   | 33,34  | 30,55   | 55,94  | 34,34  |
|                                | Ws             | 158,95 | 160,75  | 128,52 | 91,13   | 169,54 | 128,19 |
|                                | w (%)          | 16,23  | 16,55   | 13,87  | 16,23   | 13,74  | 17,76  |
|                                | Promedio w (%) | 16,39  |         | 15,05  |         | 15,75  |        |
| Molde + suelo humedo (P)       | 11,769         |        | 10,607  |        | 10,665  |        |        |
| Molde                          | 6,917          |        | 5,898   |        | 5,898   |        |        |
| Suelo humedo (W)               | 4,852          |        | 4,709   |        | 4,767   |        |        |
| Suelo seco (Ws)                | 4,169          |        | 4,093   |        | 4,118   |        |        |
| Contenido de agua (w)          | 16,39          |        | 15,05   |        | 15,75   |        |        |
| Densidad humeda (H)            | 2070,063       |        | 2025,25 |        | 2056,08 |        |        |
| Densidad seca (S)              | 1778,61        |        | 1760,36 |        | 1776,27 |        |        |

| <b>HINCHAMIENTO</b> |   |      |      |
|---------------------|---|------|------|
| Lectura inicial     |   | 0,49 | 0,89 |
| 24 horas            |   | 0,52 | 1,07 |
| 48 horas            |   | 0,54 | 1,21 |
| 72 horas            |   | 0,54 | 1,24 |
| 96 horas            |   |      |      |
| HINCHAMIENTO        | % | 1,0  | 7,0  |

|                   |                |         |         |
|-------------------|----------------|---------|---------|
| CBR               | %              |         |         |
| Densidad seca (S) | γ <sub>s</sub> | 1782,78 | 1808,08 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



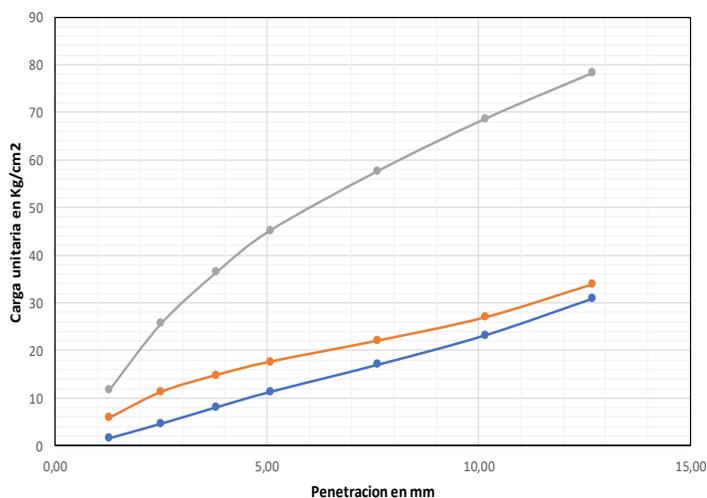
| <b>CBR - PENETRACIÓN</b> |   |  |  |
|--------------------------|---|--|--|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755420<br><b>Este:</b> 514707 |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4</b><br><b>Estrato #2</b> | RELLENO                                      |
| <b>Tesistas:</b>         | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |  |

| MOLDE N°          | XIV       | VI        | V         | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 6,917     | 5,898     | 5,898     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023439 | 0,0023251 | 0,0023185 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56        | 18"                 |

| NUMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|
|                  |   |   |   |   |   |   |

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb |         |         | CARGA DE PENETRACION EN Kg |       |        |
|----------------------------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|-------|--------|
| 1.27 mm (0.05")            | 70,18                      | 247,72  | 498,52  | 31,9                       | 112,6 | 226,6  |
| 2.54 mm (0.10")            | 200,42                     | 480,92  | 1094,06 | 91,1                       | 218,6 | 497,3  |
| 3.81 mm (0.15")            | 346,94                     | 632,06  | 1553,64 | 157,7                      | 287,3 | 706,2  |
| 5.08 mm (0.20")            | 483,78                     | 751,52  | 1927,2  | 219,9                      | 341,6 | 876,0  |
| 7.62 mm (0.30")            | 725,34                     | 940,28  | 2458,94 | 329,7                      | 427,4 | 1117,7 |
| 10.16 mm (0.40")           | 987,58                     | 1149,06 | 2926    | 448,9                      | 522,3 | 1330,0 |
| 12.70 mm (0.50")           | 1314,28                    | 1444,74 | 3336,74 | 597,4                      | 656,7 | 1516,7 |

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg2 |               |               | CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm2 |               |               |
|----------------------------|----------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| 1.27 mm (0.05")            | 23,34                            | 82,40         | 165,83        | 1,645                          | 5,806         | 11,683        |
| <b>2.54 mm (0.10")</b>     | <b>66,67</b>                     | <b>159,98</b> | <b>363,93</b> | <b>4,697</b>                   | <b>11,271</b> | <b>25,641</b> |
| 3.81 mm (0.15")            | 115,41                           | 210,25        | 516,81        | 8,131                          | 14,813        | 36,412        |
| <b>5.08 mm (0.20")</b>     | <b>160,93</b>                    | <b>249,99</b> | <b>641,07</b> | <b>11,338</b>                  | <b>17,613</b> | <b>45,167</b> |
| 7.62 mm (0.30")            | 241,28                           | 312,78        | 817,95        | 16,999                         | 22,037        | 57,629        |
| 10.16 mm (0.40")           | 328,51                           | 382,23        | 973,32        | 23,145                         | 26,930        | 68,575        |
| 12.70 mm (0.50")           | 437,19                           | 480,58        | 1109,95       | 30,802                         | 33,859        | 78,201        |



| N° de Golpes | Esfuerzo de penetracion |           |
|--------------|-------------------------|-----------|
|              | 0,10 pulg               | 0,20 pulg |
| 12           | 4,697                   | 11,338    |
| 25           | 11,271                  | 17,613    |
| 56           | 25,641                  | 45,167    |

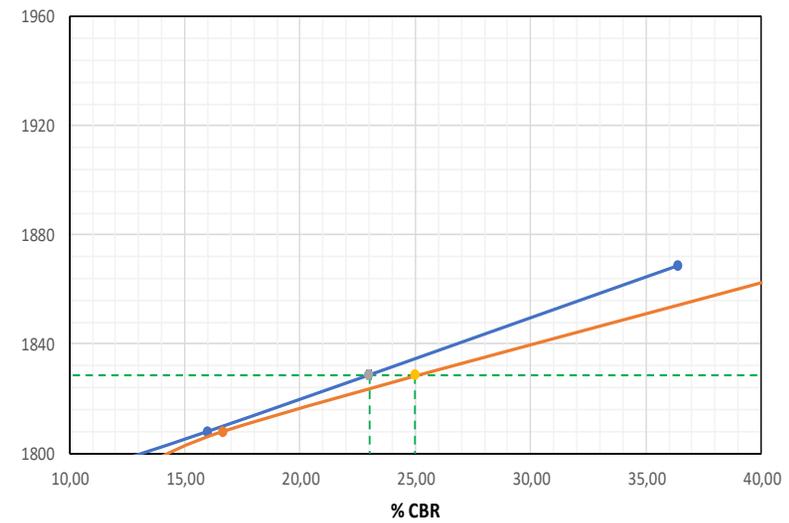
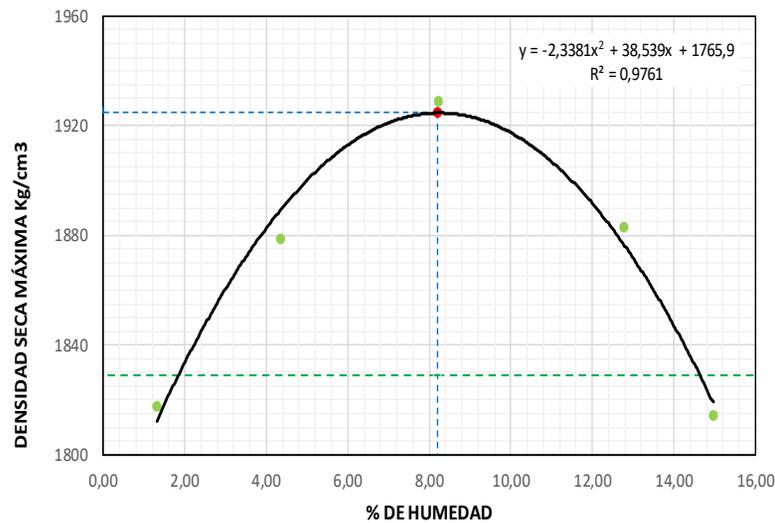
| C.B.R | %     |       |
|-------|-------|-------|
| 12    | 6,67  | 10,73 |
| 25    | 16,00 | 16,67 |
| 56    | 36,39 | 42,74 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| RELACIÓN DE GRÁFICO DE PROCTOR - CBR |   |  |                       |
|--------------------------------------|---|--|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>                     | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755420 |
|                                      |   |  | <b>Este:</b> 514707   |
| <b>Ubicación:</b>                    | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4</b><br><b>Estrato #2</b> | RELLENO               |
| <b>Tesistas:</b>                     | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |                       |



**Densidad seca Máxima =**            1925      Kg/m<sup>3</sup>  
**Humedad Óptima**                    8,2        %  
**95% Densidad seca Máxima =**    1828,75   Kg/m<sup>3</sup>

**CBR para 0,10"**                    23        %  
**CBR para 0,20"**                    25        %



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> |   |                                  |                       |
|-----------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>            | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755420 |
|                             |   |                                  | <b>Este:</b> 514707   |
| <b>Ubicación:</b>           | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4<br/>Estrato #3</b> | RELLENO               |
| <b>Tesistas:</b>            | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

|   |        |
|---|--------|
| <b>RECIPIENTE</b>                               | A      |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)</b> | 152,23 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)</b>   | 149,21 |
| <b>MASA DE RECIPIENTE (P4)</b>                  | 34,39  |

|                     |      |
|---------------------|------|
| <b>% DE HUMEDAD</b> | 2,63 |
|---------------------|------|



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

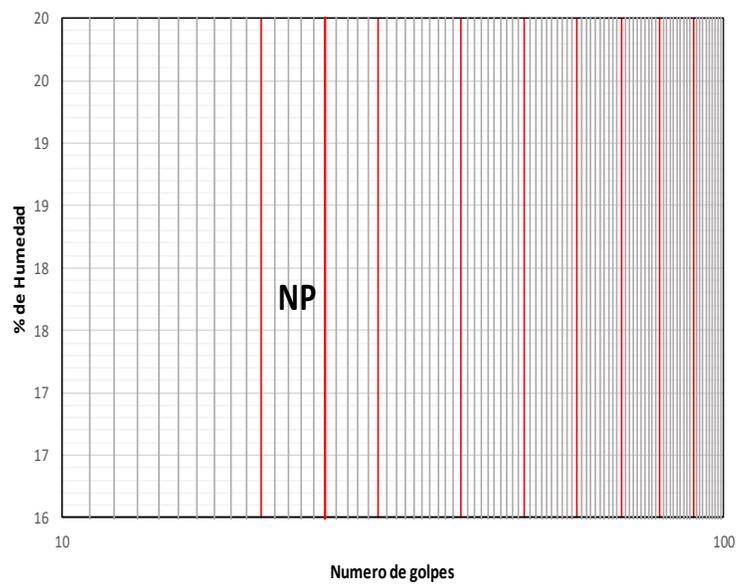


| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS |   |  |                       |
|---|---|--|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755420 |
|   |   |  | <b>Este:</b> 514707   |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4</b><br><b>Estrato #3</b> | RELLENO               |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |                       |

| LIMITE LÍQUIDO                          |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|
| RECIPIENTE#                             |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE+ MUESTRA HÚMEDA (P1) |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE+ MUESTRA SECA (P2)   |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)             |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                 |  |  |  |  |  |  |  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)     |  |  |  |  |  |  |  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)        |  |  |  |  |  |  |  |
| # DE GOLPES                             |  |  |  |  |  |  |  |

| LIMITE PLÁSTICO                         |  |  |  |
|---|--|--|--|
| RECIPIENTE#                             |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE+ MUESTRA HÚMEDA (P1) |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE+ MUESTRA SECA (P2)   |  |  |  |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)             |  |  |  |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                 |  |  |  |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)     |  |  |  |
| % DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)        |  |  |  |

SEGÚN LA CARTA DE LA  
 COMPOSICIÓN  
 MINERALÓGICA EN LA  
 PLASTICIDAD (DAY, 1999)



| RESULTADOS              |
|-------------------------|
| LIMITE LIQUIDO =        |
| LIMITE PLASTICO =       |
| INDICE DE PLASTICIDAD = |

|   |
|---|
| CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD ASTM D-2487 SUCS |
|   |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

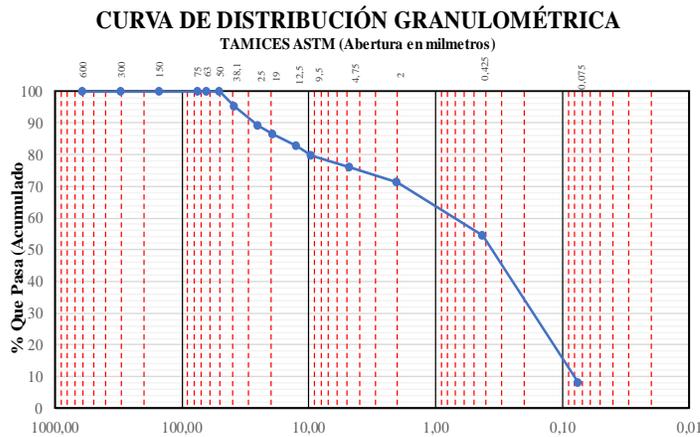


| <b>DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS Y AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b> |   |                                  |                       |
|--|---|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>   | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755420 |
|  |   |                                  | <b>Este:</b> 514707   |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4<br/>Estrato #3</b> | RELLENO               |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |                       |

| Ensayo de Contenido de Humedad         | Serie Gruesa | Serie Fina |
|--|--------------|------------|
| Recipiente N°                          | 66           | 52         |
| Masa de Recipiente + Muestra Húmeda    | 409,00       | 464,00     |
| Masa de Recipiente + Muestra Seca (P2) | 405,00       | 460,00     |
| Masa de Agua (P3 = P1 - P2)            | 4,00         | 4,00       |
| Masa del Recipiente (P4)               | 79,37        | 78,64      |
| Masa de Muestra Seca (P5 = P2 - P4)    | 325,63       | 381,36     |
| % de Humedad (W = P3 × 100 ÷ P5)       | 1,23         | 1,05       |

| <b>SERIE GRUESA</b>          |       |               |           |                        |
|------------------------------|-------|---------------|-----------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°. |       | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado |
|                              |       | Parcial       | Acumulada |                        |
| 600, mm.                     | 24 "  | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 300, mm.                     | 12 "  | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 150, mm.                     | 3 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 75, mm.                      | 3 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 63, mm.                      | 2 ½ " | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 50, mm.                      | 2 "   | 0             | 0,00      | 100,00                 |
| 38,1 mm.                     | 1 ½ " | 223           | 220,29    | 95,25                  |
| 25, mm.                      | 1 "   | 296           | 512,70    | 88,95                  |
| 19, mm.                      | ¾ "   | 115           | 626,31    | 86,50                  |
| 12,5 mm.                     | 1/2 " | 184           | 808,07    | 82,58                  |
| 9,5 mm.                      | 3/8 " | 132           | 938,47    | 79,77                  |
| 4,75 mm.                     | No. 4 | 173           | 1109,37   | 76,09                  |
| Pasa No. 4                   |       | 3567          | 3529,97   |                        |

| <b>SERIE FINA</b>                                      |         |               |           |                        |                        |
|--|---------|---------------|-----------|------------------------|------------------------|
| Tamiz ASTM<br>Abertura / N°.                           |         | Masa Retenida |           | % Pasante<br>Acumulado | % Pasante<br>Corregido |
|  |         | Parcial       | Acumulada |                        |                        |
| 2,36 mm.   | No. 8   |               |           |                        |                        |
| 2, mm.   | No. 10  | 19,41         | 19,41     | 93,46                  | 71,11                  |
| 1,18 mm.   | No. 16  |               |           |                        |                        |
| 0,85 mm.   | No. 20  |               |           |                        |                        |
| 0,60 mm.   | No. 30  |               |           |                        |                        |
| 0,425 mm.  | No. 40  | 65,09         | 84,5      | 71,54                  | 54,43                  |
| 0,3 mm.  | No. 50  |               |           |                        |                        |
| 0,15 mm.   | No. 100 |               |           |                        |                        |
| 0,075 mm.  | No. 200 | 180,42        | 264,92    | 10,77                  | 8,19                   |
| Pasa No. 200   |         |               |           |                        |                        |
| Masa inicial del material para Lavado =                |         |               |           | 300,0 gr.              |                        |
| Masa final corregida por Humedad de los finos =        |         |               |           | 296,9 gr.              |                        |
| Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr) |         |               |           | 4639,35                |                        |



| Distribución del Tamaño de las Partículas (%) |                     |      |      |
|---|---------------------|------|------|
| Pedrón Rodado (> 12")                         |                     | 0,00 |      |
| Canto Rodado (12" - 3")                       |                     | 0,00 |      |
| Grava (¾" - N°4)                              | Gruesa (¾" - 3/4")  | 13,5 | 23,9 |
|   | Fina (¾" - N°4)     | 10,4 |      |
| Arena (N°4 - N°200)                           | Gruesa (N°4 - N°10) | 5,0  | 67,9 |
|   | Media (N°10 - N°40) | 16,7 |      |
|   | Fina (N°40 - N°200) | 46,2 |      |
| Finos (> N°200)                               |                     | 8,19 |      |

| Condiciones de Filtro |       |      |      |
|-----------------------|-------|------|------|
| D15 =                 | 0,097 | Cu = | 7,36 |
| D30 =                 | 0,170 |      |      |
| D60 =                 | 0,713 | Cc = | 0,42 |
| Cu >= 6 OK            |       |      |      |
| 1 > Cc > 3 No Cumple  |       |      |      |



**UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



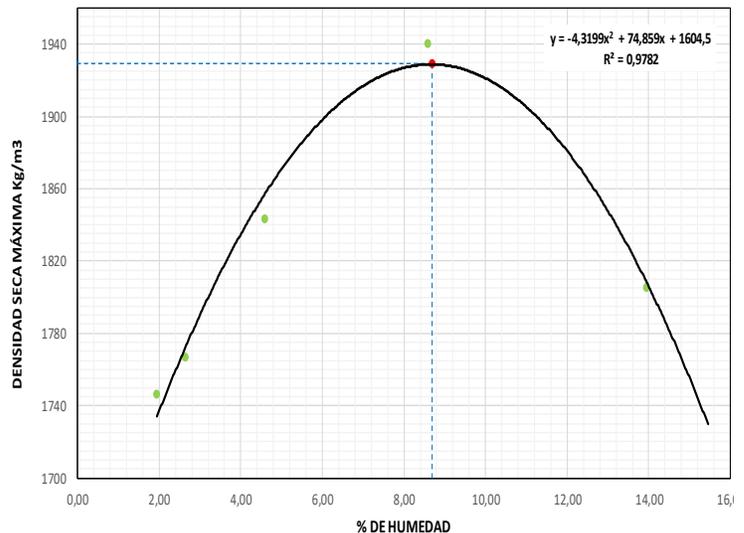
| <b>DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD DE SUELOS</b> |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <b>Proyecto:</b>   | “Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena” | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755420<br><b>Este:</b> 514707 |
| <b>Ubicación:</b>  | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4</b><br><b>Estrato #3</b> | <b>RELLENO</b>                               |
| <b>Tesistas:</b>   | Andrea Chonillo - Lisette Palma   |  |  |

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| PESO DEL CILINDRO (P7)            | 5335    |
| VOLUMEN DEL CILINDRO (V)          | 2116,96 |
| PESO DEL MARTILLO (L4)            | 10      |
| ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm) | 45,72   |
| NÚMERO DE CAPAS                   | 5       |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPAS        | 56      |

**Modificado Metodo B:**  
 Porción que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 # DE CAPAS mm (3/4 pulg).

| <b>DATOS DEL ENSAYO</b>                           |               |             |               |             |               |             |               |             |               |             |               |             |
|---|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| <b>PUNTO #</b>                                    | <b>1</b>      |             | <b>2</b>      |             | <b>3</b>      |             | <b>4</b>      |             | <b>5</b>      |             | <b>6</b>      |             |
| <b>Material de ensayo</b>                         | <b>Grueso</b> | <b>Fino</b> |
| RECIPIENTE#                                       | E             |             | Z             |             | K             |             | IE            |             | L             |             |               |             |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)          | 207,69        |             | 207,19        |             | 197,14        |             | 191,73        |             | 79,99         |             |               |             |
| MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)            | 204,76        |             | 202,67        |             | 190,9         |             | 179,19        |             | 72,3          |             |               |             |
| MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)                       | 2,93          |             | 4,52          |             | 6,24          |             | 12,54         |             | 7,69          |             |               |             |
| MASA DE RECIPIENTE (P4)                           | 54,45         |             | 32,41         |             | 55,06         |             | 33,34         |             | 17,18         |             |               |             |
| MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)               | 150,31        |             | 170,26        |             | 135,84        |             | 145,85        |             | 55,12         |             |               |             |
| % DE HUMEDAD (W = P3 * 100 ÷ P5)                  | 1,95          |             | 2,65          |             | 4,59          |             | 8,60          |             | 13,95         |             |               |             |
| % DE HUMEDAD PROMEDIO                             | <b>1,95</b>   |             | <b>2,65</b>   |             | <b>4,59</b>   |             | <b>8,60</b>   |             | <b>13,95</b>  |             |               |             |
| % DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO                     | TN            |             | 100           |             | 250           |             | 500           |             | 850           |             |               |             |
| MASA DE CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)              | 9103          |             | 9174          |             | 9416          |             | 9795          |             | 9690          |             |               |             |
| MASA DE SUELO HUMEDO (P8 = P6 - P7)               | 3768          |             | 3839          |             | 4081          |             | 4460          |             | 4355          |             |               |             |
| DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ v)           | 1779,91       |             | 1813,45       |             | 1927,76       |             | 2106,79       |             | 2057,20       |             |               |             |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + w = 100)) | 1745,88       |             | 1766,55       |             | 1843,10       |             | 1940,00       |             | 1805,33       |             |               |             |

| <b>RESULTADOS</b>                 |             |
|-----------------------------------|-------------|
| <b>Densidad Seca Maxima Kg/m3</b> | <b>1929</b> |
| <b>% de Humedad Optima</b>        | <b>8,7</b>  |





**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>CBR - DENSIDADES</b> |   |                                  |   |               |         |              |        |
|-------------------------|---|----------------------------------|---|---------------|---------|--------------|--------|
| <b>Proyecto:</b>        | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>               | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Norte:</b></td> <td>9755420</td> </tr> <tr> <td><b>Este:</b></td> <td>514707</td> </tr> </table> | <b>Norte:</b> | 9755420 | <b>Este:</b> | 514707 |
| <b>Norte:</b>           | 9755420   |                                  |   |               |         |              |        |
| <b>Este:</b>            | 514707  |                                  |   |               |         |              |        |
| <b>Ubicación:</b>       | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4<br/>Estrato #3</b> | RELLENO   |               |         |              |        |
| <b>Tesistas:</b>        | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                                  |   |               |         |              |        |

|                   |           |           |           |                     |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| MOLDE N°          | VI        | X         | II        | PESO DEL MARTILLO   |
| PESO MOLDE        | 5,898     | 6,535     | 5,948     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023251 | 0,0023037 | 0,0023446 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56        | 18"                 |

| N° de ensayo                 | 1                         | 2                         | 3                         |        |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------|
| <b>ANTES DE LA INMERSIÓN</b> |                           |                           |                           |        |
|                              | <b>12 Golpes por capa</b> | <b>25 Golpes por capa</b> | <b>56 Golpes por capa</b> |        |
| <b>HUMEDAD</b>               | N° recipiente             | O                         | V2                        | E      |
|                              | Wh + r                    | 183,32                    | 65,34                     | 189,02 |
|                              | Ws + r                    | 169,42                    | 60,87                     | 175,04 |
|                              | Ww                        | 13,9                      | 4,47                      | 13,98  |
|                              | r                         | 20,09                     | 16,67                     | 54,45  |
|                              | Ws                        | 149,33                    | 44,20                     | 120,59 |
|                              | w (%)                     | 9,31                      | 10,11                     | 11,59  |
| MOLDE NUMERO                 | VI                        | X                         | II                        |        |
| Molde + suelo humedo (P)     | 10,001                    | 10,850                    | 10,830                    |        |
| Molde                        | 5,898                     | 6,535                     | 5,948                     |        |
| Suelo humedo (W)             | 4,103                     | 4,315                     | 4,882                     |        |
| Suelo seco (Ws)              | 3,754                     | 3,919                     | 4,375                     |        |
| Contenido de agua (w)        | 9,308                     | 10,113                    | 11,593                    |        |
| Densidad humeda (H)          | 1764,62                   | 1873,11                   | 2082,23                   |        |
| Densidad seca (S)            | 1614,36                   | 1701,07                   | 1865,92                   |        |

| <b>DESPUES DE LA INMERSIÓN</b> |               |        |         |        |         |        |        |
|--------------------------------|---------------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|
| <b>HUMEDAD</b>                 | N° recipiente | ARRIBA | ABAJO   | ARRIBA | ABAJO   | ARRIBA | ABAJO  |
|                                | Wh + r        | 121    | Z2      | H      | I       | S      | D      |
|                                | Ws + r        | 135,16 | 78,48   | 208,19 | 208,84  | 235,66 | 213,49 |
|                                | Ww            | 117,96 | 69,29   | 182,39 | 186,21  | 208,6  | 194,07 |
|                                | Ww            | 17,2   | 9,19    | 25,8   | 22,63   | 27,06  | 19,42  |
|                                | r             | 31,84  | 16,48   | 33,32  | 33,85   | 53,62  | 53,59  |
|                                | Ws            | 86,12  | 52,81   | 149,07 | 152,36  | 154,98 | 140,48 |
|                                | w (%)         | 19,97  | 17,40   | 17,31  | 14,85   | 17,46  | 13,82  |
| Promedio w (%)                 | 18,69         |        | 16,08   |        | 15,64   |        |        |
| Molde + suelo humedo (P)       | 10,361        |        | 10,980  |        | 10,850  |        |        |
| Molde                          | 5,898         |        | 6,535   |        | 5,948   |        |        |
| Suelo humedo (W)               | 4,463         |        | 4,445   |        | 4,902   |        |        |
| Suelo seco (Ws)                | 3,760         |        | 3,829   |        | 4,239   |        |        |
| Contenido de agua (w)          | 18,69         |        | 16,08   |        | 15,64   |        |        |
| Densidad humeda (H)            | 1919,454      |        | 1929,54 |        | 2090,76 |        |        |
| Densidad seca (S)              | 1617,24       |        | 1662,25 |        | 1807,96 |        |        |

| <b>HINCHAMIENTO</b> |   |      |      |
|---------------------|---|------|------|
| Lectura inicial     |   | 2,57 | 0,23 |
| 24 horas            |   | 2,57 | 0,25 |
| 48 horas            |   | 2,58 | 0,27 |
| 72 horas            |   | 2,58 | 0,29 |
| 96 horas            |   |      |      |
| HINCHAMIENTO        | % | 0,2  | 1,2  |

|                   |                |         |         |
|-------------------|----------------|---------|---------|
| CBR               |                |         |         |
| Densidad seca (S) | γ <sub>s</sub> | 1614,36 | 1701,07 |
|                   |                |         | 1865,92 |



**UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



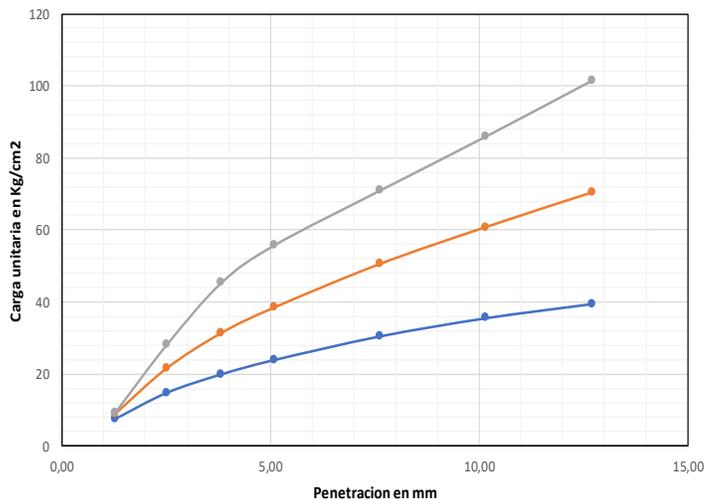
| <b>CBR - PENETRACIÓN</b> |  |  |  |                                  |                       |
|--------------------------|--|--|--|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>         | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena." |  |  | <b>Coordenadas</b>               | <b>Norte:</b> 9755420 |
|                          |  |  |  |                                  | <b>Este:</b> 514707   |
| <b>Ubicación:</b>        | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.   |  |  | <b>Calicata 4<br/>Estrato #3</b> | RELLENO               |
| <b>Tesistas:</b>         | Andrea Chonillo - Lissette Palma   |  |  |                                  |                       |

| MOLDE N°          | VI        | X         | II        | PESO DEL MARTILLO   |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| PESO MOLDE        | 5,898     | 6,535     | 5,948     | 10 Lb               |
| VOLUMEN MOLDE     | 0,0023251 | 0,0023037 | 0,0023446 | ALTURA DEL MARTILLO |
| No DE GOLPES CAPA | 12        | 25        | 56        | 18"                 |

| NUMERO DE ENSAYO | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|
|                  |   |   |   |   |   |   |

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb |         |         | CARGA DE PENETRACION EN Kg |        |        |
|----------------------------|----------------------------|---------|---------|----------------------------|--------|--------|
| 1.27 mm (0.05")            | 324,06                     | 387,64  | 399,74  | 147,3                      | 176,2  | 181,7  |
| 2.54 mm (0.10")            | 632,72                     | 922,9   | 1199,44 | 287,6                      | 419,5  | 545,2  |
| 3.81 mm (0.15")            | 852,06                     | 1340,46 | 1934,9  | 387,3                      | 609,3  | 879,5  |
| 5.08 mm (0.20")            | 1022,12                    | 1641,64 | 2379,96 | 464,6                      | 746,2  | 1081,8 |
| 7.62 mm (0.30")            | 1303,06                    | 2157,54 | 3030,06 | 592,3                      | 980,7  | 1377,3 |
| 10.16 mm (0.40")           | 1518,22                    | 2592,92 | 3670,48 | 690,1                      | 1178,6 | 1668,4 |
| 12.70 mm (0.50")           | 1686,3                     | 3001,46 | 4331,8  | 766,5                      | 1364,3 | 1969,0 |

| Tamiz ASTM<br>Abertura /N° | CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg2 |               |               | CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm2 |               |               |
|----------------------------|----------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| 1.27 mm (0.05")            | 107,80                           | 128,95        | 132,97        | 7,595                          | 9,085         | 9,368         |
| <b>2.54 mm (0.10")</b>     | <b>210,47</b>                    | <b>307,00</b> | <b>398,99</b> | <b>14,829</b>                  | <b>21,629</b> | <b>28,111</b> |
| 3.81 mm (0.15")            | 283,43                           | 445,90        | 643,63        | 19,969                         | 31,416        | 45,347        |
| <b>5.08 mm (0.20")</b>     | <b>340,00</b>                    | <b>546,08</b> | <b>791,68</b> | <b>23,955</b>                  | <b>38,474</b> | <b>55,778</b> |
| 7.62 mm (0.30")            | 433,46                           | 717,69        | 1007,93       | 30,539                         | 50,565        | 71,014        |
| 10.16 mm (0.40")           | 505,03                           | 862,52        | 1220,96       | 35,582                         | 60,769        | 86,023        |
| 12.70 mm (0.50")           | 560,94                           | 998,42        | 1440,95       | 39,521                         | 70,343        | 101,522       |



| N° de Golpes | Esfuerzo de penetracion |           |
|--------------|-------------------------|-----------|
|              | 0,10 pulg               | 0,20 pulg |
| 12           | 14,829                  | 23,955    |
| 25           | 21,629                  | 38,474    |
| 56           | 28,111                  | 55,778    |

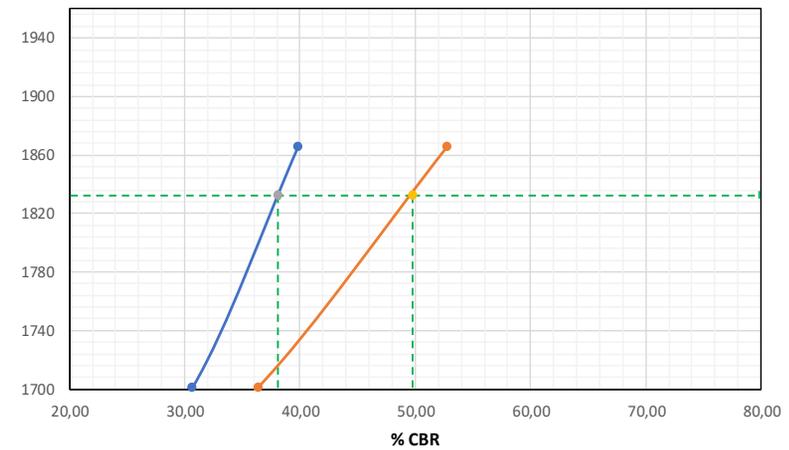
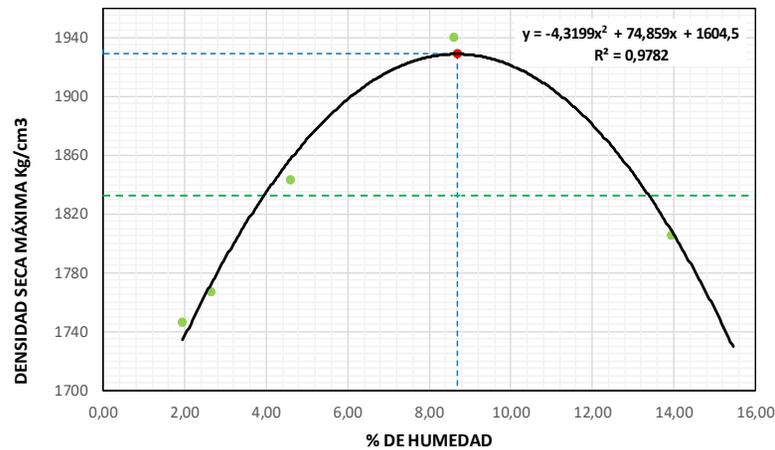
| C.B.R | %     |       |
|-------|-------|-------|
| 12    | 21,05 | 22,67 |
| 25    | 30,70 | 36,41 |
| 56    | 39,90 | 52,78 |



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| RELACION DE GRÁFICO DE PROCTOR - CBR |   |  |                       |
|--------------------------------------|---|--|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>                     | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>                     | <b>Norte:</b> 9755420 |
|                                      |   |  | <b>Este:</b> 514707   |
| <b>Ubicación:</b>                    | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Calicata 4</b><br><b>Estrato #3</b> | RELLENO               |
| <b>Tesistas:</b>                     | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |  |                       |



Densidad seca Máxima = 1929 Kg/m3  
 Humedad Óptima = 8,7 %  
 95% Densidad seca Máxima = 1832,55 Kg/m3

CBR para 0,10'' = 38,1 %  
 CBR para 0,20'' = 49,8 %

| Nº de Golpes / capa | Densidad Kg/m3 | CARGA UNITARIA Kg/m2 |        | CARGA UNITARIA PATRON Kg/m2 |        | C.B.R % |        | Expansión % |
|---------------------|----------------|----------------------|--------|-----------------------------|--------|---------|--------|-------------|
|                     |                | 0,10''               | 0,20'' | 0,10''                      | 0,20'' | 0,10''  | 0,20'' |             |
| 12                  | 1614,36        | 14,83                | 23,95  | 70,45                       | 105,68 | 21,05   | 22,67  | 0,2         |
| 25                  | 1701,07        | 21,63                | 38,47  | 70,45                       | 105,68 | 30,70   | 36,41  | 1,2         |
| 56                  | 1865,92        | 28,11                | 55,78  | 70,45                       | 105,68 | 39,90   | 52,78  | 2,0         |

# Anexo C



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PROVENIENTE DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEO DE ASFALTO<br/>NORMA AASHTO T-30</b> |   |                       |                       |
|---|---|-----------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>    | <b>Norte:</b> 9755303 |
|   |   |                       | <b>Este:</b> 514714   |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Extracción: M1</b> |                       |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                       |                       |

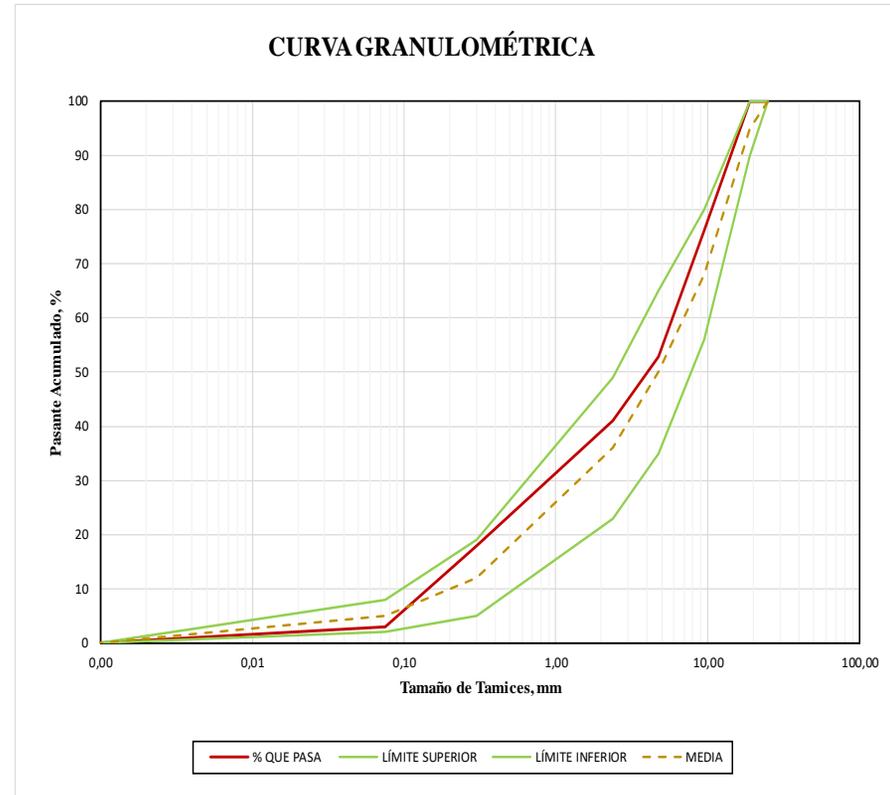
| <b>EXTRACCIÓN DE ASFALTO: PORCENTAJE DE ASFALTO</b> |              |
|---|--------------|
| NORMA ASTM D-2172                                   |              |
| PESO INICIAL DE LA MUESTRA                          | 1042,6       |
| PESO PAPEL FILTRO ANTES DEL ENSAYO                  | 14,72        |
| PESO PAPEL FILTRO DESPUÉS DEL ENSAYO                | 15,93        |
| PESO FINAL DE LA MUESTRA                            | 997,91 gr    |
| PESO DE MUESTRA RETENIDA EN PAPEL FILTRO            | 1,21         |
| <b>PORCENTAJE DE ASFALTO EN LA MUESTRA</b>          | <b>4,17%</b> |

|   |          |      |
|---|----------|------|
| <b>TAMAÑO NOMINAL MAXIMO DEL AGREGADO</b> | 19,00 mm | 3/4" |
|---|----------|------|

| <b>GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA RICE</b> |                   |
|--|-------------------|
| NORMA ASTM D-2041                              |                   |
| PESO MUESTRA                                   | 1062              |
| PESO RECIPIENTE + AGUA                         | 7358              |
| P. MUESTRA + REC + AGUA                        | 7983              |
| Gmm  | <b>2,4 g/cm3.</b> |

| TAMICES |       | PESO PARCIAL<br>"gr" | % RETENIDO | % QUEPASA     | ESPECIFICACIÓN MTOP - ASTM D-3515 |                 |              |
|---------|-------|----------------------|------------|---------------|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| "in"    | "mm"  |                      |            |               | LÍMITE SUPERIOR                   | LÍMITE INFERIOR | CUMPLIMIENTO |
| 1"      | 25,00 | 0                    | 0,00       | <b>100,00</b> | 100                               |                 | ✓            |
| 3/4"    | 19,00 | 0                    | 0,00       | <b>100,00</b> | 90                                | 100             | ✓            |
| 3/8"    | 9,50  | 237,4                | 23,79      | <b>76,21</b>  | 56                                | 80              | ✓            |
| Nº 4    | 4,75  | 232,9                | 23,34      | <b>52,87</b>  | 35                                | 65              | ✓            |
| Nº 8    | 2,36  | 118,2                | 11,84      | <b>41,03</b>  | 23                                | 49              | ✓            |
| Nº 50   | 0,30  | 229,9                | 23,04      | <b>17,99</b>  | 5                                 | 19              | ✓            |
| Nº 200  | 0,08  | 149,10               | 14,94      | <b>3,05</b>   | 2                                 | 8               | ✓            |
| Fondo   | 0,000 | 30,41                | 3,05       | <b>0,00</b>   | 0                                 | 0               | ✓            |

|              |                  |
|--------------|------------------|
| <b>TOTAL</b> | <b>997,91 gr</b> |
|--------------|------------------|







**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PROVENIENTE DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEO DE ASFALTO<br/>NORMA AASHTO T-30</b> |   |                       |               |         |
|---|---|-----------------------|---------------|---------|
| <b>Proyecto:</b>  | “Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena” | <b>Coordenadas</b>    | <b>Norte:</b> | 9754952 |
|   |   |                       | <b>Este:</b>  | 514965  |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Extracción: M2</b> |               |         |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                       |               |         |

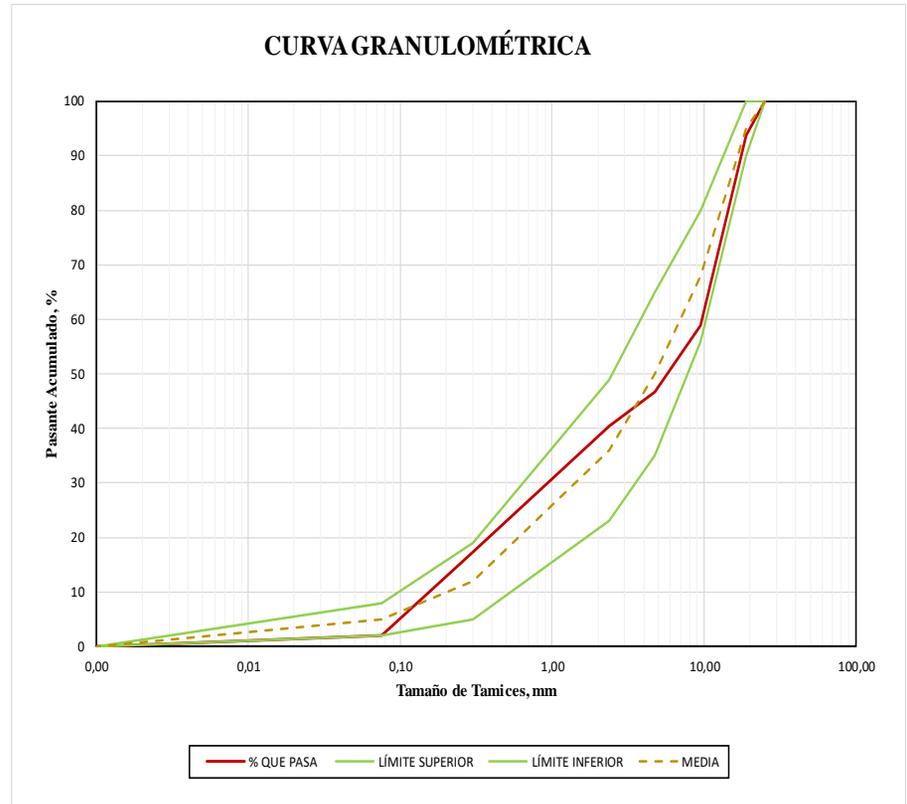
| <b>EXTRACCIÓN DE ASFALTO: PORCENTAJE DE ASFALTO</b> |              |
|---|--------------|
| NORMA ASTM D-2172                                   |              |
| PESO INICIAL DE LA MUESTRA                          | 1001,8       |
| PESO PAPEL FILTRO ANTES DEL ENSAYO                  | 15,04        |
| PESO PAPEL FILTRO DESPUÉS DEL ENSAYO                | 15,52        |
| PESO FINAL DE LA MUESTRA                            | 936,58 gr    |
| PESO DE MUESTRA RETENIDA EN PAPEL FILTRO            | 0,48         |
| <b>PORCENTAJE DE ASFALTO EN LA MUESTRA</b>          | <b>6,46%</b> |

|   |          |      |
|---|----------|------|
| <b>TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO</b> | 19,00 mm | 3/4" |
|---|----------|------|

| <b>GRAVEDAD ESPECIFICA MÁXIMA TEORICA RICE</b> |                   |
|--|-------------------|
| NORMA ASTM D-2041                              |                   |
| PESO MUESTRA                                   | 724               |
| PESO RECIPIENTE + AGUA                         | 7358              |
| P. MUESTRA + REC + AGUA                        | 7774              |
| Gmm  | <b>2,4 g/cm3.</b> |

| TAMICES |       | PESO PARCIAL<br>"gr" | % RETENIDO | % QUEPASA     | ESPECIFICACIÓN MTOP - ASTM D-3515 |                 |              |
|---------|-------|----------------------|------------|---------------|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| "in"    | "mm"  |                      |            |               | LÍMITE SUPERIOR                   | LÍMITE INFERIOR | CUMPLIMIENTO |
| 1"      | 25,00 | 0                    | 0,00       | <b>100,00</b> | 100                               |                 | ✓            |
| 3/4"    | 19,00 | 57,4                 | 6,13       | <b>93,87</b>  | 90                                | 100             | ✓            |
| 3/8"    | 9,50  | 327,8                | 35,00      | <b>58,87</b>  | 56                                | 80              | ✓            |
| Nº 4    | 4,75  | 114,8                | 12,26      | <b>46,61</b>  | 35                                | 65              | ✓            |
| Nº 8    | 2,36  | 58,5                 | 6,25       | <b>40,37</b>  | 23                                | 49              | ✓            |
| Nº 50   | 0,30  | 216                  | 23,06      | <b>17,31</b>  | 5                                 | 19              | ✓            |
| Nº 200  | 0,08  | 143,30               | 15,30      | <b>2,01</b>   | 2                                 | 8               | ✓            |
| Fondo   | 0,000 | 18,78                | 2,01       | <b>0,00</b>   | 0                                 | 0               | ✓            |

|              |                  |
|--------------|------------------|
| <b>TOTAL</b> | <b>936,58 gr</b> |
|--------------|------------------|







**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PROVENIENTE DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEO DE ASFALTO<br>NORMA AASHTO T-30 |   |                       |                       |
|---|---|-----------------------|-----------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacifico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>    | <b>Norte:</b> 9754626 |
|   |   |                       | <b>Este:</b> 515196   |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Extracción: M3</b> |                       |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                       |                       |

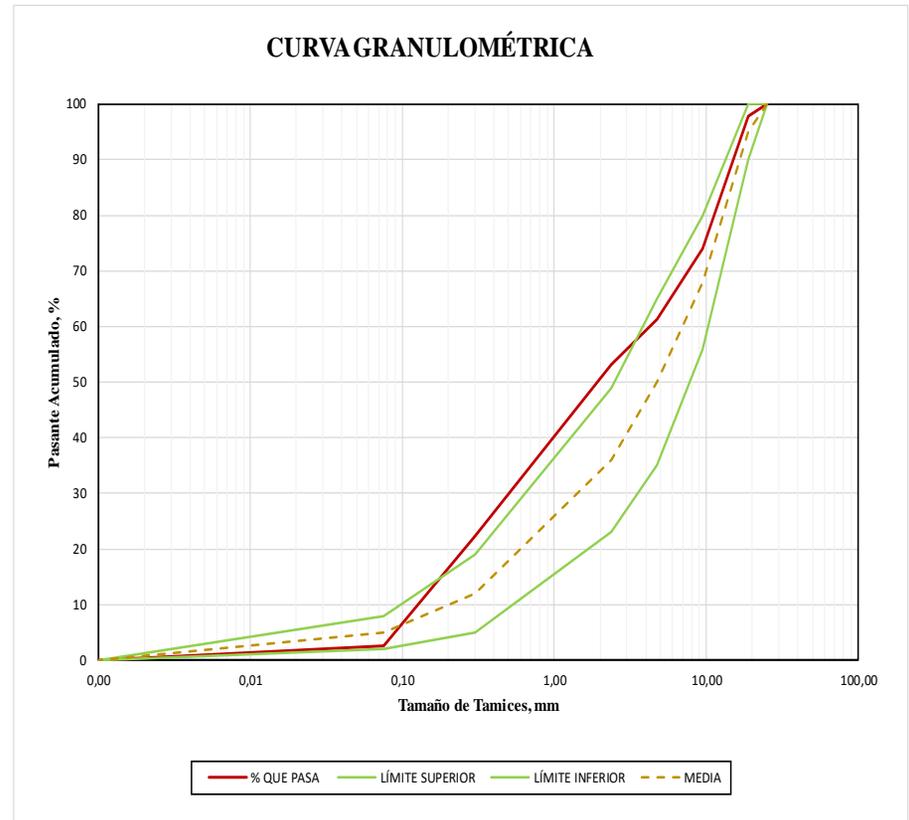
| EXTRACCIÓN DE ASFALTO: PORCENTAJE DE ASFALTO |              |
|--|--------------|
| NORMA ASTM D-2172                            |              |
| PESO INICIAL DE LA MUESTRA                   | 733          |
| PESO PAPEL FILTRO ANTES DEL ENSAYO           | 14,98        |
| PESO PAPEL FILTRO DESPUÉS DEL ENSAYO         | 15,60        |
| PESO FINAL DE LA MUESTRA                     | 679,72 gr    |
| PESO DE MUESTRA RETENIDA EN PAPEL FILTRO     | 0,62         |
| <b>PORCENTAJE DE ASFALTO EN LA MUESTRA</b>   | <b>7,18%</b> |

|   |          |      |
|---|----------|------|
| <b>TAMAÑO NOMINAL MAXIMO DEL AGREGADO</b> | 19,00 mm | 3/4" |
|---|----------|------|

| GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA RICE |                   |
|---|-------------------|
| NORMA ASTM D-2041                       |                   |
| PESO MUESTRA                            | 738               |
| PESO RECIPIENTE + AGUA                  | 7358              |
| P. MUESTRA + REC + AGUA                 | 7790              |
| Gmm                                     | <b>2,4 g/cm3.</b> |

| TAMICES |       | PESO PARCIAL<br>"gr" | % RETENIDO | % QUEPASA     | ESPECIFICACIÓN MTOP - ASTM D-3515 |                 |              |
|---------|-------|----------------------|------------|---------------|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| "in"    | "mm"  |                      |            |               | LÍMITE SUPERIOR                   | LÍMITE INFERIOR | CUMPLIMIENTO |
| 1"      | 25,00 | 0                    | 0,00       | <b>100,00</b> | 100                               |                 | ✓            |
| 3/4"    | 19,00 | 15                   | 2,21       | <b>97,79</b>  | 90                                | 100             | ✓            |
| 3/8"    | 9,50  | 161                  | 23,69      | <b>74,11</b>  | 56                                | 80              | ✓            |
| Nº 4    | 4,75  | 86,9                 | 12,78      | <b>61,32</b>  | 35                                | 65              | ✓            |
| Nº 8    | 2,36  | 55,3                 | 8,14       | <b>53,19</b>  | 23                                | 49              | ✗            |
| Nº 50   | 0,30  | 210,3                | 30,94      | <b>22,25</b>  | 5                                 | 19              | ✗            |
| Nº 200  | 0,08  | 133,60               | 19,66      | <b>2,59</b>   | 2                                 | 8               | ✓            |
| Fondo   | 0,000 | 17,62                | 2,59       | <b>0,00</b>   | 0                                 | 0               | ✓            |

|              |                  |
|--------------|------------------|
| <b>TOTAL</b> | <b>679,72 gr</b> |
|--------------|------------------|







**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



| <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PROVENIENTE DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEO DE ASFALTO</b> |   |                       |   |               |         |              |        |
|---|---|-----------------------|---|---------------|---------|--------------|--------|
| <b>NORMA AASHTO T-30</b>  |   |                       |   |               |         |              |        |
| <b>Proyecto:</b>  | "Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacifico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Avenida Décimo Octava, Ruta del Spondylus, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena" | <b>Coordenadas</b>    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Norte:</b></td> <td style="width: 50%;">9754630</td> </tr> <tr> <td><b>Este:</b></td> <td>515205</td> </tr> </table> | <b>Norte:</b> | 9754630 | <b>Este:</b> | 515205 |
| <b>Norte:</b>   | 9754630   |                       |   |               |         |              |        |
| <b>Este:</b>  | 515205  |                       |   |               |         |              |        |
| <b>Ubicación:</b>   | Vía Santa Elena - Ballenita, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena.  | <b>Extracción: M4</b> |   |               |         |              |        |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  |                       |   |               |         |              |        |

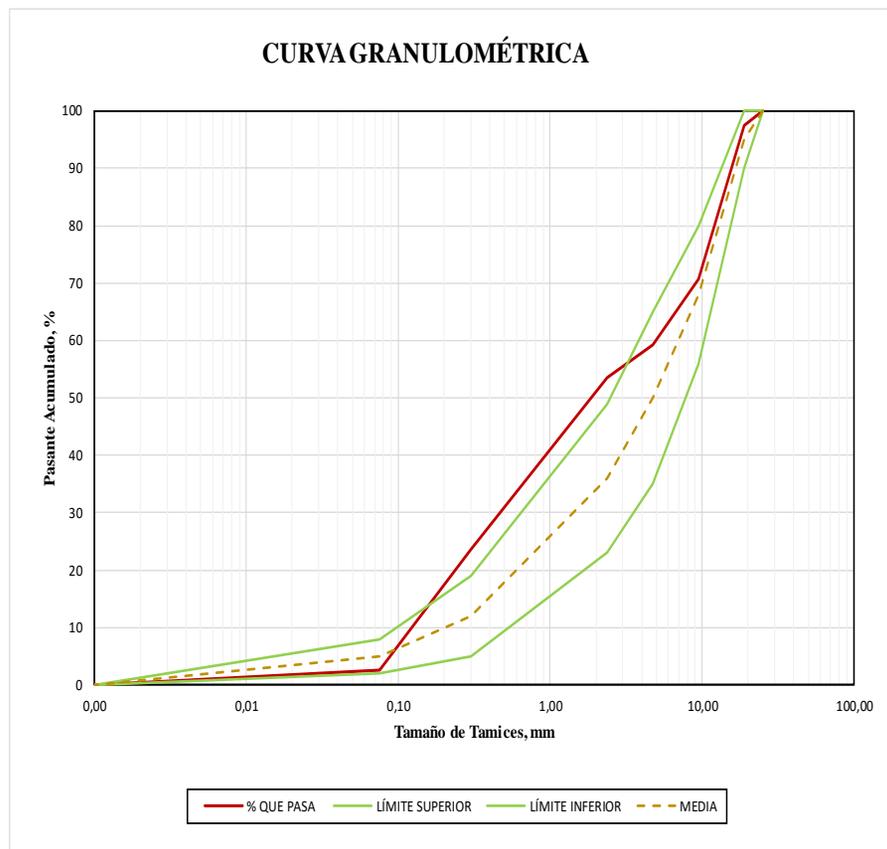
| <b>EXTRACCIÓN DE ASFALTO: PORCENTAJE DE ASFALTO</b> |              |
|---|--------------|
| <b>NORMA ASTM D-2172</b>                            |              |
| PESO INICIAL DE LA MUESTRA                          | 733          |
| PESO PAPEL FILTRO ANTES DEL ENSAYO                  | 14,28        |
| PESO PAPEL FILTRO DESPUÉS DEL ENSAYO                | 15,70        |
| PESO FINAL DE LA MUESTRA                            | 696,62 gr    |
| PESO DE MUESTRA RETENIDA EN PAPEL FILTRO            | 1,42         |
| <b>PORCENTAJE DE ASFALTO EN LA MUESTRA</b>          | <b>4,77%</b> |

|   |          |      |
|---|----------|------|
| <b>TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO</b> | 19,00 mm | 3/4" |
|---|----------|------|

| <b>GRAVEDAD ESPECIFICA MÁXIMA TEORICA RICE</b> |                   |
|--|-------------------|
| <b>NORMA ASTM D-2041</b>                       |                   |
| PESO MUESTRA                                   | 945               |
| PESO RECIPIENTE + AGUA                         | 7358              |
| P. MUESTRA + REC + AGUA                        | 7914              |
| Gmm  | <b>2,4 g/cm3.</b> |

| TAMICES |       | PESO PARCIAL<br>"gr" | % RETENIDO | % QUEPASA     | ESPECIFICACIÓN MTOP - ASTM D-3515 |                 |              |
|---------|-------|----------------------|------------|---------------|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| "in"    | "mm"  |                      |            |               | LÍMITE SUPERIOR                   | LÍMITE INFERIOR | CUMPLIMIENTO |
| 1"      | 25,00 | 0                    | 0,00       | <b>100,00</b> | 100                               |                 | ✓            |
| 3/4"    | 19,00 | 18                   | 2,58       | <b>97,42</b>  | 90                                | 100             | ✓            |
| 3/8"    | 9,50  | 186,7                | 26,80      | <b>70,62</b>  | 56                                | 80              | ✓            |
| Nº 4    | 4,75  | 79,1                 | 11,35      | <b>59,26</b>  | 35                                | 65              | ✓            |
| Nº 8    | 2,36  | 39,9                 | 5,73       | <b>53,53</b>  | 23                                | 49              | ✗            |
| Nº 50   | 0,30  | 208,3                | 29,90      | <b>23,63</b>  | 5                                 | 19              | ✗            |
| Nº 200  | 0,08  | 146,40               | 21,02      | <b>2,62</b>   | 2                                 | 8               | ✓            |
| Fondo   | 0,000 | 18,22                | 2,62       | <b>0,00</b>   | 0                                 | 0               | ✓            |

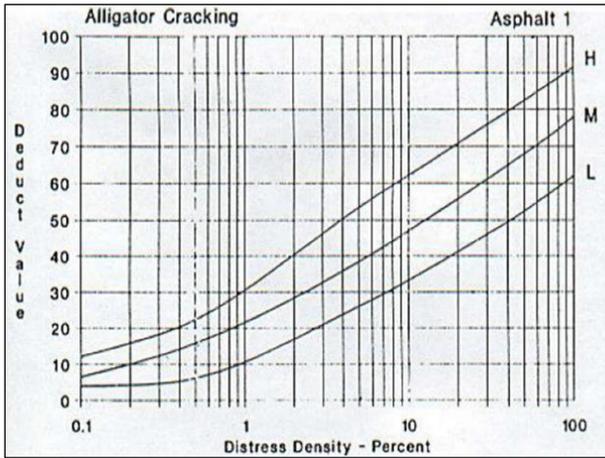
|              |                  |
|--------------|------------------|
| <b>TOTAL</b> | <b>696,62 gr</b> |
|--------------|------------------|



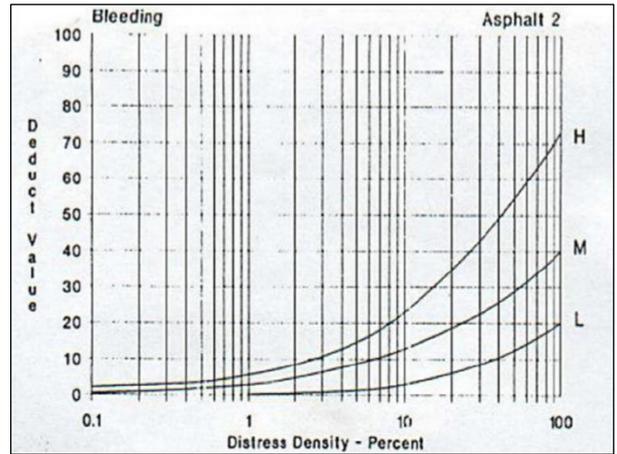


# Anexo D

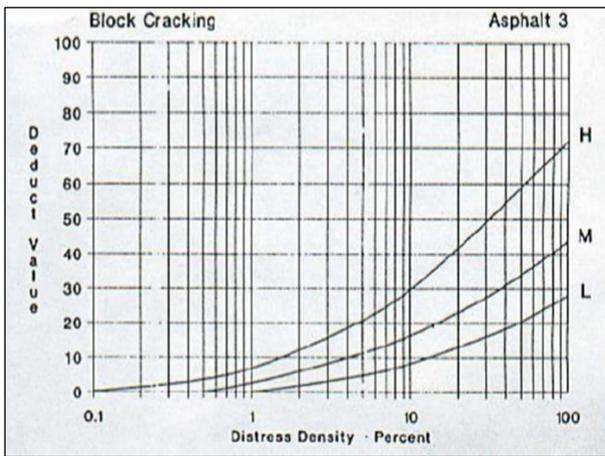
### 1. Piel de cocodrilo



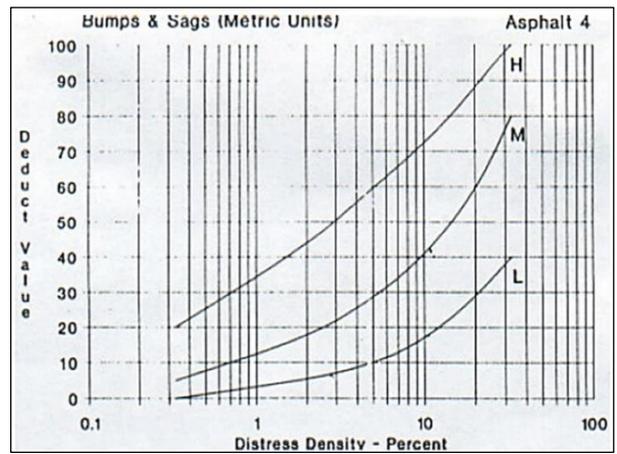
### 2. Exudación



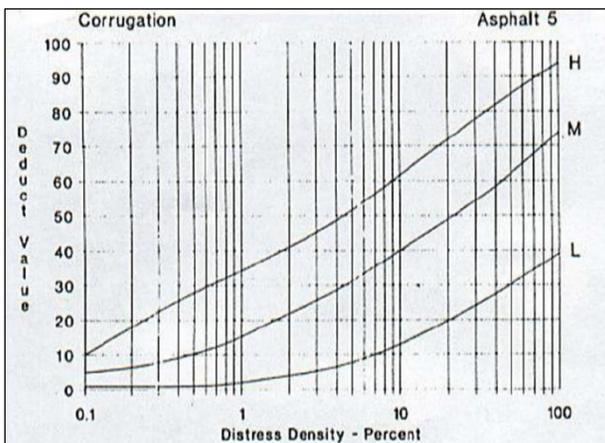
### 3. Grietas de contracción



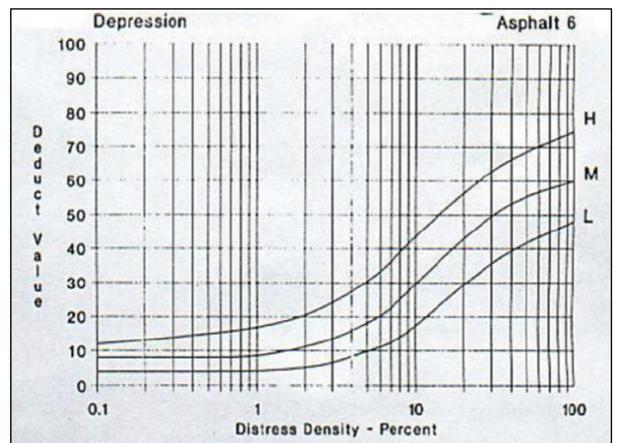
### 4. Elevaciones - Hundimientos



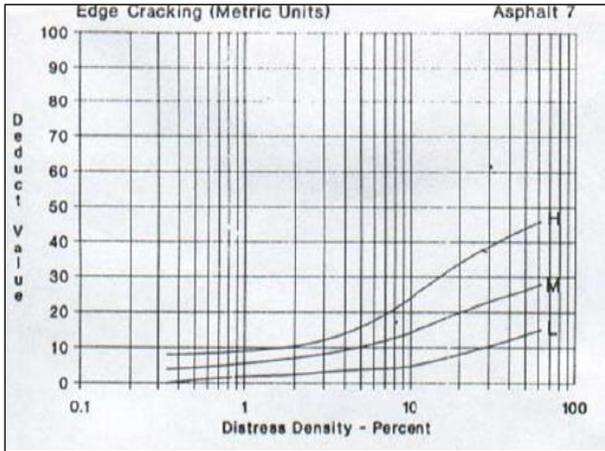
### 5. Corrugaciones



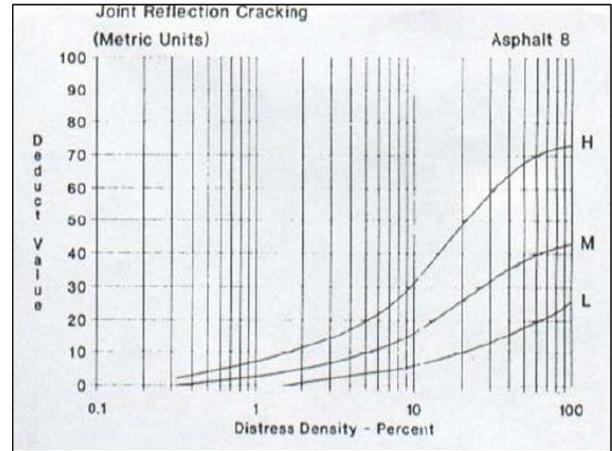
### 6. Depresiones



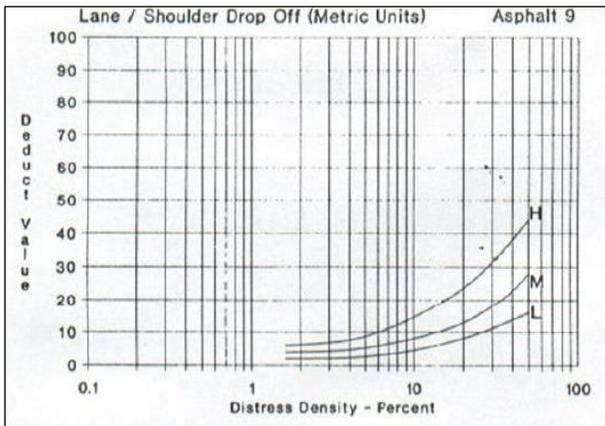
7. Grietas de borde



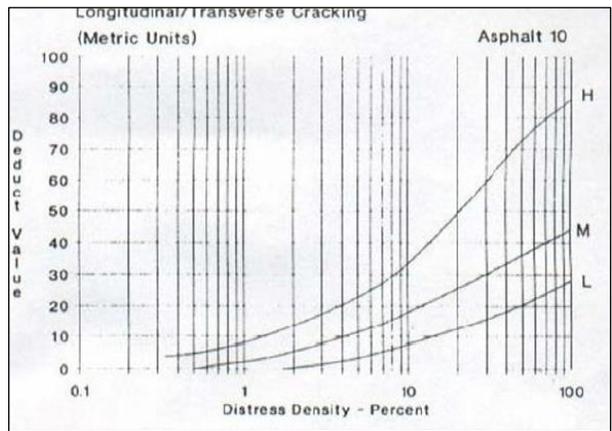
8. Grietas de reflexión de juntas



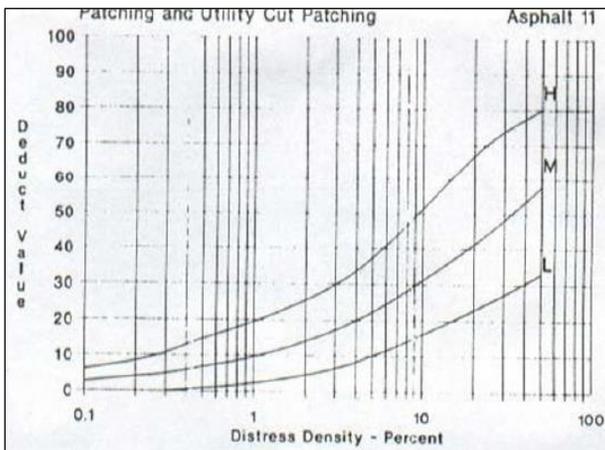
9. Desnivel calzada/berma



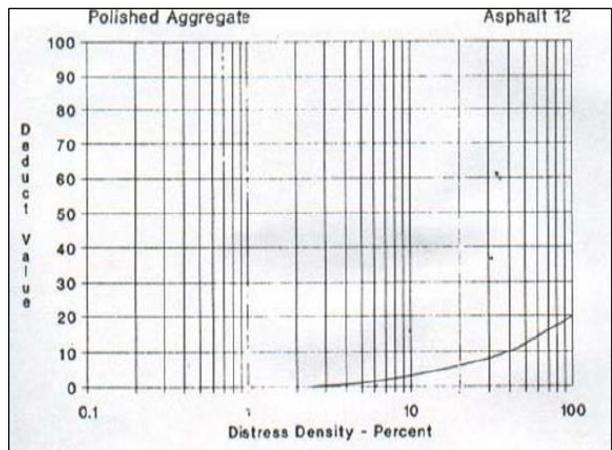
10. Grietas longitudinales y transversales



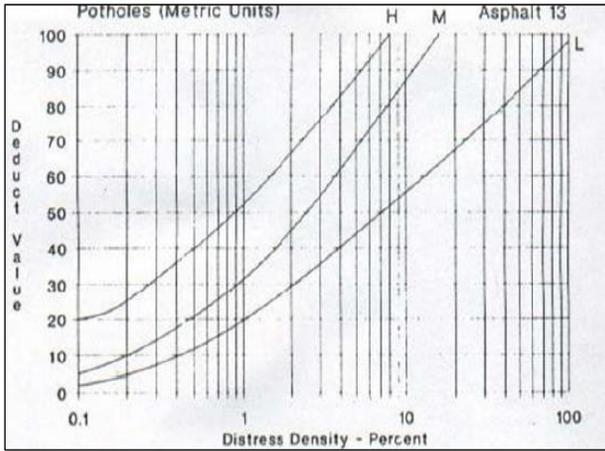
11. Baches y zanjas reparadas



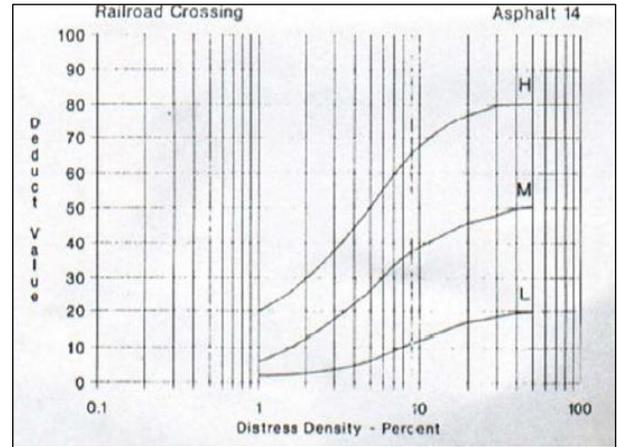
12. Agregados pulidos



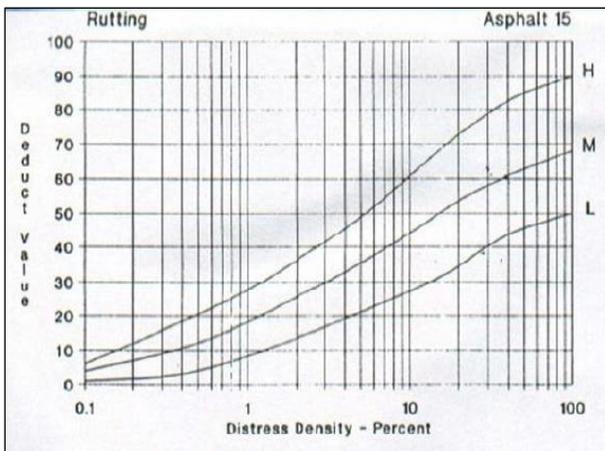
13. Huecos



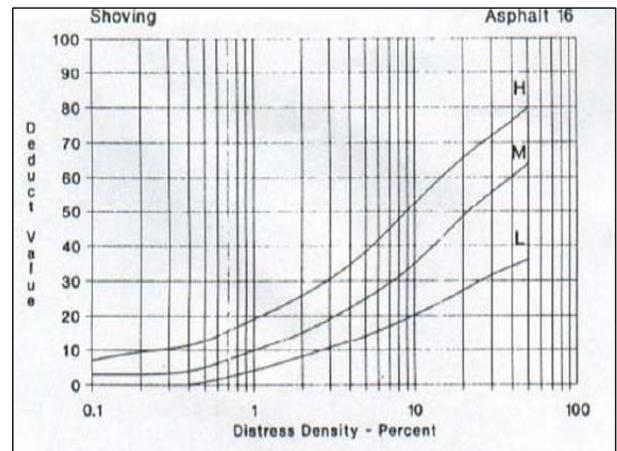
14. Cruce de sumideros de rejilla



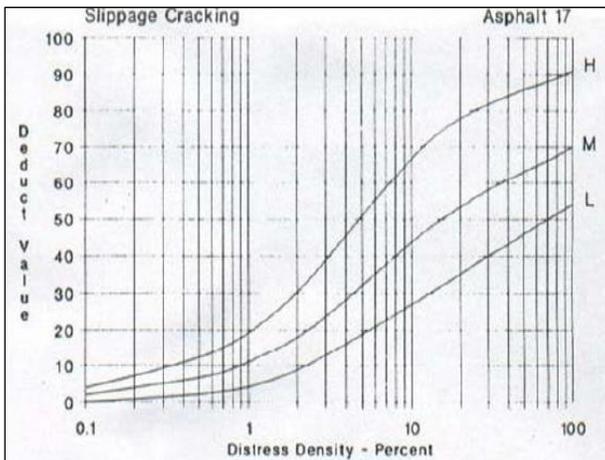
15. Ahuellamientos



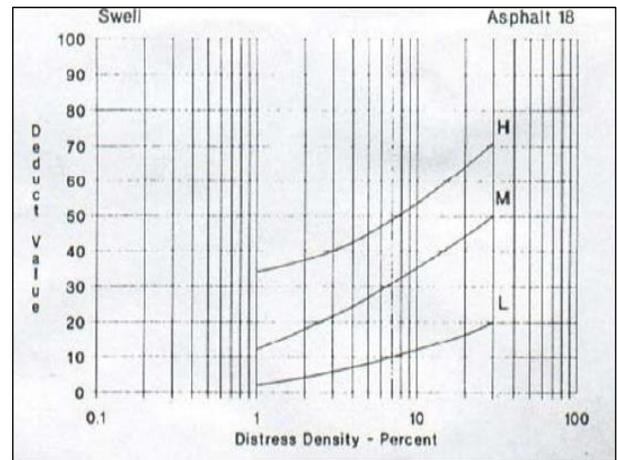
16. Deformación por empuje



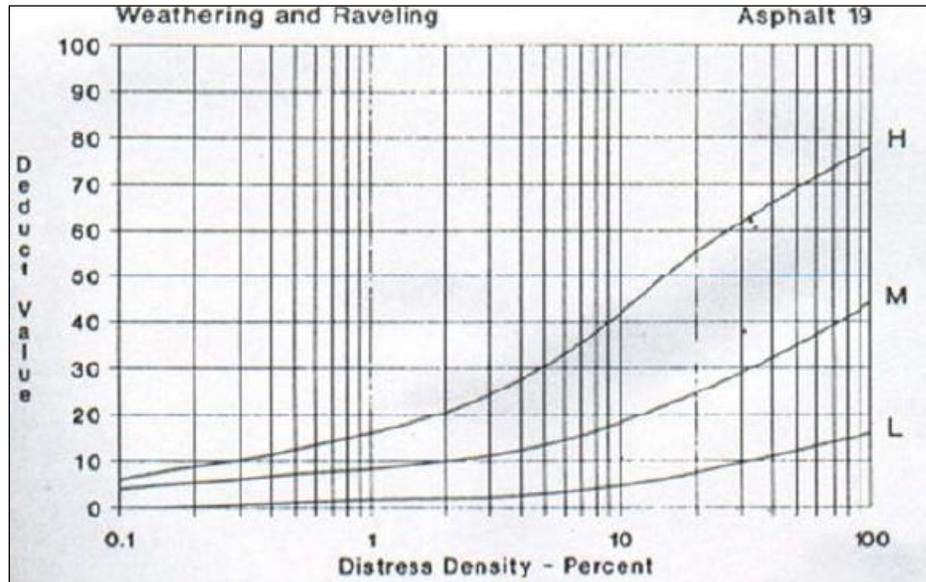
17. Grietas de deslizamiento



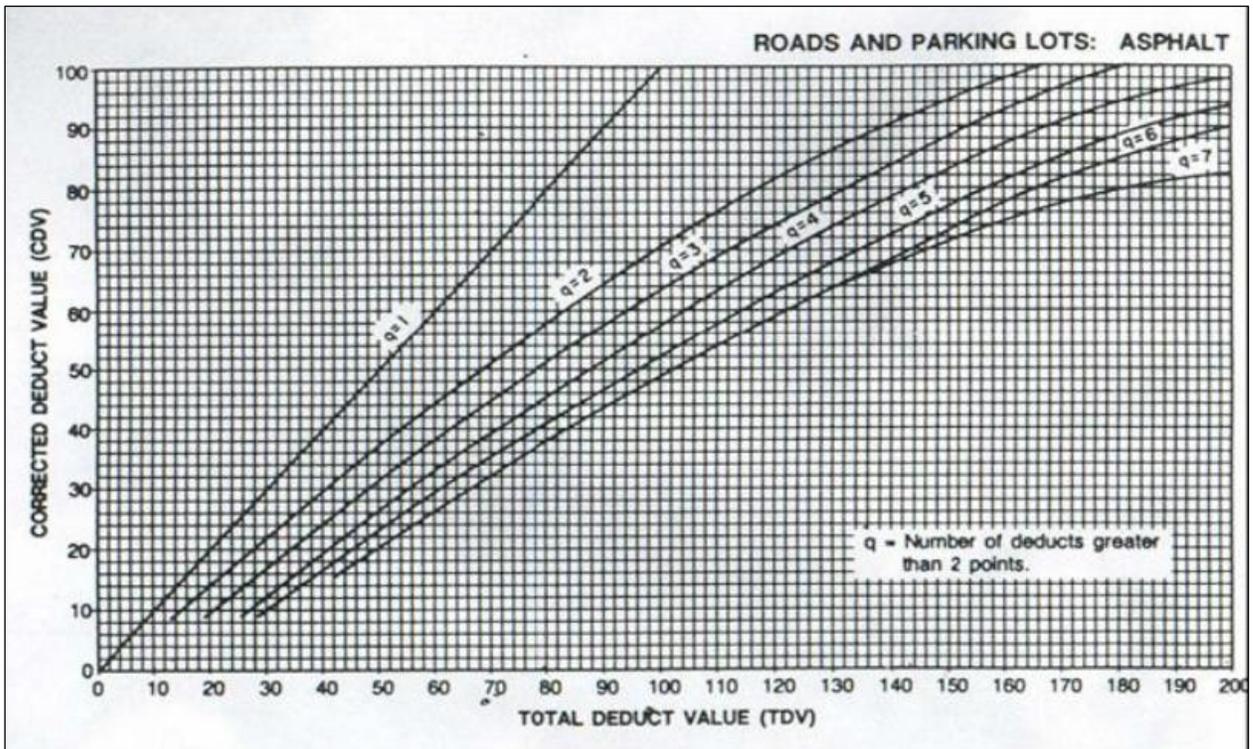
18. Hinchamiento



## 19. Disgregación y desintegración



## 20. Valor de deducción corregida (VDC)



# Anexo E



**UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |      |                         |       |
|---|---|-----------------|------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |      |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |      |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 1:</b> | UM 1 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+000 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 365  | <b>Abscisa final:</b>   | 0+050 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA IZQUIERDA |       |       |       |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |       |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área  | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| I                 | 23,5  | 0,2   | 4,7   | m <sup>2</sup> | 4,7   | H         | 1,29         | 31                |
| V                 | 2,8   | 0,18  | 0,504 | m <sup>2</sup> | 0,504 | M         | 0,14         | 5                 |
| V                 | 3     | 0,25  | 0,75  | m <sup>2</sup> | 0,75  | H         | 0,21         | 19                |
| X                 | 15    |       |       | ml             | 15    | H         | 4,11         | 24                |
| XII               | 5     | 0,3   | 1,5   | m <sup>2</sup> | 1,5   | M         | 0,41         | 0                 |
| XV                | 20    | 0,3   | 6     | m <sup>2</sup> | 6     | M         | 1,64         | 22                |
|                   |       |       |       |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 101               |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |    |    |   |       |           |     |  |
|-----------------|-------------------|----|----|----|---|-------|-----------|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |    |    |   | TOTAL | q         | CDV |  |
| 1               | 31                | 24 | 22 | 19 | 5 | 101   | 5         | 53  |  |
| 2               | 31                | 24 | 22 | 19 | 2 | 98    | 4         | 56  |  |
| 3               | 31                | 24 | 22 | 2  | 2 | 81    | 3         | 52  |  |
| 4               | 31                | 24 | 2  | 2  | 2 | 61    | 2         | 46  |  |
| 5               | 31                | 2  | 2  | 2  | 2 | 39    | 1         | 39  |  |
|                 |                   |    |    |    |   |       | MÁX.CDV = | 56  |  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 44**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**REGULAR**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |          |      |                  |       |
|---|---|----------|------|------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |          |      |                  |       |
| Tesis   | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |          |      |                  |       |
| Fecha:  | 17 de Febrero 2021  | Tramo 1: | UM 1 | Abscisa inicial: | 0+000 |
| Tesistas:   | Andrea Chonillo - Lisette Palma   | Área:    | 365  | Abscisa final:   | 0+050 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA DERECHA   |       |       |      |                |       |           |            |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |            |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad % | Valor Deducido VD |
| I                 | 10    | 0,2   | 2    | m <sup>2</sup> | 2     | H         | 0,55       | 22                |
| V                 | 2     | 0,3   | 0,6  | m <sup>2</sup> | 0,6   | M         | 0,16       | 5                 |
| X                 | 5     |       |      | ml             | 5     | M         | 1,37       | 5                 |
| XV                | 5     | 0,3   | 1,5  | m <sup>2</sup> | 1,5   | M         | 0,41       | 11                |
| Σ VD TOTAL =      |       |       |      |                |       |           |            | 43                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |   |   |  |       |    |     |  |
|-----------------|-------------------|----|---|---|--|-------|----|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |   |   |  | TOTAL | q  | CDV |  |
| 1               | 22                | 11 | 5 | 5 |  | 43    | 4  | 22  |  |
| 2               | 22                | 11 | 5 | 2 |  | 40    | 3  | 24  |  |
| 3               | 22                | 11 | 2 | 2 |  | 37    | 2  | 28  |  |
| 4               | 22                | 2  | 2 | 2 |  | 28    | 1  | 28  |  |
| MÁX.CDV =       |                   |    |   |   |  |       | 28 |     |  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 72**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**MUY BUENO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |      |                         |       |
|---|---|-----------------|------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |      |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |      |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 1:</b> | UM 2 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+050 |
| <b>Tesisistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 365  | <b>Abscisa final:</b>   | 0+100 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA IZQUIERDA |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| X                 | 12,45 |       |      | ml             | 12,45 | L         | 3,41         | 2                 |
| XI                | 9     | 1,6   | 14,4 | m <sup>2</sup> | 14,4  | M         | 3,95         | 19                |
| XV                | 3,4   | 0,5   | 1,7  | m <sup>2</sup> | 1,7   | M         | 0,47         | 12                |
| XV                | 6,7   | 0,4   | 2,68 | m <sup>2</sup> | 2,68  | M         | 0,73         | 16                |
| XV                | 1,6   | 1,25  | 2    | m <sup>2</sup> | 2     | M         | 0,55         | 13                |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 62                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |    |    |   |  |           |   |     |
|-----------------|-------------------|----|----|----|---|--|-----------|---|-----|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |    |    |   |  | TOTAL     | q | CDV |
| 1               | 19                | 16 | 13 | 12 | 2 |  | 62        | 5 | 30  |
| 2               | 19                | 16 | 13 | 12 | 2 |  | 62        | 4 | 34  |
| 3               | 19                | 16 | 13 | 2  | 2 |  | 52        | 3 | 33  |
| 4               | 19                | 16 | 2  | 2  | 2 |  | 41        | 2 | 30  |
| 5               | 19                | 2  | 2  | 2  | 2 |  | 27        | 1 | 27  |
|                 |                   |    |    |    |   |  |           |   |     |
|                 |                   |    |    |    |   |  | MÁX.CDV = |   | 34  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 66**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**BUENO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |      |                         |       |
|---|---|-----------------|------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |      |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |      |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 1:</b> | UM 2 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+050 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 365  | <b>Abscisa final:</b>   | 0+100 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA DERECHA   |       |       |       |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |       |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área  | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| I                 | 15    | 0,6   | 9     | m <sup>2</sup> | 9     | L         | 2,47         | 19                |
| IV                | 6,5   |       |       | ml             | 6,5   | H         | 1,78         | 41                |
| XI                | 3,7   | 1,4   | 5,18  | m <sup>2</sup> | 5,18  | L         | 1,42         | 11                |
| XI                | 3,1   | 1,55  | 4,805 | m <sup>2</sup> | 4,805 | L         | 1,32         | 10                |
| XII               | 2     | 0,25  | 0,5   | m <sup>2</sup> | 0,5   | M         | 0,14         | 0                 |
| XV                | 4,5   | 1,4   | 6,3   | m <sup>2</sup> | 6,3   | M         | 1,73         | 22                |
|                   |       |       |       |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 103               |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |    |    |    |  |           |   |     |  |
|-----------------|-------------------|----|----|----|----|--|-----------|---|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |    |    |    |  | TOTAL     | q | CDV |  |
| 1               | 41                | 22 | 19 | 11 | 10 |  | 103       | 5 | 55  |  |
| 2               | 41                | 22 | 19 | 11 | 2  |  | 95        | 4 | 55  |  |
| 3               | 41                | 22 | 19 | 2  | 2  |  | 86        | 3 | 55  |  |
| 4               | 41                | 22 | 2  | 2  | 2  |  | 69        | 2 | 51  |  |
| 5               | 41                | 2  | 2  | 2  | 2  |  | 49        | 1 | 49  |  |
|                 |                   |    |    |    |    |  | MÁX.CDV = |   | 55  |  |



| Rango    | Clasificación | Simbología |
|----------|---------------|------------|
| 100 – 85 | Excelente     | Dark Blue  |
| 85 – 70  | Muy Bueno     | Light Blue |
| 70 – 55  | Bueno         | Green      |
| 55 – 40  | Regular       | Yellow     |
| 40 – 25  | Malo          | Red        |
| 25 – 10  | Muy Malo      | Dark Red   |
| 10 – 0   | Fallado       | Grey       |

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 45**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**REGULAR**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |      |                         |       |
|---|---|-----------------|------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |      |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |      |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 1:</b> | UM 3 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+150 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 365  | <b>Abscisa final:</b>   | 0+200 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA IZQUIERDA |       |       |       |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |       |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área  | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| IV                | 5,85  |       |       | ml             | 5,85  | M         | 1,60         | 20                |
| IV                | 0,92  |       |       | ml             | 0,92  | M         | 0,25         | 7                 |
| XI                | 11,7  | 3,4   | 39,78 | m <sup>2</sup> | 39,78 | M         | 10,90        | 23                |
| XV                | 4,5   | 0,9   | 4,05  | m <sup>2</sup> | 4,05  | L         | 1,11         | 9                 |
|                   |       |       |       |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |       |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |       |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |       |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 59                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |   |   |  |       |           |     |  |
|-----------------|-------------------|----|---|---|--|-------|-----------|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |   |   |  | TOTAL | q         | CDV |  |
| 1               | 23                | 20 | 9 | 7 |  | 59    | 4         | 33  |  |
| 2               | 23                | 20 | 9 | 2 |  | 54    | 3         | 34  |  |
| 3               | 23                | 20 | 2 | 2 |  | 47    | 2         | 35  |  |
| 4               | 23                | 2  | 2 | 2 |  | 29    | 1         | 29  |  |
|                 |                   |    |   |   |  |       |           |     |  |
|                 |                   |    |   |   |  |       | MÁX.CDV = | 35  |  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 65**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**BUENO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |      |                         |       |
|---|---|-----------------|------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |      |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |      |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 1:</b> | UM 3 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+150 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 365  | <b>Abscisa final:</b>   | 0+200 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA DERECHA   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| II                | 1     | 0,2   | 0,2  | m <sup>2</sup> | 0,2   | L         | 0,05         | 0                 |
| IV                | 9,8   |       |      | ml             | 9,8   | L         | 2,68         | 9                 |
| X                 | 0,4   |       |      | ml             | 0,4   | L         | 0,11         | 0                 |
| X                 | 0,2   |       |      | ml             | 0,2   | L         | 0,05         | 0                 |
| X                 | 0,85  |       |      | ml             | 0,85  | M         | 0,23         | 0                 |
| V                 | 4     | 0,4   | 1,6  | m <sup>2</sup> | 1,6   | M         | 0,44         | 11                |
| XV                | 3     | 0,65  | 1,95 | m <sup>2</sup> | 1,95  | M         | 0,53         | 13                |
| XIX               | 8,5   | 0,3   | 2,55 | m <sup>2</sup> | 2,55  | M         | 0,70         | 20                |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 53                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |    |   |  |       |           |     |  |  |
|-----------------|-------------------|----|----|---|--|-------|-----------|-----|--|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |    |   |  | TOTAL | q         | CDV |  |  |
| 1               | 20                | 13 | 11 | 8 |  | 52    | 4         | 28  |  |  |
| 2               | 20                | 13 | 11 | 2 |  | 46    | 3         | 31  |  |  |
| 3               | 20                | 13 | 2  | 2 |  | 37    | 2         | 30  |  |  |
| 4               | 20                | 2  | 2  | 2 |  | 26    | 1         | 26  |  |  |
|                 |                   |    |    |   |  |       |           |     |  |  |
|                 |                   |    |    |   |  |       | MÁX.CDV = | 31  |  |  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 69**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**BUENO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |      |                         |       |
|---|---|-----------------|------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |      |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |      |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 1:</b> | UM 4 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+200 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 365  | <b>Abscisa final:</b>   | 0+250 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA IZQUIERDA |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| X                 | 15    |       |      | ml             | 15,00 | M         | 4,11         | 10                |
| XII               | 6     | 0,3   | 1,8  | m <sup>2</sup> | 1,80  | M         | 0,49         | 0                 |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 10                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |   |  |  |  |       |           |     |  |
|-----------------|-------------------|---|--|--|--|-------|-----------|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |   |  |  |  | TOTAL | q         | CDV |  |
| 1               | 10                | 2 |  |  |  | 12    | 1         | 12  |  |
|                 |                   |   |  |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |   |  |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |   |  |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |   |  |  |  |       | MÁX.CDV = | 12  |  |



| Rango    | Clasificación | Simbología |
|----------|---------------|------------|
| 100 - 85 | Excelente     | Blue       |
| 85 - 70  | Muy Bueno     | Light Blue |
| 70 - 55  | Bueno         | Green      |
| 55 - 40  | Regular       | Yellow     |
| 40 - 25  | Malo          | Red        |
| 25 - 10  |               | Dark Red   |
| 10 - 0   | Fallado       | Grey       |

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 88**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**EXCELENTE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |      |                         |       |
|---|---|-----------------|------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |      |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |      |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 1:</b> | UM 4 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+200 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 365  | <b>Abscisa final:</b>   | 0+250 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA DERECHA   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| I                 | 3     | 0,2   | 0,6  | m <sup>2</sup> | 0,6   | H         | 0,16         | 15                |
| V                 | 1,5   | 0,3   | 0,45 | m <sup>2</sup> | 0,45  | M         | 0,12         | 5                 |
| X                 | 1     |       |      | ml             | 1     | M         | 0,27         | 0                 |
| XV                | 2     | 0,3   | 0,6  | m <sup>2</sup> | 0,6   | M         | 0,16         | 7                 |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 27                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |   |   |  |  |       |           |     |  |
|-----------------|-------------------|---|---|--|--|-------|-----------|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |   |   |  |  | TOTAL | q         | CDV |  |
| 1               | 15                | 7 | 5 |  |  | 27    | 3         | 10  |  |
| 2               | 15                | 7 | 2 |  |  | 24    | 2         | 13  |  |
| 3               | 15                | 2 | 2 |  |  | 19    | 1         | 19  |  |
|                 |                   |   |   |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |   |   |  |  |       | MÁX.CDV = | 19  |  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 81**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**MUY BUENO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |      |                         |       |
|---|---|-----------------|------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |      |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |      |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 1:</b> | UM 5 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+250 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 365  | <b>Abscisa final:</b>   | 0+300 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA IZQUIERDA |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| X                 | 9,7   |       |      | ml             | 9,70  | M         | 2,66         | 9                 |
| X                 |       | 3     |      | ml             | 3,00  | M         | 0,82         | 3                 |
| X                 | 8,6   |       |      | ml             | 8,60  | M         | 2,36         | 7                 |
| XII               | 4,3   | 0,2   | 0,86 | m <sup>2</sup> | 0,86  | M         | 0,24         | 0                 |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 19                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |   |   |  |  |       |           |     |  |
|-----------------|-------------------|---|---|--|--|-------|-----------|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |   |   |  |  | TOTAL | q         | CDV |  |
| 1               | 9                 | 7 | 3 |  |  | 19    | 3         | 9   |  |
| 2               | 9                 | 7 | 2 |  |  | 18    | 2         | 14  |  |
| 3               | 9                 | 2 | 2 |  |  | 13    | 1         | 13  |  |
|                 |                   |   |   |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |   |   |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |   |   |  |  |       | MÁX.CDV = | 14  |  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 86**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**EXCELENTE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |      |                         |       |
|---|---|-----------------|------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |      |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |      |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 1:</b> | UM 5 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+250 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 365  | <b>Abscisa final:</b>   | 0+300 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA DERECHA   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| I                 | 1,2   | 0,3   | 0,36 | m <sup>2</sup> | 0,36  | M         | 0,10         | 7                 |
| X                 | 6,4   |       |      | ml             | 6,4   | M         | 1,75         | 5                 |
| X                 |       | 3,8   |      | ml             | 3,8   | M         | 1,04         | 4                 |
| X                 | 11,6  |       |      | ml             | 11,6  | M         | 3,18         | 10                |
| XV                | 1,3   | 0,4   | 0,52 | m <sup>2</sup> | 0,52  | M         | 0,14         | 13                |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 39                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |   |   |   |       |           |     |  |
|-----------------|-------------------|----|---|---|---|-------|-----------|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |   |   |   | TOTAL | q         | CDV |  |
| 1               | 13                | 10 | 7 | 5 | 4 | 39    | 5         | 16  |  |
| 2               | 13                | 10 | 7 | 5 | 2 | 37    | 4         | 17  |  |
| 3               | 13                | 10 | 7 | 2 | 2 | 34    | 3         | 20  |  |
| 4               | 13                | 10 | 2 | 2 | 2 | 29    | 2         | 21  |  |
| 5               | 13                | 2  | 2 | 2 | 2 | 21    | 1         | 21  |  |
|                 |                   |    |   |   |   |       | MÁX.CDV = | 21  |  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 79**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**MUY BUENO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |      |                         |       |
|---|---|-----------------|------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |      |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |      |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 2:</b> | UM 7 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+350 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 525  | <b>Abscisa final:</b>   | 0+400 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA IZQUIERDA |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| I                 | 3     | 0,3   | 0,9  | m <sup>2</sup> | 0,90  | M         | 0,17         | 9                 |
| IV                | 3,6   |       |      | ml             | 3,60  | H         | 0,69         | 30                |
| XII               | 7     | 0,3   | 2,1  | m <sup>2</sup> | 2,10  | M         | 0,40         | 0                 |
| XII               | 12,5  | 0,3   | 3,75 | m <sup>2</sup> | 3,75  | M         | 0,71         | 0                 |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 39                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |   |  |  |  |  |           |   |     |
|-----------------|-------------------|---|--|--|--|--|-----------|---|-----|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |   |  |  |  |  | TOTAL     | q | CDV |
| 1               | 30                | 9 |  |  |  |  | 39        | 2 | 29  |
| 2               | 30                | 2 |  |  |  |  | 32        | 1 | 33  |
|                 |                   |   |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |   |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |   |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |   |  |  |  |  | MÁX.CDV = |   | 33  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 67**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**BUENO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |      |                         |       |
|---|---|-----------------|------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |      |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |      |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 2:</b> | UM 7 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+350 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 525  | <b>Abscisa final:</b>   | 0+400 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA DERECHA   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| IV                | 1,1   |       |      | ml             | 1,10  | M         | 0,21         | 0                 |
| XII               | 9     | 0,35  | 3,15 | m <sup>2</sup> | 3,15  | M         | 0,60         | 0                 |
| XIII              | 2     |       |      | N              | 2,00  | H         | 0,38         | 35                |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 35                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |   |  |  |  |  |           |   |     |
|-----------------|-------------------|---|--|--|--|--|-----------|---|-----|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |   |  |  |  |  | TOTAL     | q | CDV |
| 1               | 30                | 5 |  |  |  |  | 35        | 1 | 35  |
|                 |                   |   |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |   |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |   |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |   |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |   |  |  |  |  | MÁX.CDV = |   | 35  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 65**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**BUENO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |      |                         |       |
|---|---|-----------------|------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |      |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |      |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 2:</b> | UM 9 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+450 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 525  | <b>Abscisa final:</b>   | 0+500 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA IZQUIERDA |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| I                 | 3     | 0,2   | 0,6  | m <sup>2</sup> | 0,60  | H         | 0,11         | 12                |
| X                 | 17,3  |       |      | ml             | 17,30 | M         | 3,30         | 9                 |
| XII               | 5     | 0,3   | 1,5  | m <sup>2</sup> | 1,50  | M         | 0,29         | 0                 |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 21                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |   |  |  |  |       |           |     |  |
|-----------------|-------------------|---|--|--|--|-------|-----------|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |   |  |  |  | TOTAL | q         | CDV |  |
| 1               | 12                | 9 |  |  |  | 21    | 2         | 14  |  |
| 2               | 12                | 2 |  |  |  | 14    | 1         | 14  |  |
|                 |                   |   |  |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |   |  |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |   |  |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |   |  |  |  |       | MÁX.CDV = | 14  |  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 86**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**EXCELENTE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |          |      |                  |       |
|---|---|----------|------|------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |          |      |                  |       |
| Tesis   | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |          |      |                  |       |
| Fecha:  | 17 de Febrero 2021  | Tramo 2: | UM 9 | Abscisa inicial: | 0+450 |
| Tesistas:   | Andrea Chonillo - Lisette Palma   | Área:    | 525  | Abscisa final:   | 0+500 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| Nº              | FALLA                                  | UNIDAD         | Nº    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA DERECHA   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| Nº                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| X                 | 18    |       |      | ml             | 18,00 | M         | 3,43         | 9                 |
| XI                | 2     | 1,5   | 3    | m <sup>2</sup> | 3,00  | H         | 0,57         | 15                |
| XII               | 7     | 0,4   | 2,8  | m <sup>2</sup> | 2,80  | M         | 0,53         | 0                 |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 24                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |   |  |  |  |  |           |    |     |
|-----------------|-------------------|---|--|--|--|--|-----------|----|-----|
| Nº              | VALORES DEDUCIDOS |   |  |  |  |  | TOTAL     | q  | CDV |
| 1               | 15                | 9 |  |  |  |  | 24        | 2  | 17  |
| 2               | 14                | 2 |  |  |  |  | 16        | 1  | 16  |
|                 |                   |   |  |  |  |  |           |    |     |
|                 |                   |   |  |  |  |  |           |    |     |
|                 |                   |   |  |  |  |  |           |    |     |
|                 |                   |   |  |  |  |  | MÁX.CDV = | 17 |     |



| Rango    | Clasificación | Simbología  |
|----------|---------------|---|
| 100 – 85 | Excelente     | <span style="background-color: #0056b3; color: white;"> </span> |
| 85 – 70  | Muy Bueno     | <span style="background-color: #00a0e3; color: white;"> </span> |
| 70 – 55  | Bueno         | <span style="background-color: #00ff00; color: white;"> </span> |
| 55 – 40  | Regular       | <span style="background-color: #ffff00; color: black;"> </span> |
| 40 – 25  | Malo          | <span style="background-color: #ff0000; color: white;"> </span> |
| 25 – 10  | Muy Malo      | <span style="background-color: #800000; color: white;"> </span> |
| 10 – 0   | Fallado       | <span style="background-color: #808080; color: white;"> </span> |

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 83**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**MUY BUENO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |       |                         |       |
|---|---|-----------------|-------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |       |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |       |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 2:</b> | UM 11 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+550 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 525   | <b>Abscisa final:</b>   | 0+600 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA IZQUIERDA |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| X                 | 10,5  |       |      | ml             | 10,5  | L         | 2,00         | 0                 |
| XI                | 7,4   | 1,3   | 9,62 | m <sup>2</sup> | 9,62  | M         | 1,83         | 13                |
| XV                | 4,2   | 0,4   | 1,68 | m <sup>2</sup> | 1,68  | M         | 0,32         | 10                |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 23                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |  |  |  |  |           |   |     |
|-----------------|-------------------|----|--|--|--|--|-----------|---|-----|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |  |  |  |  | TOTAL     | q | CDV |
| 1               | 13                | 12 |  |  |  |  | 25        | 2 | 19  |
| 2               | 13                | 2  |  |  |  |  | 15        | 1 | 15  |
|                 |                   |    |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |    |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |    |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |    |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |    |  |  |  |  | MÁX.CDV = |   | 19  |



| Rango    | Clasificación | Simbología |
|----------|---------------|------------|
| 100 – 85 | Excelente     | Dark Blue  |
| 85 – 70  | Muy Bueno     | Light Blue |
| 70 – 55  | Bueno         | Green      |
| 55 – 40  | Regular       | Yellow     |
| 40 – 25  | Malo          | Red        |
| 25 – 10  | Muy Malo      | Dark Red   |
| 10 – 0   | Fallado       | Grey       |

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 81**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**MUY BUENO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |       |                         |       |
|---|---|-----------------|-------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |       |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |       |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 2:</b> | UM 11 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+550 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 525   | <b>Abscisa final:</b>   | 0+600 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA DERECHA   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| X                 | 15,3  |       |      | ml             | 15,30 | M         | 2,91         | 8                 |
| XI                | 2,7   | 1,4   | 3,78 | m <sup>2</sup> | 3,78  | H         | 0,72         | 19                |
| XII               | 7,2   | 0,3   | 2,16 | m <sup>2</sup> | 2,16  | M         | 0,41         | 0                 |
| XV                | 5,2   | 0,35  | 1,82 | m <sup>2</sup> | 1,82  | M         | 0,35         | 11                |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 38                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |   |  |  |  |           |   |     |
|-----------------|-------------------|----|---|--|--|--|-----------|---|-----|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |   |  |  |  | TOTAL     | q | CDV |
| 1               | 19                | 11 | 8 |  |  |  | 38        | 3 | 23  |
| 2               | 19                | 11 | 2 |  |  |  | 32        | 2 | 24  |
| 3               | 19                | 2  | 2 |  |  |  | 23        | 1 | 23  |
|                 |                   |    |   |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |    |   |  |  |  | MÁX.CDV = |   | 24  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 76**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**MUY BUENO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |          |       |                  |       |
|---|---|----------|-------|------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |          |       |                  |       |
| Tesis   | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |          |       |                  |       |
| Fecha:  | 17 de Febrero 2021  | Tramo 2: | UM 13 | Abscisa inicial: | 0+650 |
| Tesistas:   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | Área:    | 525   | Abscisa final:   | 0+700 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA IZQUIERDA |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| I                 | 1,5   | 1,3   | 1,95 | m <sup>2</sup> | 1,95  | M         | 0,37         | 14                |
| X                 | 2,8   |       |      | ml             | 2,80  | H         | 0,53         | 7                 |
| XIX               | 7     | 2,2   | 15,4 | m <sup>2</sup> | 15,4  | H         | 2,93         | 24                |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 45                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |   |  |  |       |           |     |  |
|-----------------|-------------------|----|---|--|--|-------|-----------|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |   |  |  | TOTAL | q         | CDV |  |
| 1               | 24                | 14 | 7 |  |  | 45    | 3         | 28  |  |
| 2               | 24                | 14 | 2 |  |  | 40    | 2         | 30  |  |
| 3               | 24                | 2  | 2 |  |  | 28    | 1         | 28  |  |
|                 |                   |    |   |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |    |   |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |    |   |  |  |       | MÁX.CDV = | 30  |  |



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

$PCI = 100 - CDV$   
 $PCI = 70$   
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO BUENO**





**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |       |                         |       |
|---|---|-----------------|-------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |       |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |       |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 2:</b> | UM 15 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+750 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 525   | <b>Abscisa final:</b>   | 0+800 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA IZQUIERDA |       |       |       |                |       |           |            |                   |
|-------------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-----------|------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |       |                |       |           |            |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área  | Unidad         | Total | Severidad | Densidad % | Valor Deducido VD |
| I                 | 9,3   | 0,2   | 1,86  | m <sup>2</sup> | 1,86  | H         | 0,35       | 20                |
| I                 | 7,2   | 0,2   | 1,44  | m <sup>2</sup> | 1,44  | H         | 0,27       | 18                |
| I                 | 11,1  | 0,3   | 3,33  | m <sup>2</sup> | 3,33  | H         | 0,63       | 26                |
| X                 | 2,7   |       |       | ml             | 2,70  | M         | 0,51       | 0                 |
| XI                | 11,3  | 0,7   | 7,91  | m <sup>2</sup> | 7,91  | M         | 1,51       | 11                |
| XV                | 8,7   | 0,35  | 3,045 | m <sup>2</sup> | 3,045 | M         | 0,58       | 14                |
| XV                | 6,2   | 0,3   | 1,86  | m <sup>2</sup> | 1,86  | M         | 0,35       | 12                |
| Σ VD TOTAL =      |       |       |       |                |       |           |            | 101               |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |    |    |    |    |     |       |    |     |
|-----------------|-------------------|----|----|----|----|----|-----|-------|----|-----|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |    |    |    |    |     | TOTAL | q  | CDV |
| 1               | 26                | 20 | 18 | 14 | 12 | 11 | 101 | 6     | 49 |     |
| 2               | 26                | 20 | 18 | 14 | 12 | 2  | 92  | 5     | 48 |     |
| 3               | 26                | 20 | 18 | 14 | 2  | 2  | 82  | 4     | 47 |     |
| 4               | 26                | 20 | 18 | 2  | 2  | 2  | 70  | 3     | 45 |     |
| 5               | 26                | 20 | 2  | 2  | 2  | 2  | 54  | 2     | 40 |     |
| 6               | 26                | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 36  | 1     | 36 |     |
| MÁX.CDV =       |                   |    |    |    |    |    |     |       | 49 |     |



| Rango    | Clasificación | Simbología  |
|----------|---------------|---|
| 100 – 85 | Excelente     | <span style="background-color: #0056b3; color: white;"> </span> |
| 85 – 70  | Muy Bueno     | <span style="background-color: #00a0e3; color: white;"> </span> |
| 70 – 55  | Bueno         | <span style="background-color: #00ff00; color: white;"> </span> |
| 55 – 40  | Regular       | <span style="background-color: #ffff00; color: white;"> </span> |
| 40 – 25  | Malo          | <span style="background-color: #ff0000; color: white;"> </span> |
| 25 – 10  | Muy Malo      | <span style="background-color: #800000; color: white;"> </span> |
| 10 – 0   | Fallado       | <span style="background-color: #808080; color: white;"> </span> |

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 51**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**REGULAR**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |          |       |                  |       |
|---|---|----------|-------|------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |          |       |                  |       |
| Tesis   | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |          |       |                  |       |
| Fecha:  | 17 de Febrero 2021  | Tramo 2: | UM 15 | Abscisa inicial: | 0+750 |
| Tesistas:   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | Área:    | 525   | Abscisa final:   | 0+800 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA DERECHA   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| I                 | 10    | 0,3   | 3    | m <sup>2</sup> | 3,00  | H         | 0,57         | 24                |
| I                 | 4,5   | 0,3   | 1,35 | m <sup>2</sup> | 1,35  | H         | 0,26         | 18                |
| X                 | 3     |       |      | ml             | 3,00  | M         | 0,57         | 1                 |
| XI                | 3     | 0,1   | 0,3  | m <sup>2</sup> | 0,30  | H         | 0,06         | 0                 |
| XIII              | 2     |       |      | N              | 2,00  | M         | 0,38         | 17                |
| XV                | 5     | 0,4   | 2    | m <sup>2</sup> | 2     | H         | 0,38         | 18                |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 78                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |    |    |  |       |           |     |  |
|-----------------|-------------------|----|----|----|--|-------|-----------|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |    |    |  | TOTAL | q         | CDV |  |
| 1               | 24                | 18 | 18 | 17 |  | 77    | 4         | 44  |  |
| 2               | 24                | 18 | 18 | 2  |  | 62    | 3         | 40  |  |
| 3               | 24                | 18 | 2  | 2  |  | 46    | 2         | 34  |  |
| 4               | 24                | 2  | 2  | 2  |  | 30    | 1         | 30  |  |
|                 |                   |    |    |    |  |       |           |     |  |
|                 |                   |    |    |    |  |       | MÁX.CDV = | 44  |  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 56**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**BUENO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |          |       |                  |       |
|---|---|----------|-------|------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |          |       |                  |       |
| Tesis   | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |          |       |                  |       |
| Fecha:  | 17 de Febrero 2021  | Tramo 2: | UM 17 | Abscisa inicial: | 0+850 |
| Tesistas:   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | Área:    | 525   | Abscisa final:   | 0+900 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA IZQUIERDA |       |       |       |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |       |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área  | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| I                 | 9,7   | 2,5   | 24,25 | m <sup>2</sup> | 24,25 | H         | 4,62         | 52                |
| I                 | 8,6   | 1,1   | 9,46  | m <sup>2</sup> | 9,46  | H         | 1,80         | 38                |
| X                 | 1,3   |       |       | ml             | 1,30  | M         | 0,25         | 0                 |
| XI                | 0,8   | 0,2   | 0,16  | m <sup>2</sup> | 0,16  | H         | 0,03         | 0                 |
| XV                | 4,6   | 0,3   | 1,38  | m <sup>2</sup> | 1,38  | H         | 0,26         | 15                |
|                   |       |       |       |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |       |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 105               |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |    |  |  |       |           |     |  |
|-----------------|-------------------|----|----|--|--|-------|-----------|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |    |  |  | TOTAL | q         | CDV |  |
| 1               | 52                | 38 | 15 |  |  | 105   | 3         | 69  |  |
| 2               | 52                | 38 | 2  |  |  | 92    | 2         | 66  |  |
| 3               | 52                | 2  | 2  |  |  | 56    | 1         | 56  |  |
|                 |                   |    |    |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |    |    |  |  |       | MÁX.CDV = | 69  |  |



| Rango    | Clasificación | Simbología  |
|----------|---------------|---|
| 100 – 85 | Excelente     | <span style="background-color: #0056b3; color: white;"> </span> |
| 85 – 70  | Muy Bueno     | <span style="background-color: #00a0e3; color: white;"> </span> |
| 70 – 55  | Bueno         | <span style="background-color: #00ff00; color: white;"> </span> |
| 55 – 40  | Regular       | <span style="background-color: #ffa500; color: white;"> </span> |
| 40 – 25  | Malo          | <span style="background-color: #ff0000; color: white;"> </span> |
| 25 – 10  | Muy Malo      | <span style="background-color: #800000; color: white;"> </span> |
| 10 – 0   | Fallado       | <span style="background-color: #808080; color: white;"> </span> |

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 31**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**MALO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |       |                         |       |
|---|---|-----------------|-------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |       |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |       |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 2:</b> | UM 17 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+850 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 525   | <b>Abscisa final:</b>   | 0+900 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA DERECHA   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| IV                | 2,7   |       |      | ml             | 2,70  | M         | 0,51         | 8                 |
| XII               | 8,1   | 0,4   | 3,24 | m <sup>2</sup> | 3,24  | M         | 0,62         | 0                 |
| XIII              | 1     |       |      | N              | 1,00  | H         | 0,19         | 25                |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 33                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |   |  |  |  |       |           |     |  |
|-----------------|-------------------|---|--|--|--|-------|-----------|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |   |  |  |  | TOTAL | q         | CDV |  |
| 1               | 25                | 8 |  |  |  | 33    | 2         | 24  |  |
| 2               | 25                | 2 |  |  |  | 27    | 1         | 27  |  |
|                 |                   |   |  |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |   |  |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |   |  |  |  |       |           |     |  |
|                 |                   |   |  |  |  |       | MÁX.CDV = | 27  |  |



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

$PCI = 100 - CDV$   
 $PCI = 73$   
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**MUY BUENO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |          |       |                  |       |
|---|---|----------|-------|------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |          |       |                  |       |
| Tesis   | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |          |       |                  |       |
| Fecha:  | 17 de Febrero 2021  | Tramo 2: | UM 19 | Abscisa inicial: | 0+950 |
| Tesistas:   | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | Área:    | 525   | Abscisa final:   | 1+000 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA IZQUIERDA |       |       |      |                |        |           |            |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|--------|-----------|------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |        |           |            |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total  | Severidad | Densidad % | Valor Deducido VD |
| I                 | 1     | 0,7   | 0,7  | m <sup>2</sup> | 0,70   | M         | 0,13       | 8                 |
| I                 | 1     | 2     | 2    | m <sup>2</sup> | 2,00   | H         | 0,38       | 20                |
| X                 | 3,5   |       |      | ml             | 3,50   | H         | 0,67       | 7                 |
| X                 | 13    |       |      | ml             | 13,00  | M         | 2,48       | 8                 |
| II                | 30    | 3,5   | 105  | m <sup>2</sup> | 105,00 | H         | 20,00      | 34                |
| XIX               | 6     | 3     | 18   | m <sup>2</sup> | 18     | H         | 3,43       | 25                |
| Σ VD TOTAL =      |       |       |      |                |        |           |            | 102               |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |    |   |   |   |       |   |     |  |
|-----------------|-------------------|----|----|---|---|---|-------|---|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |    |   |   |   | TOTAL | q | CDV |  |
| 1               | 34                | 25 | 20 | 8 | 8 | 7 | 102   | 6 | 51  |  |
| 2               | 34                | 25 | 20 | 8 | 8 | 2 | 97    | 5 | 51  |  |
| 3               | 34                | 25 | 20 | 8 | 2 | 2 | 91    | 4 | 52  |  |
| 4               | 34                | 25 | 20 | 2 | 2 | 2 | 85    | 3 | 55  |  |
| 5               | 34                | 25 | 2  | 2 | 2 | 2 | 67    | 2 | 49  |  |
| 6               | 34                | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 44    | 1 | 44  |  |
| MÁX.CDV =       |                   |    |    |   |   |   |       |   | 55  |  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 45**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**REGULAR**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |       |                         |       |
|---|---|-----------------|-------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |       |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |       |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 2:</b> | UM 19 | <b>Abscisa inicial:</b> | 0+950 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 525   | <b>Abscisa final:</b>   | 1+000 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| CALZADA DERECHA   |       |       |       |                |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| FALLAS EXISTENTES |       |       |       |                |       |           |              |                   |
| N°                | Largo | Ancho | Área  | Unidad         | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| I                 | 2     | 3     | 6     | m <sup>2</sup> | 6,00  | H         | 1,14         | 31                |
| I                 | 25    | 0,4   | 10    | m <sup>2</sup> | 10,00 | H         | 1,90         | 40                |
| I                 | 25    | 0,3   | 7,5   | m <sup>2</sup> | 7,50  | H         | 1,43         | 34                |
| X                 | 10    |       |       | ml             | 10,00 | H         | 1,90         | 12                |
| X                 | 8,5   |       |       | ml             | 8,50  | L         | 1,62         | 0                 |
| XI                | 4,5   | 2,5   | 11,25 | m <sup>2</sup> | 4,50  | M         | 0,86         | 9                 |
|                   |       |       |       |                |       |           |              |                   |
|                   |       |       |       |                |       |           | Σ VD TOTAL = | 126               |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |    |    |   |       |           |     |  |  |
|-----------------|-------------------|----|----|----|---|-------|-----------|-----|--|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |    |    |   | TOTAL | q         | CDV |  |  |
| 1               | 40                | 34 | 31 | 12 | 9 | 126   | 5         | 66  |  |  |
| 2               | 40                | 34 | 31 | 12 | 2 | 119   | 4         | 68  |  |  |
| 3               | 40                | 34 | 31 | 2  | 2 | 109   | 3         | 68  |  |  |
| 4               | 40                | 34 | 2  | 2  | 2 | 80    | 2         | 58  |  |  |
| 5               | 40                | 2  | 2  | 2  | 2 | 48    | 1         | 48  |  |  |
|                 |                   |    |    |    |   |       |           |     |  |  |
|                 |                   |    |    |    |   |       | MÁX.CDV = | 68  |  |  |



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

$PCI = 100 - CDV$   
 $PCI = 32$   
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MALO**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |       |                         |       |
|---|---|-----------------|-------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |       |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |       |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 4:</b> | UM 29 | <b>Abscisa inicial:</b> | 1+480 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 365   | <b>Abscisa final:</b>   | 1+530 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |                |       |           |            |                   |
|-------------------|-------|-------|------|----------------|-------|-----------|------------|-------------------|
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad         | Total | Severidad | Densidad % | Valor Deducido VD |
| XIX               | 0,8   | 0,8   | 0,64 | m <sup>2</sup> | 0,80  | H         | 0,22       | 9                 |
| X                 | 0,9   |       |      | ml             | 0,90  | H         | 0,25       | 0                 |
| X                 | 2,5   |       |      | ml             | 2,50  | H         | 0,68       | 7                 |
| X                 | 0,4   |       |      | ml             | 0,40  | H         | 0,11       | 0                 |
| X                 | 15    |       |      | ml             | 15,00 | H         | 4,11       | 21                |
| X                 | 7     |       |      | ml             | 7,00  | H         | 1,92       | 13                |
| X                 | 10    |       |      | ml             | 10,00 | H         | 2,74       | 16                |
| XII               | 3     | 0,2   | 0,6  | m <sup>2</sup> | 0,6   | M         | 0,16       | 0                 |
| Σ VD TOTAL =      |       |       |      |                |       |           |            | 66                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |    |    |   |   |       |   |     |  |
|-----------------|-------------------|----|----|---|---|-------|---|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |    |    |   |   | TOTAL | q | CDV |  |
| 1               | 21                | 16 | 13 | 9 | 7 | 66    | 5 | 33  |  |
| 2               | 21                | 16 | 13 | 9 | 2 | 61    | 4 | 34  |  |
| 3               | 21                | 16 | 13 | 2 | 2 | 54    | 3 | 34  |  |
| 4               | 21                | 16 | 2  | 2 | 2 | 43    | 2 | 33  |  |
| 5               | 21                | 2  | 2  | 2 | 2 | 29    | 1 | 29  |  |
| MÁX.CDV =       |                   |    |    |   |   |       |   | 34  |  |



| Rango    | Clasificación | Simbología |
|----------|---------------|------------|
| 100 – 85 | Excelente     | Blue       |
| 85 – 70  | Muy Bueno     | Light Blue |
| 70 – 55  | Bueno         | Green      |
| 55 – 40  | Regular       | Yellow     |
| 40 – 25  | Malo          | Red        |
| 25 – 10  | Muy Malo      | Dark Red   |
| 10 – 0   | Fallado       | Grey       |

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 66**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**Bueno**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |       |                         |       |
|---|---|-----------------|-------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |       |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |       |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 4:</b> | UM 30 | <b>Abscisa inicial:</b> | 1+530 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 365   | <b>Abscisa final:</b>   | 1+580 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| FALLAS EXISTENTES   |       |       |      |        |       |           |            |                   |
|---------------------|-------|-------|------|--------|-------|-----------|------------|-------------------|
| N°                  | Largo | Ancho | Área | Unidad | Total | Severidad | Densidad % | Valor Deducido VD |
| X                   | 30    |       |      | ml     | 30,00 | M         | 8,22       | 17                |
| X                   | 23,3  |       |      | ml     | 23,30 | M         | 6,38       | 14                |
| X                   | 11,3  |       |      | ml     | 11,30 | M         | 3,10       | 8                 |
| X                   |       | 5,2   |      | ml     | 5,20  | M         | 1,42       | 4                 |
| X                   |       | 4,2   |      | ml     | 4,20  | M         | 1,15       | 0                 |
| <b>Σ VD TOTAL =</b> |       |       |      |        |       |           |            | <b>43</b>         |

| CÁLCULO DEL PCI  |                   |    |   |   |  |       |           |     |  |
|------------------|-------------------|----|---|---|--|-------|-----------|-----|--|
| N°               | VALORES DEDUCIDOS |    |   |   |  | TOTAL | q         | CDV |  |
| 1                | 17                | 14 | 8 | 4 |  | 43    | 4         | 22  |  |
| 2                | 17                | 14 | 8 | 2 |  | 41    | 3         | 25  |  |
| 3                | 17                | 14 | 2 | 2 |  | 35    | 2         | 27  |  |
| 4                | 17                | 2  | 2 | 2 |  | 23    | 1         | 23  |  |
| <b>MÁX.CDV =</b> |                   |    |   |   |  |       | <b>27</b> |     |  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 73**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**Muy Bueno**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |       |                         |       |
|---|---|-----------------|-------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |       |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |       |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 4:</b> | UM 31 | <b>Abscisa inicial:</b> | 1+580 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 365   | <b>Abscisa final:</b>   | 1+630 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |        |       |           |              |                   |
|-------------------|-------|-------|------|--------|-------|-----------|--------------|-------------------|
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad | Total | Severidad | Densidad %   | Valor Deducido VD |
| X                 | 40,8  |       |      | ml     | 40,80 | H         | 11,18        | 34                |
|                   |       |       |      |        |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |        |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |        |       |           |              |                   |
|                   |       |       |      |        |       |           | Σ VD TOTAL = | 34                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |   |  |  |  |  |           |   |     |
|-----------------|-------------------|---|--|--|--|--|-----------|---|-----|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |   |  |  |  |  | TOTAL     | q | CDV |
| 1               | 34                | 2 |  |  |  |  | 36        | 1 | 36  |
|                 |                   |   |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |   |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |   |  |  |  |  |           |   |     |
|                 |                   |   |  |  |  |  | MÁX.CDV = |   | 36  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 64**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**Bueno**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MÉTODO PCI |   |                 |       |                         |       |
|---|---|-----------------|-------|-------------------------|-------|
| Norma ASTM D 6433-03  |   |                 |       |                         |       |
| <b>Tesis</b>  | "Estudio y Evaluación Estructural del Pavimento Flexible del tramo de la vía Troncal del Pacífico comprendido entre la calle 24 de Mayo y la Yee de Ballenita, Sector Terminal Terrestre" |                 |       |                         |       |
| <b>Fecha:</b>   | 17 de Febrero 2021  | <b>Tramo 4:</b> | UM 32 | <b>Abscisa inicial:</b> | 1+630 |
| <b>Tesistas:</b>  | Andrea Chonillo - Lissette Palma  | <b>Área:</b>    | 365   | <b>Abscisa final:</b>   | 1+680 |

| TIPOS DE FALLAS |  |                |       |                               |                |
|-----------------|--|----------------|-------|-------------------------------|----------------|
| N°              | FALLA                                  | UNIDAD         | N°    | FALLA                         | UNIDAD         |
| I               | Piel de cocodrilo                      | m <sup>2</sup> | XI    | Bacheo y zanjas reparadas     | m <sup>2</sup> |
| II              | Exudación                              | m <sup>2</sup> | XII   | Agregados pulidos             | m <sup>2</sup> |
| III             | Grietas de contracción                 | m <sup>2</sup> | XIII  | Huecos                        | N              |
| IV              | Elevaciones - Hundimientos             | ml             | XIV   | Cruce de sumideros de rejilla | m <sup>2</sup> |
| V               | Corrugaciones                          | m <sup>2</sup> | XV    | Ahuellamientos                | m <sup>2</sup> |
| VI              | Depresiones                            | m <sup>2</sup> | XVI   | Deformación por empuje        | m <sup>2</sup> |
| VII             | Grietas de borde                       | ml             | XVII  | Grietas de deslizamiento      | m <sup>2</sup> |
| VIII            | Grietas de reflexión de juntas         | ml             | XVIII | Hinchamiento                  | m <sup>2</sup> |
| IX              | Desnivel calzada/berma                 | ml             | XIX   | Disgregación y desintegración | m <sup>2</sup> |
| X               | Grietas longitudinales y transversales | ml             |       |                               |                |

UNA SOLA C

| FALLAS EXISTENTES |       |       |      |        |       |           |            |                   |
|-------------------|-------|-------|------|--------|-------|-----------|------------|-------------------|
| N°                | Largo | Ancho | Área | Unidad | Total | Severidad | Densidad % | Valor Deducido VD |
| X                 | 35,4  |       |      | ml     | 35,40 | M         | 9,70       | 18                |
| X                 | 5,3   |       |      | ml     | 5,30  | M         | 1,45       | 4                 |
| X                 | 1,2   |       |      | ml     | 1,20  | M         | 0,33       | 0                 |
| X                 | 6,5   |       |      | ml     | 6,50  | M         | 1,78       | 5                 |
| X                 |       | 4,3   |      | ml     | 4,30  | M         | 1,18       | 3                 |
| Σ VD TOTAL =      |       |       |      |        |       |           |            | 30                |

| CÁLCULO DEL PCI |                   |   |   |   |  |       |   |     |  |
|-----------------|-------------------|---|---|---|--|-------|---|-----|--|
| N°              | VALORES DEDUCIDOS |   |   |   |  | TOTAL | q | CDV |  |
| 1               | 18                | 5 | 4 | 3 |  | 30    | 4 | 13  |  |
| 2               | 18                | 5 | 4 | 2 |  | 29    | 3 | 16  |  |
| 3               | 18                | 5 | 2 | 2 |  | 27    | 2 | 20  |  |
| 4               | 18                | 2 | 2 | 2 |  | 24    | 1 | 24  |  |
| MÁX.CDV =       |                   |   |   |   |  |       |   | 24  |  |



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

**PCI = 100 - CDV**  
**PCI = 76**  
**CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**Muy Bueno**

# Anexo F

Fallas de grietas longitudinales y transversales de severidad alta



Falla de huecos de severidad alta.



Falla de huecos de severidad media y baja.



Falla de piel de cocodrilo de severidad alta.



Falla de agregado de pulidos de severidad alta y media.



Falla de elevaciones de severidad alta y media.



Falla de corrugaciones de severidad alta y media.



Bacheo y zanjas reparadas de severidad alta y media.



Falla de ahuellamiento de severidad alta y media.

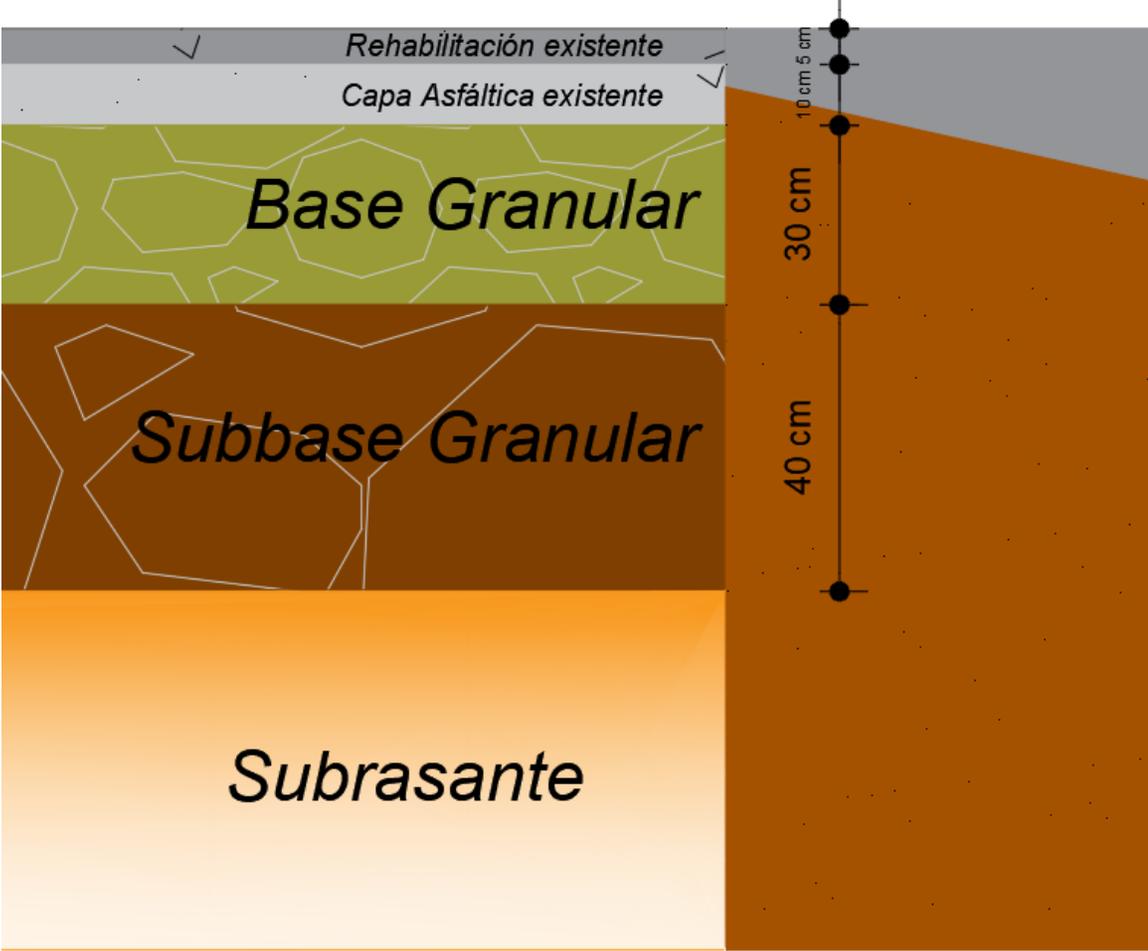
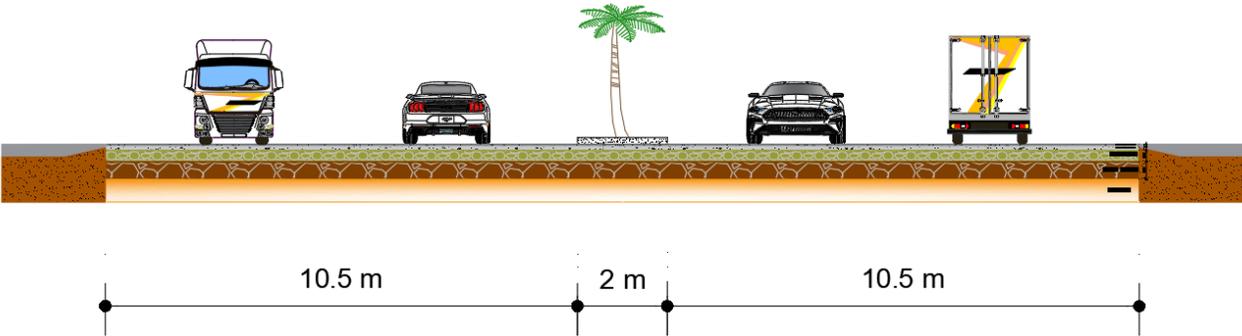


## Mediciones de fallas

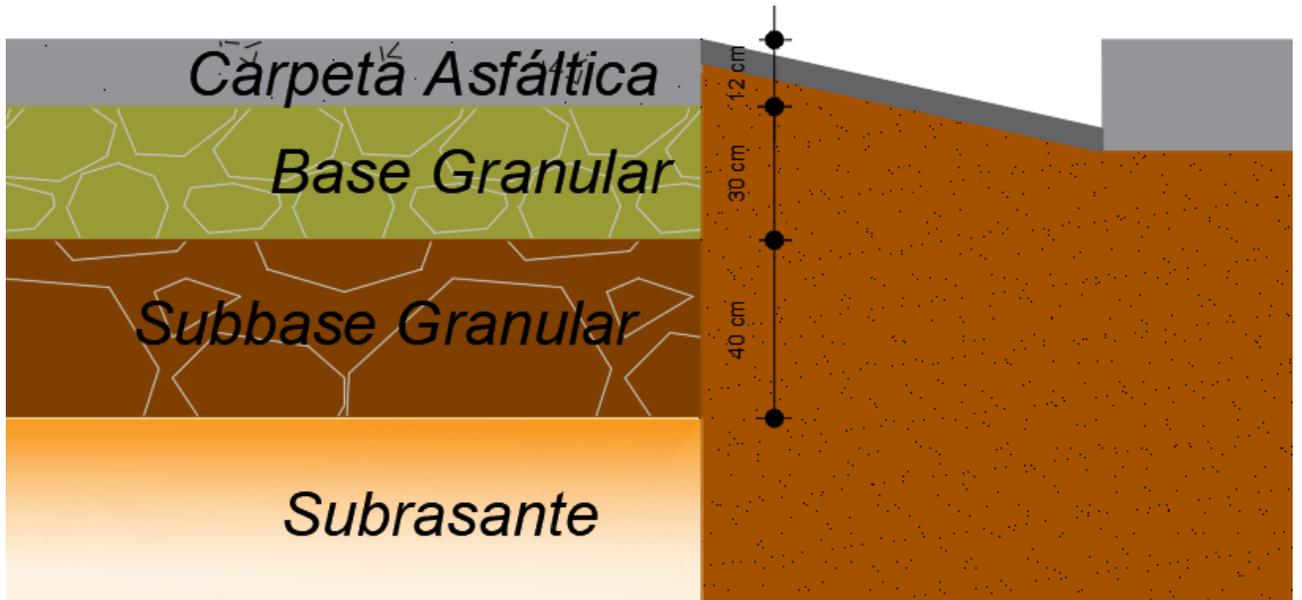
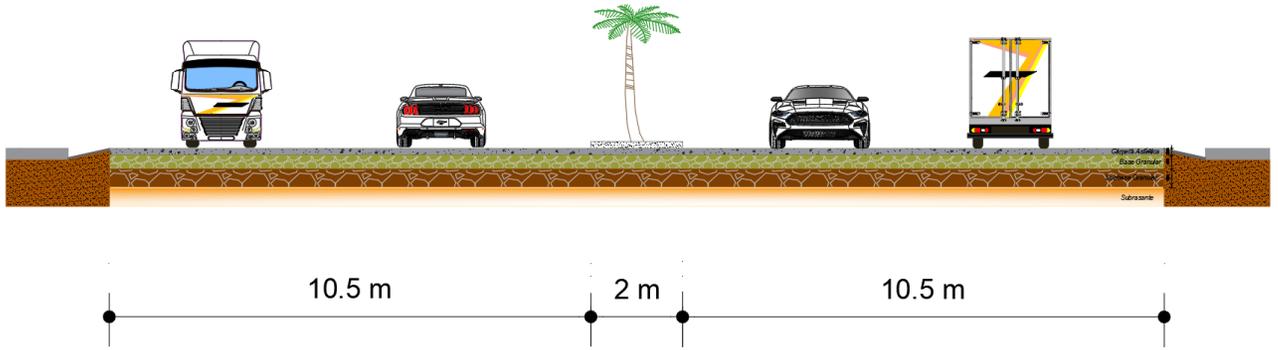


# Anexo G

Sección Típica - Rehabilitación Existente (Tramos I, II, IV)



Sección Típica - Tramo III (Existente)



# Anexo H

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 1,00 UNIDAD: U  
 DETALLE: LETRERO DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION               | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|---------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O |               |             |                     |                  | 0,1074         |
| SUBTOTAL M =              |               |             |                     |                  | 0,1074         |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS) | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)         | 2,000         | 3,6200          | 7,2400              | 0,1900           | 1,3756         |
| Maestro (estr.ocp. C1)      | 1,000         | 4,0600          | 4,0600              | 0,1900           | 0,7714         |
| SUBTOTAL N =                |               |                 |                     |                  | 2,1470         |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Letrero informativo de obra (estr. Metálica y lona reflectiva) pequeño | U      | 1,000         | 250,0000          | 250,0000       |
| SUBTOTAL O =   |        |               |                   | 250,0000       |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             | 0,0000         |

|                                  |        |  |                  |
|----------------------------------|--------|--|------------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) |        |  | 252,2544         |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD .....      | 25,00% |  | 63,0636          |
| OTROS INDIRECTOS .....           | %      |  |                  |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO            |        |  | 315,3180         |
| <b>VALOR OFERTADO</b>            |        |  | <b>\$ 315,32</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 2,00 UNIDAD: M2  
 DETALLE: TRAZADO Y REPLANTEO

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION                                     | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R   |
|---|---------------|-------------|---------------------|------------------|------------------|
| Herramienta menor 5 % M/O<br>Equipo topografico | 1,000         | 4,0000      | 4,0000              | 0,0400           | 0,0235<br>0,1600 |
| SUBTOTAL M =                                    |               |             |                     |                  | 0,1835           |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS) | CANTIDAD | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-----------------------------|----------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)         | 1,000    | 3,6200          | 3,6200              | 0,0400           | 0,1448         |
| Maestro (estr.ocp. C1)      | 1,000    | 4,0600          | 4,0600              | 0,0040           | 0,0162         |
| Topografo                   | 1,000    | 4,0600          | 4,0600              | 0,0400           | 0,1624         |
| Cadenero                    | 1,000    | 3,6600          | 3,6600              | 0,0400           | 0,1464         |
| SUBTOTAL N =                |          |                 |                     |                  | 0,4698         |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION                  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|------------------------------|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Tablas de Encofrado semidura | u      | 0,007         | 5,0000            | 0,0333         |
| Cuarton semiduras            | u      | 0,017         | 3,0000            | 0,0500         |
| Pintura de caucho            | gln    | 0,000         | 15,6200           | 0,0039         |
| Clavo 2"x 8                  | Lb     | 0,002         | 0,8500            | 0,0017         |
| Cementina (25kg)             | sc     | 0,000         | 1,6000            | 0,0001         |
| SUBTOTAL O =                 |        |               |                   | 0,0890         |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             | 0,0000         |

|                                  |        |  |                |
|----------------------------------|--------|--|----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) |        |  | 0,7423         |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD .....      | 25,00% |  | 0,1856         |
| OTROS INDIRECTOS .....           | %      |  |                |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO            |        |  | 0,9279         |
| <b>VALOR OFERTADO</b>            |        |  | <b>\$ 0,93</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 3,00 UNIDAD: M2  
 DETALLE: EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR (INC. EL DESALOJO)

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION                                  | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R   |
|--|---------------|-------------|---------------------|------------------|------------------|
| Herramienta menor 5 % M/O<br>Retroexcavadora | 1,000         | 35,0000     | 35,0000             | 0,0360           | 0,0138<br>1,2600 |
| SUBTOTAL M =                                 |               |             |                     |                  | 1,2738           |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS)               | CANTIDAD<br>A  | JORNAL /HR<br>B  | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R   |
|---|----------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|
| Peon (estr.ocp.E2)<br>OP. Retroexcavadora | 1,000<br>1,000 | 3,6200<br>4,0600 | 3,6200<br>4,0600    | 0,0360<br>0,0360 | 0,1303<br>0,1462 |
| SUBTOTAL N =                              |                |                  |                     |                  | 0,2765           |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------------|----------------|
| SUBTOTAL O = |        |               |                   | 0,0000         |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION                           | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|---------------------------------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| transporte de material petreo (15 KM) | m3/km  | 3,000         | 0,210       | 0,630          |
| SUBTOTAL P =                          |        |               |             | 0,6300         |

|                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)   | 2,1803         |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25,00% | 0,5451         |
| OTROS INDIRECTOS ..... %           |                |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO              | 2,7254         |
| <b>VALOR OFERTADO</b>              | <b>\$ 2,73</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 4,00 UNIDAD: M3  
 DETALLE: RECONFORMACIÓN DE LA SUBRASANTE

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION               | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|---------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O |               |             |                     |                  | 0,0042         |
| Motoniveladora            | 1,000         | 60,0000     | 60,0000             | 0,0041           | 0,2462         |
| Rodillo Liso              | 1,000         | 35,0000     | 35,0000             | 0,0041           | 0,144          |
| Tanquero                  | 1,000         | 25,0000     | 25,0000             | 0,0041           | 0,103          |
| SUBTOTAL M =              |               |             |                     |                  | 0,4974         |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS)   | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-------------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| OP. Excavadora/Motoniveladora | 1,000         | 4,0600          | 4,0600              | 0,0041           | 0,0167         |
| OP. Rodillo                   | 1,000         | 3,8600          | 3,8600              | 0,0041           | 0,0158         |
| Chofer I                      | 1,000         | 5,3100          | 5,3100              | 0,0041           | 0,0218         |
| Peon (estr.ocp. E2)           | 2,000         | 3,6200          | 7,2400              | 0,0041           | 0,0297         |
| SUBTOTAL N =                  |               |                 |                     |                  | 0,0840         |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Agua         | m3     | 0,050         | 1,5000            | 0,0750         |
| SUBTOTAL O = |        |               |                   | 0,0750         |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             | 0,0000         |

|                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)   | 0,6564         |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25,00% | 0,1641         |
| OTROS INDIRECTOS ..... %           |                |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO              | 0,8205         |
| <b>VALOR OFERTADO</b>              | <b>\$ 0,82</b> |

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5,00 UNIDAD: M3  
 DETALLE: MEJORAMIENTO HIDRATADO Y COMPACTADO (INC. TRANSPORTE)

### EQUIPOS

| DESCRIPCION               | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|---------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O |               |             |                     |                  | 0,0151         |
| Equipo topografico        | 1,000         | 4,0000      | 4,0000              | 0,0100           | 0,040          |
| Tanquero                  | 1,000         | 25,0000     | 25,0000             | 0,0100           | 0,250          |
| Rodillo Liso              | 1,000         | 35,0000     | 35,0000             | 0,0100           | 0,350          |
| Motoniveladora            | 1,000         | 60,0000     | 60,0000             | 0,0100           | 0,600          |
| SUBTOTAL M =              |               |             |                     |                  | 1,2551         |

### MANO DE OBRA

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS)   | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-------------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)           | 1,000         | 3,6200          | 3,6200              | 0,0100           | 0,0362         |
| Maestro (estr.ocp. C1)        | 1,000         | 4,0600          | 4,0600              | 0,0050           | 0,0203         |
| OP. Excavadora/Motoniveladora | 1,000         | 4,0600          | 4,0600              | 0,0100           | 0,0406         |
| OP. Rodillo                   | 1,000         | 3,8600          | 3,8600              | 0,0100           | 0,0386         |
| Chofer tipo E                 | 1,000         | 5,3100          | 5,3100              | 0,0100           | 0,0531         |
| Topografo                     | 1,000         | 4,0600          | 4,0600              | 0,0100           | 0,0406         |
| Ayudante Mec.                 | 2,000         | 3,6600          | 7,3200              | 0,0100           | 0,0732         |
| SUBTOTAL N =                  |               |                 |                     |                  | 0,3026         |

### MATERIALES

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Material de mejoramiento (Cantera Punta Carnero - Salinas) | m3     | 1,200         | 3,9500            | 4,7400         |
| Agua   | m3     | 0,100         | 1,5000            | 0,1500         |
| SUBTOTAL O =   |        |               |                   | 4,8900         |

### TRANSPORTE

| DESCRIPCION                     | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|---------------------------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| Transporte de material granular | m3/km  | 1,300         | 0,310       | 0,403          |
| SUBTOTAL P =                    |        |               |             | 0,4030         |

|                                    |           |             |
|------------------------------------|-----------|-------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)   |           | 6,8507      |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25,00% |           | 1,7127      |
| OTROS INDIRECTOS ..... %           |           |             |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO              |           | 8,5634      |
| <b>VALOR OFERTADO</b>              | <b>\$</b> | <b>8,56</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 6,00 UNIDAD: M3  
 DETALLE: SUB-BASE GRANULAR CLASE III (INC. TRANSPORTE)

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION        | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|--------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Rodillo Liso       | 1,000         | 35,000      | 35,000              | 0,0200           | 0,7000         |
| Tanquero           | 1,000         | 25,000      | 25,000              | 0,0200           | 0,5000         |
| Motoniveladora     | 1,000         | 60,000      | 60,000              | 0,0200           | 1,2000         |
| Equipo topografico | 1,000         | 4,000       | 4,000               |                  |                |
| SUBTOTAL M =       |               |             |                     |                  | 2,4000         |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS)   | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-------------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Topografo                     | 1,000         | 4,060           | 4,060               | 0,0200           | 0,0810         |
| Ayudante Mec.                 | 1,000         | 3,660           | 3,660               | 0,0200           | 0,0730         |
| OP. Rodillo                   | 1,000         | 3,860           | 3,860               | 0,0200           | 0,0770         |
| OP. Excavadora/Motoniveladora | 1,000         | 4,060           | 4,060               | 0,0020           | 0,0080         |
| Chofer tipo E                 | 1,000         | 5,310           | 5,310               | 0,0020           | 0,011          |
| SUBTOTAL N =                  |               |                 |                     |                  | 0,2500         |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION   | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|---|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Sub-base Granular clase III (Cantera Tugaduaja - Santa Elena) | m3     | 1,200         | 5,0000            | 6,0000         |
| Agua  | m3     | 0,100         | 1,500             | 0,1500         |
| SUBTOTAL O =  |        |               |                   | 6,1500         |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION            | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|------------------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| Transporte de material | m3/km  | 1,300         | 0,645       | 0,839          |
| SUBTOTAL P =           |        |               |             | 0,8390         |

|                                    |  |  |                 |
|------------------------------------|--|--|-----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)   |  |  | 9,6390          |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25,00% |  |  | 2,4098          |
| OTROS INDIRECTOS ..... %           |  |  |                 |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO              |  |  | 12,0488         |
| <b>VALOR OFERTADO</b>              |  |  | <b>\$ 12,05</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 7,00 UNIDAD: M3

DETALLE: BASE RECICLADA ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA (MEZCLADO Y COMPACTADO)

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION                               | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | D=C*R  |
|---|---------------|-------------|---------------------|------------------|--------|
| Herramienta menor 5 % M/O                 |               |             |                     |                  | 0,0321 |
| Camion distribuidor de asfalto            | 1,000         | 45,0000     | 45,0000             | 0,0200           | 0,900  |
| Rodillo Liso                              | 1,000         | 35,0000     | 35,0000             | 0,0200           | 0,700  |
| Rodillo neumatico                         | 1,000         | 35,0000     | 35,0000             | 0,0200           | 0,700  |
| Tanquero                                  | 1,000         | 25,0000     | 25,0000             | 0,0200           | 0,500  |
| Motoniveladora                            | 1,000         | 60,0000     | 60,0000             | 0,0200           | 1,200  |
| Maquina Recicladora Wirtgen 2500 S        | 1,000         | 80,0000     | 80,0000             | 0,0200           | 1,600  |
| Escoba barredora autopropulsada           | 1,000         | 16,0000     | 16,0000             | 0,0200           | 0,320  |
| Sistema de almacenamiento y calentamiento | 1,000         | 7,0000      | 7,0000              | 0,0200           | 0,140  |
| Cargadora 115 HP                          | 1,000         | 45,0000     | 45,0000             | 0,0200           | 0,900  |
| Volqueta de 8m3                           | 3,000         | 25,0000     | 75,0000             | 0,0200           | 1,500  |
| SUBTOTAL M =                              |               |             |                     |                  | 7,5600 |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS)   | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-------------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Maestro (estr.ocp. C2)        | 1,000         | 4,0600          | 4,0600              | 0,0200           | 0,0812         |
| Ayudante Mec.                 | 1,000         | 3,6600          | 3,6600              | 0,0200           | 0,0732         |
| OP. Rodillo                   | 1,000         | 3,8600          | 3,8600              | 0,0200           | 0,0772         |
| OP. Excavadora/Motoniveladora | 1,000         | 4,0600          | 4,0600              | 0,0200           | 0,0812         |
| Chofer tipo E                 | 1,000         | 5,3100          | 5,3100              | 0,0200           | 0,1062         |
| OP. Escoba, Finisher          | 1,000         | 3,8600          | 3,8600              | 0,0200           | 0,0772         |
| Peon (estr.ocp. E2)           | 2,000         | 3,6200          | 7,2400              | 0,0200           | 0,1448         |
| SUBTOTAL N =                  |               |                 |                     |                  | 0,6410         |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION                    | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------------------------|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Emulsión asfáltica tipo CSS-1h | litro  | 116,000       | 0,4100            | 47,5600        |
| Agua                           | m3     | 0,100         | 1,5000            | 0,1500         |
| SUBTOTAL O =                   |        |               |                   | 47,7100        |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             | 0,0000         |

|                                  |        |                 |
|----------------------------------|--------|-----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) |        | 55,9110         |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD .....      | 25,00% | 13,9778         |
| OTROS INDIRECTOS .....           | %      |                 |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO            |        | 69,8888         |
| <b>VALOR OFERTADO</b>            |        | <b>\$ 69,89</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 8,00 UNIDAD: M2  
 DETALLE: RIEGO DE LIGA ASFÁLTICA

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION                     | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|---------------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O       |               |             |                     |                  | 0,0013         |
| Camión regador de asfalto       | 1,000         | 45,0000     | 45,0000             | 0,0010           | 0,045          |
| Escoba barredora autopropulsada | 3,000         | 16,0000     | 48,0000             | 0,0010           | 0,048          |
| SUBTOTAL M =                    |               |             |                     |                  | 0,0943         |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS) | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)         | 4,000         | 3,6200          | 14,4800             | 0,0010           | 0,0145         |
| OP. Escoba, Finisher        | 1,000         | 3,8600          | 3,8600              | 0,0010           | 0,0039         |
| OP. Distribuidor de asfalto | 1,000         | 3,8600          | 3,8600              | 0,0010           | 0,0039         |
| Maestro (estr.ocp. C2)      | 1,000         | 4,0600          | 4,0600              | 0,0010           | 0,0041         |
| SUBTOTAL N =                |               |                 |                     |                  | 0,0264         |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION   | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|---------------|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Asfalto MC 70 | gl     | 0,360         | 1,6000            | 0,5760         |
| Diesel        | gl     | 0,120         | 1,4400            | 0,1728         |
| SUBTOTAL O =  |        |               |                   | 0,7488         |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             | 0,0000         |

|                                  |           |             |
|----------------------------------|-----------|-------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) |           | 0,8695      |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD .....      | 25,00%    | 0,2174      |
| OTROS INDIRECTOS .....           | %         |             |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO            |           | 1,0869      |
| <b>VALOR OFERTADO</b>            | <b>\$</b> | <b>1,09</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 9,00 UNIDAD: M2  
 DETALLE: CARPETA ASFÁLTICA (INC. TRANSPORTE) e = 4"

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION               | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|---------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O |               |             |                     |                  | 0,0187         |
| Cargadora 115 HP          | 1,000         | 45,0000     | 45,0000             | 0,0080           | 0,360          |
| Planta de asfalto         | 1,000         | 185,0000    | 185,0000            | 0,0080           | 1,480          |
| Volquete                  | 1,000         | 25,0000     | 25,0000             | 0,0080           | 0,200          |
| Rodillo neumatico         | 1,000         | 30,0000     | 30,0000             | 0,0080           | 0,240          |
| Rodillo Liso              | 1,000         | 35,0000     | 35,0000             | 0,0080           | 0,280          |
| Finisher                  | 1,000         | 75,0000     | 75,0000             | 0,0080           | 0,600          |
| SUBTOTAL M =              |               |             |                     |                  | 3,1787         |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS)          | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|--------------------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)                  | 5,000         | 3,6200          | 18,1000             | 0,0080           | 0,1448         |
| Maestro (estr.ocp. C1)               | 1,000         | 4,0600          | 4,0600              | 0,0080           | 0,0325         |
| OP. Cargadora Frontal                | 1,000         | 4,0600          | 4,0600              | 0,0080           | 0,0325         |
| OP. Planta de emulsión asfáltica     | 1,000         | 4,0400          | 4,0400              | 0,0080           | 0,0323         |
| OP. Rodillo                          | 2,000         | 3,8600          | 7,7200              | 0,0080           | 0,0618         |
| OP. Acabadora de pavimento asfáltica | 1,000         | 5,0000          | 5,0000              | 0,0080           | 0,0400         |
| Ayudante                             | 1,000         | 3,6600          | 3,6600              | 0,0080           | 0,0293         |
| SUBTOTAL N =                         |               |                 |                     |                  | 0,3732         |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION        | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------------|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Hormigón asfáltico | m3     | 0,065         | 85,0000           | 5,5250         |
| Asfalto RC 250     | gl     | 0,360         | 1,6000            | 0,5760         |
| Diesel             | gl     | 0,100         | 1,0000            | 0,1000         |
| SUBTOTAL O =       |        |               |                   | 6,2010         |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION           | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|-----------------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| Transporte de asfalto | m3     | 0,065         | 15,000      | 0,975          |
| SUBTOTAL P =          |        |               |             | 0,9750         |

|                                    |  |  |                 |
|------------------------------------|--|--|-----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)   |  |  | 10,7279         |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25,00% |  |  | 2,6820          |
| OTROS INDIRECTOS ..... %           |  |  |                 |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO              |  |  | 13,4099         |
| <b>VALOR OFERTADO</b>              |  |  | <b>\$ 13,41</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 10,00 UNIDAD: ML

DETALLE: PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DOBLE PARED ESTRUCTURADA AALL 335MM

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION               | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|---------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O |               |             |                     |                  | 0,9040         |
| SUBTOTAL M =              |               |             |                     |                  | 0,9040         |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS) | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)         | 2,000         | 3,6200          | 7,2400              | 1,6000           | 11,5840        |
| Maestro (estr.ocp. C1)      | 1,000         | 4,0600          | 4,0600              | 1,6000           | 6,4960         |
| SUBTOTAL N =                |               |                 |                     |                  | 18,0800        |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION                     | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|---------------------------------|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Tubo PVC corrugado D=335mm x 6m | U      | 0,170         | 174,8800          | 29,7296        |
| SUBTOTAL O =                    |        |               |                   | 29,7296        |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             |                |

|                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)   | 48,7136         |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25,00% | 12,1784         |
| OTROS INDIRECTOS ..... %           |                 |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO              | 60,8920         |
| <b>VALOR OFERTADO</b>              | <b>\$ 60,89</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 11.00 UNIDAD: U  
 DETALLE: SUMIDERO DE HORMIGÓN ARMADO (REJILLA DE VARILLA)

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION               | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|---------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O |               |             |                     |                  | 0,2785         |
| Concretera de 1 Saco      | 1,000         | 5,000       | 5,000               | 0,2500           | 1,2500         |
| Vibrador de Manguera      | 1,000         | 3,750       | 3,750               | 0,2500           | 0,9375         |
| SUBTOTAL M =              |               |             |                     |                  | 2,4660         |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS) | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)         | 2,000         | 3,6200          | 7,2400              | 0,2500           | 1,8100         |
| Albañil (estr.ocp. D2)      | 2,000         | 3,6600          | 7,3200              | 0,2500           | 1,8300         |
| Carpintero (estr.ocp. D2)   | 1,000         | 3,6600          | 3,6600              | 0,2500           | 0,9150         |
| Maestro (estr.ocp. C2)      | 1,000         | 4,0600          | 4,0600              | 0,2500           | 1,0150         |
| SUBTOTAL N =                |               |                 |                     |                  | 5,5700         |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION                          | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------------------------------|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Cemento                              | Saco   | 2,000         | 8,5000            | 17,0000        |
| Piedra 3/4"                          | m3     | 0,250         | 22,0000           | 5,5000         |
| Arena + transporte                   | m3     | 0,150         | 25,0000           | 3,7500         |
| Agua                                 | m3     | 0,150         | 1,5000            | 0,2250         |
| Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2     | kg     | 20,000        | 0,9200            | 18,4000        |
| Clavos                               | kg     | 1,000         | 2,2500            | 2,2500         |
| Tablas de encofrado                  | u      | 3,000         | 4,0000            | 12,0000        |
| Listón de encofrado 5x4 sin cepillar | u      | 2,500         | 2,5000            | 6,2500         |
| Tiras 1"x3"x4mts                     | u      | 2,000         | 1,8000            | 3,6000         |
| Alambre Recocido # 18                | kg     | 1,260         | 1,5000            | 1,8900         |
| Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2     | kg     | 28,000        | 0,9200            | 25,7600        |
| SUBTOTAL O =                         |        |               |                   | 96,6250        |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
|              |        | 21,550        |             |                |
|              |        | 2,000         |             |                |
| SUBTOTAL P = |        |               |             |                |

|                                  |           |               |
|----------------------------------|-----------|---------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) |           | 104,6610      |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD .....      | 25,00%    | 26,1653       |
| OTROS INDIRECTOS .....           | %         |               |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO            |           | 130,8263      |
| <b>VALOR OFERTADO</b>            | <b>\$</b> | <b>130,83</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 12,00 UNIDAD: Ha  
 DETALLE: DESBROCE Y LIMPIEZA DE MALEZA

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION               | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|---------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O |               |             |                     |                  | 0,7500         |
| SUBTOTAL M =              |               |             |                     |                  | 0,7500         |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS) | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)         | 2,000         | 3,0000          | 6,0000              | 2,5000           | 15,0000        |
| SUBTOTAL N =                |               |                 |                     |                  | 15,0000        |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |       |
|--------------|--------|---------------|-------------------|----------------|-------|
| SUBTOTAL O = |        |               |                   |                | 0,000 |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |       |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|-------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             |                | 0,000 |

|                                  |  |  |        |                 |
|----------------------------------|--|--|--------|-----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) |  |  |        | 15,750          |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD .....      |  |  | 25,00% | 3,938           |
| OTROS INDIRECTOS .....           |  |  | %      |                 |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO            |  |  |        | 19,688          |
| <b>VALOR OFERTADO</b>            |  |  |        | <b>\$ 19,69</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 13,00 UNIDAD: M  
 DETALLE: LIMPIEZA A MANO DE CUNETAS

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION               | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|---------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O |               |             |                     |                  | 0,0362         |
| SUBTOTAL M =              |               |             |                     |                  | 0,0362         |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS) | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)         | 2,000         | 3,6200          | 7,2400              | 0,1000           | 0,7240         |
| SUBTOTAL N =                |               |                 |                     |                  | 0,7240         |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |       |
|--------------|--------|---------------|-------------------|----------------|-------|
| SUBTOTAL O = |        |               |                   |                | 0,000 |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |       |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|-------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             |                | 0,000 |

|                                  |  |  |        |                |
|----------------------------------|--|--|--------|----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) |  |  |        | 0,760          |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD .....      |  |  | 25,00% | 0,190          |
| OTROS INDIRECTOS .....           |  |  | %      |                |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO            |  |  |        | 0,950          |
| <b>VALOR OFERTADO</b>            |  |  |        | <b>\$ 0,95</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 14,00 UNIDAD: U  
 DETALLE: LIMPIEZA A MANO DE ALCANTARILLAS

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION               | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|---------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O |               |             |                     |                  | 0,8688         |
| SUBTOTAL M =              |               |             |                     |                  | 0,8688         |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS) | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)         | 4,000         | 3,6200          | 14,4800             | 1,2000           | 17,3760        |
| SUBTOTAL N =                |               |                 |                     |                  | 17,3760        |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------------|----------------|
| SUBTOTAL O = |        |               |                   | 0,000          |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             | 0,000          |

|                                  |        |  |                 |
|----------------------------------|--------|--|-----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) |        |  | 18,245          |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD .....      | 25,00% |  | 4,561           |
| OTROS INDIRECTOS .....           | %      |  |                 |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO            |        |  | 22,806          |
| <b>VALOR OFERTADO</b>            |        |  | <b>\$ 22,81</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 15,00 UNIDAD: U  
 DETALLE: LIMPIEZA A MANO DE SUMIDEROS

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION               | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|---------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O |               |             |                     |                  | 0,2172         |
| SUBTOTAL M =              |               |             |                     |                  | 0,2172         |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS) | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)         | 1,000         | 3,6200          | 3,6200              | 1,2000           | 4,3440         |
| SUBTOTAL N =                |               |                 |                     |                  | 4,3440         |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------------|----------------|
| SUBTOTAL O = |        |               |                   | 0,000          |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             | 0,000          |

|                                  |        |  |                |
|----------------------------------|--------|--|----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) |        |  | 4,561          |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD .....      | 25,00% |  | 1,140          |
| OTROS INDIRECTOS .....           | %      |  |                |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO            |        |  | 5,701          |
| <b>VALOR OFERTADO</b>            |        |  | <b>\$ 5,70</b> |

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 16,00 UNIDAD: M2

DETALLE: PINTURA DE TRÁFICO

### EQUIPOS

| DESCRIPCION                              | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R  |
|--|---------------|-------------|---------------------|------------------|-----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O<br>Frangeadora | 1,000         | 12,000      | 12,000              | 0,20000          | 0,1452<br>2,400 |
| SUBTOTAL M =                             |               |             |                     |                  | 2,545           |

### MANO DE OBRA

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS) | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)         | 3,000         | 3,620           | 10,860              | 0,20000          | 2,172          |
| Pintor (estr.ocp. D2)       | 1,000         | 3,660           | 3,660               | 0,20000          | 0,732          |
| SUBTOTAL N =                |               |                 |                     |                  | 2,904          |

### MATERIALES

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Pintura de tráfico (para señalización vial - colores<br>blanco y amarillo) | gl     | 0,130         | 30,000            | 3,900          |
| SUBTOTAL O =   |        |               |                   | 3,900          |

### TRANSPORTE

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             | 0,000          |

|                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)   | 9,349           |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25,00% | 2,337           |
| OTROS INDIRECTOS ..... %           |                 |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO              | 11,686          |
| <b>VALOR OFERTADO</b>              | <b>\$ 11,69</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 17,00 UNIDAD: M3  
 DETALLE: AGUA PARA EL CONTROL DEL POLVO

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION                           | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R   |
|---------------------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|------------------|
| Herramienta menor 5 % M/O<br>Tanquero | 1,000         | 25,000      | 25,000              | 0,0490           | 0,0318<br>1,2250 |
| SUBTOTAL M =                          |               |             |                     |                  | 1,2570           |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS) | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)         | 1,000         | 3,6200          | 3,6200              | 0,0490           | 0,1774         |
| Maestro (estr.ocp. C1)      | 1,000         | 4,0600          | 4,0600              | 0,0490           | 0,1989         |
| Chofer I                    | 1,000         | 5,3100          | 5,3100              | 0,0490           | 0,2602         |
| SUBTOTAL N =                |               |                 |                     |                  | 0,6365         |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Agua(100 m3) | m3     | 1,000         | 1,0800            | 1,0800         |
| SUBTOTAL O = |        |               |                   | 1,0800         |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             | 0,0000         |

|                                  |        |                |
|----------------------------------|--------|----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) |        | 2,974          |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD .....      | 25,00% | 0,744          |
| OTROS INDIRECTOS .....           | %      |                |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO            |        | 3,718          |
| <b>VALOR OFERTADO</b>            |        | <b>\$ 3,72</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 18,00 UNIDAD: M  
 DETALLE: CINTA PLASTICA DE SEGURIDAD

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION               | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|---------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O |               |             |                     |                  | 0,0022         |
| SUBTOTAL M =              |               |             |                     |                  | 0,0020         |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS) | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)         | 1,000         | 3,6200          | 3,6200              | 0,0120           | 0,0434         |
| SUBTOTAL N =                |               |                 |                     |                  | 0,0434         |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION              | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------------------|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Cinta plástica (peligro) | gl     | 0,100         | 15,5000           | 1,5500         |
| SUBTOTAL O =             |        |               |                   | 1,550          |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             | 0,000          |

|                                  |        |  |                |
|----------------------------------|--------|--|----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) |        |  | 1,595          |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD .....      | 25,00% |  | 0,399          |
| OTROS INDIRECTOS .....           | %      |  |                |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO            |        |  | 1,994          |
| <b>VALOR OFERTADO</b>            |        |  | <b>\$ 1,99</b> |

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 19,00 UNIDAD: U  
 DETALLE: PARANTE CON BASE DE HORMIGÓN

**EQUIPOS**

| DESCRIPCION               | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|---------------------------|---------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|
| Herramienta menor 5 % M/O |               |             |                     |                  | 0,1488         |
| SUBTOTAL M =              |               |             |                     |                  | 0,1488         |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION<br>(CATEGORIAS) | CANTIDAD<br>A | JORNAL /HR<br>B | COSTO HORA<br>C=A*B | RENDIMIENTO<br>R | COSTO<br>D=C*R |
|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------|
| Peon (estr.ocp. E2)         | 1,000         | 3,5000          | 3,5000              | 0,1900           | 0,6650         |
| Maestro (estr.ocp. C1)      | 1,000         | 4,0000          | 4,0000              | 0,1900           | 0,7600         |
| Carpintero (estr.ocp. D2)   | 1,000         | 4,5000          | 4,5000              | 0,1900           | 0,8550         |
| Albañil (estr.ocp. D2)      | 1,000         | 3,6600          | 3,6600              | 0,1900           | 0,6954         |
| SUBTOTAL N =                |               |                 |                     |                  | 2,9754         |

**MATERIALES**

| DESCRIPCION                    | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | PRECIO UNIT.<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------------------------|--------|---------------|-------------------|----------------|
| Cemento tipo I(50 Kg)          | sc     | 0,500         | 7,8200            | 3,9100         |
| Tablas de encofrado de 1"x 4m. | u      | 0,400         | 1,8000            | 0,7200         |
| Caña Picada                    | u.     | 1,000         | 1,5000            | 1,5000         |
| Piedra # 3/4                   | m3     | 0,009         | 12,0000           | 0,1080         |
| Arena corriente ( fina )       | m3     | 0,003         | 10,0000           | 0,0300         |
| Agua(100 m3)                   | m3     | 0,100         | 1,0800            | 0,1080         |
| SUBTOTAL O =                   |        |               |                   | 6,3760         |

**TRANSPORTE**

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD<br>A | TARIFA<br>B | COSTO<br>C=A*B |
|--------------|--------|---------------|-------------|----------------|
| SUBTOTAL P = |        |               |             | 0,0000         |

|                                  |        |        |                 |
|----------------------------------|--------|--------|-----------------|
| TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) |        |        | 9,5002          |
| INDIRECTOS Y UTILIDAD .....      | 25,00% | 2,3751 |                 |
| OTROS INDIRECTOS .....           | %      |        |                 |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO            |        |        | 11,8753         |
| <b>VALOR OFERTADO</b>            |        |        | <b>\$ 11,88</b> |