



# Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-1494-2024 - UIIT

## MONITOREO DEL DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS A LARGO PLAZO EN COSTA RICA (DPLP-CR)

### INFORME AVANCE DPLP-CR

Preparado por:

**Unidad de Investigación de Infraestructura y Transporte (UIIT)**  
**Programa de Infraestructura del Transporte**

Documento generado con base en el Art. 6, inciso i) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.7, Art. 68 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

San José, Costa Rica  
Octubre, 2024



|   |  |
|---|--|
| <b>1. Informe</b><br>EIC-Lanamme-INF-1494-2024  | <b>2. Copia No.</b><br>1                     |
| <b>3. Título y subtítulo:</b> Monitoreo Del Desempeño De Pavimentos A Largo Plazo En Costa Rica (DPLP-CR)- Informe de avance - DPLP-CR  | <b>4. Fecha del Informe</b><br>Octubre, 2024 |
| <b>7. Organización y dirección</b><br>Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales<br>Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio,<br>San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica<br>Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440   |  |
| <b>8. Notas complementarias</b>   |  |
| <b>9. Resumen</b><br><br><p><i>El proyecto Desempeño de Pavimentos a Largo Plazo en Costa Rica (DPLP-CR), desarrollado por el LanammeUCR, ha estado en marcha desde 2017 y tiene como objetivo evaluar el comportamiento de pavimentos en diversas condiciones a lo largo del tiempo. Hasta la fecha, se han analizado 26 secciones de pavimento distribuidas en varias regiones del país (4 más serán incorporadas en el 2024), lo que permite un enfoque integral y representativo.</i></p> <p><i>Los resultados obtenidos incluyen una exhaustiva caracterización de los materiales que componen las estructuras de pavimento, como subrasante, subbase y base. Se han llevado a cabo ensayos de laboratorio, incluyendo caracterización de materiales como capacidad de soporte (CBR), granulometría, entre otros. Además, se han implementado mediciones de campo, como deflectometría de impacto (FWD) y el Índice de Regularidad Internacional (IRI), y resistencia al deslizamiento (GRIP) para evaluar la calidad de la superficie y el comportamiento estructural de los pavimentos.</i></p> <p><i>Los datos recopilados han permitido validar y actualizar los espesores de los paquetes estructurales y realizar un monitoreo anual sobre el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Este enfoque ha facilitado un mejor entendimiento de cómo el clima, el tráfico y otros factores influyen en el deterioro de los pavimentos a lo largo del tiempo. Además, se cuentan con curvas de deterioro que mejoran conforme se siga alimentando la base de datos y períodos de análisis.</i></p> <p><i>El avance actual del proyecto indica que se han alcanzado los objetivos propuestos en la primera fase, incluyendo la creación de una base de datos robusta para el estudio del desempeño de pavimentos. La información recopilada no solo contribuirá a mejorar la gestión y mantenimiento de la infraestructura vial en Costa Rica, sino que también servirá como base para futuras investigaciones y la implementación de mejores prácticas en el diseño de pavimentos. El estudio continuo de los pavimentos asociados al proyecto DPLP-CR es fundamental para la gestión y el desarrollo sostenible de la infraestructura vial del país, garantizando una mayor durabilidad y seguridad en sus carreteras.</i></p> |  |



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>10. Palabras clave</b><br>DPLP-CR, Desempeño,<br>Pavimentos                     | <b>11. Nivel de seguridad:</b><br>Ninguno | <b>12. Núm. de páginas</b><br>255   |
| <b>13. Preparado por:</b><br>Ing. Eliécer Arias Barrantes, M.Sc.<br>UIIT           |   |   |
| <b>Fecha:</b> 22 / 10 / 2024   |   |   |
| <b>14. Revisado por:</b><br>Ing. Fabián Elizondo Arrieta, MBA.<br>Coordinador UIIT |   | <b>15. Aprobado por:</b><br>Ing. Ana Luisa Elizondo Salas,<br>M.Sc.<br>Coordinadora General PITRA |



## ÍNDICE GENERAL

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 1   | Introducción .....                                       | 20  |
| 2   | Descripción – Contexto del proyecto en Costa Rica .....  | 21  |
| 3   | Objetivo del Proyecto .....                              | 22  |
| 3.1 | Objetivo General .....                                   | 22  |
| 3.2 | Objetivos Específicos.....                               | 22  |
| 4   | Productos esperados .....                                | 22  |
| 5   | Avance del proyecto .....                                | 23  |
| 5.1 | Ensayos y pruebas .....                                  | 25  |
| 6   | Resultados.....  | 30  |
| 6.1 | Clasificación de suelos .....                            | 30  |
| 6.2 | Tránsito (TPDA) .....                                    | 31  |
| 6.3 | Recopilación indicadores climáticos Costa Rica .....     | 32  |
| 6.4 | Indicadores de FWD .....                                 | 38  |
| 6.5 | Clasificación de IRI .....                               | 42  |
| 6.6 | Clasificación de GRIP .....                              | 44  |
| 6.7 | Página Web repositorio digital proyecto DPLP-CR .....    | 45  |
| 6.8 | Información para generación de curvas de deterioro ..... | 55  |
| 6.9 | Análisis en desarrollo para estimar curvas de PCI .....  | 58  |
| 7   | Conclusiones .....                                       | 64  |
| 8   | Referencias .....  | 65  |
|     | ANEXO A: Caracterización de los tramos.....              | 67  |
| A.1 | Tramo #1: Sabalito – Las mellizas.....                   | 67  |
| A.2 | Tramo #2: Quepos – Barú .....                            | 72  |
| A.3 | Tramo #3: Moravia – Coronado .....                       | 77  |
| A.4 | Tramo #4: Cartago – Paraíso .....                        | 82  |
| A.5 | Tramo #5: Barú – Palmar Norte.....                       | 87  |
| A.6 | Tramo #6: Pozón - Jacó.....                              | 91  |
| A.7 | Tramo #7: Caldera - Puntarenas .....                     | 95  |
| A.8 | Tramo #8: Santo Domingo - Los Ángeles.....               | 99  |
| A.9 | Tramo #9: Guácimo - Pocora.....                          | 102 |



|  |     |
|--|-----|
| A.10: Tramo #10: Siquirres - Pacuarito .....                   | 106 |
| A.11: Tramo #11: Playa Hermosa – Esterillos .....              | 109 |
| A.12: Tramo #12: Nicoya – Santa Cruz .....                     | 113 |
| A.13 Tramo #13: Cartago – Volcán Irazú.....                    | 117 |
| A.14 Tramo #14: Buenos Aires – Cajón.....                      | 121 |
| A.15 Tramo #15: San Isidro del General – Palmares .....        | 127 |
| A.16 Tramo #16: Florencia – Santa Clara.....                   | 130 |
| A.17 Tramo #17: Ciudad Neilly – Paso Canoas.....               | 133 |
| A.18 Tramo #18: Liberia – Peñas Blancas.....                   | 138 |
| A.19 Tramo #19: Lajas - Carrillo .....                         | 142 |
| A.20 Tramo #20: Cañas - Liberia .....                          | 145 |
| A.21 Tramo #21: La República - Virilla .....                   | 149 |
| A.22 Tramo #22: La Uruca – Los Hatillos .....                  | 152 |
| A.23 Tramo #23: Santa Cruz - Villareal .....                   | 154 |
| A.24 Tramo #24: Penshurt - Cahuita .....                       | 156 |
| A.25 Tramo #25: Bananito Sur - San Clemente.....               | 160 |
| A.26 Tramo #26: Abundancia – Florencia.....                    | 162 |
| ANEXO B: Deflectometría de impacto (FWD).....                  | 166 |
| ANEXO C: Índice de Regularidad internacional (IRI) .....       | 201 |
| ANEXO D: Auscultación visual (PCI) .....                       | 218 |
| ANEXO E: Fricción superficial (GRIP) .....                     | 234 |
| ANEXO F: Historial del TPDA .....                              | 250 |
| ANEXO G: Lista de estaciones metereológicas consideradas ..... | 253 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> Mapa de Costa Rica con la ubicación de los tramos 1 a 26 del proyecto DPLP-CR .....                                   | 25 |
| <b>Figura 2.</b> Distribución espacial de los tipos de suelo clasificados según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos ..... | 31 |
| <b>Figura 3.</b> Ráster de temperaturas promedio anuales para Costa Rica, con base a datos del IMN. 35                                |    |
| <b>Figura 4.</b> Ráster de Precipitaciones promedio anuales para Costa Rica, con base a datos del IMN .....                           | 36 |
| <b>Figura 5.</b> Primera sección de la interfase “Datos generales” de la herramienta TMI.....   | 37 |
| <b>Figura 6.</b> Segunda sección de la interfase “Datos generales” de la herramienta TMI.....   | 38 |
| <b>Figura 7.</b> Interfaz de ingreso a la página web .....  | 46 |
| <b>Figura 8.</b> Interfase de inicio de la página web DPLP-CR.....  | 46 |
| <b>Figura 9.</b> Información general de los tramos.....   | 47 |
| <b>Figura 10.</b> Interfase de galería de imágenes.....   | 48 |
| <b>Figura 11.</b> Interfase de paquete estructural con ejemplo de paquete para el tramo 01 .....                                      | 49 |
| <b>Figura 12.</b> Interfase de paquete estructural con informes de laboratorio .....  | 49 |
| <b>Figura 13.</b> Interfase principal de IRI .....  | 50 |
| <b>Figura 14.</b> Gráfico de IRI .....  | 51 |
| <b>Figura 15.</b> Gráfico de GRIP .....   | 51 |
| <b>Figura 16.</b> Gráfico de parámetro área de FWD.....   | 52 |
| <b>Figura 17.</b> Gráfico de parámetro de deformación máxima de FWD .....   | 52 |
| <b>Figura 18.</b> Contenido de la interfase de acciones del ensayo PCI .....  | 53 |
| <b>Figura 19.</b> Ejemplo del gráfico de PCI.....   | 54 |
| <b>Figura 20.</b> Interfase para el ingreso de la información auscultada .....  | 54 |
| <b>Figura 21.</b> Ejemplo de puntos de PCI contra edad del proyecto DPLP-CR.....  | 58 |
| <b>Figura 22.</b> Curva de deterioro de prueba para los tramos con TPDA bajo (<5000) .....  | 60 |
| <b>Figura 23.</b> Curva de deterioro 1 de prueba para los tramos con TPDA moderado (5000-15000)...                                    | 60 |
| <b>Figura 24.</b> Curva de deterioro 2 de prueba para los tramos con TPDA moderado (5000-15000)...                                    | 61 |
| <b>Figura 25.</b> Curva de deterioro de prueba para los tramos con TPDA alto (15000-40000) .....                                      | 61 |
| <b>Figura 26.</b> Curva de deterioro de prueba para sobrecapas .....  | 62 |
| <b>Figura 27.</b> Ubicación del Tramo #1: Sabalito – Las Mellizas .....   | 67 |
| <b>Figura 28.</b> Espesor del pavimento realizado el 03 de julio del 2013 para el Tramo 1 (cotas en cm) .....                         | 68 |



**Figura 29.** Espesor del pavimento realizado el 03 de noviembre del 2014 para el Tramo 1 (cotas en cm)..... 68

**Figura 30.** Ubicación del Tramo #2: Quepos - Barú..... 72

**Figura 31.** Espesor del pavimento realizado el 04 de julio del 2013 para el Tramo 2 (cotas en cm) ..... 73

**Figura 32.** Espesor del pavimento realizado el 22 de setiembre del 2014 para el Tramo 2 (cotas en cm)..... 74

**Figura 33.** Ubicación del Tramo #3: Moravia - Coronado ..... 77

**Figura 34.** Espesores del pavimento realizado el 11 de julio del 2013 para el Tramo 3 (cotas en cm) ..... 78

**Figura 35.** Espesores del pavimento realizado el 02 de octubre del 2014 para el Tramo 3 (cotas en cm)..... 78

**Figura 36.** Espesores del pavimento realizado el 01 de enero del 2020 para el Tramo 3 (cotas en cm)..... 79

**Figura 37.** Ubicación del Tramo #4: Cartago - Paraíso..... 82

**Figura 38.** Espesores del pavimento realizado el 12 de julio del 2013 para el Tramo 4 (cotas en cm) ..... 83

**Figura 39.** Espesores del pavimento realizado el 11 de noviembre del 2014 para el Tramo 4 (cotas en cm)..... 83

**Figura 40.** Ubicación del Tramo #5: Barú – Palmar Norte ..... 87

**Figura 41.** Espesores del pavimento realizado el 16 de julio del 2013 para el Tramo 5 (cotas en cm) ..... 88

**Figura 42.** Espesores del pavimento realizado el 07 de octubre de 2014 para el Tramo 5 (cotas en cm)..... 88

**Figura 43.** Ubicación del Tramo #6: Pozón - Jacó ..... 91

**Figura 44.** Espesores del pavimento realizado el 17 de julio del 2013 para el Tramo 6 (cotas en cm) ..... 92

**Figura 45.** Espesores del pavimento realizado el 16 de octubre del 2014 para el Tramo 6 (cotas en cm)..... 92

**Figura 46.** Ubicación del Tramo #7: Caldera - Puntarenas ..... 95

**Figura 47.** Espesores del pavimento realizado el 18 de julio del 2013 para el Tramo 7 (cotas en cm) ..... 96

**Figura 48.** Espesores del pavimento realizado el 14 de octubre del 2014 para el Tramo 7 (cotas en cm)..... 96



**Figura 49.** Espesores de pavimento realizado el 29 de julio de 2019 para el Tramo 7 (cotas en cm) ..... 97

**Figura 50.** Ubicación del Tramo #8: Santo Domingo - Los Ángeles ..... 99

**Figura 51.** Espesores del pavimento realizado el 01 de agosto del 2013 para el Tramo 8 (cotas en cm)..... 100

**Figura 52.** Espesores del pavimento realizado el 11 de noviembre del 2014 para el Tramo 8 (cotas en cm)..... 100

**Figura 53.** Ubicación del Tramo #9: Guácimo - Pocora ..... 102

**Figura 54.** Espesores del pavimento realizado el 29 de julio del 2013 para el Tramo 9 (cotas en cm) ..... 103

**Figura 55.** Ubicación del Tramo #10: Siquirres - Pacuarito ..... 106

**Figura 56.** Espesores del pavimento realizado el 30 de julio del 2013 para el Tramo 10 (cotas en cm) ..... 107

**Figura 57.** Ubicación del Tramo #11: Playa Hermosa - Esterillos..... 109

**Figura 58.** Espesores del pavimento realizado el 08 de agosto del 2013 para el Tramo 11 (cotas en cm)..... 110

**Figura 59.** Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 11 (cotas en cm) ..... 111

**Figura 60.** Ubicación del Tramo #12: Nicoya – Santa Cruz ..... 113

**Figura 61.** Espesores del pavimento realizado el 08 de agosto del 2013 para el Tramo 12 (cotas en cm)..... 114

**Figura 62.** Espesores del pavimento realizado el 17 de noviembre del 2014 para el Tramo 12 (cotas en cm)..... 114

**Figura 63.** Ubicación del Tramo #13: Cartago - Volcán Irazú ..... 117

**Figura 64.** Espesores del pavimento realizado el 01 de octubre del 2014 para el Tramo 13 (cotas en cm)..... 118

**Figura 65.** Espesores de pavimento realizado el 24 de junio de 2019 para el Tramo 13 (cotas en cm) ..... 118

**Figura 66.** Ubicación del Tramo #14: Buenos Aires - Cajón ..... 121

**Figura 67.** Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 14 (cotas en cm)..... 122

**Figura 68.** Espesores del pavimento realizado el 04 de junio del 2014 para el Tramo 14 (cotas en cm)..... 122



**Figura 69.** Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 14 (cotas en cm) ..... 123

**Figura 70.** Ubicación del Tramo #15: San Isidro del General - Palmares..... 127

**Figura 71.** Espesores del pavimento realizado el 17 de noviembre del 2014 para el Tramo 15 (cotas en cm)..... 128

**Figura 72.** Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 15 (cotas en cm) ..... 128

**Figura 73.** Ubicación del Tramo #16: Florencia - Santa Clara ..... 130

**Figura 74.** Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 16 (cotas en cm)..... 131

**Figura 75.** Espesores del pavimento realizado el 17 de noviembre del 2014 para el Tramo 16 (cotas en cm)..... 131

**Figura 76.** Espesores de pavimento realizado el 6 de agosto de 2019 para el Tramo 16 (cotas en cm)..... 131

**Figura 77.** Ubicación del Tramo #17: Ciudad Neilly - Paso Canoas ..... 133

**Figura 78.** Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 17 (cotas en cm)..... 134

**Figura 79.** Espesores del pavimento realizado el 05 de noviembre del 2014 para el Tramo 17 (cotas en cm)..... 134

**Figura 80.** Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 17 (cotas en cm) ..... 135

**Figura 81.** Ubicación del Tramo #18: Liberia - Peñas Blancas ..... 138

**Figura 82.** Espesores de pavimento realizado el 11 de noviembre del 2014 para el Tramo 18 (cotas en cm)..... 139

**Figura 83.** Ubicación del Tramo #19: Lajas - Carrillo ..... 142

**Figura 84.** Espesores de pavimento Tramo 19 hecho 2015 (cotas en cm) ..... 143

**Figura 85.** Ubicación del Tramo #20: Cañas - Liberia..... 145

**Figura 86.** Espesores de pavimento Tramo 20 (cotas en cm) al 2016 ..... 146

**Figura 87.** Ubicación del Tramo #21: La República - Virilla ..... 149

**Figura 88.** Espesores (pendientes) del pavimento para el Tramo 21 (cotas en cm) ..... 150

**Figura 89.** Ubicación del Tramo #22: La Uruca – Los Hatillos..... 152

**Figura 90.** Espesores (pendientes) del pavimento para el Tramo 22 (cotas en cm) ..... 153

**Figura 91.** Ubicación del Tramo #23: Santa Cruz - Villareal ..... 154

**Figura 92.** Espesores del pavimento para el Tramo 23 (cotas en cm) ..... 155



|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 93.</b> Ubicación del Tramo #24: Penshurt – Cahuita .....   | 156 |
| <b>Figura 94.</b> Espesores del pavimento realizado el 22 de setiembre del 2014 para el Tramo 24 (cotas en cm)..... | 157 |
| <b>Figura 95.</b> Ubicación del Tramo #25: Bananito Sur - San Clemente .....  | 160 |
| <b>Figura 96.</b> Espesores del pavimento realizado el 25 de setiembre del 2014 para el Tramo 25 (cotas en cm)..... | 161 |
| <b>Figura 97.</b> Ubicación del Tramo #26: Abundancia – Florencia .....   | 162 |
| <b>Figura 98.</b> Espesores del pavimento para el Tramo 26 (cotas en cm) .....                                      | 163 |
| <b>Figura 99.</b> Curva granulométrica material de subrasante (suelo) .....   | 164 |
| <b>Figura 100.</b> Curva granulométrica material de subrasante (préstamo).....                                      | 164 |
| <b>Figura 101.</b> Curva granulométrica material de subbase .....   | 165 |
| <b>Figura 102.</b> Deflectometría Tramo #1 Sabalito-Las Mellizas .....  | 171 |
| <b>Figura 103.</b> Deflectometría Tramo #2 Quepos-Barú .....  | 172 |
| <b>Figura 104.</b> Deflectometría Tramo #3 Moravia-Coronado .....   | 173 |
| <b>Figura 105.</b> Deflectometría Tramo #4 Cartago-Paraíso .....  | 174 |
| <b>Figura 106.</b> Deflectometría Tramo #5 Barú – Palmar Norte .....  | 175 |
| <b>Figura 107.</b> Deflectometría Tramo #6 Pozón - Jacó .....   | 176 |
| <b>Figura 108.</b> Deflectometría Tramo #7 Caldera – Puntarenas .....   | 177 |
| <b>Figura 109.</b> Deflectometría Tramo #8 Santo Domingo - Los Ángeles .....  | 178 |
| <b>Figura 110.</b> Deflectometría Tramo #9 Guácimo - Pocora .....   | 179 |
| <b>Figura 111.</b> Deflectometría Tramo #10 Siquirres - Pacuarito.....  | 180 |
| <b>Figura 112.</b> Deflectometría Tramo #11 Esterillos - Playa Hermosa.....   | 181 |
| <b>Figura 113.</b> Deflectometría Tramo #12 Santa Cruz - Nicoya .....   | 182 |
| <b>Figura 114.</b> Deflectometría Tramo #13 Cartago - Volcán Irazú .....  | 183 |
| <b>Figura 115.</b> Deflectometría Tramo #14 Cajón - Buenos Aires .....  | 184 |
| <b>Figura 116.</b> Deflectometría Tramo #15 San Isidro del General - Palmares.....                                  | 185 |
| <b>Figura 117.</b> Deflectometría Tramo #16 Florencia - Santa Clara .....   | 186 |
| <b>Figura 118.</b> Deflectometría Tramo #17 Ciudad Neilly-Paso Canoas .....   | 187 |
| <b>Figura 119.</b> Deflectometría Tramo #18 Liberia-Peñas Blancas .....   | 188 |
| <b>Figura 120.</b> Deflectometría Tramo #19 Lajas - Carrillo .....  | 189 |
| <b>Figura 121.</b> Deflectometría Tramo #20 Cañas - Liberia .....   | 190 |
| <b>Figura 122.</b> Deflectometría Tramo #21 La República-Virilla .....  | 191 |
| <b>Figura 123.</b> Deflectometría Tramo #22 La Uruca - Hatillos.....  | 192 |
| <b>Figura 124.</b> Deflectometría Tramo #23 Santa Cruz - Villareal .....  | 193 |



|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 125.</b> Deflectometría Tramo #24 Peshurt - Cahuita .....                                    | 194 |
| <b>Figura 126.</b> Deflectometría Tramo #25 Bananito Sur - San Clemente .....                          | 195 |
| <b>Figura 127.</b> Deflectometría Tramo #26 La Abundancia - Florencia .....                            | 196 |
| <b>Figura 128.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #1 Sabalito - Las Mellizas.....             | 205 |
| <b>Figura 129.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #2 Quepos - Barú .....                      | 205 |
| <b>Figura 130.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #3 Moravia - Coronado.....                  | 206 |
| <b>Figura 131.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #4 Cartago - Paraíso .....                  | 206 |
| <b>Figura 132.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #5 Barú - Palmar Norte.....                 | 207 |
| <b>Figura 133.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #6 Pozón - Jacó.....                        | 207 |
| <b>Figura 134.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #7 Caldera - Puntarenas .....               | 208 |
| <b>Figura 135.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #8 Santo Domingo - Los Ángeles.....         | 208 |
| <b>Figura 136.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #9 Guácimo - Pocora.....                    | 209 |
| <b>Figura 137.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #10 Siquirres - Pacuarito .....             | 209 |
| <b>Figura 138.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #11 Playa Hermosa - Esterillos .....        | 210 |
| <b>Figura 139.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #12 Nicoya - Santa Cruz .....               | 210 |
| <b>Figura 140.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #13 Cartago -Volcán Irazú.....              | 211 |
| <b>Figura 141.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #14 Cajón - Buenos Aires.....               | 211 |
| <b>Figura 142.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #15 San Isidro del General - Palmares ..... | 212 |
| <b>Figura 143.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #16 Florencia - Santa Clara.....            | 212 |
| <b>Figura 144.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #17 Ciudad Neilly - Paso Canoas.....        | 213 |
| <b>Figura 145.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #18 Liberia - Peñas Blancas.....            | 213 |
| <b>Figura 146.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #19 Lajas - Carrillo .....                  | 214 |
| <b>Figura 147.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #20 Cañas - Liberia .....                   | 214 |
| <b>Figura 148.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #21 La República -Virilla.....              | 215 |
| <b>Figura 149.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #22 La Uruca - Hatillos .....               | 215 |
| <b>Figura 150.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #23 Santa Cruz -Villareal.....              | 216 |
| <b>Figura 151.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #24 Peshurt - Cahuita.....                  | 216 |
| <b>Figura 152.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #25 Bananito Sur - San Clemente.....        | 217 |
| <b>Figura 153.</b> Índice de regularidad superficial Tramo #26 Abundancia - Florencia.....             | 217 |
| <b>Figura 154.</b> Índice de condición presente del Tramo #1 Sabalito - Las Mellizas .....             | 220 |
| <b>Figura 155.</b> Índice de condición presente del Tramo #2 Quepos - Barú.....                        | 220 |
| <b>Figura 156.</b> Índice de condición presente del Tramo #3 Moravia - Coronado .....                  | 221 |
| <b>Figura 157.</b> Índice de condición presente del Tramo #4 Cartago - Paraíso .....                   | 221 |
| <b>Figura 158.</b> Índice de condición presente del Tramo #5 Barú - Palmar Norte .....                 | 222 |



|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 159.</b> Índice de condición presente del Tramo #6 Pozón - Jacó .....                       | 222 |
| <b>Figura 160.</b> Índice de condición presente del Tramo #7 Caldera - Puntarenas.....                | 222 |
| <b>Figura 161.</b> Índice de condición presente del Tramo #8 Santo Domingo - Los Ángeles .....        | 223 |
| <b>Figura 162.</b> Índice de condición presente del Tramo #9 Guácimo - Pocora .....                   | 223 |
| <b>Figura 163.</b> Índice de condición presente del Tramo #10 Siquirres - Pacuarito .....             | 224 |
| <b>Figura 164.</b> Índice de condición presente del Tramo #11 Playa Hermosa - Esterillos .....        | 224 |
| <b>Figura 165.</b> Índice de condición presente del Tramo #12 Nicoya - Santa Cruz.....                | 225 |
| <b>Figura 166.</b> Índice de condición presente del Tramo #13 Cartago - Volcán Irazú.....             | 225 |
| <b>Figura 167.</b> Índice de condición presente del Tramo #14 Cajón - Buenos Aires .....              | 226 |
| <b>Figura 168.</b> Índice de condición presente del Tramo #15 San Isidro del General - Palmares ..... | 226 |
| <b>Figura 169.</b> Índice de condición presente del Tramo #16 Florencia - Santa Clara.....            | 227 |
| <b>Figura 170.</b> Índice de condición presente del Tramo #17 Ciudad Neilly - Paso Canoas.....        | 227 |
| <b>Figura 171.</b> Índice de condición presente del Tramo #18 Liberia - Peñas Blancas.....            | 228 |
| <b>Figura 172.</b> Índice de condición presente del Tramo #19 Lajas - Carrillo.....                   | 228 |
| <b>Figura 173.</b> Índice de condición presente del Tramo #20 sentido Cañas - Liberia.....            | 229 |
| <b>Figura 174.</b> Índice de condición presente del Tramo #20 sentido Liberia - Cañas.....            | 229 |
| <b>Figura 175.</b> Índice de condición presente del Tramo #21 sentido La República - Virilla .....    | 230 |
| <b>Figura 176.</b> Índice de condición presente del Tramo #21 sentido Virilla - La República .....    | 230 |
| <b>Figura 177.</b> Índice de condición presente del Tramo #22 La Uruca - Hatillos .....               | 231 |
| <b>Figura 178.</b> Índice de condición presente del Tramo #23 Santa Cruz - Villareal.....             | 231 |
| <b>Figura 179.</b> Índice de condición presente del Tramo #24 Penschurt - Cahuítta .....              | 232 |
| <b>Figura 180.</b> Índice de condición presente del Tramo #25 Bananito Sur - San Clemente .....       | 232 |
| <b>Figura 181.</b> Índice de condición presente del Tramo #26 sentido Abundancia - Florencia .....    | 233 |
| <b>Figura 182.</b> Índice de condición presente del Tramo #26 sentido Florencia – Abundancia .....    | 233 |
| <b>Figura 183.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #1 Sabalito - Las Mellizas .....             | 237 |
| <b>Figura 184.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #2 Quepos - Barú.....                        | 237 |
| <b>Figura 185.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #3 Moravia - Coronado .....                  | 238 |
| <b>Figura 186.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #4 Cartago - Paraíso.....                    | 238 |
| <b>Figura 187.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #5 Barú - Palmar Norte .....                 | 239 |
| <b>Figura 188.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #6 Pozón - Jacó .....                        | 239 |
| <b>Figura 189.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #7 Caldera - Puntarenas.....                 | 240 |
| <b>Figura 190.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #8 Santo Domingo - Los Ángeles .....         | 240 |
| <b>Figura 191.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #9 Guácimo - Pocora .....                    | 241 |
| <b>Figura 192.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #10 Siquirres - Pacuarito .....              | 241 |



|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 193.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #11 Playa Hermosa - Esterillos .....       | 242 |
| <b>Figura 194.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #12 Nicoya - Santa Cruz.....               | 242 |
| <b>Figura 195.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #13 Cartago - Volcán Irazú.....            | 243 |
| <b>Figura 196.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #14 Cajón - Buenos Aires.....              | 243 |
| <b>Figura 197.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #15 San Isidro del General - Palmares..... | 244 |
| <b>Figura 198.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #16 Florencia - Santa Clara.....           | 244 |
| <b>Figura 199.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #17 Ciudad Neilly - Paso Canoas.....       | 245 |
| <b>Figura 200.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #18 Liberia - Peñas Blancas.....           | 245 |
| <b>Figura 201.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #19 Lajas - Carrillo.....                  | 246 |
| <b>Figura 202.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #20 Cañas - Liberia.....                   | 246 |
| <b>Figura 203.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #21 La República -Virilla.....             | 247 |
| <b>Figura 204.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #22 La Uruca - Hatillos .....              | 247 |
| <b>Figura 205.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #23 Santa Cruz - Villareal.....            | 248 |
| <b>Figura 206.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #24 Cahuita - Penshurt.....                | 248 |
| <b>Figura 207.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #25 Bananito Sur - San Clemente .....      | 249 |
| <b>Figura 208.</b> Índice de agarre (fricción) del Tramo #26 Abundancia - Florencia.....            | 249 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Lista de tramos que forman parte del proyecto de DPLP-CR .....                            | 24 |
| <b>Tabla 2.</b> Características de los pavimentos de cada tramo.....                                      | 26 |
| <b>Tabla 3.</b> Condición y desempeño del 2023 .....  | 28 |
| <b>Tabla 4.</b> Datos de tránsito promedio diario anual recopilados a la fecha para cada tramo .....      | 32 |
| <b>Tabla 5.</b> Clasificación de zonas climáticas de cada tramo .....                                     | 34 |
| <b>Tabla 6.</b> Parámetros de clasificación de las deflexiones para el inicio del paquete existente ..... | 39 |
| <b>Tabla 7.</b> Parámetros de clasificación de las deflexiones para el paquete a finales del 2023 .....   | 39 |
| <b>Tabla 8.</b> Clasificación del pavimento y la subrasante.....  | 41 |
| <b>Tabla 9.</b> Variación de la clasificación de IRI .....  | 43 |
| <b>Tabla 10.</b> Variación de la clasificación de GRIP .....  | 44 |
| <b>Tabla 11.</b> Variables requeridas para la generación de curvas de deterioro .....                     | 56 |
| <b>Tabla 12.</b> Descripción del tramo Sabalito - Las Mellizas .....                                      | 67 |
| <b>Tabla 13.</b> Ensayos realizados en el Tramo 1 .....   | 69 |
| <b>Tabla 14.</b> Resultados de Próctor para el Tramo 1 .....  | 69 |
| <b>Tabla 15.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 1 .....  | 70 |
| <b>Tabla 16.</b> Resultados de CBR para el Tramo 1.....   | 70 |
| <b>Tabla 17.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 1 .....                          | 71 |
| <b>Tabla 18.</b> Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 1 .....                                 | 71 |
| <b>Tabla 19.</b> Descripción del tramo Quepos - Barú.....   | 72 |
| <b>Tabla 20.</b> Ensayos realizados en el Tramo 2 .....   | 74 |
| <b>Tabla 21.</b> Resultados de Próctor para el Tramo 2.....   | 74 |
| <b>Tabla 22.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 2 .....  | 75 |
| <b>Tabla 23.</b> Resultados de CBR para el Tramo 2.....   | 76 |
| <b>Tabla 24.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 2 .....                          | 76 |
| <b>Tabla 25.</b> Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 2 .....                                 | 76 |
| <b>Tabla 26.</b> Descripción del tramo Moravia - Coronado .....   | 77 |
| <b>Tabla 27.</b> Ensayos realizados en el Tramo 3 .....   | 79 |
| <b>Tabla 28.</b> Resultados de Próctor para el Tramo 3.....   | 79 |
| <b>Tabla 29.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 3 .....  | 80 |
| <b>Tabla 30.</b> Resultados de CBR para el Tramo 3.....   | 80 |
| <b>Tabla 31.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 3 .....                          | 80 |
| <b>Tabla 32.</b> Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 3 .....                                 | 81 |



|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabla 33.</b> Descripción del tramo Cartago - Paraíso.....                       | 82  |
| <b>Tabla 34.</b> Ensayos realizados en el Tramo 4 .....                             | 84  |
| <b>Tabla 35.</b> Resultados de Próctor para el Tramo 4.....                         | 84  |
| <b>Tabla 36.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 4 .....                  | 85  |
| <b>Tabla 37.</b> Resultados de CBR para el Tramo 4.....                             | 85  |
| <b>Tabla 38.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 4 .....    | 85  |
| <b>Tabla 39.</b> Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 4 .....           | 86  |
| <b>Tabla 40.</b> Descripción del tramo Barú – Palmar Norte .....                    | 87  |
| <b>Tabla 41.</b> Ensayos realizados en el Tramo 5 .....                             | 89  |
| <b>Tabla 42.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 5 .....                  | 89  |
| <b>Tabla 43.</b> Resultados de CBR para el Tramo 5.....                             | 90  |
| <b>Tabla 44.</b> Resultados de contenido de agua y de asfalto para el Tramo 5 ..... | 90  |
| <b>Tabla 45.</b> Descripción del tramo Pozón - Jacó .....                           | 91  |
| <b>Tabla 46.</b> Ensayos realizados en el Tramo 6 .....                             | 93  |
| <b>Tabla 47.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 6 .....                  | 93  |
| <b>Tabla 48.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 6 .....    | 93  |
| <b>Tabla 49.</b> Resultados de Próctor para el Tramo 6.....                         | 94  |
| <b>Tabla 50.</b> Descripción del tramo Caldera - Puntarenas.....                    | 95  |
| <b>Tabla 51.</b> Ensayos realizados en el Tramo 7 .....                             | 97  |
| <b>Tabla 52.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 7 .....                  | 98  |
| <b>Tabla 53.</b> Resultados de CBR para el Tramo 7.....                             | 98  |
| <b>Tabla 54.</b> Resultado de contenido de agua y asfalto para el Tramo 7 .....     | 98  |
| <b>Tabla 55.</b> Descripción del tramo Santo Domingo - Los Ángeles .....            | 99  |
| <b>Tabla 56.</b> Ensayos realizados en el Tramo 8 .....                             | 101 |
| <b>Tabla 57.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 8 .....                  | 101 |
| <b>Tabla 58.</b> Resultados de CBR para el Tramo 8.....                             | 101 |
| <b>Tabla 59.</b> Descripción del tramo Guácimo - Pocora .....                       | 102 |
| <b>Tabla 60.</b> Ensayos realizados en el Tramo 9 .....                             | 103 |
| <b>Tabla 61.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 9 .....                  | 104 |
| <b>Tabla 62.</b> Resultados de CBR para el Tramo 9.....                             | 104 |
| <b>Tabla 63.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 9 .....    | 105 |
| <b>Tabla 64.</b> Descripción del tramo Siquirres - Pacuarito .....                  | 106 |
| <b>Tabla 65.</b> Ensayos realizados en el Tramo 10 .....                            | 107 |
| <b>Tabla 66.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 10 .....                 | 108 |



|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 67.</b> Resultados de CBR para el Tramo 10.....   | 108 |
| <b>Tabla 68.</b> Descripción del tramo Playa Hermosa - Esterillos .....  | 109 |
| <b>Tabla 69.</b> Ensayos realizados en el Tramo 11 .....   | 111 |
| <b>Tabla 70.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 11 .....  | 112 |
| <b>Tabla 71.</b> Resultados de CBR para el Tramo 11 .....  | 112 |
| <b>Tabla 72.</b> Resultados de Límites de Atterberg Tramo 11 .....   | 112 |
| <b>Tabla 73.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 11 .....  | 112 |
| <b>Tabla 74.</b> Descripción del tramo Nicoya – Santa Cruz .....   | 113 |
| <b>Tabla 75.</b> Ensayos realizados en el Tramo 12 .....   | 115 |
| <b>Tabla 76.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 12 .....  | 115 |
| <b>Tabla 77.</b> Resultados de CBR para el Tramo 12.....   | 116 |
| <b>Tabla 78.</b> Descripción del tramo Cartago - Volcán Irazú.....   | 117 |
| <b>Tabla 79.</b> Resultados para el Tramo 13 .....   | 119 |
| <b>Tabla 80.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 13 .....  | 119 |
| <b>Tabla 81.</b> Resultados de CBR para el Tramo 13.....   | 119 |
| <b>Tabla 82.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 13 .....  | 120 |
| <b>Tabla 83.</b> Descripción del tramo Buenos Aires - Cajón .....  | 121 |
| <b>Tabla 84.</b> Ensayos realizados para el Tramo 14 .....   | 124 |
| <b>Tabla 85.</b> Resultados de Próctor para el Tramo 14.....   | 124 |
| <b>Tabla 86.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 14 .....  | 125 |
| <b>Tabla 87.</b> Resultados de CBR para el Tramo 14.....   | 125 |
| <b>Tabla 88.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 14 .....  | 126 |
| <b>Tabla 89.</b> Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 14 .....   | 126 |
| <b>Tabla 90.</b> Resultados de compactación del promedio de los 3 especímenes para la muestra 1243-14 del Tramo 14 ..... | 126 |
| <b>Tabla 91.</b> Resultados de compactación del promedio de los 3 especímenes para la muestra 1245-14 del Tramo 14 ..... | 126 |
| <b>Tabla 92.</b> Descripción del tramo San Isidro del General - Palmares.....  | 127 |
| <b>Tabla 93.</b> Ensayos realizados para el Tramo 15 .....   | 128 |
| <b>Tabla 94.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 15 .....  | 129 |
| <b>Tabla 95.</b> Descripción del tramo Florencia - Santa Clara .....   | 130 |
| <b>Tabla 96.</b> Ensayos realizados en el Tramo 16 .....   | 132 |
| <b>Tabla 97.</b> Resultados de Próctor para el Tramo 16.....   | 132 |
| <b>Tabla 98.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 16 .....  | 132 |



|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 99.</b> Descripción del tramo Ciudad Neilly - Paso Canoas.....            | 133 |
| <b>Tabla 100.</b> Ensayos realizados en el Tramo 17 .....                          | 135 |
| <b>Tabla 101.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 17 .....               | 136 |
| <b>Tabla 102.</b> Resultados de Próctor para el Tramo 17.....                      | 136 |
| <b>Tabla 103.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 17 ..... | 137 |
| <b>Tabla 104.</b> Descripción del tramo Liberia - Peñas Blancas.....               | 138 |
| <b>Tabla 105.</b> Ensayos realizados en el Tramo 18 .....                          | 139 |
| <b>Tabla 106.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 18.....                | 140 |
| <b>Tabla 107.</b> Resultados de Próctor para el Tramo 18.....                      | 140 |
| <b>Tabla 108.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 18 ..... | 141 |
| <b>Tabla 109.</b> Descripción del tramo Lajas - Carrillo.....                      | 142 |
| <b>Tabla 110.</b> Ensayos realizados en el Tramo 19 .....                          | 143 |
| <b>Tabla 111.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 19 .....               | 143 |
| <b>Tabla 112.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 19 ..... | 144 |
| <b>Tabla 113.</b> Descripción del tramo Cañas - Liberia.....                       | 145 |
| <b>Tabla 114.</b> Ensayos realizados en el Tramo 20 .....                          | 146 |
| <b>Tabla 115.</b> Resultados de Próctor para el Tramo 20.....                      | 146 |
| <b>Tabla 116.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 20 .....               | 147 |
| <b>Tabla 117.</b> Resultados de CBR para el Tramo 20.....                          | 148 |
| <b>Tabla 118.</b> Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 20 .....        | 148 |
| <b>Tabla 119.</b> Descripción del tramo La República - Virilla .....               | 149 |
| <b>Tabla 120.</b> Ensayos realizados en el Tramo 21 .....                          | 150 |
| <b>Tabla 121.</b> Resultados de Próctor para el Tramo 21 .....                     | 150 |
| <b>Tabla 122.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 21 .....               | 151 |
| <b>Tabla 123.</b> Resultados de CBR para el Tramo 21.....                          | 151 |
| <b>Tabla 124.</b> Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 21 .....        | 151 |
| <b>Tabla 125.</b> Descripción del tramo de la Uruca – Los Hatillos.....            | 152 |
| <b>Tabla 126.</b> Descripción del tramo Santa Cruz - Villareal.....                | 154 |
| <b>Tabla 127.</b> Descripción del tramo Penschurt - Cahuita .....                  | 156 |
| <b>Tabla 128.</b> Ensayos realizados en el Tramo 24 .....                          | 157 |
| <b>Tabla 129.</b> Resultados de Próctor para el Tramo 24.....                      | 158 |
| <b>Tabla 130.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 24 .....               | 158 |
| <b>Tabla 131.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 24 ..... | 159 |
| <b>Tabla 132.</b> Descripción del tramo Bananito Sur - San Clemente .....          | 160 |



|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 133.</b> Ensayos realizados en el Tramo 25 .....  | 161 |
| <b>Tabla 134.</b> Resultados de granulometría para el Tramo 25 .....                                       | 161 |
| <b>Tabla 135.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 25 .....                         | 161 |
| <b>Tabla 136.</b> Descripción del tramo Abundancia - Florencia .....                                       | 162 |
| <b>Tabla 137.</b> Ensayos realizados en el Tramo 26 .....  | 163 |
| <b>Tabla 138.</b> Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 26 .....                         | 163 |
| <b>Tabla 139.</b> Ensayos de caracterización física y mecánica realizados a la subrasante (suelo) .....    | 163 |
| <b>Tabla 140.</b> Ensayos de caracterización física y mecánica realizados a la subrasante (préstamo) ..... | 164 |
| <b>Tabla 141.</b> Ensayos de caracterización física y mecánica realizados a la subbase .....               | 165 |
| <b>Tabla 142.</b> Resumen de la deflectometría por tramo para el sensor D1 corregido .....                 | 166 |
| <b>Tabla 143.</b> Resumen de la deflectometría por tramo para el sensor D9 .....                           | 167 |
| <b>Tabla 144.</b> Resumen de deflectometría por sentido para el D1 .....                                   | 168 |
| <b>Tabla 145.</b> Resumen de deflectometría por sentido para el D9 .....                                   | 168 |
| <b>Tabla 146.</b> Rangos de deflexión según TPD, utilizados para clasificar resultados de FWD .....        | 168 |
| <b>Tabla 147.</b> Resumen de áreas promedio por tramo .....  | 169 |
| <b>Tabla 148.</b> Resumen de áreas promedio por sentido .....  | 169 |
| <b>Tabla 149.</b> Inventario de ensayo de FWD .....  | 170 |
| <b>Tabla 150.</b> Rangos de clasificación por radio de curvatura .....                                     | 197 |
| <b>Tabla 151.</b> Resumen de Radio de curvatura .....  | 197 |
| <b>Tabla 152.</b> Rangos de clasificación índice de capa base .....  | 198 |
| <b>Tabla 153.</b> Resumen del Índice de capa base .....  | 198 |
| <b>Tabla 154.</b> Rangos de clasificación índice de capa intermedia .....                                  | 199 |
| <b>Tabla 155.</b> Resumen del Índice de capa intermedia .....  | 199 |
| <b>Tabla 156.</b> Rangos de clasificación índice de capa inferior .....                                    | 200 |
| <b>Tabla 157.</b> Resumen del Índice de capa inferior .....  | 200 |
| <b>Tabla 158.</b> Inventario de ensayos de IRI del 2015 al 2023 .....                                      | 201 |
| <b>Tabla 159.</b> Resumen de datos históricos de regularidad superficial por tramo años 2004-2012 ..       | 202 |
| <b>Tabla 160.</b> Resumen de regularidad superficial por tramo años 2015-2023 .....                        | 203 |
| <b>Tabla 161.</b> Resumen de regularidad superficial por sentido A-B para los años 2017-2023 .....         | 204 |
| <b>Tabla 162.</b> Resumen de regularidad superficial por sentido B-A para los años 2017-2023 .....         | 204 |
| <b>Tabla 163.</b> Rangos de clasificación de regularidad superficial (IRI) para pavimentos flexibles ..... | 204 |
| <b>Tabla 164.</b> Resumen de auscultación visual .....   | 218 |
| <b>Tabla 165.</b> Resumen numérico de auscultación visual por tramo .....                                  | 219 |
| <b>Tabla 166.</b> Inventario de ensayos de GRIP realizados del 2015 al 2023 .....                          | 234 |



|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 167.</b> Resumen de fricción superficial por tramo .....            | 235 |
| <b>Tabla 168.</b> Resumen de fricción superficial sentido A-B .....          | 236 |
| <b>Tabla 169.</b> Resumen de fricción superficial sentido B-A .....          | 236 |
| <b>Tabla 170.</b> Clasificación internacional del pavimento según el GN..... | 236 |
| <b>Tabla 171.</b> Historial de TPDA para cada tramo .....                    | 250 |



## 1 INTRODUCCIÓN

El proyecto de Desempeño de Pavimentos a Largo Plazo de Costa Rica (DPLP-CR), desarrollado por el Programa de Infraestructura y Transporte (Pitra) del LanammeUCR desde 2017, tiene como objetivo establecer un modelo similar al exitoso programa de Estados Unidos y Canadá (LTPP). Este proyecto se centra en el análisis detallado del comportamiento de los pavimentos construidos en Costa Rica, mediante un seguimiento continuo a lo largo de los años. Para alcanzar este propósito, se busca incluir una amplia variedad de secciones de carretera, considerando diversas condiciones de demanda, como clima, tráfico, materiales y estructuras, lo que permite realizar un análisis exhaustivo de los tramos seleccionados en función de las distintas estructuras y condiciones utilizadas en Costa Rica.

Hasta la fecha, se han evaluado 26 secciones de prueba. Este informe presenta una recopilación de información y análisis de resultados que abarcan la subrasante, subbase y base de los pavimentos. Los ensayos realizados incluyen la determinación de densidad mediante Proctor Estándar y Proctor Modificado, la resistencia al corte a través del ensayo CBR, así como estudios de granulometría, límites de Atterberg y módulos de resiliencia (MR). Además, se proporciona un resumen de la caracterización física y mecánica de las diversas capas que componen la estructura del pavimento de cada sección analizada.

Asimismo, se incluye el análisis de deflectometría de impacto (FWD), la evaluación de la regularidad superficial a través del Índice de Regularidad Internacional (IRI), la auscultación visual para determinar el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y la clasificación de fricción superficial mediante el Grip Tester, para los tramos evaluados en todo el país.

Con la información recopilada, se realiza una actualización al 2023 de los espesores de los paquetes estructurales, así como gráficas de las variables de PCI, IRI, FWD y GRIP. También se determina el desempeño de los pavimentos y se llevan a cabo proyecciones preliminares de PCI utilizando modelos de predicción empíricos en proceso de calibración.

Finalmente, se presentarán los resultados obtenidos hasta 2023, que abarcan la clasificación de los ensayos de IRI y GRIP, la distinción por indicadores climáticos y de



suelos, el cálculo de indicadores de FWD y las curvas de deterioro preliminares. Agradecemos de manera especial al estudiante David González García por su valiosa colaboración como asistente en el desarrollo de este informe.

## 2 DESCRIPCIÓN – CONTEXTO DEL PROYECTO EN COSTA RICA

A través de los programas de Desempeño de Pavimentos a Largo Plazo (LTPP, por sus siglas en inglés), desarrollados principalmente en Estados Unidos y Canadá, se ha investigado el comportamiento de diversas secciones de pavimento a lo largo del tiempo, abarcando más de 2,500 secciones de prueba en pavimentos tanto flexibles como rígidos (FHWA, 2017).

En esta etapa del proyecto, se analizan diversos parámetros, incluyendo la auscultación visual (ASTM D6433), el tráfico vehicular en la zona (frecuencia y configuración de cargas), el clima, los espesores de las capas que componen la estructura del pavimento y la caracterización de los materiales. Además, se realizan ensayos de desempeño, tales como la deflectometría de impacto (FWD, según ASTM D4694), el índice de regularidad (IRI, según ASTM E950) y la fricción medida con el GRIP Tester (BS: 7941-2:2000).

Dado que el proyecto está concebido como una iniciativa a largo plazo, es fundamental considerar la posibilidad de instrumentar nuevas secciones de pavimento que se incorporen en el futuro. Esto permitirá monitorear la respuesta de diferentes sitios a factores como cambios de temperatura, humedad, deformaciones unitarias y presiones estáticas.

Los segmentos en evaluación se clasifican como estudios de tipo general, ya que consisten en pavimentos construidos sobre carreteras en servicio (diseñadas por el MOPT) y bajo parámetros no controlados. No obstante, estos datos podrían complementarse con información de estudios específicos, como las secciones generadas en el laboratorio de pavimentos a escala natural y ensayadas con el simulador de vehículos pesados (HVS por sus siglas en inglés), que cuentan con parámetros controlados. A medida que avance el proyecto, también se evaluará la viabilidad de recolectar información adicional e instrumentar nuevos proyectos cuando sea factible desde el punto de vista técnico.



### 3 OBJETIVO DEL PROYECTO

#### 3.1 *Objetivo General*

Generar una base de datos de desempeño y comportamiento de pavimentos de Costa Rica a largo plazo en condiciones reales.

#### 3.2 *Objetivos Específicos*

- Seleccionar tramos de carretera representativos en diferentes regiones del país, considerando variaciones en clima, flujo vehicular, tipo de pavimento y ubicación geográfica, para capturar la diversidad de condiciones que afectan el rendimiento de los pavimentos.
- Caracterizar exhaustivamente los materiales del paquete estructural en cada tramo seleccionado, evaluando su composición física y mecánica, con el fin de definir las propiedades relevantes para el diseño y comportamiento del pavimento.
- Recopilar y analizar datos climáticos detallados de las zonas seleccionadas, incluyendo temperatura, precipitación y otros factores ambientales, para describir con precisión las condiciones climáticas que afectan el deterioro del pavimento.
- Desarrollar un esquema integral de evaluación del desempeño, que permita recopilar y monitorear de manera continua y periódica la evolución del pavimento en los tramos seleccionados a lo largo de varios años.
- Crear un repositorio digital interactivo en línea, para almacenar, gestionar y facilitar el acceso a la información técnica y de desempeño de los tramos de pavimento, asegurando su actualización constante y disponibilidad para futuros estudios.
- Analizar los datos recopilados para desarrollar curvas de deterioro basadas en el comportamiento de los pavimentos bajo diferentes condiciones, contribuyendo a una mejor planificación y gestión de pavimentos en Costa Rica.

### 4 PRODUCTOS ESPERADOS

La implementación del programa DPLP-CR, como parte de la investigación realizada por el LanammeUCR, permitirá la recolección de información valiosa que complementará los datos existentes de otras investigaciones. Este enfoque se centrará en un seguimiento



detallado del deterioro de las estructuras de pavimento, así como en la toma de muestras y la ejecución de ensayos de laboratorio complementarios, lo que proporcionará una visión integral de las características en relación con el desempeño de los diferentes tramos.

El principal producto de este proceso de recolección y análisis será una base de datos robusta que sintetice la información de cada tramo evaluado. Esta base de datos facilitará la identificación de los mecanismos de fallas típicos y permitirá la generación de modelos de deterioro, lo que a su vez contribuirá a una transición efectiva hacia métodos de diseño de pavimentos más adecuados a las condiciones locales.

## 5 AVANCE DEL PROYECTO

A continuación, se busca realizar una actualización del avance que se ha tenido en el proyecto DPLP-CR al incluir la información recolectada y procesada durante el año 2023 y en donde se realizó un procesamiento de información recolectada en los últimos años por el LanammeUCR, con el fin de mejorar la precisión de los datos. Entre las revisiones realizadas se encuentran:

- Validación geográfica de los sitios.
- Mejoras en el ajuste por temperatura para la deflexión central.
- Ajuste geoespacial para las mediciones de FWD, IRI y GRIP para ajustar los datos dentro del tramo
- Actualización de las bases datos con la información resumen para cada indicador.
- Recopilación de informes de laboratorio para los tramos seleccionados.
- Actualización de espesores de los paquetes estructurales al año 2023.
- Búsqueda de los paquetes estructurales para los tramos faltantes.
- Actualización de gráficas para las variables de PCI, IRI, FWD y GRIP.
- Proyecciones de PCI según modelo de predicción empírico en proceso de calibración, con base en los datos recolectados

Cada tramo evaluado tiene una longitud de 100 m. En la **Tabla 1** se muestran las secciones de estudio, con la respectiva ruta, sección y ubicación correspondiente. Además, se indica un ID de control, al cual se hará referencia en los siguientes capítulos de este informe.



**Tabla 1.** Lista de tramos que forman parte del proyecto de DPLP-CR

|    | Tramo                             | Ruta | Provincia  | Cantón              | Distrito           | Sección Control |
|----|-----------------------------------|------|------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| 1  | Sabalito - Las Mellizas           | 613  | Puntarenas | Coto Brus           | Sabalito           | 60311           |
| 2  | Quepos - Barú                     | 34   | Puntarenas | Aguirre             | Quepos             | 60111           |
| 3  | Moravia - Coronado                | 102  | San José   | Vázquez de Coronado | Patalillo          | 10390           |
| 4  | Cartago - Paraíso                 | 10   | Cartago    | Paraíso             | Paraíso            | 30021           |
| 5  | Barú-Palmar Norte                 | 34   | Puntarenas | Osa                 | Bahía Ballena      | 60091           |
| 6  | Pozón - Jacó                      | 34   | Alajuela   | Orotina             | Coyolar            | 21300           |
| 7  | Caldera - Puntarenas              | 23   | Puntarenas | Puntarenas          | Chacarita-Barranca | 60610           |
| 8  | Santo Domingo - Los Ángeles       | 116  | Heredia    | Santo Domingo       | Tures              | 40252           |
| 9  | Guácimo - Pocora                  | 32   | Limón      | Guácimo             | Mercedes           | 70141           |
| 10 | Siquirres - Pacuarito             | 32   | Limón      | Siquirres           | Pacuarito          | 70090           |
| 11 | Playa Hermosa - Esterillos        | 34   | Puntarenas | Garabito            | Jacó               | 60140           |
| 12 | Nicoya - Santa Cruz               | 21   | Guanacaste | Santa Cruz          | Santa Cruz         | 50120           |
| 13 | Cartago-Volcán Irazú              | 219  | Cartago    | Oreamuno            | Potrero Grande     | 30250           |
| 14 | Cajón-Buenos Aires                | 2    | Puntarenas | Buenos Aires        | Volcán             | 60060           |
| 15 | San Isidro del General - Palmares | 2    | San José   | Pérez Zeledón       | Daniel Flores      | 10002           |
| 16 | Florencia - Santa Clara           | 141  | Alajuela   | San Carlos          | Florencia          | 20681           |
| 17 | Ciudad Neilly - Paso Canoas       | 2    | Puntarenas | Corredores          | Corredores         | 60001           |
| 18 | Liberia - Peñas Blancas           | 1    | Guanacaste | Liberia-La Cruz     | Santa Elena        | 50050           |
| 19 | Lajas - Carrillo                  | 160  | Guanacaste | Hojancha            | Puerto Carrillo    | 50460           |
| 20 | Cañas - Liberia                   | 1    | Guanacaste | Bagaces             | Bagaces            | 51120           |
| 21 | La República - Virilla            | 32   | San José   | Goicoechea          | Calle Blancos      | 19011           |
| 22 | La Uruca - Hatillo                | 39   | San José   | San José            | Mata Redonda       | 19093           |
| 23 | Santa Cruz -Villareal             | 152  | Guanacaste | Santa Cruz          | Tamarindo          | 50261           |
| 24 | Penshurt - Cahuita                | 36   | Limón      | Talamanca           | Cahuita            | 70030           |
| 25 | Bananito Sur - San Clemente       | 36   | Limón      | Limón               | Matina             | 70040           |
| 26 | La Abundancia - Florencia         | 35   | Alajuela   | San Carlos          | Florencia          | 20760           |

Las secciones propuestas han sido seleccionadas considerando sitios que presentan diversas condiciones climáticas y geológicas, incluyendo latitud, longitud y elevación. Además, se ha tenido en cuenta el volumen y la composición del tráfico, lo que resulta en diferentes cantidades anuales de ESALS (ejes equivalentes de 18,000 lb) que transitan por estas áreas. En la Figura 1 se muestra un mapa general de Costa Rica con la ubicación de los tramos.

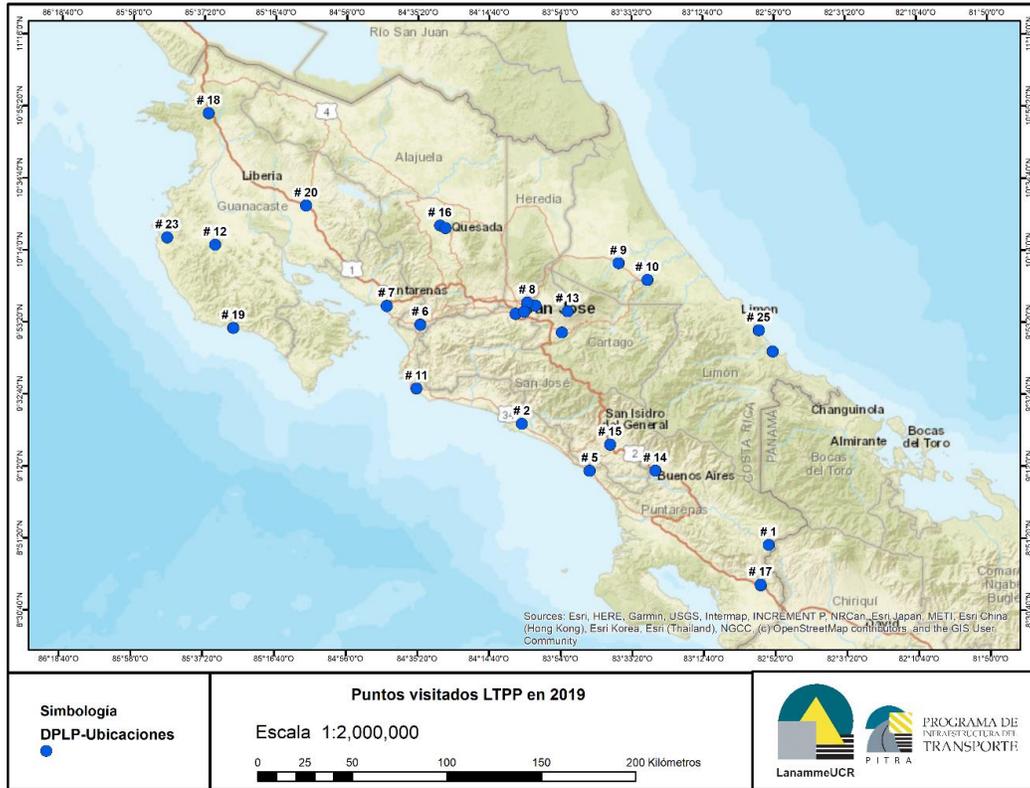


Figura 1 Mapa de Costa Rica con la ubicación de los tramos 1 a 26 del proyecto DPLP-CR

En el Anexo A se muestran las ubicaciones georreferenciadas de los tramos 1 al 26 junto con la descripción de sus características generales. También es importante mencionar que el tramo 20 contaba con instrumentación para determinar las deformaciones unitarias, sin embargo, en la actualidad este equipo no se encuentra en funcionamiento. Por otra parte, el tramo 26 se instrumentó para la medición los rayos UV y el registro de precipitaciones.

### 5.1 Ensayos y pruebas

#### 5.1.1 Materiales

Las secciones de pavimento que conforman el proyecto DPLP comprenden diferentes tipos de pavimentos como los son los flexibles, semi-rígidos y los rígidos, que han sufrido variaciones en el tiempo; tal y como se muestra en la Tabla 2. Si bien existen diferencias específicas que proporcionan la existencia de diferentes tipos de pavimentos, la estructura



principal está formada por 4 capas, la capa de rodamiento que puede estar compuesta de mezcla asfáltica o concreto se apoya sobre la base que puede ser estabilizada, granular e incluso ambas, además de la subbase y por último la subrasante que en ocasiones es mejorada por medio de rellenos.

**Tabla 2. Características de los pavimentos de cada tramo**

| Tramo                            | Periodo                  | Tipo de pavimento | Condición del pavimento |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|
| 1 Sabalito-Las Mellizas          | 28-2-2011 al 2023        | Semi-rígido       | Original                |
| 2 Quepos-Barú                    | 01-01-2007 al 21-09-2014 | Flexible          | Original                |
|                                  | 22-09-2014 al 2023       | Semi-rígido       | Original                |
| 3 Moravia-Coronado               | 01-01-2014 al 31-12-2019 | Flexible          | Original                |
|                                  | 01-01-2020 al 2023       | Flexible          | Sobrecapa               |
| 4 Cartago-Paraíso                | 01-01-2009 al 31-12-2013 | Semi-rígido       | Original                |
|                                  | 01-01-2014 al 2023       | Semi-rígido       | Original                |
| 5 Barú-Palmar Norte              | 01-01-2005 al 31-12-2015 | Semi-rígido       | Original                |
|                                  | 01-01-2016 al 2023       | Semi-rígido       | Original                |
| 6 Pozón-Jacó                     | 01-01-2005 al 2023       | Semi-rígido       | Original                |
| 7 Caldera-Puntarenas             | 01-01-2006 al 30-06-2016 | Semi-rígido       | Original                |
|                                  | 01-07-2016 al 2023       | Semi-rígido       | Sobrecapa               |
| 8 Santo Domingo-Los Ángeles      | 01-01-2014 al 2023       | Semi-rígido       | Original                |
| 9 Guácimo-Pocora                 | 01-01-2014 al 2019       | Flexible          | Original                |
| 10 Siquirres-Pacuarito           | 01-01-2009 al 2019       | Flexible          | Original                |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos      | 01-01-2005 al 31-12-2015 | Semi-rígido       | Original                |
|                                  | 01-01-2016 al 2023       | Semi-rígido       | Sobrecapa               |
| 12 Nicoya-Santa Cruz             | 01-01-2019 al 2023       | Semi-rígido       | Sobrecapa               |
| 13 Cartago-Volcán Irazú          | 01-01-2006 al 31-12-2017 | Semi-rígido       | Original                |
|                                  | 01-01-2018 al 2023       | Semi-rígido       | Sobrecapa               |
| 14 Cajón-Buenos Aires            | 1/1/2017 al 2023         | Flexible          | Original                |
| 15 San Isidro del General-Palmes | 01-01-2004 al 31-12-2016 | Semi-rígido       | Original                |
|                                  | 01-01-2017 al 2023       | Semi-rígido       | Sobrecapa               |
| 16 Florencia-Santa Clara         | 01-01-2014 al 31-12-2018 | Flexible          | Original                |
|                                  | 01-01-2019 al 2023       | Flexible          | Sobrecapa               |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas     | 01-05-2017 al 2023       | Semi-rígido       | Original                |
| 18 Liberia-Peñas Blancas         | 01-01-2019 al 2023       | Flexible          | Sobrecapa               |
| 19 Lajas-Carrillo                | 01-04-2014 al 31-12-2017 | Semi-rígido       | Original                |
|                                  | 01-01-2018 al 2023       | Semi-rígido       | Sobrecapa               |
| 21 La República-Virilla          | 01-03-2013 al 2023       | Flexible          | Original                |
| 22 La Uruca-Hatillo              | 01-03-2018 al 2023       | Flexible          | Original                |



|    | Tramo                     | Periodo                  | Tipo de pavimento | Condición del pavimento |
|----|---------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|
| 23 | Santa Cruz-Villareal      | 01-01-2015 al 2023       | Semi-rígido       | Original                |
| 24 | Penshurt-Cahuita          | 24-08-2014 al 2023       | Flexible          | Original                |
| 25 | Bananito Sur-San Clemente | 01-02-2004 al 31-12-2016 | Semi-rígido       | Original                |
|    |                           | 01-01-2017 al 2023       | Semi-rígido       | Sobrecapa               |
| 26 | Abundancia-Florencia      | 01-01-2018 al 2023       | Flexible          | Original                |

Para tener una caracterización completa de la estructura fue necesario identificar los materiales que componen cada capa, incluyendo el suelo natural o la subrasante. Se revisaron los históricos de calicatas en los tramos, y en el caso de sobrecapas se extrajeron núcleos de mezcla asfáltica para verificar espesores, también se realizaron consultas a la Secretaría de Planificación Sectorial del MOPT para conocer las características de los paquetes estructurales de los tramos faltantes. Las propiedades de los materiales de los tramos 1 al 26 fueron recopilados y adjuntados en el Anexo A.

### 5.1.2 Resultados de la Evaluación del Desempeño

La evaluación de los segmentos en estudio se categorizó en dos grupos. En el primero se analizó la capacidad estructural de los pavimentos y en el segundo se monitoreó la capacidad funcional de las estructuras. A continuación, se describen los procedimientos efectuados:

- **Deflectometría de impacto (FWD, por sus siglas en inglés)**

Se realizó el ensayo de deflectometría de impacto en los tramos que se encuentran en servicio actualmente (Exceptuando el tramo 09 y 10). En el ANEXO B: Deflectometría de impacto (FWD) se muestra el comportamiento de los tramos a través del tiempo al visualizarlo contra la deflexión medida bajo el geófono cero ( $d_0$ , bajo plato de carga) y el geófono 9 ( $d_9$ , el más alejado del plato de carga). Estos registros se realizan una vez por año, con el objetivo de recopilar información que permita realizar un cruce de variables en el tiempo.

- **Índice de regularidad superficial (IRI)**

Se realizó el ensayo de IRI en los tramos que se encuentran en servicio actualmente (Exceptuando el tramo 09 y 10). En el ANEXO C: Índice de Regularidad internacional (IRI)

|   |               |                  |
|---|---------------|------------------|
| Informe: EIC-Lanamme-INF-1494-2024 - UIIT | Octubre, 2024 | Página 27 de 255 |
|---|---------------|------------------|



se muestra el comportamiento de los tramos a través del tiempo. De la misma manera este consta de un registro anual, con mediciones reportadas cada 10 m en ambos sentidos de circulación. Es importante aclarar que para la revisión de este informe se realizó una validación geoespacial, de los puntos medidos, para garantizar que los datos considerados dentro del registro son solo los que se encuentran dentro del tramo.

- **Auscultación Visual**

Se realizó un levantamiento de los deterioros observados en cada uno de los tramos que se encuentran en servicio actualmente (Exceptuando el tramo 09 y 10), este levantamiento se realizó de forma manual en cada tramo y para ello se consideraron en la mayoría de los casos 3 unidades de muestreo en cada segmento buscando garantizar un área de  $225 \pm 90 \text{ m}^2$ , siguiendo el protocolo de medición de la norma ASTM D6433 (ASTM, 2018) y el Manual de Auscultación Visual de Pavimentos de Costa Rica (MOPT, 2016). En el ANEXO D: Auscultación visual (PCI) se muestra el comportamiento de los tramos a través del tiempo, utilizando el Índice de condición presente PCI.

- **Fricción superficial (GRIP, por sus siglas en inglés)**

El ensayo de fricción superficial se realiza en todos los tramos una vez por año, los levantamientos de datos son ejecutados cada 5 metros. El equipo de medición comienza y finaliza el levantamiento 100 metros antes y después de cada tramo, por ende, resulta importante identificar las mediciones que corresponde a la sección del tramo por medio de herramientas de geoprocesamiento. En el ANEXO E: Fricción superficial (GRIP) se muestra el comportamiento de los tramos a través del tiempo, utilizando los datos de GRIP.

A continuación, en la tabla Tabla 3 se presenta el resumen de los resultados obtenidos al 2023, para las diferentes variables medidas.

**Tabla 3. Condición y desempeño del 2023**

| Tramo                   | FWD ( $\mu\text{m}$ ) | IRI (m/km) | GRIP | PCI |
|-------------------------|-----------------------|------------|------|-----|
| 1 Sabalito-Las Mellizas | 297,26                | 2,92       | 0,48 | 63  |
| 2 Quepos-Barú           | 168,37                | 2,30       | 0,49 | 65  |
| 3 Moravia-Coronado      | 577,98                | 3,05       | 0,45 | -   |
| 4 Cartago-Paraíso       | 154,56                | 3,64       | 0,43 | 85  |
| 5 Barú-Palmar Norte     | 198,65                | 1,52       | 0,32 | 80  |

|   |               |                  |
|---|---------------|------------------|
| Informe: EIC-Lanamme-INF-1494-2024 - UIIT | Octubre, 2024 | Página 28 de 255 |
|---|---------------|------------------|



| Tramo                                     | FWD ( $\mu\text{m}$ ) | IRI (m/km) | GRIP | PCI |
|---|-----------------------|------------|------|-----|
| 6 Pozón - Jacó                            | 657,50                | 2,79       | 0,41 | -   |
| 7 Caldera - Puntarenas                    | 198,55                | 1,62       | 0,37 | 65  |
| 8 Santo Domingo - Los Ángeles             | 150,55                | 4,73       | 0,60 | 82  |
| 9 Guácimo-Pocora (Rehabilitación)         | -                     | -          | -    | -   |
| 10 Siquirres – Pacuarito (Rehabilitación) | -                     | -          | -    | -   |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos               | 115,62                | 1,89       | 0,40 | -   |
| 12 Nicoya - Santa Cruz                    | 271,45                | 1,84       | 0,24 | 61  |
| 13 Cartago-Volcán Irazú                   | 530,82                | 2,31       | 0,54 | 76  |
| 14 Cajón-Buenos Aires                     | 144,17                | 1,50       | 0,42 | 72  |
| 15 San Isidro del General - Palmares      | 163,57                | 1,14       | 0,37 | 80  |
| 16 Florencia-Santa Clara                  | 361,84                | 1,14       | 0,56 | 78  |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas              | 296,66                | 1,70       | 0,40 | 64  |
| 18 Liberia-Peñas Blancas                  | 220,42                | 1,95       | 0,50 | 62  |
| 19 Lajas - Carrillo                       | 239,94                | 1,79       | 0,26 | 52  |
| 20 Cañas - Liberia                        | 106,84                | 3,65       | 0,56 | 79  |
| 21 La República - Virilla                 | 126,43                | 1,48       | 0,47 | -   |
| 22 La Uruca - Hatillo                     | 232,86                | 1,75       | 0,39 | -   |
| 23 Santa Cruz -Villareal                  | 460,09                | 4,75       | 0,46 | 62  |
| 24 Penshurt - Cahuita                     | 555,91                | 2,04       | 0,49 | 62  |
| 25 Bananito Sur - San Clemente            | 695,29                | 2,00       | 0,46 | 36  |
| 26 Abundancia - Florencia                 | 137,16                | 1,95       | 0,65 | 81  |

En la Tabla 3, se muestra el resumen de la evaluación del 2023. Se calcularon valores de PCI desde los 36 puntos (pavimento deteriorado) hasta los 85 (excelente estado), lo que brinda un buen margen de datos por analizar. También se observan diversas deflexiones, en el caso del ensayo de deflectometría de impacto, donde se aprecian rangos superiores a 400  $\mu\text{m}$  para pavimento semi-rígidos lo cual se asocian a pavimentos débiles y deflexiones que caracterizan a los pavimentos con una capacidad estructural buena por ser inferiores a 200  $\mu\text{m}$  en el caso de los pavimentos semi-rígidos y menores a 500  $\mu\text{m}$  para pavimentos flexibles (Horak, 2008).

Por su parte, la regularidad superficial de los tramos en el 2023 presenta valores buenos, regulares y malos. Según la clasificación propuesta por la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR (2012) una regularidad inferior a 1,9 m/km corresponde a una condición buena, mientras que un valor entre 3,6 y 6,4 m/km representa un mal estado de regularidad.



Cabe mencionar que ninguno de los tramos ha alcanzado una regularidad superficial muy mala, es decir superior a 6,4 m/km.

La fricción superficial se encuentra entre mala y regular en la mayoría de los casos, con excepción del tramo 26 donde se tiene un buen estado funcional de la carretera en cuanto a la fricción. Según el LanammeUCR (2008), la fricción es mala cuando el rango de GN (*Grip Number*) es inferior a 0,5, asimismo señala que los rangos entre 0,5 y 0,6 corresponde a fricciones regulares.

La variabilidad del estado (condición) de las rutas en las variables consideradas son una fuente valiosa de información, ya que permite disponer de datos en diferentes condiciones (nuevo-dañado), esto es requisito indispensable para poder realizar calibraciones. En los anexos B, C, D y E puede consultarse la información con mayor detalle, así como la información de otros años de medición.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Clasificación de suelos

Costa Rica es un país con gran variedad de climas, litologías y condiciones topográficas, lo que genera que, en un territorio relativamente pequeño se encuentre una gran variedad de suelos, algunos de ellos con condiciones geotécnicas que dificultan la construcción de cualquier tipo de infraestructura.

Por tanto, el conocimiento de las características de los suelos que funcionarán como cimentación de los proyectos es de vital importancia para la ejecución exitosa de una carretera o cualquier otra obra civil. Asimismo, resulta importante establecer esta clasificación en los suelos para tener una perspectiva del comportamiento de las carreteras durante su vida útil. Para conocer adecuadamente la capacidad del suelo, se debe iniciar por identificar el tipo de suelo. Aunque un simple examen visual brinda información valiosa, se debe completar la caracterización con un examen más detallado de las propiedades del suelo, con el fin de identificar los problemas y deficiencias asociadas al mismo (UMP, 2014).



Es por lo anterior que se pretende generar una base de datos que contenga todos los parámetros necesarios para caracterizar de manera óptima un suelo, y que a la vez muestre la información técnica necesaria del mismo. Dicha información brindará más herramientas para analizar el desempeño de los tramos del proyecto del DPLP-CR

La Figura 2 muestra los 87 suelos que han sido muestreados a la fecha. El Informe LM-PI-UMP-046-R1, de noviembre del 2014 resume la caracterización física de estos materiales.

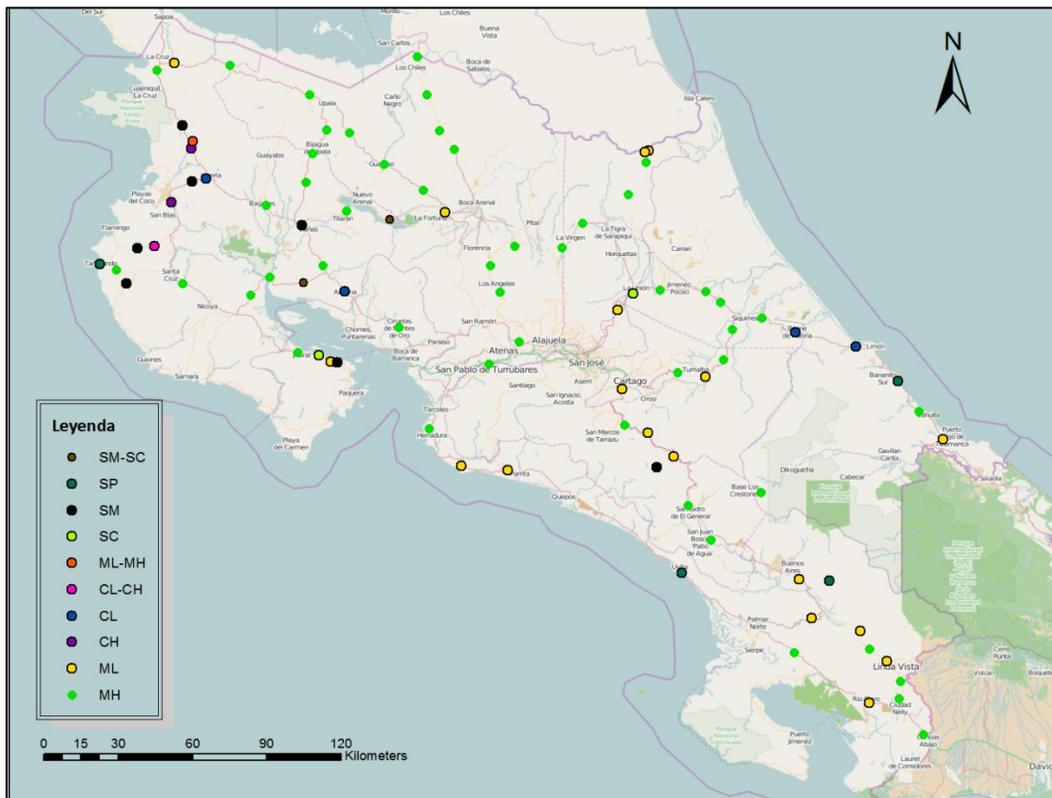


Figura 2. Distribución espacial de los tipos de suelo clasificados según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

### 6.2 Tránsito (TPDA)

El tránsito promedio diario anual (TPDA) de las carreteras es una variable que permite clasificar tanto el volumen de vehículos que transitan por la vía como las deflexiones obtenidas del FWD. Por esta razón conocer estos datos para los tramos de DPLP resulta valioso. En los últimos años se ha realizado la recopilación del historial de TPDA para cada



tramo, el cual se puede apreciar en el ANEXO F: Historial del TPDA, asimismo, se ha realizado una proyección del TPDA al año 2024 utilizando el último registro real, tal y como se aprecia en la Tabla 4. La información para realizar el historial de TPDA fue obtenida a partir de datos suministrados por la Secretaría de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

**Tabla 4.** Datos de tránsito promedio diario anual recopilados a la fecha para cada tramo

|    | Tramo                             | TPDA 2024 | Clasificación | Tasa de crecimiento |
|----|-----------------------------------|-----------|---------------|---------------------|
| 1  | Sabalito-Las Mellizas             | 961       | Bajo          | 4,00%               |
| 2  | Quepos-Barú                       | 12188     | Moderado      | 5,44%               |
| 3  | Moravia-Coronado                  | 19300     | Alto          | 1,61%               |
| 4  | Cartago-Paraíso                   | 16319     | Moderado      | 0,62%               |
| 5  | Barú-Palmar Norte                 | 6834      | Alto          | 4,37%               |
| 6  | Pozón - Jacó                      | 17460     | Alto          | 5,44%               |
| 7  | Caldera - Puntarenas              | 16455     | Alto          | 2,18%               |
| 8  | Santo Domingo - Los Ángeles       | 11562     | Moderado      | 3,83%               |
| 9  | Guácimo-Pocora                    | 16549     | Alto          | 3,69%               |
| 10 | Siquirres - Pacuarito             | 12396     | Moderado      | 3,69%               |
| 11 | Playa Hermosa-Esterillos          | 19936     | Alto          | 7,45%               |
| 12 | Nicoya - Santa Cruz               | 10481     | Moderado      | 3,96%               |
| 13 | Cartago-Volcán Irazú              | 971       | Bajo          | 5,22%               |
| 14 | Cajón-Buenos Aires                | 3197      | Bajo          | 4,48%               |
| 15 | San Isidro del General - Palmares | 20340     | Alto          | 4,48%               |
| 16 | Florencia-Santa Clara             | 8226      | Moderado      | 2,84%               |
| 17 | Ciudad Neilly-Paso Canoas         | 8672      | Moderado      | 3,84%               |
| 18 | Liberia-Peñas Blancas             | 5601      | Moderado      | 5,95%               |
| 19 | Lajas - Carrillo                  | 3914      | Bajo          | 4,00%               |
| 21 | La República - Virilla            | 36850     | Alto          | 0,54%               |
| 22 | La Uruca - Hatillo                | 57285     | Especial/Alto | 2,83%               |
| 23 | Santa Cruz -Villareal             | 5516      | Moderado      | 4,00%               |
| 24 | Penshurt - Cahuita                | 5464      | Moderado      | 6,83%               |
| 25 | Bananito Sur - San Clemente       | 7162      | Moderado      | 6,83%               |
| 26 | Abundancia - Florencia            | 9443      | Moderado      | 4,00%               |

### 6.3 Recopilación indicadores climáticos Costa Rica

Con esta subsección del proyecto se busca desarrollar herramientas que faciliten la clasificación y caracterización de las áreas en las que se llevan a cabo proyectos viales, así



como el cálculo de factores ambientales necesarios para el diseño de estas obras. Actualmente, el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) ha establecido una clasificación de zonas climáticas, dividiendo el país en seis regiones principales que pueden subdividirse: Pacífico Sur, Pacífico Central, Pacífico Norte, Región Central, Vertiente del Caribe y Zona Norte. Cada una de estas zonas presenta características climáticas específicas, incluyendo temperaturas y precipitaciones mínimas, máximas y promedios anuales.

Si bien esta información es valiosa, se busca reforzar y profundizar los datos existentes mediante una caracterización a nivel distrital y mensual. Para ello, el LanammeUCR dispone de información proveniente de 86 estaciones climáticas, suministrada por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN). El objetivo es proporcionar indicadores numéricos mensuales de variables clave como temperatura y precipitación.

Otro recurso importante en el diseño de las estructuras de pavimento es el factor de reducción ambiental, que representa la susceptibilidad de los materiales finos asociados a la subrasante a variar su comportamiento mecánico en función del contenido de agua presente. A partir de este factor, se espera poder evaluar la pérdida o ganancia del módulo de la subrasante en relación con la humedad del lugar. El LanammeUCR ha desarrollado una herramienta denominada “Factor de Reducción Ambiental”, que permite calcular este factor (FU), facilitando al usuario la obtención de este valor para el diseño de sus obras.

### **6.3.1 Zonificación climática Proyecto DPLP-CR**

Como se mencionó anteriormente, el comportamiento del clima en Costa Rica es muy variable entre una zona y otra, por ejemplo, existen regiones con valores de precipitación considerablemente mayores que en otras. El clima es una de las variables que intervienen en el envejecimiento y deterioro de los pavimentos, por ende, conocer el comportamiento del clima de un sitio resulta importante. A partir de la clasificación realizada por el IMN es posible realizar una distinción por zona y clasificación climáticas a cada tramo del proyecto DPLP-CR, tal y como se muestra en la Tabla 5.



**Tabla 5. Clasificación de zonas climáticas de cada tramo**

| Tramo                                | Zona climática             | Clasificación climática |
|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 Sabalito-Las Mellizas              | Pacífico Sur               | Lluvioso                |
| 2 Quepos-Barú                        | Pacífico Central           | Tropical                |
| 3 Moravia-Coronado                   | Región Central (Occidente) | Templado                |
| 4 Cartago-Paraíso                    | Región Central (Oriente)   | Subtropical húmedo      |
| 5 Barú-Palmar Norte                  | Pacífico Sur               | Lluvioso                |
| 6 Pozón - Jacó                       | Pacífico Norte             | Seco                    |
| 7 Caldera - Puntarenas               | Pacífico Norte             | Seco                    |
| 8 Santo Domingo - Los Ángeles        | Región Central (Oriente)   | Templado                |
| 9 Guácimo-Pocora                     | Caribe Norte               | Muy húmedo              |
| 10 Siquirres - Pacuarito             | Caribe Norte               | Muy húmedo              |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos          | Pacífico Central           | Tropical                |
| 12 Nicoya - Santa Cruz               | Pacífico Norte             | Seco                    |
| 13 Cartago-Volcán Irazú              | Región Central (Oriente)   | Subtropical húmedo      |
| 14 Cajón-Buenos Aires                | Pacífico Sur               | Lluvioso                |
| 15 San Isidro del General - Palmares | Pacífico Sur               | Lluvioso                |
| 16 Florencia-Santa Clara             | Zona Norte                 | Seco                    |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas         | Pacífico Sur               | Lluvioso                |
| 18 Liberia-Peñas Blancas             | Pacífico Norte             | Seco                    |
| 19 Lajas - Carrillo                  | Pacífico Norte             | Seco                    |
| 20 Cañas – Liberia                   | Pacífico Norte             | Seco                    |
| 21 La República - Virilla            | Región Central (Oriente)   | Templado                |
| 22 La Uruca - Hatillo                | Región Central (Oriente)   | Templado                |
| 23 Santa Cruz -Villareal             | Pacífico Norte             | Seco                    |
| 24 Penshurt - Cahuita                | Caribe Norte               | Muy húmedo              |
| 25 Bananito Sur - San Clemente       | Caribe Norte               | Muy húmedo              |
| 26 Abundancia - Florencia            | Zona Norte                 | Lluvioso                |

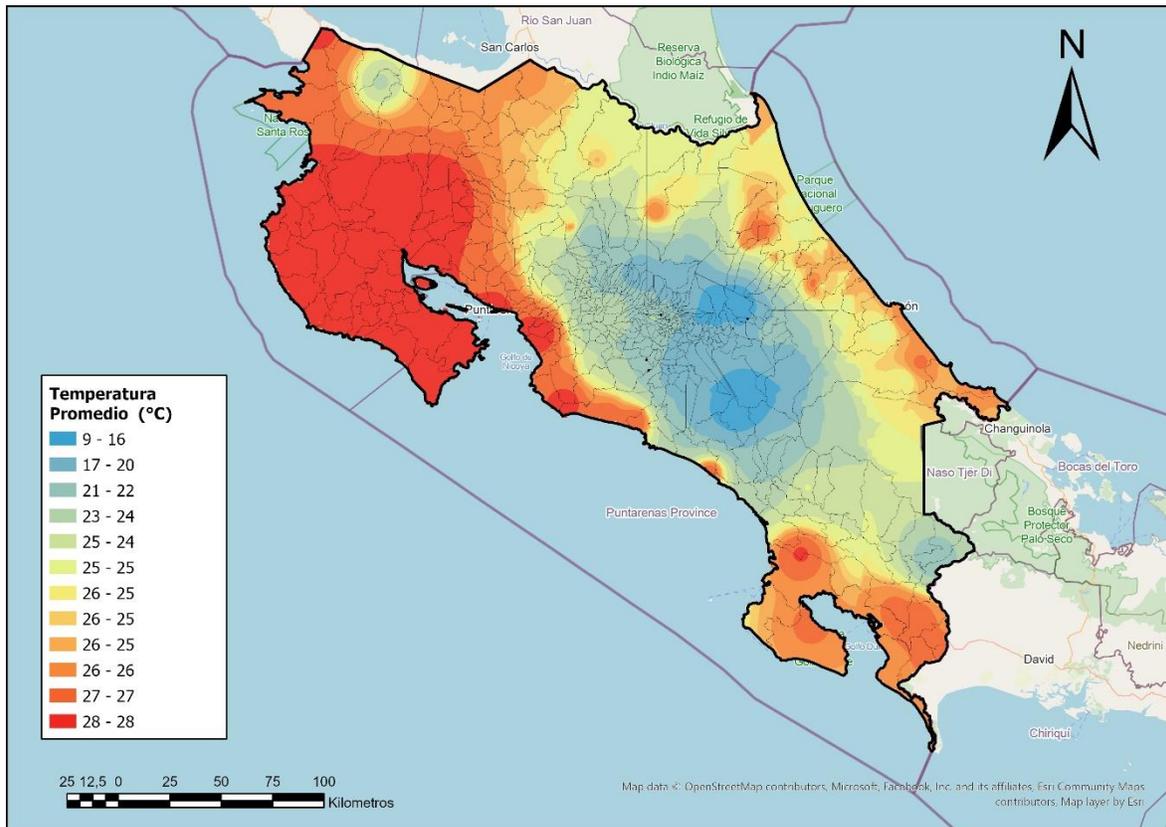
### 6.3.2 Indicadores climáticos generales para Costa Rica

Para estimar los indicadores climáticos globales, se utilizaron 86 estaciones climáticas del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), las cuales fueron analizadas para determinar su representatividad en función de la zonificación climática de Costa Rica. Con estos datos, es posible calcular indicadores promedio mensuales de precipitación y temperatura que se incluirán en la herramienta web destinada al cálculo del factor de reducción ambiental, como se explicará en la siguiente sección. La precisión de los datos se ajusta a las categorías de diseño 2 y 3 (medio y bajo volumen de tráfico, según la GDP-2024), lo que permite utilizar



datos generales representativos de una zona específica para estimar el efecto de la humedad en la subrasante y la temperatura en materiales asfálticos.

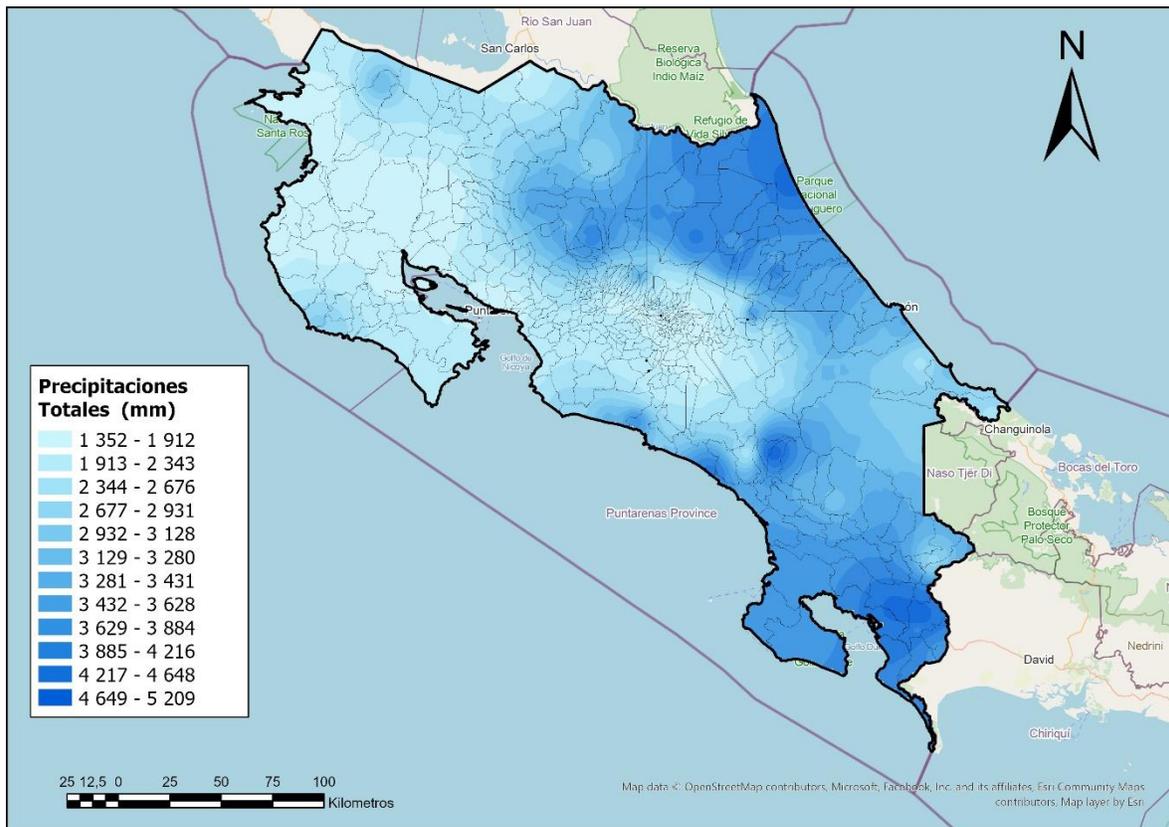
En la siguiente imagen se presenta el ráster generado para las temperaturas promedio a partir de las 86 estaciones del IMN. Esta información ha sido fundamental para crear la base de datos climática del proyecto DPLP-CR, que contiene las temperaturas promedio mensuales, máximas y mínimas para cada mes del año, desglosadas por los 490 distritos de Costa Rica. Es importante mencionar que los indicadores fueron estimados en el centroide geométrico de cada distrito. Esta información, como se mencionó anteriormente, será implementada en el sitio web para el cálculo del factor ambiental y en el portal del proyecto DPLP-CR.



**Figura 3.** Ráster de temperaturas promedio anuales para Costa Rica, con base a datos del IMN



Asimismo, se generó un ráster que representa las precipitaciones totales anuales, utilizando los datos de las 86 estaciones climáticas suministradas por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN), como se muestra en la **Figura 4**. También se llevó a cabo un análisis mensual de las precipitaciones para cada distrito, el cual será implementado en el sitio web del proyecto DPLP-CR y en el portal para el cálculo del factor ambiental. Es importante destacar que esta base de datos busca ser un recurso valioso para el diseño de pavimentos, ofreciendo una opción adicional para las categorías de bajo y medio volumen (categorías de diseño 3 y 2), que corresponden a menos de 3 millones de Esal para bajo volumen y entre 3 y 25 millones para medio volumen. Los detalles de las estaciones utilizadas en estos análisis se presentan en el Anexo G.



**Figura 4.** Ráster de Precipitaciones promedio anuales para Costa Rica, con base a datos del IMN



### 6.3.3 Herramienta Web para el cálculo del factor de reducción ambiental (FU)

La interfaz de la herramienta para el cálculo del factor de reducción ambiental cuenta con dos interfases, que reciben el nombre de “Datos generales” y “Acerca de”. En la sección de datos generales el usuario puede ingresar información referente a su proyecto, primeramente, se llenan los datos de la provincia, el cantón, el distrito, las coordenadas geográficas, el tipo de suelo, la saturación máxima, el tipo de cálculo asociado al suelo (Fino con  $PI > 0$ , granular con  $PI = 0$  y granular con  $PI > 0$ ), el índice de plasticidad y el porcentaje de material que pasa la malla número 200, tal y como se muestra en la **Figura 5**.

|                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| Limpiar formulario           |                          |
| Provincia                    | Seleccione una provincia |
| Cantón                       |                          |
| Distrito                     |                          |
| Latitud (grado decimal)      |                          |
| Longitud (grado decimal)     |                          |
| Tipo de suelo                | GW                       |
| Saturación Máxima (mm)       |                          |
| Tipo de cálculo              | Fina (IP > 0)            |
| Índice plasticidad (PI) (%)  |                          |
| Pasando malla 200 (P200) (%) |                          |

**Figura 5.** Primera sección de la interfase “Datos generales” de la herramienta TMI

En la segunda sección interfase “Datos generales” se coloca la información de la precipitación y la temperatura mensual, esto se puede realizar de dos maneras, la primera al cargar un archivo o la otra digitando cada dato. Posteriormente, se procede a seleccionar el botón de “Calcular” y finalmente el programa muestra el factor de reducción ambiental. El espacio descrito puede apreciarse en la **Figura 6**.



Si no desea digitar los datos, puede cargarlos por medio de un archivo excel

Seleccionar archivo | Ninguno archivo selec.

Cargar Descargar Plantilla

| Mes        | Precipitación (mm) | Temperatura (C°) | TMI | FU (%) |
|------------|--------------------|------------------|-----|--------|
| Enero      |                    |                  |     |        |
| Febrero    |                    |                  |     |        |
| Marzo      |                    |                  |     |        |
| Abril      |                    |                  |     |        |
| Mayo       |                    |                  |     |        |
| Junio      |                    |                  |     |        |
| Julio      |                    |                  |     |        |
| Agosto     |                    |                  |     |        |
| Septiembre |                    |                  |     |        |
| Octubre    |                    |                  |     |        |
| Noviembre  |                    |                  |     |        |
| Diciembre  |                    |                  |     |        |

Calcular

**Figura 6.** Segunda sección de la interfase “Datos generales” de la herramienta TMI

La interfase “Acerca de” contiene información sobre el proceso que considera el programa para el cálculo del FU, es esta parte se presentan conceptos teóricos y las ecuaciones de las variables empleadas. Estas variables corresponden a la evapotranspiración, el balance de humedad, el TMI, el tipo de cálculo del FU y la ecuación del factor de reducción ambiental. El sitio web generado puede consultarse en el siguiente sitio web: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/TMI>.

#### 6.4 Indicadores de FWD

El ensayo de FWD es una herramienta importante para identificar la capacidad estructural de las carreteras, para esto se miden las deflexiones provocadas al inducir los pavimentos a una carga controlada. Por medio de una serie de parámetros es posible clasificar el estado de las diferentes capas haciendo uso de las deflexiones. Dentro de estos parámetros se encuentra el radio de curvatura ( $R_o$ ), la deflexión máxima ( $D_o$ ), el área, el índice de la capa base (BLI), el índice de la capa intermedia (MLI), el índice de la capa inferior (LLI) y el TPDA. Esta clasificación se muestra para cada tramo en la Tabla 6 para el inicio del paquete estructural existente y en la Tabla 7 para el paquete en la actualidad.



**Tabla 6.** *Parámetros de clasificación de las deflexiones para el inicio del paquete existente*

| Tramo | TPDA     | D <sub>o</sub> | Área      | R <sub>o</sub> | BLI     | MLI     | LLI     |
|-------|----------|----------------|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| 1     | Baja     | Regular        | Buena     | Buena          | Buena   | Regular | Buena   |
| 2     | Baja     | Buena          | Buena     | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |
| 3     | Baja     | Regular        | Buena     | Buena          | Buena   | Buena   | Débil   |
| 4     | Baja     | Buena          | Buena     | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |
| 5     | Baja     | Buena          | Buena     | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |
| 6     | Baja     | Regular        | Buena     | Buena          | Buena   | Regular | Buena   |
| 7     | Baja     | Buena          | Buena     | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |
| 8     | Baja     | Buena          | Buena     | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |
| 9     | Baja     | Buena          | Mala      | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |
| 10    | Baja     | Buena          | Mala      | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |
| 11    | Baja     | Buena          | Buena     | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |
| 12    | Baja     | Regular        | Buena     | Buena          | Buena   | Regular | Regular |
| 13    | Baja     | Débil          | Buena     | Buena          | Regular | Débil   | Débil   |
| 14    | Baja     | Buena          | Buena     | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |
| 15    | Baja     | Buena          | Buena     | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |
| 16    | Baja     | Buena          | Mala      | Buena          | Regular | Regular | Buena   |
| 17    | Baja     | Regular        | Mala      | Buena          | Regular | Regular | Buena   |
| 18    | Baja     | Buena          | Buena     | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |
| 19    | Baja     | Regular        | Muy Buena | Buena          | Regular | Regular | Regular |
| 21    | Baja     | Buena          | Mala      | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |
| 22    | Baja     | Buena          | Buena     | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |
| 23    | Baja     | Regular        | Muy Buena | Buena          | Regular | Débil   | Regular |
| 24    | Baja     | Regular        | Mala      | Buena          | Regular | Débil   | Regular |
| 25    | Moderada | Débil          | Mala      | Débil          | Débil   | Débil   | Regular |
| 26    | Baja     | Buena          | Buena     | Buena          | Buena   | Buena   | Buena   |

**Tabla 7.** *Parámetros de clasificación de las deflexiones para el paquete a finales del 2023*

| Tramo | TPDA     | Do      | Área  | Ro      | BLI     | MLI     | LLI     |
|-------|----------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|
| 1     | Baja     | Regular | Buena | Buena   | Buena   | Regular | Buena   |
| 2     | Baja     | Buena   | Buena | Buena   | Buena   | Buena   | Buena   |
| 3     | Baja     | Regular | Buena | Buena   | Regular | Regular | Débil   |
| 4     | Baja     | Buena   | Buena | Buena   | Buena   | Buena   | Buena   |
| 5     | Baja     | Buena   | Buena | Buena   | Buena   | Buena   | Buena   |
| 6     | Moderada | Débil   | Buena | Regular | Débil   | Débil   | Regular |
| 7     | Baja     | Buena   | Buena | Buena   | Buena   | Regular | Buena   |
| 8     | Baja     | Buena   | Buena | Buena   | Buena   | Buena   | Buena   |
| 9     | Baja     | Buena   | Mala  | Buena   | Buena   | Buena   | Regular |



| Tramo | TPDA     | Do      | Área      | Ro    | BLI     | MLI     | LLI     |
|-------|----------|---------|-----------|-------|---------|---------|---------|
| 10    | Baja     | Buena   | Mala      | Buena | Buena   | Buena   | Buena   |
| 11    | Baja     | Buena   | Mala      | Buena | Buena   | Buena   | Buena   |
| 12    | Baja     | Regular | Mala      | Buena | Regular | Regular | Regular |
| 13    | Baja     | Débil   | Buena     | Buena | Regular | Débil   | Débil   |
| 14    | Baja     | Buena   | Buena     | Buena | Buena   | Buena   | Buena   |
| 15    | Baja     | Buena   | Mala      | Buena | Regular | Buena   | Buena   |
| 16    | Baja     | Buena   | Buena     | Buena | Regular | Regular | Buena   |
| 17    | Baja     | Regular | Mala      | Buena | Regular | Regular | Buena   |
| 18    | Baja     | Buena   | Buena     | Buena | Buena   | Buena   | Buena   |
| 19    | Baja     | Regular | Muy Buena | Buena | Buena   | Regular | Regular |
| 21    | Baja     | Buena   | Mala      | Buena | Buena   | Buena   | Buena   |
| 22    | Baja     | Buena   | Mala      | Buena | Buena   | Buena   | Buena   |
| 23    | Baja     | Débil   | Muy Buena | Buena | Regular | Débil   | Débil   |
| 24    | Baja     | Regular | Mala      | Buena | Regular | Débil   | Regular |
| 25    | Moderada | Débil   | Mala      | Débil | Débil   | Débil   | Regular |
| 26    | Baja     | Buena   | Buena     | Buena | Buena   | Buena   | Buena   |

Al comparar ambas tablas se puede apreciar que únicamente 9 tramos han variado algún tipo de parámetro a lo largo de los años. Estos corresponden al tramo 03 Moravia-Coronado, el 06 Pozón-Jacó, el 07 Caldera-Puntarenas, 09 Guácimo-Pocora, 11 Playa Hermosa-Esterillos, 12 Nicoya-Santa Cruz, 15 San Isidro del General-Palmares, 22 La Uruca-Hatillos y 25 Bananito Sur-San Clemente.

El tramo 03 y el tramo 07 variaron el índice de capa media (MLI) pasando de una condición buena a una regular. Este cambio denota un desgaste en la capacidad estructural de las capas intermedias del paquete estructural, específicamente de la subbase. Por otra parte, en el tramo 09 únicamente cambio la condición del índice de capa inferior (LLI) pasando de buena a regular, por lo cual se concluye que la subrasante o la capa de relleno han sufrido un deterioro al disminuir la vida útil del paquete estructural.

Los paquetes estructurales de los tramos 11 y 22 han variado su capacidad estructural según el parámetro área. Esto se debe a que en los últimos años su estado pasó de un área buena a una débil, este cambio significa que la rigidez relativa entre las capas superficiales respecto a la subrasante ha disminuido.



Los tramos 12 y 15 variaron en el parámetro área y BLI, ambos pasaron de un área buena a mala y de un índice de capa base bueno a regular. El cambio en el área resulta de la pérdida de rigidez comentada en el párrafo anterior, mientras que lo sucedido con el BLI corresponde a una pérdida en la capacidad estructural de la capa de rodamiento y de la base. Otro tramo que varió en dos parámetros es el 23, específicamente en la deflexión máxima y el índice de capa inferior, en el caso del  $d_0$  se pasó regular a débil lo cual resulta en que el paquete estructural perdió capacidad estructural por completo.

Por último, el tramo 06 es el que posee mayor variación en cuanto a los parámetros de FWD. El paquete estructural actual de este tramo tiene más de 19 años en funcionamiento y la capacidad estructural de las capas es baja, esto se justifica al observar que parámetros como el  $d_0$ , el BLI y el MLI establecen una capacidad débil ante el paso de las cargas. Estos parámetros variaron a lo largo de los años, así como el caso de la deflexión por TPDA, radio de curvatura y LLI.

Por medio de los parámetros de la deflexión máxima y el área es posible clasificar el pavimento y la subrasante por medio de 4 clasificaciones pavimento fuerte-subrasante fuerte, pavimento fuerte-subrasante débil, pavimento débil-subrasante fuerte y pavimento débil-subrasante débil. En la Tabla 8 se muestra la variación en el tiempo de la condición del pavimento y la subrasante en los últimos años.

**Tabla 8. Clasificación del pavimento y la subrasante**

| Tramo | Año inicial | Pavimento y subrasante | Año reciente | Tipo de pavimento |
|-------|-------------|------------------------|--------------|-------------------|
| 1     | 2014        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Fuerte y fuerte   |
| 2     | 2017        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Fuerte y fuerte   |
| 3     | 2020        | Fuerte y fuerte        | 2022         | Fuerte y fuerte   |
| 4     | 2014        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Fuerte y fuerte   |
| 5     | 2017        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Fuerte y fuerte   |
| 6     | 2014        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Débil y débil     |
| 7     | 2017        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Fuerte y fuerte   |
| 8     | 2014        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Fuerte y fuerte   |
| 9     | 2017        | Débil y fuerte         | 2019         | Débil y fuerte    |
| 10    | 2017        | Débil y fuerte         | 2019         | Débil y fuerte    |
| 11    | 2017        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Fuerte y fuerte   |
| 12    | 2019        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Débil y fuerte    |



| Tramo | Año inicial | Pavimento y subrasante | Año reciente | Tipo de pavimento |
|-------|-------------|------------------------|--------------|-------------------|
| 13    | 2018        | Fuerte y débil         | 2023         | Fuerte y débil    |
| 14    | 2017        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Fuerte y fuerte   |
| 15    | 2017        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Débil y fuerte    |
| 16    | 2019        | Débil y fuerte         | 2023         | Débil y fuerte    |
| 17    | 2018        | Débil y fuerte         | 2023         | Débil y fuerte    |
| 18    | 2019        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Fuerte y fuerte   |
| 19    | 2019        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Fuerte y fuerte   |
| 21    | 2020        | Débil y fuerte         | -            | -                 |
| 22    | 2018        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Débil y fuerte    |
| 23    | 2015        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Fuerte y débil    |
| 24    | 2014        | Débil y fuerte         | 2023         | Débil y fuerte    |
| 25    | 2017        | Débil y débil          | 2023         | Débil y débil     |
| 26    | 2019        | Fuerte y fuerte        | 2023         | Fuerte y fuerte   |

En la Tabla 8 se aprecian cambios en los tramos 06, 12, 15 y 23. El tramo 06 presenta variación en la calidad estructural del pavimento y de la subrasante, este comportamiento ampara el cambio en los parámetros que se comentó anteriormente. Por otra parte, en el tramo 12 y el 15 la condición de la MAC varió, ya que el pavimento pasó de una condición fuerte a una débil. En el tramo 23 la subrasante es la capa que se ha visto afectada en los últimos años ya que varió de una capacidad estructural fuerte a que en la actualidad esta sea débil.

## 6.5 Clasificación de IRI

La regularidad de la superficie puede ser evaluada a través de los años por medio del Índice de Regularidad Internacional. El LanammeUCR (2009) estableció rangos de clasificación para el IRI los cuales indican si la regularidad de la superficie es buena, regular o mala. Por medio de esta herramienta es posible clasificar y comparar la regularidad inicial del paquete estructural actual y la regularidad al 2023 del paquete estructural actual, tal y como se detalla en la Tabla 9.



**Tabla 9. Variación de la clasificación de IRI**

| Tramo                                | IRI inicial (m/km)<br>paquete actual | IRI 2023 (m/km)<br>paquete actual |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Sabalito-Las Mellizas              | Regular                              | Regular                           |
| 2 Quepos-Barú                        | Regular                              | Regular                           |
| 3 Moravia-Coronado                   | Regular                              | Regular                           |
| 4 Cartago-Paraíso                    | Regular                              | Malo                              |
| 5 Barú-Palmar Norte                  | Bueno                                | Bueno                             |
| 6 Pozón - Jacó                       | Regular                              | Regular                           |
| 7 Caldera - Puntarenas               | Bueno                                | Bueno                             |
| 8 Santo Domingo - Los Ángeles        | Malo                                 | Malo                              |
| 9 Guácimo-Pocora                     | Bueno                                | Bueno                             |
| 10 Siquirres - Pacuarito             | Bueno                                | Bueno                             |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos          | Bueno                                | Bueno                             |
| 12 Nicoya - Santa Cruz               | Bueno                                | Bueno                             |
| 13 Cartago-Volcán Irazú              | Regular                              | Regular                           |
| 14 Cajón-Buenos Aires                | Bueno                                | Bueno                             |
| 15 San Isidro del General - Palmares | Bueno                                | Bueno                             |
| 16 Florencia-Santa Clara             | Regular                              | Regular                           |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas         | Bueno                                | Bueno                             |
| 18 Liberia-Peñas Blancas             | Bueno                                | Regular                           |
| 19 Lajas - Carrillo                  | Bueno                                | Bueno                             |
| 20 Cañas - Liberia                   | Regular                              | Malo                              |
| 21 La República - Virilla            | Bueno                                | Bueno                             |
| 22 La Uruca - Hatillo                | Bueno                                | Bueno                             |
| 23 Santa Cruz -Villareal             | Regular                              | Malo                              |
| 24 Peshurt - Cahuita                 | Regular                              | Regular                           |
| 25 Bananito Sur - San Clemente       | Regular                              | Regular                           |
| 26 Abundancia - Florencia            | Bueno                                | Regular                           |

De la tabla anterior se puede apreciar que la variación en el IRI no es predominante entre los tramos, únicamente 5 de los 26 tramos han sufrido una alteración en este parámetro. De estos 5 tramos 3 de ellos han variado de una condición regular a convertirse en una calificación regularidad mala. Por su parte, los dos tramos restantes han cambiado de bueno a regular, siendo este el caso de los tramos 18 y 26.



## 6.6 Clasificación de GRIP

En los últimos años el LanammeUCR ha utilizado el ensayo de GRIP para medir la fricción de la superficie de los tramos en el presente proyecto. Según el LanammeUCR (2019), este parámetro puede ser clasificado en 4 condiciones de agarre las cuales son malo, regular, bueno y muy bueno. En la Tabla 10 se expone la clasificación a partir de estas condiciones para el GRIP inicial del paquete actual y para el GRIP del 2023 para el paquete actual.

**Tabla 10.** Variación de la clasificación de GRIP

| Tramo                                | GRIP inicial<br>paquete actual | GRIP 2023<br>paquete actual |
|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 1 Sabalito-Las Mellizas              | Regular                        | Malo                        |
| 2 Quepos-Barú                        | Malo                           | Malo                        |
| 3 Moravia-Coronado                   | Regular                        | Regular                     |
| 4 Cartago-Paraíso                    | Malo                           | Malo                        |
| 5 Barú-Palmar Norte                  | Malo                           | Malo                        |
| 6 Pozón - Jacó                       | Malo                           | Malo                        |
| 7 Caldera - Puntarenas               | Malo                           | Malo                        |
| 8 Santo Domingo - Los Ángeles        | Bueno                          | Bueno                       |
| 9 Guácimo-Pocora                     | Malo                           | Malo                        |
| 10 Siquirres - Pacuarito             | Malo                           | Regular                     |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos          | Regular                        | Malo                        |
| 12 Nicoya - Santa Cruz               | Malo                           | Malo                        |
| 13 Cartago-Volcán Irazú              | Bueno                          | Regular                     |
| 14 Cajón-Buenos Aires                | Malo                           | Malo                        |
| 15 San Isidro del General - Palmares | Malo                           | Malo                        |
| 16 Florencia-Santa Clara             | Regular                        | Regular                     |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas         | Regular                        | Malo                        |
| 18 Liberia-Peñas Blancas             | Regular                        | Malo                        |
| 19 Lajas - Carrillo                  | Malo                           | Malo                        |
| 20 Cañas - Liberia                   | Regular                        | Regular                     |
| 21 La República - Virilla            | Bueno                          | Bueno                       |
| 22 La Uruca - Hatillo                | Bueno                          | Malo                        |
| 23 Santa Cruz -Villareal             | Malo                           | Malo                        |



| Tramo                          | GRIP inicial<br>paquete actual | GRIP 2023<br>paquete actual |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 24 Peshurt - Cahuita           | Regular                        | Malo                        |
| 25 Bananito Sur - San Clemente | Regular                        | Malo                        |
| 26 Abundancia - Florencia      | Bueno                          | Bueno                       |

Únicamente 8 tramos de los 26 presentan una variación en la fricción de sus calzadas. Los tramos 01, 11, 17, 18, 24 y 25 variaron de regular a malo, por su parte, el tramo 13 cambió de una condición de fricción bueno a regular y el caso en el que se generó una mayor variación es el tramo entre la Uruca y los Hatillos ya que al comienzo la fricción era buena y se convirtió en mala.

### 6.7 *Página Web repositorio digital proyecto DPLP-CR*

La creación de una página web para el proyecto DPLP-CR es parte de los objetivos que se plantearon desde el inicio. Por esta razón en los últimos años se ha trabajado en la creación de esta plataforma, con el fin de facilitarle a los usuarios un espacio de fácil acceso en el que puedan consultar la información de los tramos. Asimismo, esta plataforma permite el almacenamiento de los datos que se han recopilado y la posibilidad de continuar ingresando información.

La interfaz principal de la página permite ingresar como colaborador del proyecto o como usuario invitado, tal y como se aprecia en la Figura 7, estas dos modalidades les brindan a los trabajadores la posibilidad de editar, mientras que al público en general únicamente les permite observar el material existente. El link de acceso a la plataforma es: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/dplp/>.



Figura 7. Interfaz de ingreso a la página web

Al ingresar al sitio web la primera vista que se obtiene es el inventario de cada uno de los tramos que posee el DPLP-CR junto con información básica como la provincia, el cantón, el distrito, la ruta y la sección de control. En la Figura 8 se destaca el detalle de la interfase de inicio, en esta además de las características mencionadas también se puede observar la columna "Acciones", en la que cada tramo posee un símbolo que permite ingresar a información más detallada.

| Tramos                               |            |                     |                 |         |                    |          |  |
|--------------------------------------|------------|---------------------|-----------------|---------|--------------------|----------|--|
| Mostrar <span>Todos</span> registros |            |                     |                 |         |                    |          |  |
| Excel                                | PDF        | Copy                | Print           | Buscar: |                    |          |  |
| Nombre                               | Provincia  | Cantón              | Distrito        | Ruta    | Sección de control | Acciones |  |
| 01 Sabalito - Las Mellicas           | Puntarenas | Coto Brus           | Sabalito        | 613     | 60311              |          |  |
| 02 Quepos - Barú                     | Puntarenas | Aguirre             | Quepos          | 34      | 60111              |          |  |
| 03 Moravia - Coronado                | San Jose   | Vazquez De Coronado | Pataillito      | 102     | 10390              |          |  |
| 04 Cartago - Paraiso                 | Cartago    | Paraiso             | Paraiso         | 10      | 30021              |          |  |
| 05 Barú - Palmar Norte               | Puntarenas | Osa                 | Bahia Ballena   | 34      | 60091              |          |  |
| 06 Pozón - Jacó                      | Alajuela   | Orotina             | Coyolar         | 34      | 21300              |          |  |
| 07 Caldera - Puntarenas              | Puntarenas | Puntarenas          | Chacarita       | 23      | 60610              |          |  |
| 08 Santo Domingo - Los Ángeles       | Heredia    | Santo Domingo       | Tures           | 116     | 40252              |          |  |
| 09 Guácimo - Pocora                  | Limon      | Guacimo             | Mercedes        | 32      | 70141              |          |  |
| 10 Siquirres - Pacuante              | Limon      | Siquirres           | Pacuante        | 32      | 70090              |          |  |
| 11 Playa Hermosa - Esterillos        | Puntarenas | Garabito            | Jaco            | 34      | 60140              |          |  |
| 12 Nicoya - Santa Cruz               | Guanacaste | Santa Cruz          | Santa Cruz      | 21      | 50120              |          |  |
| 13 Cartago - Volcán Irazú            | Cartago    | Oreamuno            | Potrero Cerrado | 219     | 30250              |          |  |
| 14 Cajón - Buenos Aires              | Puntarenas | Buenos Aires        | Buenos Aires    | 2       | 60060              |          |  |

Figura 8. Interfase de inicio de la página web DPLP-CR

La información que se detalla al seleccionar el símbolo de la columna acciones se puede apreciar en la Figura 9, en la misma se exponen características del tramo como la ubicación,



la velocidad de operación, la condición del drenaje, entre otras. Asimismo, se presenta el mapa con los puntos de inicio y final del tramo en el mismo se puede cambiar la vista a satélite, así como acercar o alejar la vista del sitio. En esta sección cada tramo tiene 9 interfases en las que se puede ingresar, estas son la galería de imágenes, el TPDA, los paquetes estructurales, el historial del IRI, de FWD, PCI y GRIP, las estadísticas y la opción de regresar a la página principal.

**Tramo 01 Sabalito - Las Mellizas**

Editar
Borrar Tramo

|  |                      |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
|--|----------------------|------------------------|---|-----------|----------|----------|---------|----------|---------------------------|-----|------|-----|--------------------|-------|-----------------|---------|------------------|-----------|---------------|---------|----------------|-----------|----------------|---------------------|--------------------------|----------|--|--|--------------------|---------------|----------------------|---|------------------------|-------------|------------------------|---------|------------------|--------------|-------------------|---------|--------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--|--|----------------------|---------|--|--|------------------|----------------------|--|--|
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Provincia</td><td>Puntarenas</td></tr> <tr><td>Cantón</td><td>Coto Brus</td></tr> <tr><td>Distrito</td><td>Sabalito</td></tr> <tr><td>Altitud</td><td>980 msnm</td></tr> <tr><td>Zona de conservación vial</td><td>4-2</td></tr> <tr><td>Ruta</td><td>613</td></tr> <tr><td>Sección de control</td><td>60311</td></tr> <tr><td>Latitud inicial</td><td>8.82627</td></tr> <tr><td>Longitud inicial</td><td>-82.89868</td></tr> <tr><td>Latitud final</td><td>8.82681</td></tr> <tr><td>Longitud final</td><td>-82.89791</td></tr> <tr><td>Zona Climática</td><td>Valle de El General</td></tr> <tr><td>Pendiente Característica</td><td>6% a 14%</td></tr> </table> | Provincia            | Puntarenas             | Cantón  | Coto Brus | Distrito | Sabalito | Altitud | 980 msnm | Zona de conservación vial | 4-2 | Ruta | 613 | Sección de control | 60311 | Latitud inicial | 8.82627 | Longitud inicial | -82.89868 | Latitud final | 8.82681 | Longitud final | -82.89791 | Zona Climática | Valle de El General | Pendiente Característica | 6% a 14% |  | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Geometría vertical</td><td>Algo ondulado</td> <td>Geometría horizontal</td><td>Alineamiento algo sinuoso con curvas cerradas</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de operación</td><td>20.000 km/h</td> <td>Ancho de la superficie</td><td>6.800 m</td> </tr> <tr> <td>Tipo de espaldón</td><td>Sin espaldón</td> <td>Ancho de espaldón</td><td>0.000 m</td> </tr> <tr> <td>Deterioro característico</td><td>Sin dato resgistrado</td> <td>Extensión deterioro</td><td>Sin dato resgistrado</td> </tr> <tr> <td>Severidad deterioro</td><td>Sin dato resgistrado</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Condición de drenaje</td><td>Regular</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Otra descripción</td><td>Sin dato resgistrado</td> <td></td><td></td> </tr> </table> | Geometría vertical | Algo ondulado | Geometría horizontal | Alineamiento algo sinuoso con curvas cerradas | Velocidad de operación | 20.000 km/h | Ancho de la superficie | 6.800 m | Tipo de espaldón | Sin espaldón | Ancho de espaldón | 0.000 m | Deterioro característico | Sin dato resgistrado | Extensión deterioro | Sin dato resgistrado | Severidad deterioro | Sin dato resgistrado |  |  | Condición de drenaje | Regular |  |  | Otra descripción | Sin dato resgistrado |  |  |
| Provincia  | Puntarenas           |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Cantón   | Coto Brus            |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Distrito   | Sabalito             |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Altitud  | 980 msnm             |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Zona de conservación vial  | 4-2                  |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Ruta   | 613                  |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Sección de control   | 60311                |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Latitud inicial  | 8.82627              |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Longitud inicial   | -82.89868            |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Latitud final  | 8.82681              |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Longitud final   | -82.89791            |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Zona Climática   | Valle de El General  |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Pendiente Característica   | 6% a 14%             |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Geometría vertical   | Algo ondulado        | Geometría horizontal   | Alineamiento algo sinuoso con curvas cerradas |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Velocidad de operación   | 20.000 km/h          | Ancho de la superficie | 6.800 m                                       |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Tipo de espaldón   | Sin espaldón         | Ancho de espaldón      | 0.000 m                                       |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Deterioro característico   | Sin dato resgistrado | Extensión deterioro    | Sin dato resgistrado                          |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Severidad deterioro  | Sin dato resgistrado |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Condición de drenaje   | Regular              |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |
| Otra descripción   | Sin dato resgistrado |                        |   |           |          |          |         |          |                           |     |      |     |                    |       |                 |         |                  |           |               |         |                |           |                |                     |                          |          |  |  |                    |               |                      |   |                        |             |                        |         |                  |              |                   |         |                          |                      |                     |                      |                     |                      |  |  |                      |         |  |  |                  |                      |  |  |

Galería de imágenes
TPDA
Paquetes estructurales
IRI
FWD
PCI
GRIP
Ver estadísticas
Regresar

**Figura 9.** Información general de los tramos

En la interfase “Galería de imágenes” se exponen fotografías de las inspecciones en campo que se han realizado, en estas se puede apreciar con más detalle las condiciones que existen o existieron en el momento de la inspección, permitiendo a los usuarios tener una perspectiva progresiva de la condición de cada una de las secciones que se evalúan, la Figura 10 es una muestra de esta interfase.



**Figura 10.** Interfase de galería de imágenes

En la interfase “Paquetes estructurales” se muestran las capas, los espesores y los periodos de los paquetes estructurales que se han recopilado para cada tramo, tal y como se aprecia en la Figura 11. Asimismo, los colores de las capas denotan una condición, específicamente si el color es verde es porque la capa se creó junto con el paquete, si el color es amarillo la capa es una reducción o un aumento a partir de la capa del paquete anterior y si el color es azul la capa se conserva por completo desde el paquete estructural anterior.

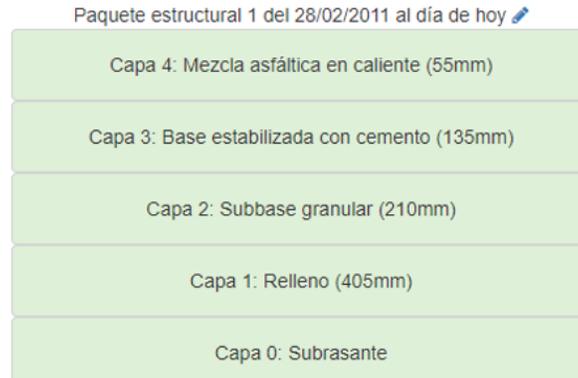


Figura 11. Interfase de paquete estructural con ejemplo de paquete para el tramo 01

En la misma interfase de “Paquetes estructurales” se adjuntan los informes de laboratorio que se han realizado en el tramo, en esta sección se tiene el número de informe, la descripción, el material, la fecha del informe y las acciones, esta última permite realizar descargas de los archivos en formato PDF. En la Figura 12 se expone un ejemplo para el tramo 01.

| Informes del tramo 01 Sabalito - Las Mellizas   |   |  |   |                              |
|---|---|--|---|------------------------------|
| Mostrar <span>Todos</span> registros            |   |  |   |                              |
| Excel   | PDF   | Copy   | Print   | Buscar: <input type="text"/> |
| Número de informe                               | Descripción                                       | Material   | Fecha del informe                               | Acciones                     |
| I-1266-14                                       | El sondeo relacionado es el #10 (cm) de página 7. | Mezcla asfáltica en caliente<br>Base estabilizada con cemento<br>Subbase granular<br>Relleno | 06/11/2014                                      |                              |
| <input type="text" value="Buscar Número de I"/> | <input type="text" value="Buscar Descripción"/>   | <input type="text" value="Buscar Material"/>   | <input type="text" value="Buscar Fecha del I"/> |                              |

Figura 12. Interfase de paquete estructural con informes de laboratorio

En las interfases de IRI, FWD o GRIP se pueden observar los datos de cada ensayo, en estos 3 casos se realizan levantamientos a una distancia establecida y de forma anual, la información que se recopila se expone de esa misma manera, tal y como se ejemplifica en la Figura 13. Para el caso del IRI se detalla información en columnas correspondientes a la fecha de levantamiento, el número de estación inicial y final, la medición del IRI izquierdo y derecho, el promedio de IRI (MRI) y la latitud y longitud del punto levantado.



Por su parte, para el FWD se coloca información como la fecha del levantamiento, hora decimal, sección de control, sentido, carril, estación, latitud, longitud, espesor, profundidad, temperatura del pavimento, temperatura del aire, la temperatura del pavimento corregida, el factor de corrección por temperatura, la presión, la deformación de los sensores del 1 al 9, el parámetro área, el factor de corrección por presión y el D1 corregido. En la interfase de GRIP se cuenta con características como la fecha, la sección de control, el sentido, el carril, la estación de medida, la latitud, longitud, flujo, velocidad, y el número de GRIP.

| Fecha      | Estacion Inicial | Estacion Final | IRI Izquierdo | IRI Central | IRI Derecho | IRI Promedio | Latitud | Longitud |
|------------|------------------|----------------|---------------|-------------|-------------|--------------|---------|----------|
| 25/04/2023 | 420.00           | 430.00         | 3.14          | 3.03        | 2.96        | 3.05         | 8.83    | -82.90   |
| 25/04/2023 | 430.00           | 440.00         | 1.50          | 2.22        | 2.16        | 1.83         | 8.83    | -82.90   |
| 25/04/2023 | 440.00           | 450.00         | 1.89          | 3.00        | 3.99        | 2.94         | 8.83    | -82.90   |
| 25/04/2023 | 450.00           | 460.00         | 2.51          | 2.54        | 3.68        | 3.10         | 8.83    | -82.90   |
| 25/04/2023 | 460.00           | 470.00         | 2.14          | 1.97        | 3.62        | 2.88         | 8.83    | -82.90   |
| 25/04/2023 | 470.00           | 480.00         | 3.56          | 2.80        | 2.75        | 3.15         | 8.83    | -82.90   |
| 25/04/2023 | 470.00           | 480.00         | 1.62          | 1.64        | 2.94        | 2.28         | 8.83    | -82.90   |
| 25/04/2023 | 480.00           | 490.00         | 3.51          | 2.56        | 2.81        | 3.16         | 8.83    | -82.90   |
| 25/04/2023 | 480.00           | 490.00         | 1.87          | 1.54        | 2.57        | 2.22         | 8.83    | -82.90   |

**Figura 13.** Interfase principal de IRI

En cada una de las interfases de estos 3 ensayos se puede seleccionar la opción de graficar, esto despliega una gráfica como las expuestas en la Figura 14 para IRI o Figura 15 para GRIP. En estos casos el programa calcula un promedio de las mediciones del número de GRIP para este ensayo o del IRI promedio para el IRI, considerando los datos en los que el levantamiento presenta una fecha en común. El valor promedio se gráfica respecto al tiempo, permitiendo identificar el comportamiento de las carreteras, respecto a la fricción y la regularidad,

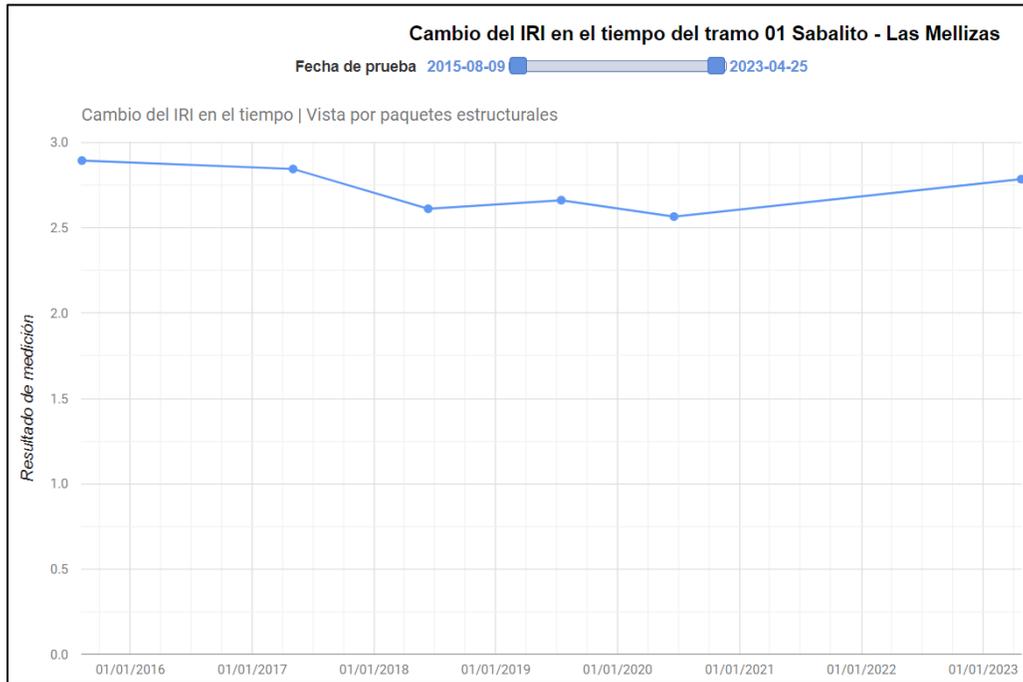


Figura 14. Gráfico de IRI

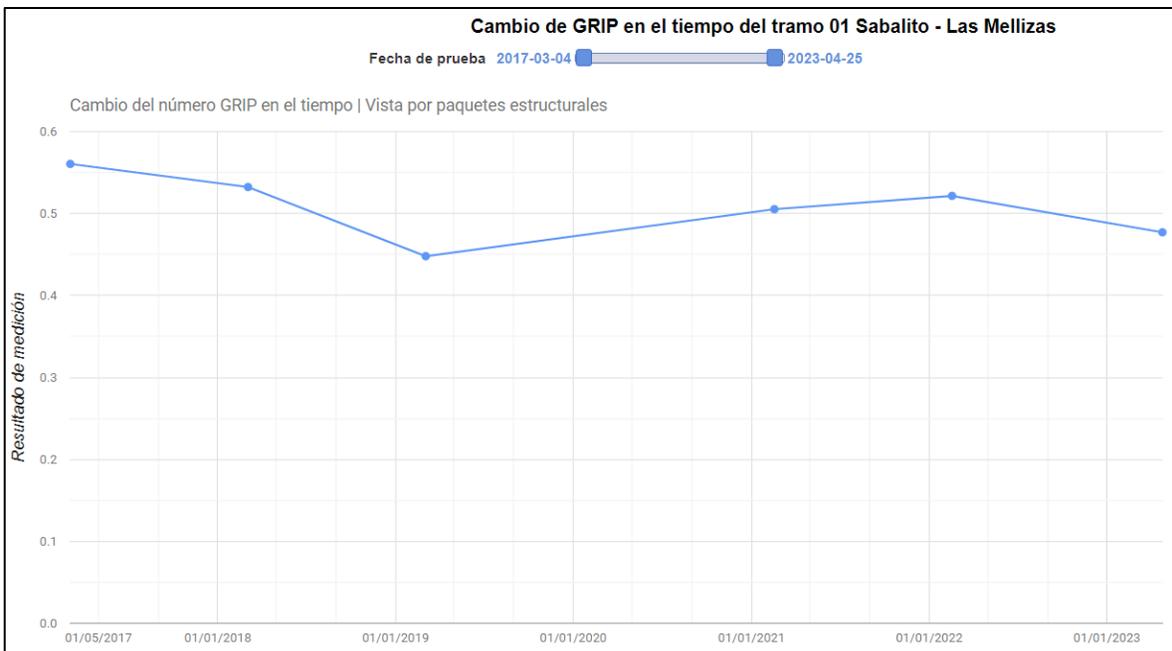


Figura 15. Gráfico de GRIP



En la interfase de FWD además del inventario de puntos también se pueden generar 2 tipos de gráficas una a partir del parámetro área como la mostrada en la Figura 16 y la otra para la deflexión máxima y el sensor 9, como en la Figura 17.

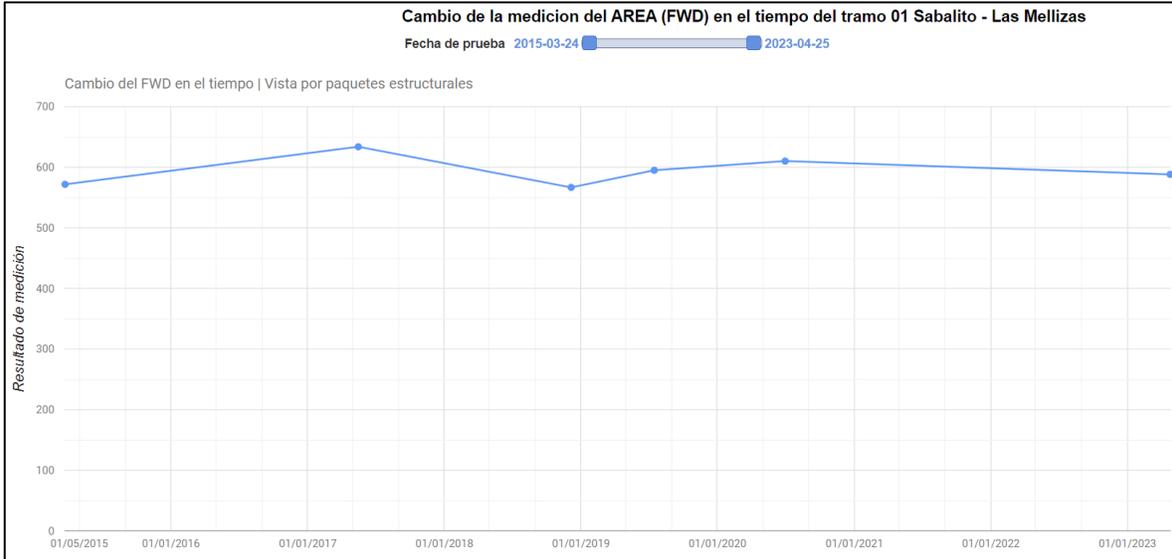


Figura 16. Gráfico de parámetro área de FWD

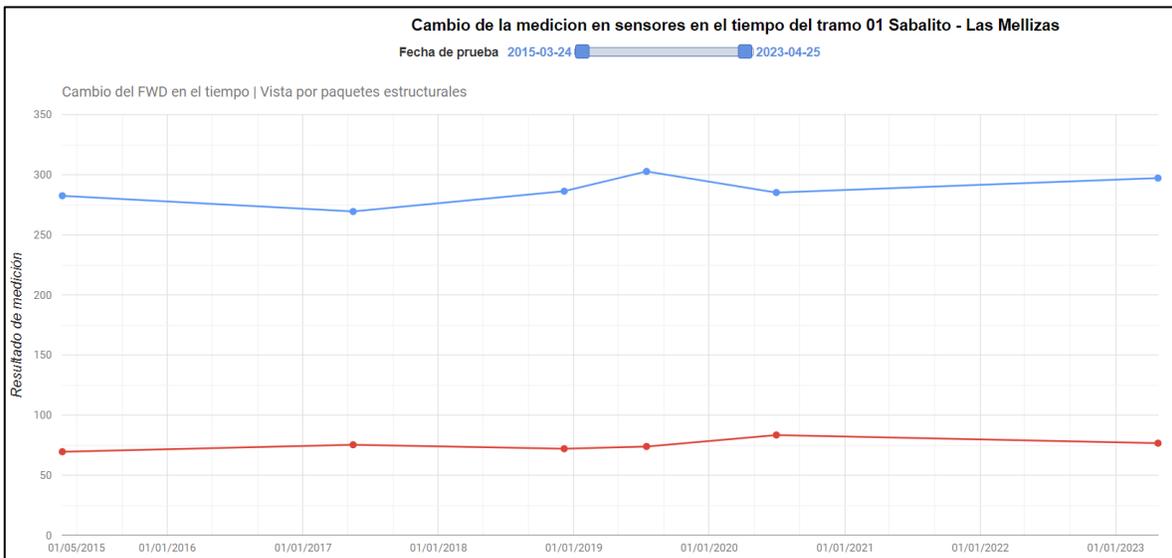


Figura 17. Gráfico de parámetro de deformación máxima de FWD

En la interfase de PCI los usuarios pueden apreciar los valores de este parámetro para cada unidad de muestra según el año en que se realizaron auscultaciones. Asimismo, se expone



la fecha, el número de unidad de muestra, el sentido, el área de la muestra, el rango y las acciones. Al seleccionar esta última se puede observar información general del tramo y los deterioros que se encontraron en la auscultación junto con la severidad, la cantidad, la densidad y el valor deducido correspondiente a cada deterioro. Además, se tiene el PCI y la clasificación de este valor según el intervalo, tal y como se aprecia en la Figura 18.

|                            |               |  |  |  |  |  |  |  |                |  |
|----------------------------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|----------------|--|
| Fecha                      | 15/11/2023    |  |  |  |  |  |  |  |                |  |
| Tipo de pavimento          | Flexible      |  |  |  |  |  |  |  |                |  |
| Unidad de muestra          | 1             |  |  |  |  |  |  |  |                |  |
| Sentido                    | Doble sentido |  |  |  |  |  |  |  |                |  |
| Longitud de la muestra     | 33.000        |  |  |  |  |  |  |  | m              |  |
| Ancho del carril           | 3.350         |  |  |  |  |  |  |  | m              |  |
| Ancho del espaldón         | 0.000         |  |  |  |  |  |  |  | m              |  |
| Cantidad de carriles total | 2             |  |  |  |  |  |  |  | uds            |  |
| Cantidad de espaldones     | 2             |  |  |  |  |  |  |  |                |  |
| Área de muestra            | 221.100       |  |  |  |  |  |  |  | m <sup>2</sup> |  |

| Tipo de deterioro  | Severidad | Cantidad |       |       |       |       |       | Total   | Densidad % | Valor deducido |
|--|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|------------|----------------|
| 9 - Diferencia de elevaciones entre el pavimento y el espaldón | Alto      | 68.000   |       |       |       |       |       | 68.000  | 29.850     | 31.180         |
| 11 - Baches  | Bajo      | 2.700    |       |       |       |       |       | 2.700   | 1.220      | 3.110          |
| 10 - Grietas longitudinales y transversales                    | Bajo      | 4.200    | 6.000 | 3.200 | 0.800 | 5.400 | 2.500 | 21.900  | 9.910      | 7.550          |
| 1 - Cuero de lagarto   | Bajo      | 1.600    | 0.780 |       |       |       |       | 2.380   | 1.080      | 11.320         |
| 20 - Desprendimiento de agregado/ Weathering                   | Bajo      | 218.72   |       |       |       |       |       | 218.720 | 98.920     | 5.500          |
|  |           |          |       |       |       |       |       | 0.000   | 0.000      | 0.000          |
|  |           |          |       |       |       |       |       | 0.000   | 0.000      | 0.000          |

|       |        |
|-------|--------|
| PCI   | 61.000 |
| Rango | Bueno  |

Figura 18. Contenido de la interfase de acciones del ensayo PCI

En la interfase de PCI también puede graficarse los puntos de este parámetro a lo largo del tiempo obteniéndose gráficos como el mostrado en la Figura 19.

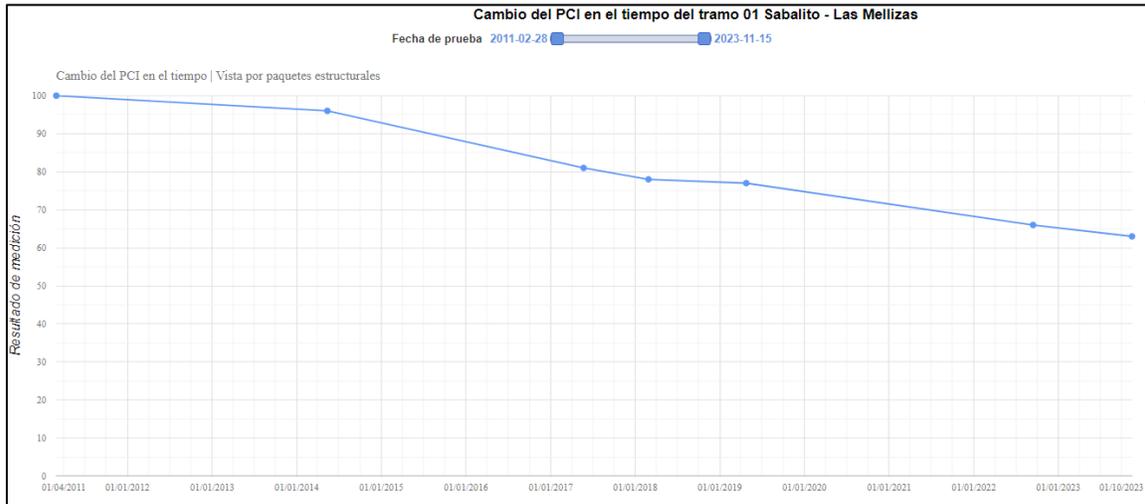


Figura 19. Ejemplo del gráfico de PCI

Al acceder como colaborador del LanammeUCR es posible calcular el valor del PCI desde la página, para esto la plataforma está programada empleando la norma ASTM D6433. El procedimiento por seguir consiste en completar los datos que se aprecian en la Figura 20.

Fecha:

Tipo de pavimento:

Unidad de muestra:

Longitud de la muestra:

Ancho del carril:

Ancho del espaldón:

Cantidad de carriles total:

Cantidad de espaldones:

Área de muestra:

Sentido:

| Tipo de deterioro                          | Severidad                                  | Cantidad             |                      |                      |                      | Total                | Densidad %           | Valor deducido       |
|--|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <input type="text" value="Sin deterioro"/> | <input type="text" value="Sin severidad"/> | <input type="text"/> |
| <input type="text" value="Sin deterioro"/> | <input type="text" value="Sin severidad"/> | <input type="text"/> |
| <input type="text" value="Sin deterioro"/> | <input type="text" value="Sin severidad"/> | <input type="text"/> |
| <input type="text" value="Sin deterioro"/> | <input type="text" value="Sin severidad"/> | <input type="text"/> |
| <input type="text" value="Sin deterioro"/> | <input type="text" value="Sin severidad"/> | <input type="text"/> |
| <input type="text" value="Sin deterioro"/> | <input type="text" value="Sin severidad"/> | <input type="text"/> |
| <input type="text" value="Sin deterioro"/> | <input type="text" value="Sin severidad"/> | <input type="text"/> |

m:  
MVDC:  
VDT:  
PCI:  
Rango:

Figura 20. Interfase para el ingreso de la información auscultada



En la Figura 20 se puede apreciar que la información solicitada corresponde a características de la carretera, las cuales se levantan en campo durante la auscultación. La fecha del día que se hizo el levantamiento, el tipo de pavimento flexible (considera el semi-rígido) o rígido, la longitud y ancho de la unidad de muestra (UM), el ancho del espaldón y la cantidad de espaldones, la cantidad de carriles y el sentido. Al agregar estos datos el área de la muestra se calcula automáticamente por el programa. El sentido es una pestaña que sirve para aclarar la dirección del flujo de la carretera, si esta es solo de dos carriles, uno por sentido, se coloca la frase doble sentido, mientras que si la carretera tiene más carriles se aclara si se trata de sentido A-B o B-A, al ser A-B se dice que es el carril que tiene la dirección de flujo de San José al exterior.

Seguidamente se pueden colocar los deterioros que se auscultaron en el tramo. Al seleccionar el tipo de pavimento, los deterioros que se despliegan corresponden únicamente al pavimento escogido. Asimismo, se selecciona la severidad según sea el caso y se coloca la cantidad de este deterioro, es decir el área, la longitud o la unidad; al completar estos datos el programa calcula automáticamente la densidad y el valor deducido se obtiene al seleccionar la pestaña “Calcular valor deducido”. Posteriormente aparece una nueva pestaña llamada “Calcular PCI” al seleccionarla el programa calcula, si fuera el caso, el número de deducciones admisible “m”, el máximo valor deducido corregido “MVDC” y el valor deducido total. Asimismo, se obtiene el PCI para la unidad de muestra y el rango en el que se encuentra este valor según los parámetros de la norma ASTM D6433.

### **6.8 Información para generación de curvas de deterioro**

Para la generación de las curvas de deterioro es necesario contar con 2 variables principales, las cuales corresponden al valor de PCI y a la edad. Esta última se asocia a la cantidad de años que han pasado entre la fecha de inicio del paquete estructural y la fecha en la que se midió el PCI. Actualmente se trabaja en la generación de curvas de deterioro a partir de los datos de pavimentos flexibles, por esta razón no se considera el tramo 20 (concreto). En la Tabla 11 se exponen los valores de edad y PCI para cada uno de los tramos y las mediciones que se han obtenido.



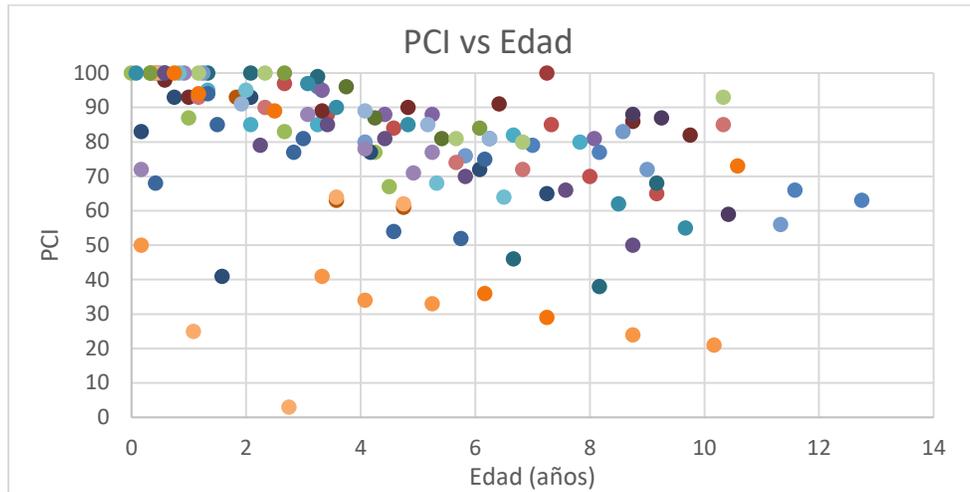
**Tabla 11. Variables requeridas para la generación de curvas de deterioro**

| Tramo |                             | Edad  | PCI                               | Tramo |                           | Edad  | PCI |
|-------|-----------------------------|-------|-----------------------------------|-------|---------------------------|-------|-----|
| 1     | Sabalito-Las Mellizas       | 3,25  | 96                                | 4     | Cartago-Paraíso           | 0,58  | 100 |
|       |                             | 6,25  | 81                                |       |                           | 3,33  | 95  |
|       |                             | 7,00  | 79                                |       |                           | 4,42  | 88  |
|       |                             | 8,17  | 77                                |       |                           | 5,25  | 88  |
|       |                             | 11,58 | 66                                |       |                           | 8,08  | 81  |
|       |                             | 12,75 | 63                                |       |                           | 9,75  | 85  |
| 2     | Quepos-Barú                 | 2,67  | 97                                | 5     | Barú-Palmar Norte         | 1,33  | 95  |
|       |                             | 3,42  | 88                                |       |                           | 2,08  | 85  |
|       |                             | 4,58  | 84                                |       |                           | 3,25  | 85  |
|       |                             | 8,00  | 70                                |       |                           | 6,67  | 82  |
|       |                             | 9,17  | 65                                |       |                           | 7,83  | 80  |
| 3     | Moravia-Coronado            | 0,58  | 100                               | 6     | Pozón - Jacó              | 9,17  | 50  |
|       |                             | 1,00  | 87                                |       |                           | 12,33 | 41  |
|       |                             | 4,50  | 67                                |       |                           | 13,08 | 34  |
|       |                             | 0,00  | 100                               |       |                           | 14,25 | 33  |
|       |                             | 2,67  | 83                                |       |                           | 17,75 | 24  |
|       |                             | 4,25  | 77                                |       |                           | 19,17 | 21  |
| 7     | Caldera - Puntarenas        | 8,17  | 83                                | 14    | Cajón-Buenos Aires        | 2,33  | 90  |
|       |                             | 9,58  | 41                                |       |                           | 5,67  | 74  |
|       |                             | 0,75  | 93                                |       |                           | 6,83  | 72  |
|       |                             | 15    | San Isidro del General - Palmares | 2,08  | 93                        | 0,33  | 100 |
|       |                             |       |                                   | 4,17  | 77                        | 1,17  | 100 |
|       |                             |       |                                   | 6,08  | 72                        | 2,33  | 100 |
|       |                             |       |                                   | 7,25  | 65                        | 5,67  | 81  |
| 8     | Santo Domingo - Los Ángeles | 0,58  | 98                                | 16    | Florencia-Santa Clara     | 6,83  | 80  |
|       |                             | 1,00  | 93                                |       |                           | 4,92  | 71  |
|       |                             | 3,33  | 89                                |       |                           | 0,92  | 100 |
|       |                             | 4,83  | 90                                |       |                           | 3,08  | 88  |
|       |                             | 6,42  | 91                                |       |                           | 4,08  | 78  |
|       |                             | 8,75  | 86                                |       |                           | 5,25  | 77  |
|       |                             | 9,75  | 82                                |       |                           | 0,83  | 100 |
| 9     | Guácimo-Pocora              | 3,75  | 96                                | 17    | Ciudad Neilly-Paso Canoas | 2,00  | 95  |
|       |                             | 4,25  | 87                                |       |                           | 5,33  | 68  |
|       |                             | 5,42  | 81                                |       |                           | 6,50  | 64  |
| 10    | Siquirres - Pacuarito       | 8,75  | 88                                | 18    | Liberia-Peñas Blancas     | 0,42  | 100 |
|       |                             | 9,25  | 87                                |       |                           | 3,58  | 64  |



| Tramo |                              | Edad  | PCI | Tramo |                                | Edad  | PCI |
|-------|------------------------------|-------|-----|-------|--------------------------------|-------|-----|
|       |                              | 10,42 | 59  |       |                                | 4,75  | 62  |
| 11    | Playa Hermosa-<br>Esterillos | 1,33  | 100 | 19    | Lajas - Carrillo               | 1,33  | 94  |
|       |                              | 2,08  | 100 |       |                                | 3,00  | 81  |
|       |                              | 3,25  | 99  |       |                                | 1,50  | 85  |
|       |                              | 6,67  | 46  |       |                                | 2,83  | 77  |
|       |                              | 8,17  | 38  |       |                                | 4,58  | 54  |
| 12    | Nicoya - Santa Cruz          | 0,42  | 100 | 21    | La República - Virilla         | 5,75  | 52  |
|       |                              | 1,83  | 93  |       |                                | 7,25  | 100 |
|       |                              | 3,58  | 63  |       |                                | 11,00 | 80  |
| 13    | Cartago-Volcán Irazú         | 4,75  | 61  | 22    | La Uruca - Hatillo             | 0,33  | 100 |
|       |                              | 0,50  | 100 |       |                                | 2,67  | 100 |
|       |                              | 1,25  | 100 | 23    | Santa Cruz -Villareal          | 6,08  | 84  |
|       |                              | 4,08  | 80  |       |                                | 0,58  | 100 |
| 14    | Cajón-Buenos Aires           | 5,83  | 76  | 23    | Santa Cruz -Villareal          | 2,25  | 79  |
|       |                              | 0,33  | 100 |       |                                | 3,42  | 85  |
| 23    | Santa Cruz -Villareal        | 1,17  | 93  | 25    | Bananito Sur - San<br>Clemente | 4,42  | 81  |
|       |                              | 5,83  | 70  |       |                                | 0,75  | 100 |
|       |                              | 7,58  | 66  |       |                                | 1,17  | 94  |
| 24    | Penshurt - Cahuita           | 8,75  | 50  | 26    | Abundancia -<br>Florencia      | 2,50  | 89  |
|       |                              | 0,08  | 100 |       |                                | 6,17  | 36  |
|       |                              | 3,08  | 97  |       |                                | 7,25  | 29  |
|       |                              | 3,58  | 90  | 1,92  | 91                             |       |     |
|       |                              | 4,83  | 85  | 4,08  | 89                             |       |     |
|       |                              | 8,50  | 62  | 5,17  | 85                             |       |     |
| 9,67  | 55                           | 6,25  | 81  |       |                                |       |     |

En la Figura 21 se puede apreciar el comportamiento de todos los puntos expuestos en la Tabla 11.



**Figura 21.** Ejemplo de puntos de PCI contra edad del proyecto DPLP-CR

### 6.9 Análisis en desarrollo para estimar curvas de PCI

Actualmente, se está en proceso la generación de curvas de deterioro a partir de grupos de datos con características comunes. Para ello, se realiza un análisis de clúster utilizando variables como TPDA específicos, espesores de MAC y parámetros estructurales y funcionales, entre otros. Los análisis preliminares han identificado al menos cuatro familias de curvas que se encuentran en proceso de depuración. Sin embargo, es importante continuar estudiando los tramos para verificar si las tendencias observadas en los modelos se cumplen e incluir en evaluaciones futuras otros tramos con paquetes estructurales, clima y tránsito que difieran de los puntos actuales. Además, con más años de datos, es posible mejorar estos modelos y obtener resultados más precisos. A continuación, se pueden apreciar algunas de las variables que caracterizan estas familias de curvas.

#### TPDA Bajo

- Base Granular D0: 182,67 $\mu$ m (Bueno)
- Base Estabilizada D0: 398,99  $\mu$ m (Regular)
- Base Granular Área: 740,31  $\mu$ m (Muy bueno)
- Base Estabilizada Área:
  - MAC <10 cm: 582.19  $\mu$ m (Bueno)
  - MAC >10cm: 638.57  $\mu$ m (Bueno)



- TPDA promedio: 2591 (min: 961, max: 3914)

#### TPDA Moderado 1

- Base Granular D0: 509,73 (Buena)
- Base Estabilizada D0: 251,47 (Regular)
- Base Granular Área: 448,89  $\mu\text{m}$  (Regular)
- Base Estabilizada Área: 503,68  $\mu\text{m}$  (Regular)
- TPDA promedio: 6963 (min: 5464, max: 8672)

#### TPDA Moderado 2

- Base Granular D0: 198,31  $\mu\text{m}$  (Bueno)
- Base Estabilizada D0: 181,62  $\mu\text{m}$  (Buena)
- Base Granular Área: 513,89  $\mu\text{m}$  (Regular)
- Base Estabilizada Área: 601,15  $\mu\text{m}$  (Buena)
- TPDA promedio: 11214 (min: 9443, max: 12396)

#### TPDA Alto

- Base Granular D0: 227,10  $\mu\text{m}$  (Regular)
- Base Estabilizada D0: 240,59  $\mu\text{m}$  (Regular)
- Base Granular Área: 590,77  $\mu\text{m}$  (Buena)
- Base Estabilizada Área: 605,03  $\mu\text{m}$  (Buena)
- TPDA promedio: 18013 (min: 16319, max: 20340)

A continuación, se pueden observar los modelos obtenidos a partir de las regresiones preliminares realizadas.

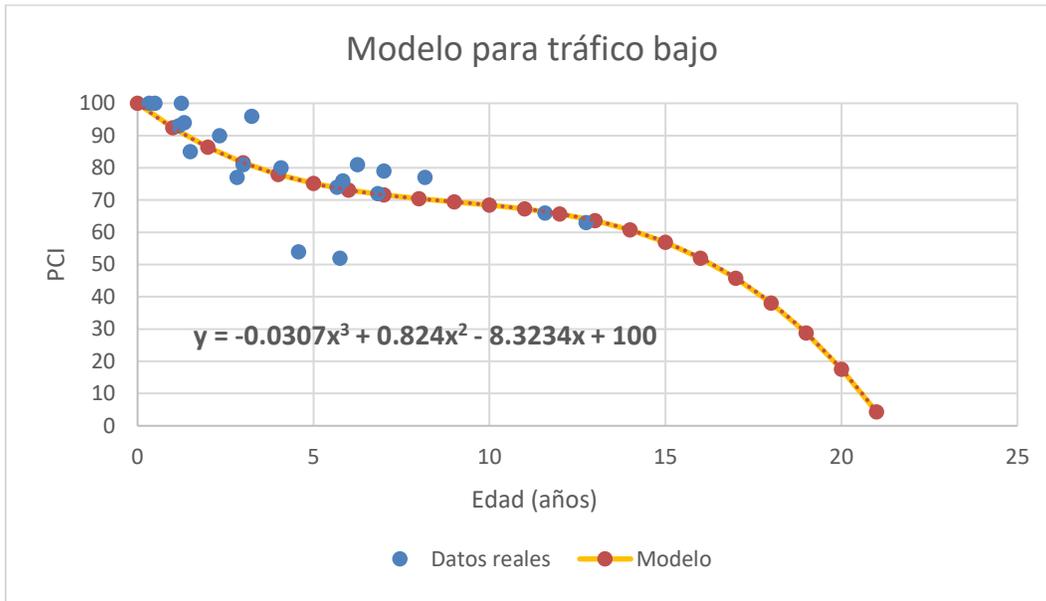


Figura 22. Curva de deterioro de prueba para los tramos con TPDA bajo (<5000)

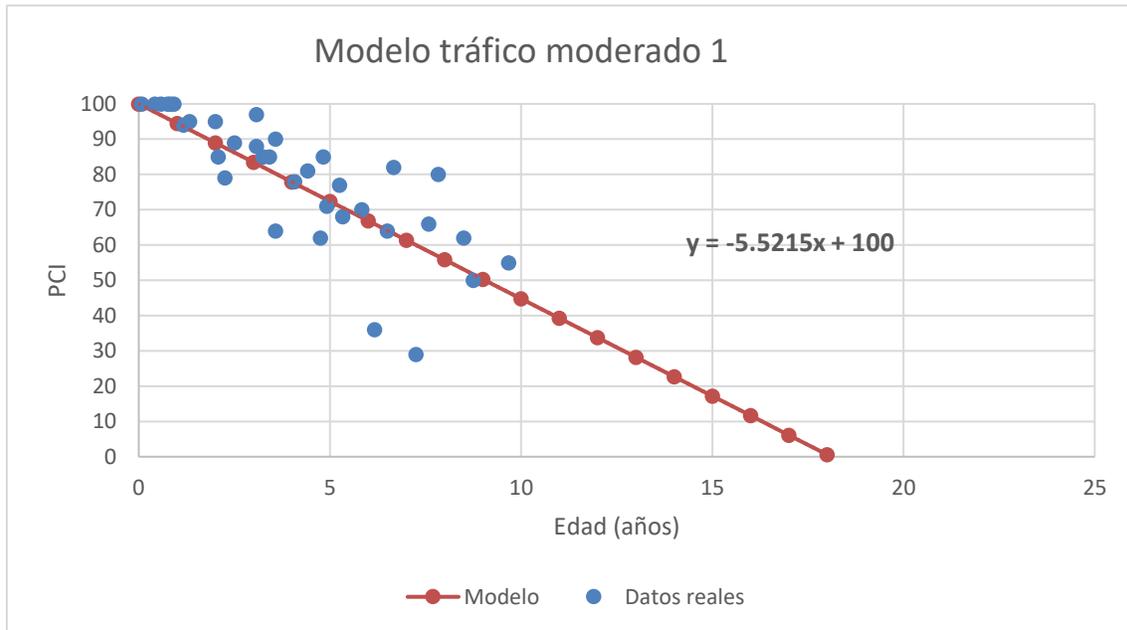


Figura 23. Curva de deterioro 1 de prueba para los tramos con TPDA moderado (5000-15000)

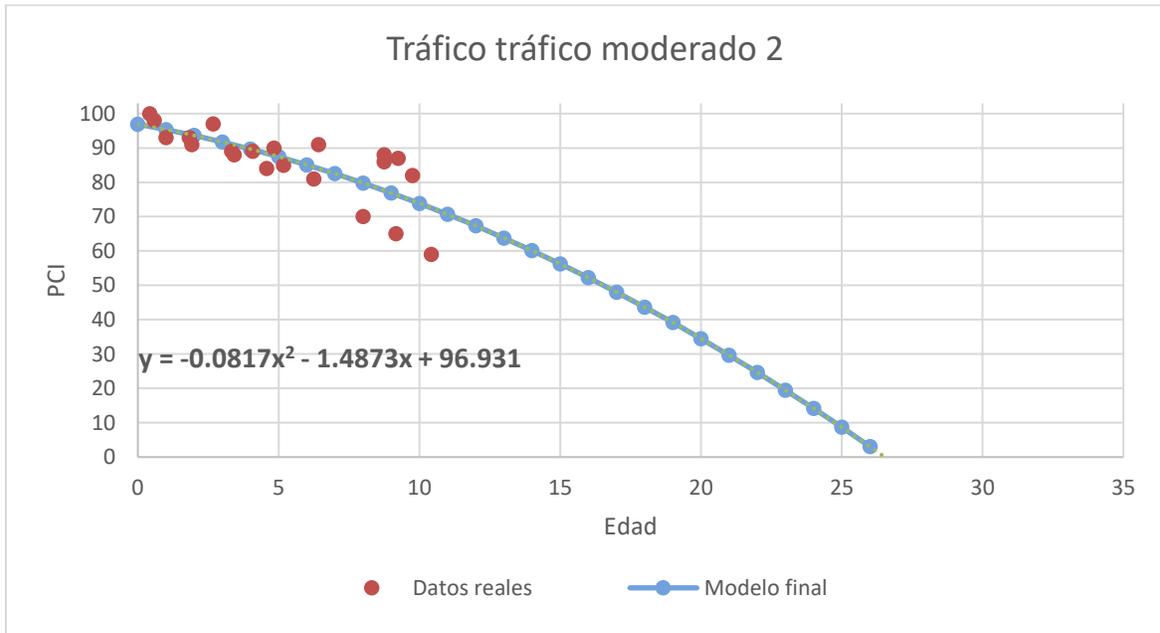


Figura 24. Curva de deterioro 2 de prueba para los tramos con TPDA moderado (5000-15000)

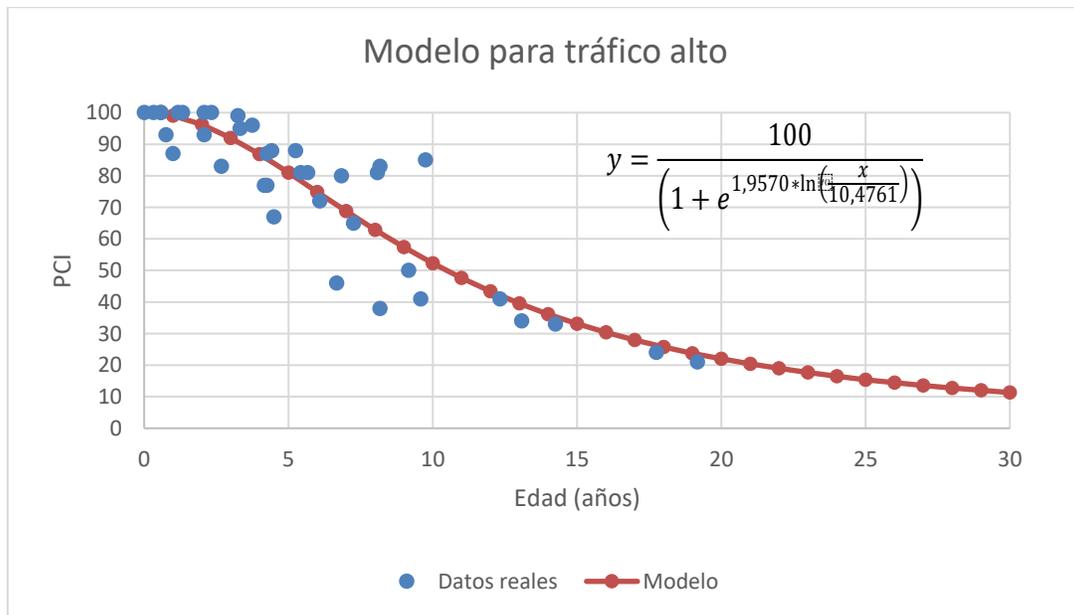
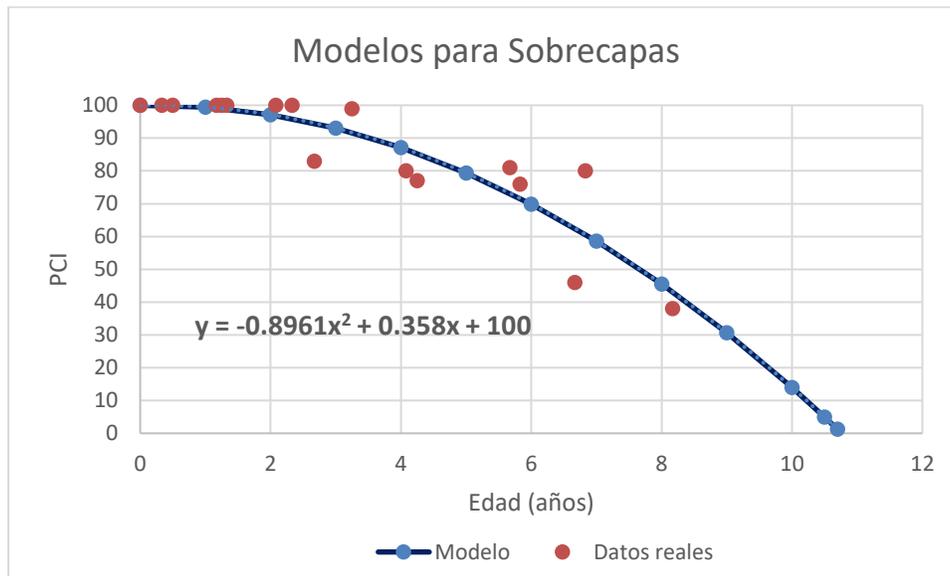


Figura 25. Curva de deterioro de prueba para los tramos con TPDA alto (15000-40000)



**Figura 26.** Curva de deterioro de prueba para sobrecapas

El análisis de las curvas de deterioro para los diferentes niveles de TPDA revela patrones de comportamiento específicos que caracterizan a los pavimentos. Para TPDA bajo (2591), los indicadores de D0 (deflexión máxima medida con el *Falling Weight Deflectometer*) y el área del cuenco de deflexiones muestran clasificaciones de "buenas" y "muy buenas", lo que sugiere un bajo riesgo de deterioro y una adecuada capacidad de soporte para el tráfico actual.

En TPDA moderado 1 (6963), aunque el D0 se clasifica como "bueno" en la base granular y "regular" en la base estabilizada, el área del cuenco de deflexiones presenta una clasificación regular en ambos casos, lo que sugiere que el pavimento está en condiciones aceptables a regular.

Para TPDA moderado 2 (11214), el D0 muestra una clasificación buena tanto para la base granular como para la base estabilizada. Sin embargo, el área del cuenco de deflexiones se clasifica como regular para la base granular y bueno para la base estabilizada, lo que indica que el pavimento con base estabilizada está en mejores condiciones estructurales que en el caso del moderado 1 y posee un mayor flujo vehicular.



Finalmente, en el caso del TPDA alto (18013), el D0 se clasifica como "regular" en ambas bases, y el área del cuenco de deflexiones se clasifica como buena, lo que sugiere que el pavimento tiene una capacidad estructural aceptable a regular para los pavimentos estudiados

En términos generales, a pesar de que las curvas muestran un buen ajuste y los análisis de clúster revelan tendencias claras entre las diferentes familias, es crucial continuar con el monitoreo de las secciones de control. Esto permitirá mejorar la precisión de los modelos en las etapas finales de su vida útil, asegurando una evaluación más efectiva del comportamiento de los pavimentos y facilitando la implementación de estrategias de mantenimiento adecuadas y opciones para el diseño y dimensionamiento de paquetes estructurales que respondan de manera óptima a las condiciones de tránsito y clima a las que estará sometido el pavimento.

## Resultados por incluir en próximos informes

La recolección e interpretación de datos es una labor que debe ser continua, sin embargo, con base en la información recolectada en años anteriores se puede iniciar de forma escalonada con la fase 2 del proyecto, la cual consiste en realizar el análisis de resultados obtenidos y posibles relaciones entre variables. Algunos de los productos en los que se espera avanzar en próximos informes son los siguientes.

- Variación interanual del módulo resiliente de las capas del pavimento con base al concepto de retrocálculo de módulos a partir del ensayo del FWD.
- Modelo matemático para relacionar las variables de FWD, IRI y PCI.
- Base datos de deterioros superficiales producto de fatiga para los 26 tramos, para la corrección de modelos de deterioro.



## 7 CONCLUSIONES

Se identificaron tramos clave en diversas regiones del país que presentan condiciones climáticas, flujos vehiculares y ubicaciones geográficas distintas. Esta selección proporcionó una base robusta para evaluar el desempeño de los pavimentos bajo un amplio espectro de situaciones reales en Costa Rica.

La caracterización de los materiales en cada tramo seleccionado se completó con éxito. Se obtuvieron perfiles detallados de sus propiedades físicas y mecánicas, lo que permitió una comprensión profunda de cómo los diferentes materiales reaccionan bajo las condiciones de carga y clima.

Los datos climáticos recopilados incluyeron parámetros relevantes como temperatura, precipitación y humedad, permitiendo una descripción precisa de las condiciones ambientales que influyen en el deterioro de los pavimentos. Esta información será crucial para adaptar los diseños futuros de las categorías de diseño 3 a las realidades locales.

El esquema de evaluación del desempeño permitió la recolección de datos de manera continua y periódica durante el tiempo previsto, lo que generó un valioso conjunto de datos sobre la evolución de los pavimentos en condiciones reales. Este sistema se perfila como una herramienta eficaz para el monitoreo a largo plazo.

El repositorio digital fue implementado con éxito, permitiendo un almacenamiento eficiente y accesible de la información técnica. Su interfaz en línea facilita la consulta de datos y ofrece una plataforma para futuras actualizaciones y análisis de tramos de pavimento en Costa Rica.

Con base en la información recopilada, se han generado curvas de deterioro que reflejan fielmente el comportamiento de los pavimentos bajo distintas condiciones. Estas curvas proporcionan un valioso insumo para la planificación y gestión de pavimentos, optimizando el mantenimiento y la toma de decisiones en Costa Rica.



## 8 REFERENCIAS

Arias, E. (2020, mayo). Monitoreo del desempeño de Pavimentos a Largo Plazo en Costa Rica, DPLP-CR (LM-PI-UIIT-114-P). LanammeUCR.

American Association of State Highway and Transportation Officials. (2018). AASHTO T 27 Standard Method of Test for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. Washington, D.C: AASHTO.

Horak, E. (2008). Benchmarking the structural condition of flexible pavements with deflection bowl parameters. Journal of the South African Institution of Civil Engineering, 50(2), 2-9.

Federal Highway Administration (FHWA). 2017. *About Long-Term Pavement Performance*. Recuperado de <https://www.fhwa.dot.gov/research/tfhrc/programs/infrastructure/pavements/ltpa/>

Unidad de Materiales y Pavimentos (UMP). 2014. *Informe de Avance Caracterización Físico-Química de los suelos de Costa Rica*. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica. San Pedro, San José.

Unidad de Materiales y Pavimentos (UMP). 2016. *Informe de Avance LTPP-CR 2016. LM-PI-UMP-043-R2*. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica. San Pedro, San José.

Unidad de Gestión Municipal (2012). Comparación de métodos de análisis: notas de calidad (FWD-VIZIR), notas calidad (FWD-IRI) y PCI, para escogencia de tipo intervención en las redes viales cantonales. LANAMME, San José, Costa Rica.

LanammeUCR. (2008). Determinación de un procedimiento de ensayo para el cálculo del IRI. Unidad de Investigación. Proyecto N. UI-03-08. San José, Costa Rica.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2016). Manual de Auscultación Visual de Pavimentos de Costa Rica. San José: MOPT.

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. (2019). Informe de Evaluación de la Red Vial Nacional Pavimentada de Costa Rica años 2018 - 2019 (pp. 19 - 30). San



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

# LanammeUCR

Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

Pedro de Montes de Oca, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Recuperado de:  
<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/1750/ERVN2018%20Firmado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



## ANEXO A: CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS

### A.1 Tramo #1: Sabalito – Las mellizas

Tabla 12. Descripción del tramo Sabalito - Las Mellizas

| Descripción del tramo           | Sabalito - Las Mellizas |
|---------------------------------|-------------------------|
| Provincia                       | Puntarenas              |
| Cantón                          | Coto Brus               |
| Distrito                        | Sabalito                |
| Ruta                            | 613                     |
| Punto de referencia GPS         | 8.826270, -82.898680    |
| Altitud                         | 980 msnm                |
| Sección de control              | 60311                   |
| TPDA (2017)                     | 730                     |
| Velocidad promedio de operación | 20 km/h                 |
| Zona Climática                  | Pacífico Sur            |
| Zona de conservación vial       | 4-2                     |

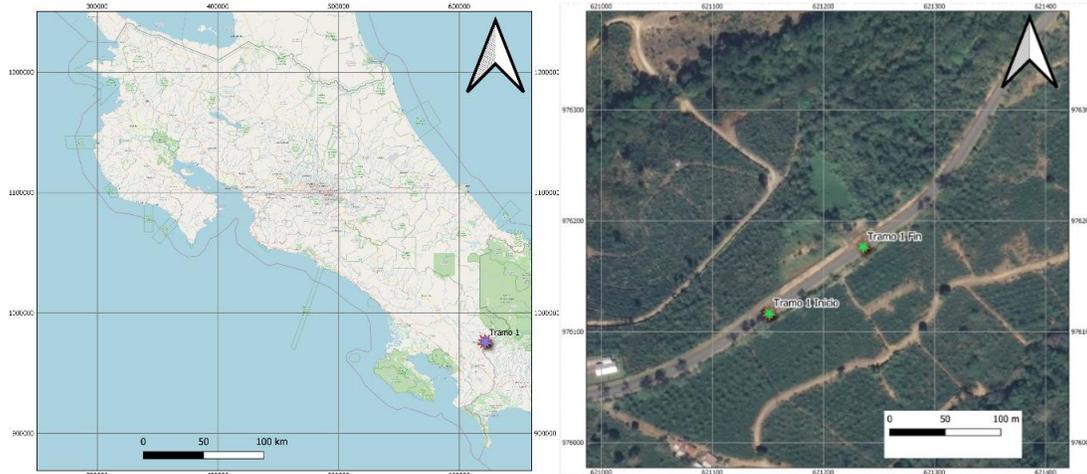
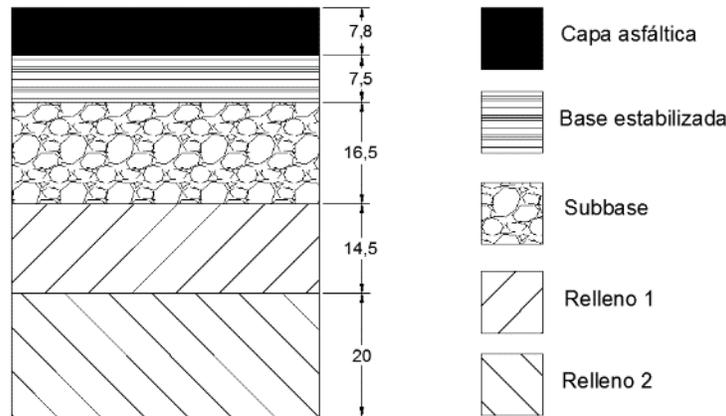


Figura 27. Ubicación del Tramo #1: Sabalito – Las Mellizas

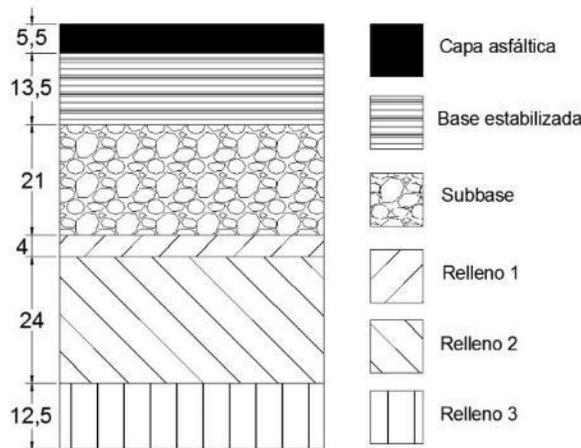
En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, el día 03 de julio del 2013 y el día 03 de noviembre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018, 2019, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2023. Los ensayos



de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 1:



**Figura 28.** Espesor del pavimento realizado el 03 de julio del 2013 para el Tramo 1 (cotas en cm)



**Figura 29.** Espesor del pavimento realizado el 03 de noviembre del 2014 para el Tramo 1 (cotas en cm)



**Tabla 13. Ensayos realizados en el Tramo 1**

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites                  | Próctor estándar         | Próctor modificado | CBR                      | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto     | Contenido de agua en mezcla | Módulo resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1590-13 | Subbase      |                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                    |
| 1591-13 | Relleno 1    |                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                    |
| 1592-13 | Relleno 2    |                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                    |
| 1593-13 | Subrasante   | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                    | <input type="checkbox"/> |                          |                            |                          |                             |                    |
| 1594-13 | Núcleos      |                           |                          |                          |                    |                          |                          |                            |                          |                             |                    |
| 1595-13 | Bloque       |                           |                          |                          |                    |                          | <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |                    |

**Tabla 14. Resultados de Próctor para el Tramo 1**

| Muestra  | 1590-13                  | 1591-13                  | 1592-13                  | 1593-13                  |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ensayo   | Próctor Estándar         | Próctor Estándar         | Próctor Estándar         | Próctor Estándar         |
| Preparación del material                           | Seco al aire             | Seco al aire             | Seco al aire             | Seco al aire             |
| Contenido de humedad del material recibido inicial | No                       | No                       | No                       | No                       |
| Contenido de agua óptimo                           | 14,80%                   | 18,80%                   | 13,80%                   | 35,50%                   |
| Densidad seca máxima estándar                      | 1848,0 kg/m <sup>3</sup> | 1692,0 kg/m <sup>3</sup> | 1826,0 kg/m <sup>3</sup> | 1274,0 kg/m <sup>3</sup> |
| Dosificación:                                      |                          |                          |                          |                          |
| Grueso   | 100 %                    | 100 %                    | 100 %                    | 100 %                    |
| Finos  | 0%                       | 0%                       | 0%                       | 0%                       |
| Mazo   | Mecánico                 | Mecánico                 | Mecánico                 | Mecánico                 |
| Método   | C                        | C                        | C                        | C                        |
| Origen del material                                | -                        | -                        | -                        | -                        |
| Corrección sobre tamaño                            | No                       | No                       | No                       | No                       |



**Tabla 15. Resultados de granulometría para el Tramo 1**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |         |         |              |
|-------------------|------------------------|---------|---------|---------|--------------|
|                   | 1590-13                | 1591-13 | 1592-13 | 1593-13 | 1595-13      |
| 2 1/2"            | 100                    | 100     |         |         |              |
| 2"                | 98,6                   | 93      | 100     | 100     |              |
| 1 1/2"            | 94,3                   | 90,7    | 96,4    | 92      |              |
| 1"                | 85,3                   | 84,9    | 74,5    | 88      | 100±0,2      |
| 3/4"              | 78,7                   | 81,4    | 64,8    | 86      | 91,8 ± 0,4   |
| 1/2"              |                        |         |         | 83      | 82 ± 0,8     |
| 3/8"              |                        | 74,1    | 47,6    | 81      | 72,9 ± 0,4   |
| N° 4              | 58,7                   | 68,1    | 41,0    | 77      | 47,4 ± 0,2   |
| N° 8              |                        |         |         |         | 29,6 ± 0,3   |
| N° 10             |                        | 63,8    | 36,1    | 70      |              |
| N° 16             |                        |         |         |         | 18,7 ± 0,2   |
| N° 20             |                        |         |         | 64      |              |
| N° 30             |                        |         |         |         | 13,4 ± 0,1   |
| N° 40             | 36,8                   | 52,5    | 26,0    | 58      |              |
| N° 50             |                        | 49,3    | 23,1    |         | 10,24 ± 0,09 |
| N° 60             |                        |         |         | 50      |              |
| N° 100            |                        |         |         | 39      | 8,1 ± 0,1    |
| N° 140            |                        |         |         | 32      |              |
| N° 200            | 20,1                   | 37,9    | 13,9    | 25      | 6,53 ± 0,06  |
| Lavado malla #200 | 40,5                   | 73,6    | 34,7    |         |              |

**Tabla 16. Resultados de CBR para el Tramo 1**

| Muestra | No. golpes | Compactación | % CBR Calculado |          | % CBR Corregido |          |
|---------|------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|         |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 1590-13 | 56         | 100          | 8,7             | 16,9     | 16,9            | 26,8     |
|         | 25         | 96,6         | 30,5            | 28,6     | 32,5            | 29,5     |
|         | 10         | 86,2         | 4,1             | 3,8      | 4,1             | 3,8      |
| 1591-13 | 56         | 101          | 20,5            | 29       |                 |          |
|         | 25         | 94,5         | 15,4            | 15,4     |                 |          |
|         | 10         | 89,2         | 6,8             | 5,8      |                 |          |
| 1592-13 | 56         | 101          | 15,7            | 26,1     | 23,7            | 30,4     |
|         | 25         | 95,6         | 11,1            | 12,9     | 11,1            | 12,9     |
| 1593-13 | 56         | 99           | 10,3            | 20,3     | 23,8            | 25,6     |
|         | 25         | 91,0         | 6,0             | 8,4      | 9,7             | 10,1     |
|         | 10         | 84,9         | 1,3             | 1,9      | 1,3             | 1,9      |



**Tabla 17. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 1**

| Muestra | Ensayo                               | Método de ensayo |        | Resultados n=2 | Unidades |
|---------|--------------------------------------|------------------|--------|----------------|----------|
|         |                                      | AASHTO           | ASTM   |                |          |
| 1595-13 | Contenido de agua                    | -                | D 95   | 0,39 ± 0,04    | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla | T 308            | D 6307 | 6,8 ± 0,3      | %        |

**Tabla 18. Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 1**

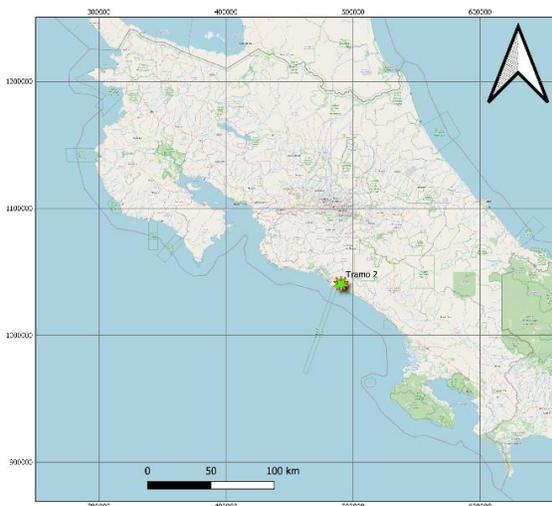
| Muestra | Límite Líquido | Límite Plástico | Índice Plasticidad |
|---------|----------------|-----------------|--------------------|
| 1590-13 | 23             | 19              | 4                  |
| 1591-13 | 28             | 23              | 5                  |
| 1592-13 | 29             | 19              | 10                 |
| 1593-13 | NP             | NP              | NP                 |



**A.2 Tramo #2: Quepos – Barú**

**Tabla 19. Descripción del tramo Quepos - Barú**

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Descripción del tramo           | Quepos - Barú        |
| Provincia                       | Puntarenas           |
| Cantón                          | Aguirre              |
| Distrito                        | Quepos               |
| Ruta                            | 34                   |
| Punto de referencia GPS         | 9.408507, -84.086444 |
| Altitud                         | 21 msnm              |
| Sección de control              | 60111                |
| TPDA (2015)                     | 7569                 |
| Velocidad promedio de operación | 50 km/h              |
| Zona Climática                  | Pacífico Central     |
| Zona de conservación vial       | 3-2                  |

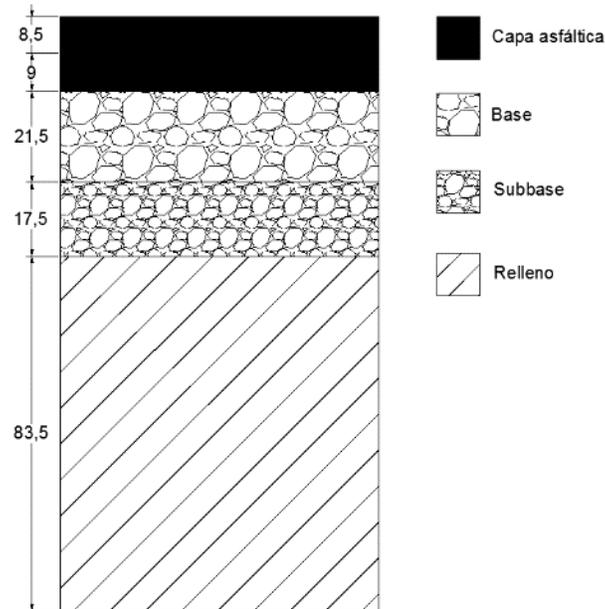


**Figura 30. Ubicación del Tramo #2: Quepos - Barú**

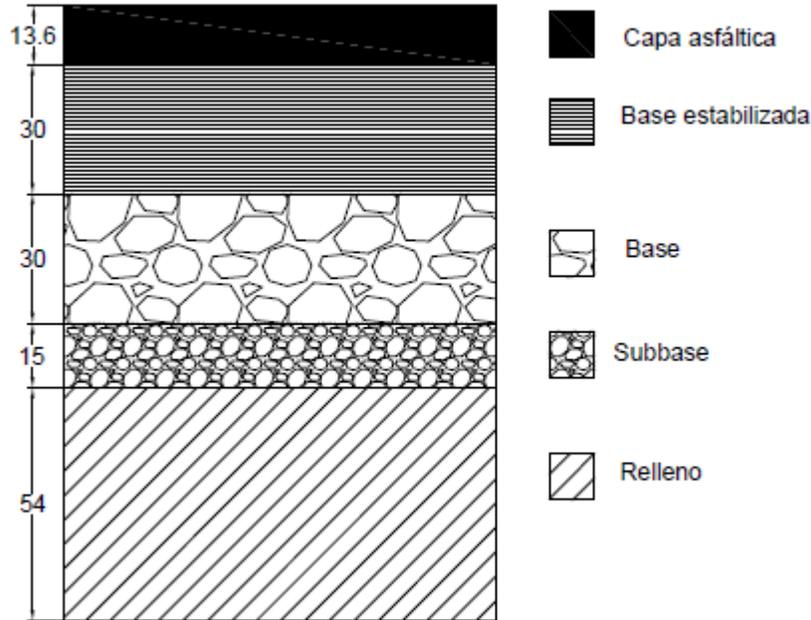
En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, el día 04 de julio del 2013 y el día 07 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018, 2019, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019 y 2023.



Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 2:



**Figura 31.** Espesor del pavimento realizado el 04 de julio del 2013 para el Tramo 2 (cotas en cm)



**Figura 32.** Espesor del pavimento realizado el 22 de setiembre del 2014 para el Tramo 2 (cotas en cm)

**Tabla 20.** Ensayos realizados en el Tramo 2

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites                  | Próctor estándar         | Próctor modificado       | CBR                      | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto     | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1596-13 | Subbase      |                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 1597-13 | Relleno      |                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 1598-13 | Base         |                           | <input type="checkbox"/> |                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 1599-13 | Bloque       |                           |                          |                          |                          |                          | <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |                       |
| 1600-13 | Núcleos      |                           |                          |                          |                          |                          |                          |                            |                          |                             |                       |

**Tabla 21.** Resultados de Próctor para el Tramo 2

| Muestra  | 1596-13                  | 1597-13                  | 1598-13                  |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ensayo   | Próctor Estándar         | Próctor Estándar         | Próctor Modificado       |
| Preparación del material                           | Seco al aire             | Seco al aire             | Seco al aire             |
| Contenido de humedad del material recibido inicial | NO                       | NO                       | NO                       |
| Contenido de agua óptimo                           | 9,40%                    | 10,60%                   | 11,70%                   |
| Densidad seca máxima estándar                      | 2115,0 kg/m <sup>3</sup> | 2094,0 kg/m <sup>3</sup> | 1802,0 kg/m <sup>3</sup> |
| Dosificación:                                      |                          |                          |                          |
| Grueso   | 100 %                    | 100 %                    | 100 %                    |
| Finos  | 0%                       | 0%                       | 0%                       |



| Muestra                 | 1596-13  | 1597-13  | 1598-13  |
|-------------------------|----------|----------|----------|
| Mazo                    | Mecánico | Mecánico | Mecánico |
| Método                  | C        | C        | C        |
| Origen del material     | -        | -        | -        |
| Corrección sobre tamaño | No       | No       | No       |

**Tabla 22. Resultados de granulometría para el Tramo 2**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |         |             |
|-------------------|------------------------|---------|---------|-------------|
|                   | 1596-13                | 1597-13 | 1598-13 | 1599-13     |
| 2 1/2"            |                        | 100     |         |             |
| 2"                |                        | 84,7    |         |             |
| 1 1/2"            | 100                    | 75,8    | 100,0   |             |
| 1"                | 98,7                   | 66,9    | 96,1    | 100,0 ± 0,2 |
| 3/4"              | 87,2                   | 59,3    | 80,1    | 100,0 ± 0,2 |
| 1/2"              |                        |         |         | 97,8 ± 0,5  |
| 3/8"              | 67,4                   | 44,8    | 52,3    | 88 ± 1      |
| N° 4              | 53,3                   | 36      | 36,5    | 53,8 ± 0,3  |
| N° 8              |                        |         |         | 33,2 ± 0,7  |
| N° 10             | 41,5                   | 26,2    | 23,6    |             |
| N° 16             |                        |         |         | 23,0 ± 0,4  |
| N° 30             |                        |         |         | 17,5 ± 0,3  |
| N° 40             | 19,5                   | 12,5    | 8,05    |             |
| N° 50             | 14,6                   | 10,0    | 5,79    | 13,5 ± 0,2  |
| N° 100            |                        |         |         | 10,6 ± 0,1  |
| N° 200            | 7,56                   | 5,5     | 2,3     | 8,6 ± 0,3   |
| Lavado malla #200 | 15,1                   | 15,6    | 6,59    |             |



**Tabla 23. Resultados de CBR para el Tramo 2**

| Muestra | No. golpes | Compactación | % CBR Calculado |          | % CBR Corregido |          |
|---------|------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|         |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 1596-13 | 56         | 99           | 34              | 56,1     | 54              | 65,6     |
|         | 25         | 98,8         | 22,0            | 36,2     | 33,1            | 44,4     |
|         | 10         | 95,1         | 17,7            | 25,1     | 17,7            | 25,1     |
| 1597-13 | 56         | 99           | 12,2            | 25,2     |                 |          |
|         | 25         | 99,4         | 12,8            | 25,6     |                 |          |
|         | 10         | 96,8         | 16,1            | 27,0     |                 |          |
| 1598-13 | 56         | 99           | 16,9            | 26,8     | 24,0            | 30,7     |
|         | 25         | 95,6         | 14,2            | 20,1     | 14,2            | 20,1     |
|         | 10         | 89,3         | 5,3             | 7,3      | 5,3             | 7,3      |

**Tabla 24. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 2**

| Muestra | Ensayo                               | Método de ensayo |        | Resultados<br>n=2 | Unidades |
|---------|--------------------------------------|------------------|--------|-------------------|----------|
|         |                                      | AASHTO           | ASTM   |                   |          |
| 1599-13 | Contenido de agua                    | -                | D 95   | 0,41 ± 0,05       | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla | T 308            | D 6307 | 5,9 ± 0,2         | %        |

**Tabla 25. Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 2**

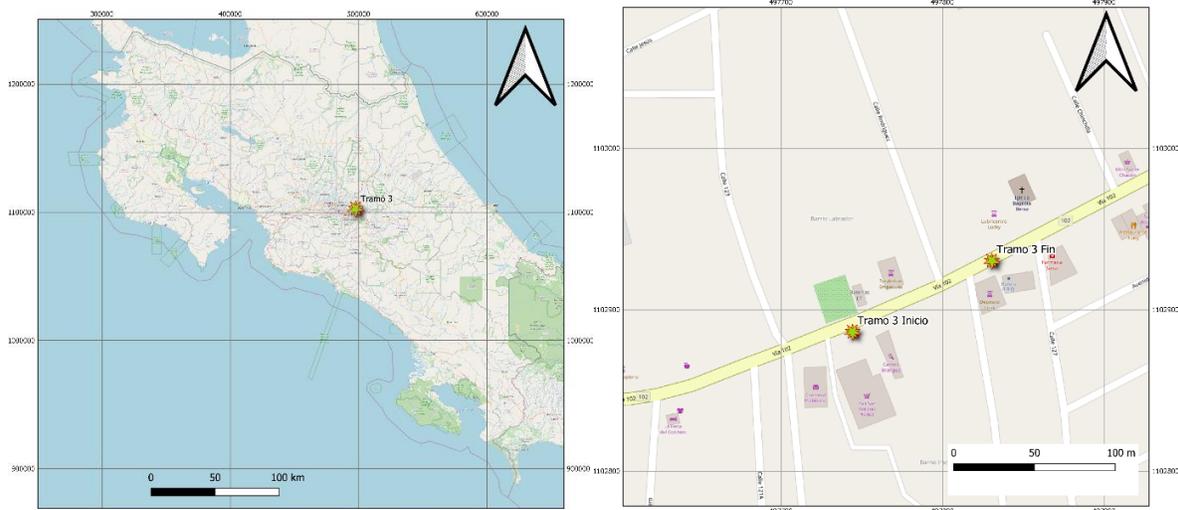
| Muestra | Límite Líquido | Límite Plástico | Índice Plasticidad |
|---------|----------------|-----------------|--------------------|
| 1596-13 | 18             | 15              | 3                  |
| 1597-13 | NP             | NP              | NP                 |
| 1598-13 | NP             | NP              | NP                 |



**A.3 Tramo #3: Moravia – Coronado**

**Tabla 26. Descripción del tramo Moravia - Coronado**

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Descripción del tramo           | Moravia - Coronado   |
| Provincia                       | San José             |
| Cantón                          | Vázquez de Coronado  |
| Distrito                        | Patalillo            |
| Ruta                            | 102                  |
| Punto de referencia GPS         | 9.974557, -84.019788 |
| Altitud                         | 1287 msnm            |
| Sección de control              | 10390                |
| TPDA (2019)                     | 17821                |
| Velocidad promedio de operación | 40 km/h              |
| Zona Climática                  | Región Central       |
| Zona de conservación vial       | 1-1                  |

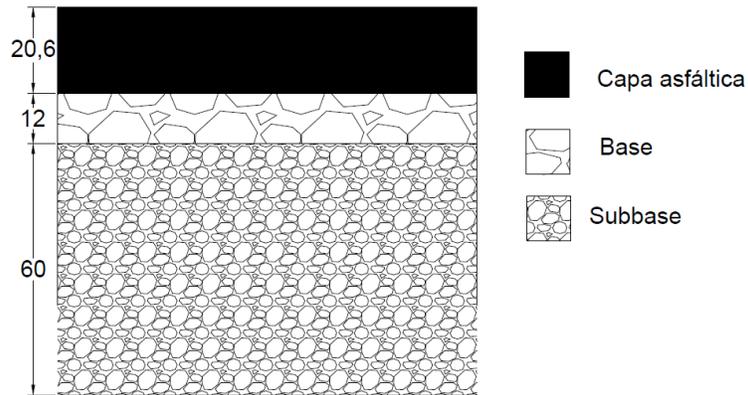


**Figura 33. Ubicación del Tramo #3: Moravia - Coronado**

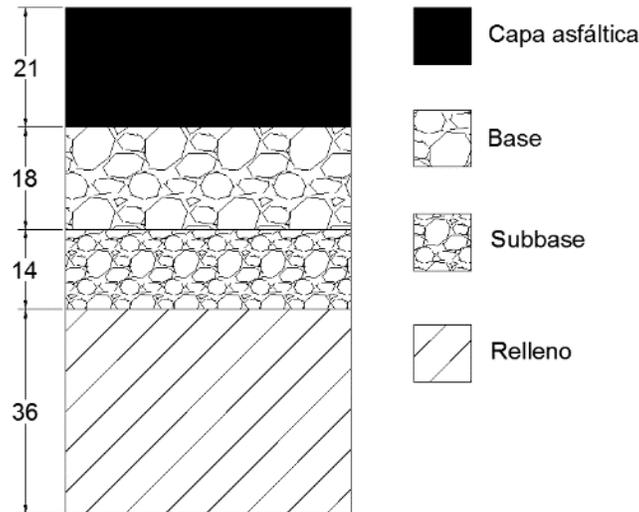
En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, el día 11 de julio del 2013 y el día 02 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2015, 2018, 2022 y 2024. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2019, 2020, 2022 y



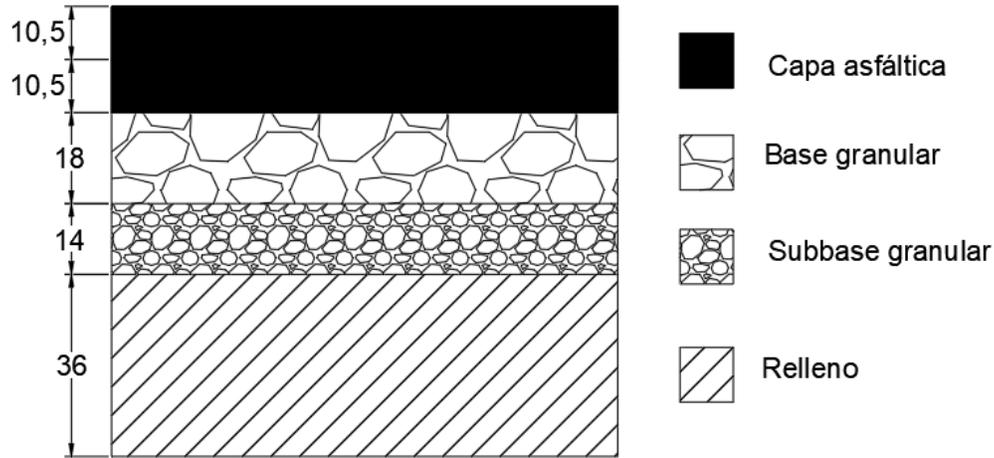
2023. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 3:



**Figura 34.** Espesores del pavimento realizado el 11 de julio del 2013 para el Tramo 3 (cotas en cm)



**Figura 35.** Espesores del pavimento realizado el 02 de octubre del 2014 para el Tramo 3 (cotas en cm)



**Figura 36.** Espesores del pavimento realizado el 01 de enero del 2020 para el Tramo 3 (cotas en cm)

**Tabla 27.** Ensayos realizados en el Tramo 3

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR | Análisis granulometría | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|-----|------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1621-13 | Núcleos      |                           |         |                  |                    |     |                        |                            |                      |                             |                       |
| 1622-13 | Bloque       |                           |         |                  |                    |     | □                      |                            | □                    | □                           |                       |
| 1623-13 | Base         |                           | □       | □                |                    | □   | □                      | □                          |                      |                             |                       |
| 1624-13 | Subbase      |                           | □       | □                |                    | □   | □                      | □                          |                      |                             |                       |

**Tabla 28.** Resultados de Próctor para el Tramo 3

| Muestra  | 1623-13                  | 1624-13                  |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Ensayo   | Próctor Estándar         | Próctor Estándar         |
| Preparación del material                           | Seco al aire             | Seco al aire             |
| Contenido de humedad del material recibido inicial | NO                       | NO                       |
| Contenido de agua óptimo                           | 14,20%                   | 13,00%                   |
| Densidad seca máxima estándar                      | 1808,0 kg/m <sup>3</sup> | 1825,0 kg/m <sup>3</sup> |
| Dosificación:                                      |                          |                          |
| Grueso   | 100 %                    | 100 %                    |
| Finos  | 0%                       | 0%                       |
| Mazo   | Mecánico                 | Mecánico                 |
| Método   | C                        | C                        |
| Origen del material                                | -                        | -                        |
| Corrección sobre tamaño                            | No                       | No                       |



**Tabla 29. Resultados de granulometría para el Tramo 3**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |         |
|-------------------|------------------------|---------|---------|
|                   | 1622-13                | 1623-13 | 1624-13 |
| 3 1/2"            |                        |         | 100     |
| 3"                |                        |         | 97,2    |
| 2"                |                        | 100     | 85,9    |
| 1 1/2"            |                        | 95,8    | 78,1    |
| 1"                | 100,0 ± 0,2            | 91      | 63,3    |
| 3/4"              | 100,0 ± 0,2            | 79,6    | 56,6    |
| 1/2"              | 92,2 ± 0,3             |         |         |
| 3/8"              | 75,9 ± 0,7             | 74,3    |         |
| N° 4              | 47,4 ± 0,2             | 50,1    | 37,4    |
| N° 8              | 31,5 ± 0,1             |         |         |
| N° 10             |                        | 38,5    |         |
| N° 16             | 22,3 ± 0,1             |         |         |
| N° 30             | 16,7 ± 0,1             |         |         |
| N° 40             |                        | 20,9    | 18,50   |
| N° 50             | 12,5 ± 0,2             | 17,7    |         |
| N° 100            | 9,3 ± 0,07             |         |         |
| N° 200            | 6,8 ± 0,1              | 10,5    | 10,3    |
| Lavado malla #200 |                        | 22,1    | 27,70   |

**Tabla 30. Resultados de CBR para el Tramo 3**

| Muestra | No. golpes | Compactación (%) | % CBR Calculado |          | % CBR Corregido |          |
|---------|------------|------------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|         |            |                  | 0,1 pulg        | 0,2 pulg | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 1623-13 | 56         | 98               | 54,9            | 88,4     | 84,1            | 100,3    |
|         | 25         | 94,5             | 31,8            | 46,6     | 31,8            | 46,6     |
|         | 10         | 89,9             | 11,3            | 14,7     | 11,3            | 14,7     |
| 1624-13 | 56         | 97               | 55,4            | 75,1     |                 |          |
|         | 25         | 93,5             | 36,8            | 44,8     |                 |          |
|         | 10         | 88,7             | 10,5            | 12,3     |                 |          |

**Tabla 31. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 3**

| Muestra | Ensayo                               | Método de ensayo |        | Resultados n=2 | Unidades |
|---------|--------------------------------------|------------------|--------|----------------|----------|
|         |                                      | AASHTO           | ASTM   |                |          |
| 1599-13 | Contenido de agua                    | -                | D 95   | 0,36 ± 0,02    | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla | T 308            | D 6307 | 5,8 ± 0,2      | %        |



**Tabla 32.** Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 3

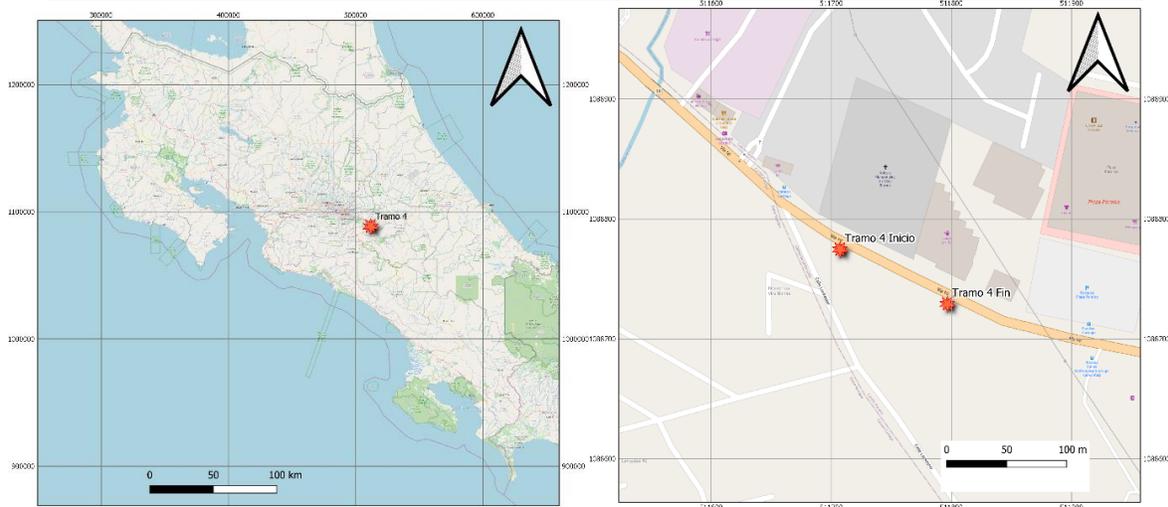
| Muestra | Límite Líquido | Límite Plástico | Índice Plasticidad |
|---------|----------------|-----------------|--------------------|
| 1623-13 | NP             | NP              | NP                 |
| 1624-13 | NP             | NP              | NP                 |



**A.4 Tramo #4: Cartago – Paraíso**

**Tabla 33. Descripción del tramo Cartago - Paraíso**

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Descripción del tramo           | Cartago - Paraíso    |
| Provincia                       | Cartago              |
| Cantón                          | Paraíso              |
| Distrito                        | Paraíso              |
| Ruta                            | 10                   |
| Punto de referencia GPS         | 9.846135, -83.892445 |
| Altitud                         | 1383 msnm            |
| Sección de control              | 30021                |
| TPDA (2023)                     | 16218                |
| Velocidad promedio de operación | 45 km/h              |
| Zona Climática                  | Región Central       |
| Zona de conservación vial       | 1-8                  |

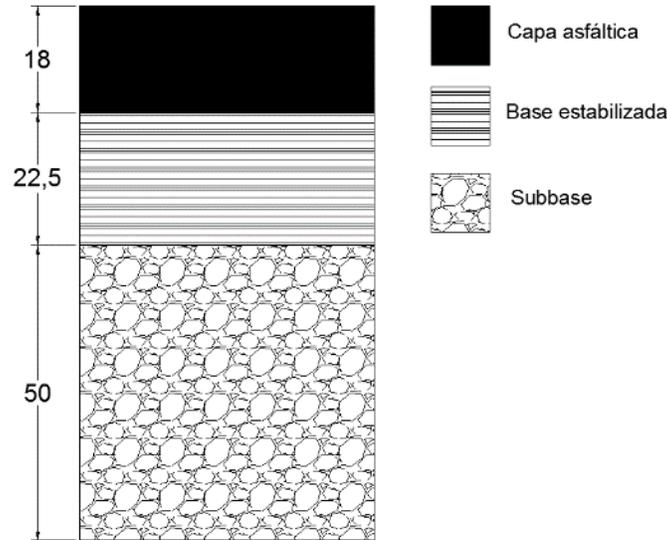


**Figura 37. Ubicación del Tramo #4: Cartago - Paraíso**

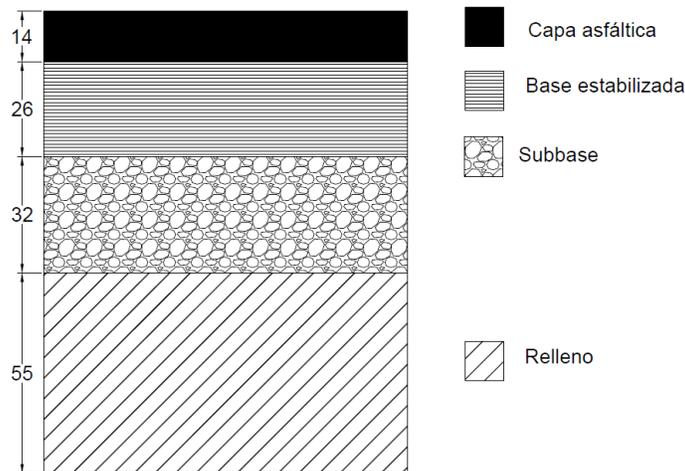
En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 12 de julio del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018, 2019, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2009, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022, 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023.



Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023.



**Figura 38.** Espesores del pavimento realizado el 12 de julio del 2013 para el Tramo 4 (cotas en cm)



**Figura 39.** Espesores del pavimento realizado el 11 de noviembre del 2014 para el Tramo 4 (cotas en cm)



**Tabla 34. Ensayos realizados en el Tramo 4**

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites                  | Próctor estándar         | Próctor modificado | CBR                      | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto     | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1636-13 | Subbase      |                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 1637-13 | Suelo        | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                    | <input type="checkbox"/> |                          |                            |                          |                             |                       |
| 1638-13 | Núcleos      |                           |                          |                          |                    |                          |                          |                            |                          |                             |                       |
| 1639-13 | Bloque       |                           |                          |                          |                    |                          | <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |                       |

**Tabla 35. Resultados de Próctor para el Tramo 4**

| Muestra  | 1636-13                  | 1637-13                  |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Ensayo   | Próctor Estándar         | Próctor Estándar         |
| Preparación del material                           | Seco al aire             | Seco al aire             |
| Contenido de humedad del material recibido inicial | NO                       | NO                       |
| Contenido de agua óptimo                           | 9,60%                    | 31,50%                   |
| Densidad seca máxima estándar                      | 2130,0 kg/m <sup>3</sup> | 1380,0 kg/m <sup>3</sup> |
| Dosificación:                                      |                          |                          |
| Grueso   | 100 %                    | 100 %                    |
| Finos  | 0%                       | 0%                       |
| Mazo   | Mecánico                 | Mecánico                 |
| Método   | C                        | C                        |
| Origen del material                                | -                        | -                        |
| Corrección sobre tamaño                            | No                       | No                       |



**Tabla 36. Resultados de granulometría para el Tramo 4**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |         |
|-------------------|------------------------|---------|---------|
|                   | 1639-13                | 1636-13 | 1637-13 |
| 2"                |                        | 100     |         |
| 1 1/2"            |                        | 96,6    |         |
| 1"                | 100,0 ± 0,2            | 77,8    | 100,0   |
| 3/4"              | 100,0 ± 0,2            | 63,9    | 98,0    |
| 1/2"              | 94,0 ± 0,2             |         | 96,0    |
| 3/8"              | 80,1 ± 0,4             |         | 96,0    |
| N° 4              | 52,7 ± 0,2             | 28      | 94,0    |
| N° 8              | 34,9 ± 0,3             |         |         |
| N° 10             |                        |         | 92,0    |
| N° 16             | 24,2 ± 0,6             |         |         |
| N° 20             |                        |         | 88,0    |
| N° 30             | 18,3 ± 0,4             |         |         |
| N° 40             |                        | 12,0    | 85,0    |
| N° 50             | 13,5 ± 0,6             |         |         |
| N° 60             |                        |         | 83,0    |
| N° 100            | 9,7 ± 0,5              |         | 80,0    |
| N° 140            |                        |         | 79,0    |
| N° 200            | 7,0 ± 0,3              | 7,32    | 77,0    |
| Lavado malla #200 |                        | 25,7    |         |

**Tabla 37. Resultados de CBR para el Tramo 4**

| Muestra | No. golpes | Compactación | % CBR Calculado |          | % CBR Corregido |          |
|---------|------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|         |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 1636-13 | 56         | 100          | 39,2            | 55,6     |                 |          |
|         | 25         | 96,6         | 26,2            | 35,7     |                 |          |
|         | 10         | 92,6         | 10,7            | 15,7     |                 |          |
| 1637-13 | 56         | 103          | 2,6             | 2,8      | 3,4             | 3,0      |
|         | 25         | 86,2         | 1,1             | 1,2      | 1,6             | 1,4      |
|         | 10         | 78,3         | 0,9             | 0,9      | 0,9             | 0,9      |

**Tabla 38. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 4**

| Muestra | Ensayo                               | Método de ensayo |        | Resultados n=2 | Unidades |
|---------|--------------------------------------|------------------|--------|----------------|----------|
|         |                                      | AASHTO           | ASTM   |                |          |
| 1639-13 | Contenido de agua                    | -                | D 95   | 0,31 ± 0,04    | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla | T 308            | D 6307 | 5,8 ± 0,2      | %        |



**Tabla 39.** Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 4

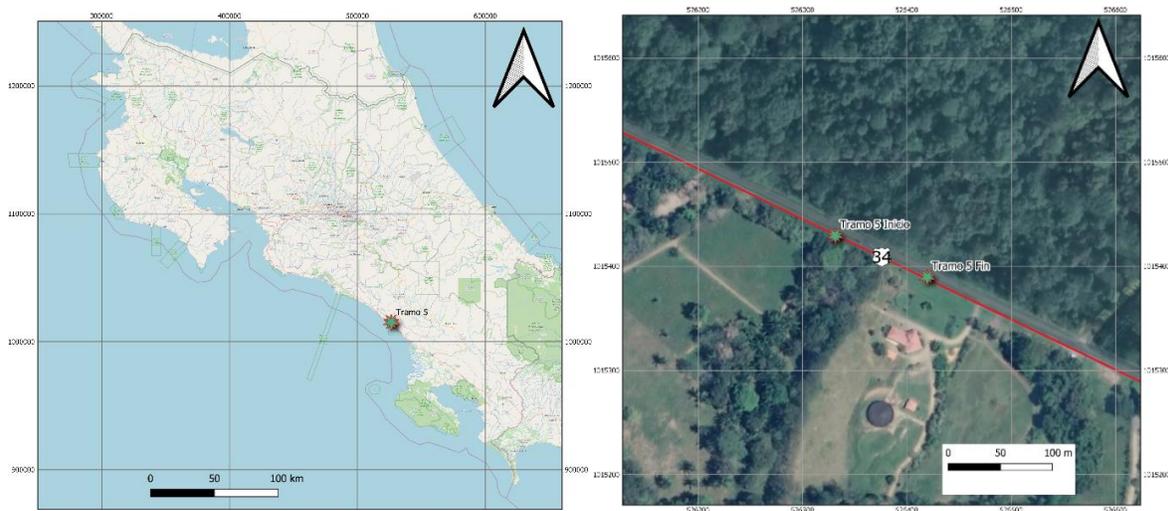
| Muestra | Límite Líquido | Límite Plástico | Índice Plasticidad |
|---------|----------------|-----------------|--------------------|
| 1636-13 | 23             | 18              | 5                  |
| 1637-13 | 59             | 34              | 25                 |



**A.5 Tramo #5: Barú – Palmar Norte**

**Tabla 40. Descripción del tramo Barú – Palmar Norte**

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Descripción del tramo           | Barú – Palmar Norte  |
| Provincia                       | Puntarenas           |
| Cantón                          | Osa                  |
| Distrito                        | Bahía Ballena        |
| Ruta                            | 34                   |
| Punto de referencia GPS         | 9.183289, -83.760388 |
| Altitud                         | 45 msnm              |
| Sección de control              | 60091                |
| TPDA (2017)                     | 5065                 |
| Velocidad promedio de operación | 75 km/h              |
| Zona Climática                  | Pacífico Sur         |
| Zona de conservación vial       | 4-1                  |

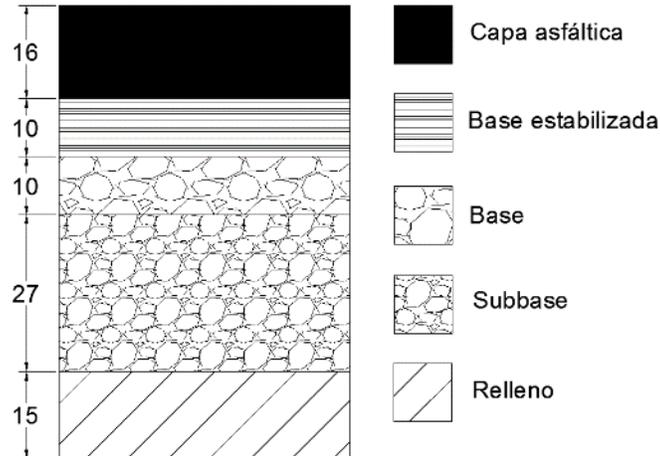


**Figura 40. Ubicación del Tramo #5: Barú – Palmar Norte**

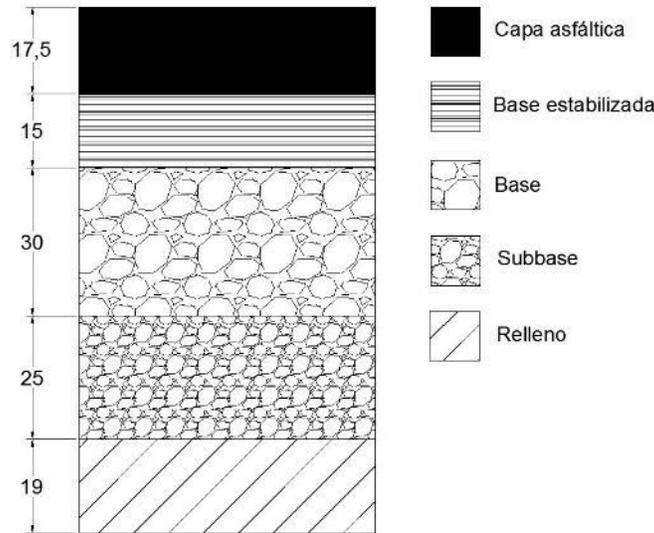
En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, el día 16 de julio del 2013 y el día 07 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2017, 2018, 2019, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2009, 2010, 2012, 2017, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2017, 2018, 2019, 2020 y 2023.



Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2017, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 5:



**Figura 41.** Espesores del pavimento realizado el 16 de julio del 2013 para el Tramo 5 (cotas en cm)



**Figura 42.** Espesores del pavimento realizado el 07 de octubre de 2014 para el Tramo 5 (cotas en cm)



**Tabla 41. Ensayos realizados en el Tramo 5**

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR                      | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto     | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1697-13 | Base         |                           |         |                  |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 1698-13 | Subbase      |                           |         |                  |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 1699-13 | Relleno      |                           |         |                  |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 1700-13 | Subrasante   |                           |         |                  |                    | <input type="checkbox"/> |                          |                            |                          |                             |                       |
| 1702-13 | Bloque       |                           |         |                  |                    |                          | <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |                       |
| 1767-13 | Núcleos      |                           |         |                  |                    |                          |                          |                            |                          |                             |                       |

**Tabla 42. Resultados de granulometría para el Tramo 5**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |         |         |
|-------------------|------------------------|---------|---------|---------|
|                   | 1702-13                | 1697-13 | 1698-13 | 1699-13 |
| 2 1/2"            |                        | 100,00  | 100,00  | 100     |
| 2"                |                        | 96,10   | 88,40   | 98,5    |
| 1 1/2"            |                        | 92,10   | 80,40   | 95,7    |
| 1"                | 100,0 ± 0,2            | 82,90   | 66,00   | 88,1    |
| 3/4"              | 100,0 ± 0,2            | 76,30   | 57,00   | 84,1    |
| 1/2"              | 87,0 ± 0,2             |         |         |         |
| 3/8"              | 74,2 ± 0,2             | 57,20   |         | 71,6    |
| N° 4              | 47,9 ± 0,3             | 45,10   | 28,70   | 60,7    |
| N° 8              | 31,1 ± 0,1             |         |         |         |
| N° 10             |                        | 32,30   |         | 48      |
| N° 16             | 21,7 ± 0,1             |         |         |         |
| N° 30             | 16,5 ± 0,1             |         |         |         |
| N° 40             |                        | 13,50   | 6,57    | 23,1    |
| N° 50             | 12,69 ± 0,09           | 10,50   |         | 19,3    |
| N° 100            | 9,56 ± 0,09            |         |         |         |
| N° 200            | 7,40 ± 0,08            | 4,82    | 2,46    | 11,9    |
| Lavado malla #200 |                        | 15,40   | 9,60    | 23,8    |



**Tabla 43. Resultados de CBR para el Tramo 5**

| Muestra | No. golpes | Compactación | % CBR Calculado |          | % CBR Corregido |          |
|---------|------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|         |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 1697-13 | 56         | 96,8         | 16,5            | 19       |                 |          |
|         | 25         | 92,8         | 10,0            | 9,8      |                 |          |
|         | 10         | 87,8         | 2,35            | 2,8      |                 |          |
| 1698-13 | 56         | 96,8         | 24,9            | 30,7     |                 |          |
|         | 25         | 90,3         | 12,16           | 13,8     |                 |          |
|         | 10         | 86,6         | 7,3             | 8,53     |                 |          |
| 1699-13 | 56         | 96,8         | 16              | 27       | 25              | 31       |
|         | 25         | 92,6         | 8,70            | 10,5     | 8,70            | 10,5     |
|         | 10         | 88,8         | 5,8             | 6,5      | 5,8             | 6,5      |
| 1700-13 | 56         | 97           | 4,1             | 7,7      | 8,8             | 8,9      |
|         | 25         | 89           | 2,1             | 2,8      | 2,1             | 2,8      |
|         | 10         | 79,7         | 0,9             | 0,8      | 0,9             | 0,8      |

**Tabla 44. Resultados de contenido de agua y de asfalto para el Tramo 5**

| Muestra | Ensayo                               | Método de ensayo |        | Resultados n=2 | Unidades |
|---------|--------------------------------------|------------------|--------|----------------|----------|
|         |                                      | AASHTO           | ASTM   |                |          |
| 1702-13 | Contenido de agua                    | -                | D 95   | 0,29 ± 0,04    | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla | T 308            | D 6307 | 6,0 ± 0,2      | %        |



### A.6 Tramo #6: Pozón - Jacó

Tabla 45. Descripción del tramo Pozón - Jacó

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Descripción del tramo           | Pozón - Jacó         |
| Provincia                       | Alajuela             |
| Cantón                          | Orotina              |
| Distrito                        | Coyolar              |
| Ruta                            | 34                   |
| Punto de referencia GPS (UTM)   | 9.883709, -84.575956 |
| Altitud                         | 156 msnm             |
| Sección de control              | 21300                |
| TPDA (2015)                     | 10843                |
| Velocidad promedio de operación | 80 km/h              |
| Zona Climática                  | Pacífico Norte       |
| Zona de conservación vial       | 3-2                  |

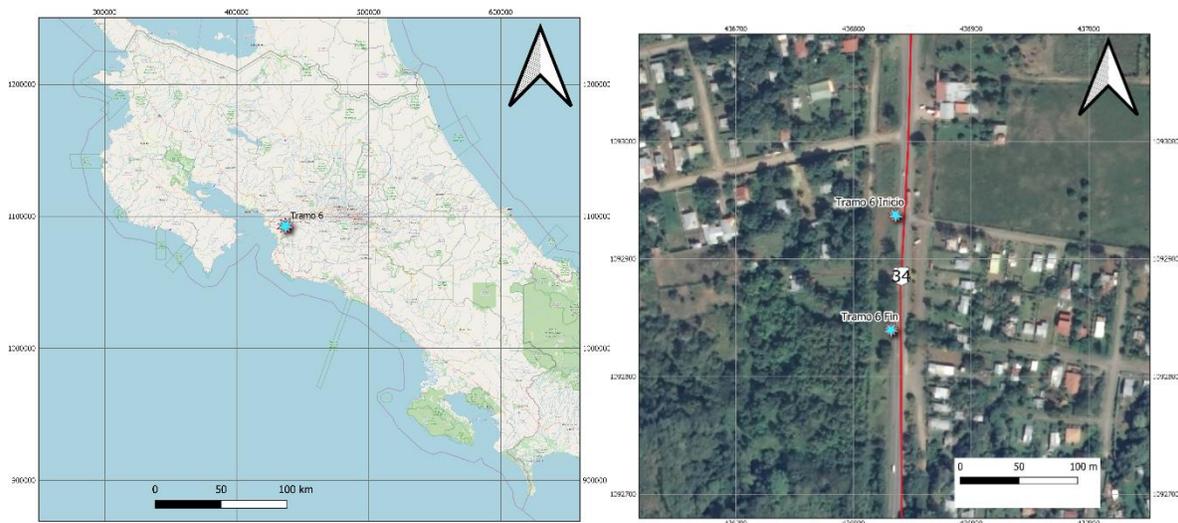


Figura 43. Ubicación del Tramo #6: Pozón - Jacó

En este tramo se han realizado tres cielos abiertos, el día 17 de julio del 2013, el día 16 de octubre del 2014 y el día 28 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018, 2019, 2022 y 2024. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años



2015, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 6:

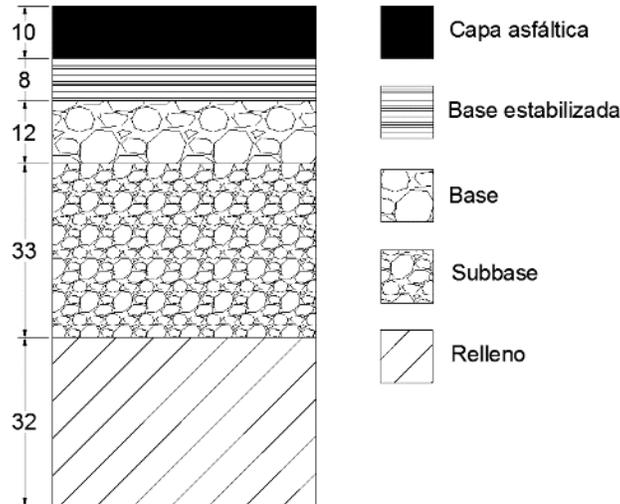


Figura 44. Espesores del pavimento realizado el 17 de julio del 2013 para el Tramo 6 (cotas en cm)

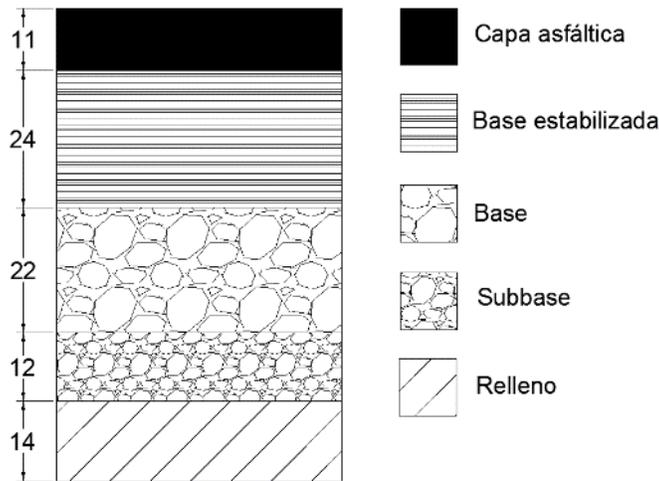


Figura 45. Espesores del pavimento realizado el 16 de octubre del 2014 para el Tramo 6 (cotas en cm)



**Tabla 46. Ensayos realizados en el Tramo 6**

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado       | CBR | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto     | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------------|-----|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 2294-14 | Base         |                           |         |                  | <input type="checkbox"/> |     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 2295-14 | Subbase      |                           |         |                  | <input type="checkbox"/> |     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 2296-14 | Relleno      |                           |         |                  | <input type="checkbox"/> |     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 1708-13 | Bloque       |                           |         |                  |                          |     | <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |                       |
| 1768-13 | Núcleos      |                           |         |                  |                          |     |                          |                            |                          |                             |                       |

**Tabla 47. Resultados de granulometría para el Tramo 6**

| Malla No.        | Porcentaje Pasando (%) |         |         |         |
|------------------|------------------------|---------|---------|---------|
|                  | 1708-13                | 2294-14 | 2295-14 | 2296-14 |
| 3"               |                        |         | 100     | 100     |
| 2 1/2"           |                        | 100     | 95,9    | 98,8    |
| 2"               |                        | 96,9    | 91,5    | 95,2    |
| 1 1/2"           |                        | 93,8    | 85,6    | 89,3    |
| 1"               | 100,0 ± 0,2            | 86,6    | 79,2    | 81,6    |
| 3/4"             | 100,0 ± 0,2            | 82,4    | 73,8    | 74,9    |
| 1/2"             | 95,1 ± 0,2             |         |         |         |
| 3/8"             | 84,3 ± 0,4             | 72,8    | 64,7    | 65,3    |
| N° 4             | 57,1 ± 0,2             | 65,2    | 48,2    | 47      |
| N° 8             | 34,8 ± 0,1             |         |         |         |
| N° 10            |                        | 56,6    | 37,6    | 37,7    |
| N° 16            | 22,3 ± 0,1             |         |         |         |
| N° 30            | 15,6 ± 0,1             |         |         |         |
| N° 40            |                        | 40,3    | 16,9    | 16,8    |
| N° 50            | 10,91 ± 0,09           | 36,6    |         |         |
| N° 100           | 7,42 ± 0,07            |         |         |         |
| N° 200           | 5,34 ± 0,08            | 23,3    | 7,22    | 6,41    |
| Lavado malla 200 |                        | 39,6    | 16,2    | 14,3    |

**Tabla 48. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 6**

| Muestra | Ensayo                               | Método de ensayo |        | Resultados n=2 | Unidades |
|---------|--------------------------------------|------------------|--------|----------------|----------|
|         |                                      | AASHTO           | ASTM   |                |          |
| 1708-13 | Contenido de agua                    | -                | D 95   | 0,56 ± 0,03    | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla | T 308            | D 6307 | 6,6 ± 0,3      | %        |



**Tabla 49. Resultados de Próctor para el Tramo 6**

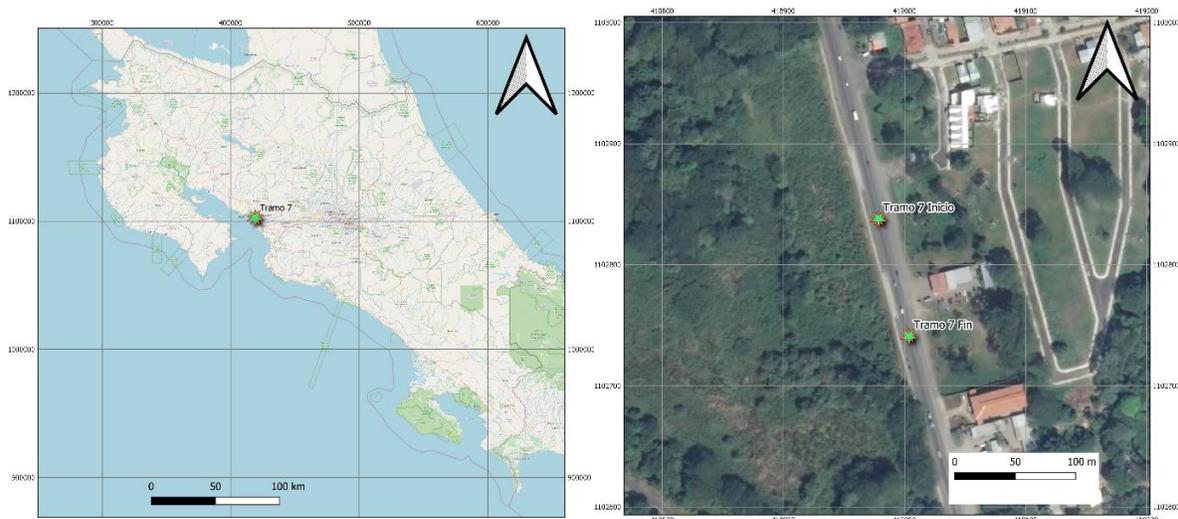
| Muestra  | 2294-14                | 2295-15                | 2296-15                  |
|--|------------------------|------------------------|--------------------------|
| Ensayo   | Próctor Modificado     | Próctor Modificado     | Próctor Modificado       |
| Preparación del material                           | Seco al aire           | Seco al aire           | Seco al aire             |
| Contenido de humedad del material recibido inicial | No                     | No                     | No                       |
| Contenido de agua óptimo                           | 22,50%                 | 7,2%                   | 9,4%                     |
| Densidad seca máxima estándar                      | 1432 kg/m <sup>3</sup> | 2255 kg/m <sup>3</sup> | 2171,0 kg/m <sup>3</sup> |
| Dosificación:                                      |                        |                        |                          |
| Grueso   | 100 %                  | 100 %                  | 100 %                    |
| Finos  | 0%                     | 0%                     | 0%                       |
| Mazo   | Mecánico               | Manual                 | Mecánico                 |
| Método   | C                      | C                      | C                        |
| Origen del material                                | -                      | -                      | -                        |
| Corrección sobre tamaño                            | No                     | No                     | No                       |



**A.7 Tramo #7: Caldera - Puntarenas**

**Tabla 50. Descripción del tramo Caldera - Puntarenas**

|  |                      |
|--|----------------------|
| <b>Descripción del tramo</b>           | Caldera - Puntarenas |
| <b>Provincia</b>                       | Puntarenas           |
| <b>Cantón</b>                          | Puntarenas           |
| <b>Distrito</b>                        | Chacarita            |
| <b>Ruta</b>                            | 23                   |
| <b>Punto de referencia GPS</b>         | 9.972904, -84.738976 |
| <b>Altitud</b>                         | 270 msnm             |
| <b>Sección de control</b>              | 60610                |
| <b>TPDA (2019)</b>                     | 14774                |
| <b>Velocidad promedio de operación</b> | 60 km/h              |
| <b>Zona Climática</b>                  | Pacífico Norte       |
| <b>Zona de conservación vial</b>       | 3-1                  |



**Figura 46. Ubicación del Tramo #7: Caldera - Puntarenas**

En este proyecto se han realizado dos cielos abiertos, el día 18 de julio del 2013 y el día 14 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2015, 2017, 2018, 2020, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017,



2018, 2019, 2020 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 7:

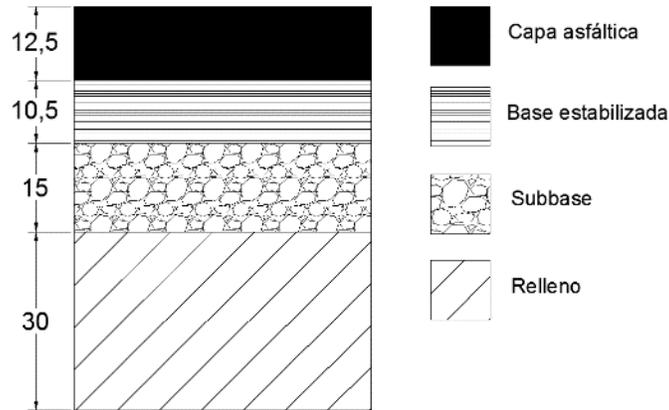


Figura 47. Espesores del pavimento realizado el 18 de julio del 2013 para el Tramo 7 (cotas en cm)

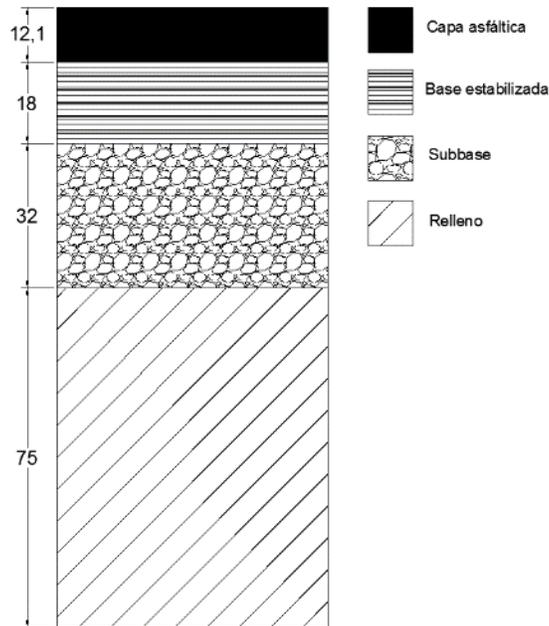
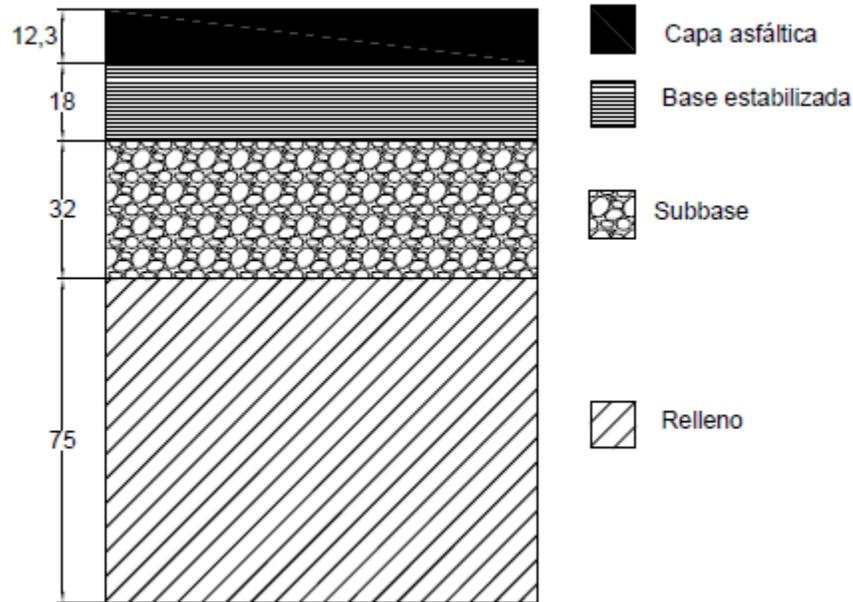


Figura 48. Espesores del pavimento realizado el 14 de octubre del 2014 para el Tramo 7 (cotas en cm)



**Figura 49.** Espesores de pavimento realizado el 29 de julio de 2019 para el Tramo 7 (cotas en cm)

**Tabla 51.** Ensayos realizados en el Tramo 7

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR                      | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto     | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1709-13 | Base         |                           |         |                  |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 1710-13 | Relleno      |                           |         |                  |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 1712-13 | Bloque       |                           |         |                  |                    |                          | <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |                       |
| 1769-13 | Núcleos      |                           |         |                  |                    |                          |                          |                            |                          |                             |                       |



**Tabla 52. Resultados de granulometría para el Tramo 7**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |         |
|-------------------|------------------------|---------|---------|
|                   | 1712-13                | 1709-13 | 1710-13 |
| 2 1/2"            |                        | 100,00  | 100,00  |
| 2"                |                        | 93,10   | 75,40   |
| 1 1/2"            |                        | 85,40   | 63,50   |
| 1"                | 100,0 ± 0,2            | 70,80   | 52,30   |
| 3/4"              | 100,0 ± 0,2            | 58,70   | 45,80   |
| 1/2"              | 90,0 ± 0,2             |         |         |
| 3/8"              | 79,6 ± 0,7             | 40,60   | 35,90   |
| N° 4              | 51,8 ± 0,5             | 32,00   | 30,30   |
| N° 8              | 34,7 ± 0,3             |         |         |
| N° 10             |                        | 25,50   | 24,90   |
| N° 16             | 24,2 ± 0,1             |         |         |
| N° 30             | 18,1 ± 0,1             |         |         |
| N° 40             |                        | 11,60   | 12,00   |
| N° 50             | 13,7 ± 0,1             | 9,32    | 9,68    |
| N° 100            | 10,1 ± 0,1             |         |         |
| N° 200            | 8,0 ± 0,2              | 4,67    | 5,25    |
| Lavado malla #200 |                        | 14,60   | 17,10   |

**Tabla 53. Resultados de CBR para el Tramo 7**

| Muestra | No. golpes | Compactación | % CBR Calculado |          | % CBR Corregido |          |
|---------|------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|         |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 1709-13 | 56         | 97,1         | 33,0            | 40,0     |                 |          |
|         | 25         | 91,3         | 12,3            | 13,6     |                 |          |
|         | 10         | 88,1         | 6,1             | 7,2      |                 |          |
| 1710-13 | 56         | 99,4         | 11              | 23       | 25              | 34,0     |
|         | 25         | 95           | 18,5            | 22,6     | 18,5            | 22,6     |
|         | 10         | 90,8         | 8,9             | 10       | 8,9             | 10       |

**Tabla 54. Resultado de contenido de agua y asfalto para el Tramo 7**

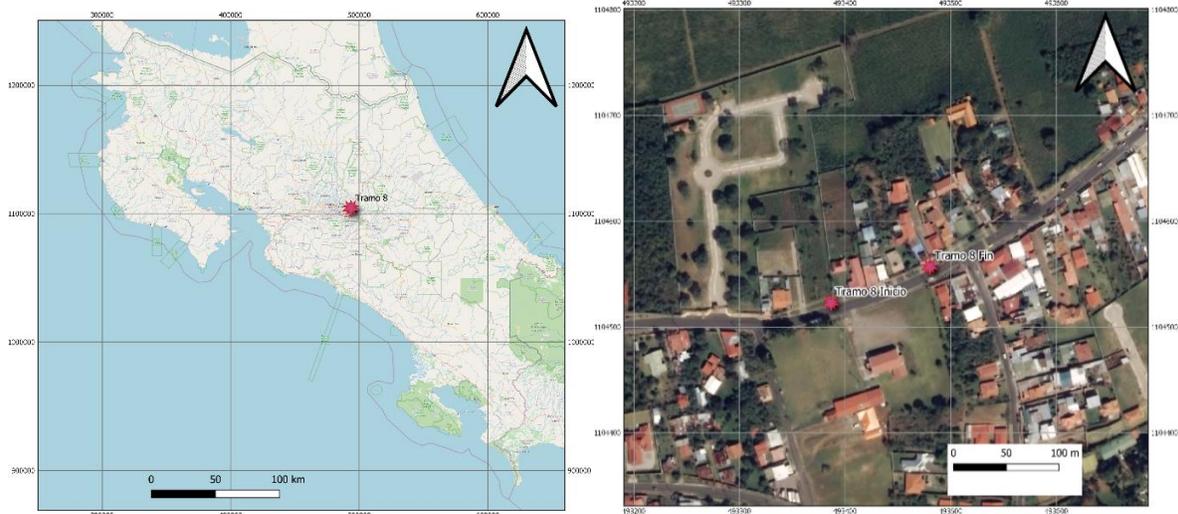
| Muestra | Ensayo                               | Método de ensayo |        | Resultados n=2 | Unidades |
|---------|--------------------------------------|------------------|--------|----------------|----------|
|         |                                      | AASHTO           | ASTM   |                |          |
| 1712-13 | Contenido de agua                    | -                | D 95   | 0,40 ± 0,04    | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla | T 308            | D 6307 | 6,2 ± 0,3      | %        |



**A.8 Tramo #8: Santo Domingo - Los Ángeles**

**Tabla 55. Descripción del tramo Santo Domingo - Los Ángeles**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| <b>Descripción del tramo</b>           | Santo Domingo - Los Ángeles |
| <b>Provincia</b>                       | Heredia                     |
| <b>Cantón</b>                          | Santo Domingo               |
| <b>Distrito</b>                        | Tures                       |
| <b>Ruta</b>                            | 116                         |
| <b>Punto de referencia GPS</b>         | 9.988951, -84.060324        |
| <b>Altitud</b>                         | 1231 msnm                   |
| <b>Sección de control</b>              | 40252                       |
| <b>TPDA (2022)</b>                     | 10725                       |
| <b>Velocidad promedio de operación</b> | 45 km/h                     |
| <b>Zona Climática</b>                  | Región Central              |
| <b>Zona de conservación vial</b>       | 1-9                         |

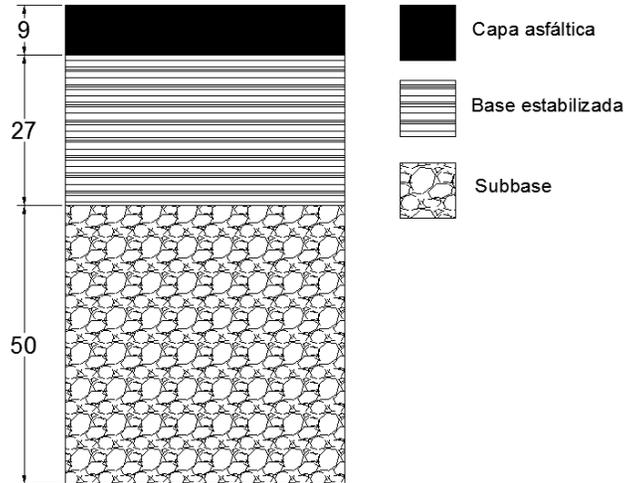


**Figura 50. Ubicación del Tramo #8: Santo Domingo - Los Ángeles**

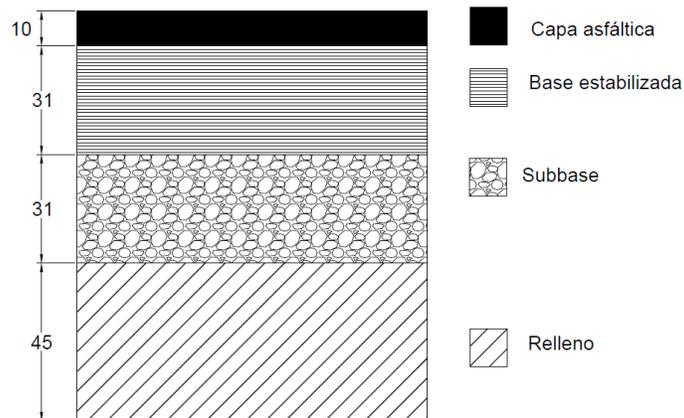
En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 01 de agosto del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2015, 2017, 2018, 2020, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó



el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 8:



**Figura 51.** Espesores del pavimento realizado el 01 de agosto del 2013 para el Tramo 8 (cotas en cm)



**Figura 52.** Espesores del pavimento realizado el 11 de noviembre del 2014 para el Tramo 8 (cotas en cm)



**Tabla 56. Ensayos realizados en el Tramo 8**

| Muestra | Tipo Muestra   | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR | Análisis granulometría | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|----------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|-----|------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1762-13 | Núcleos        |                           |         |                  |                    |     |                        |                            |                      |                             |                       |
| 1834-13 | Bloque         |                           |         |                  |                    |     |                        |                            |                      |                             |                       |
| 1835-13 | Subbase        |                           |         |                  |                    | □   | □                      | □                          |                      |                             |                       |
| 1836-13 | Suelo orgánico |                           |         |                  |                    |     |                        |                            |                      |                             |                       |
| 1837-13 | Subrasante     |                           |         |                  |                    | □   |                        |                            |                      |                             |                       |

**Tabla 57. Resultados de granulometría para el Tramo 8**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |
|-------------------|------------------------|
|                   | 1835-13                |
| 2 1/2"            | 100                    |
| 2"                | 94,4                   |
| 1 1/2"            | 87,4                   |
| 1"                | 81,7                   |
| 3/4"              | 76,3                   |
| N° 4              | 58,8                   |
| N° 40             | 29,6                   |
| N° 200            | 15,5                   |
| Lavado malla #200 | 31,2                   |

**Tabla 58. Resultados de CBR para el Tramo 8**

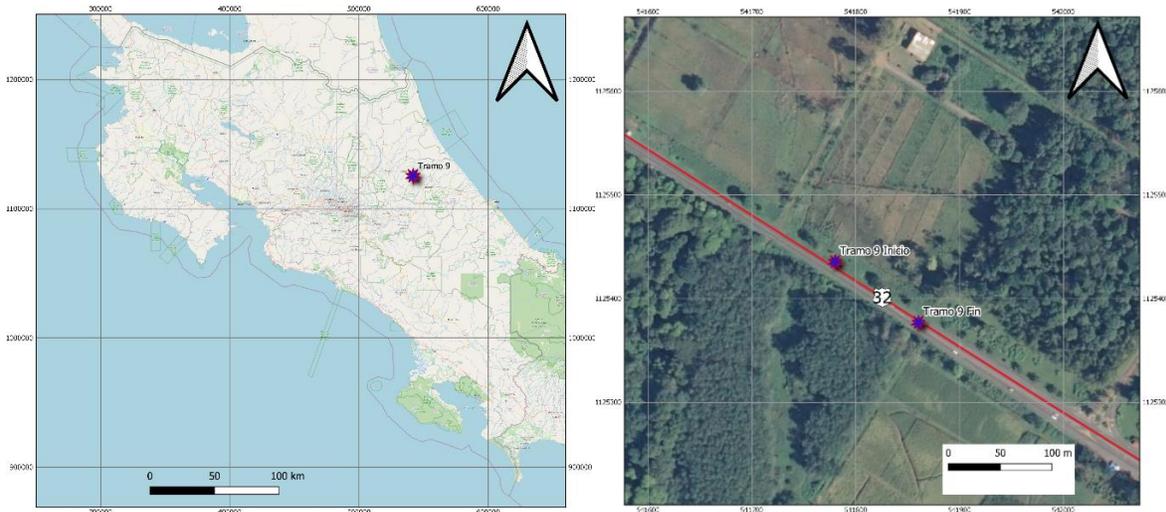
| Muestra | No. golpes | Compactación | % CBR Calculado |          | % CBR Corregido |          |
|---------|------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|         |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 1835-13 | 56         | 99,5         | 21,0            | 47,0     | 23              | 63       |
|         | 25         | 95,2         | 22,7            | 30,0     | 22,7            | 30       |
|         | 10         | 90,4         | 5,8             | 6,7      | 5,8             | 6,7      |
| 1837-13 | 56         | 98           | 2,5             | 2        | 2,9             | 2,0      |
|         | 25         | 88           | 1,6             | 1,3      | 1,6             | 1,3      |



**A.9 Tramo #9: Guácimo - Pocora**

**Tabla 59. Descripción del tramo Guácimo - Pocora**

|                                 |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| Descripción del tramo           | Guácimo - Pocora      |
| Provincia                       | Limón                 |
| Cantón                          | Guácimo               |
| Distrito                        | Mercedes              |
| Ruta                            | 32                    |
| Punto de referencia GPS         | 10.177293, -83.617955 |
| Altitud                         | 98 msnm               |
| Sección de control              | 70141                 |
| TPDA (2015)                     | 11943                 |
| Velocidad promedio de operación | 80 km/h               |
| Zona Climática                  | Caribe Norte          |
| Zona de conservación vial       | 5-1                   |

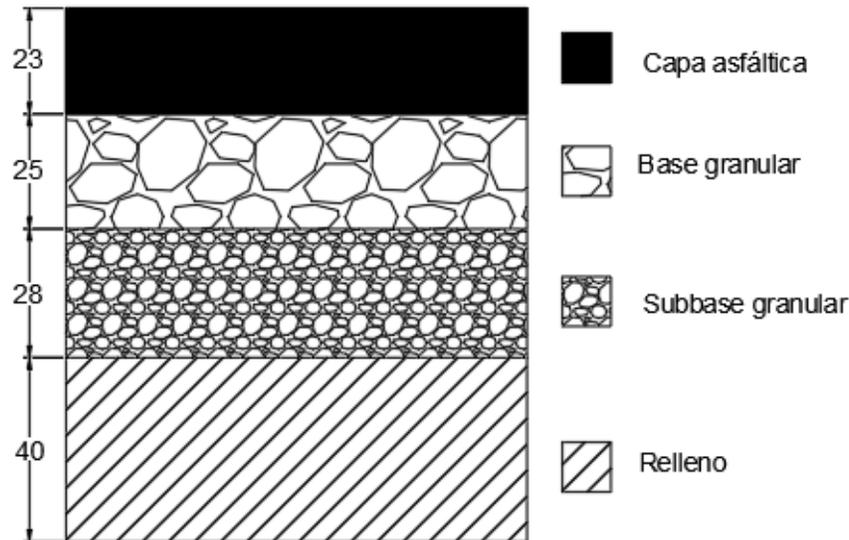


**Figura 53. Ubicación del Tramo #9: Guácimo - Pocora**

En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 29 de julio del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2017, 2018, 2019 y 2020. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017,



2018 y 2019. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 9:



**Figura 54.** Espesores del pavimento realizado el 29 de julio del 2013 para el Tramo 9 (cotas en cm)

**Tabla 60.** Ensayos realizados en el Tramo 9

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR | Análisis granulometría | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|-----|------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1794-13 | Núcleos      |                           |         |                  |                    |     |                        |                            |                      |                             |                       |
| 1795-13 | Bloque       |                           |         |                  |                    |     | ☐                      |                            | ☐                    | ☐                           |                       |
| 1796-13 | Base         |                           |         |                  |                    | ☐   | ☐                      | ☐                          |                      |                             |                       |
| 1797-13 | Subbase      |                           |         |                  |                    | ☐   | ☐                      | ☐                          |                      |                             |                       |
| 1798-13 | Relleno      |                           |         |                  |                    | ☐   |                        |                            |                      |                             |                       |
| 1799-13 | Subrasante   |                           |         |                  |                    | ☐   |                        |                            |                      |                             |                       |



**Tabla 61. Resultados de granulometría para el Tramo 9**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |         |
|-------------------|------------------------|---------|---------|
|                   | 1795-13                | 1796-13 | 1797-13 |
| 3 1/2"            |                        |         | 100     |
| 3"                |                        |         | 88,2    |
| 2"                |                        |         | 71,90   |
| 1 1/2"            |                        | 100,00  | 66,20   |
| 1"                | 100,0 ± 0,2            | 77,70   | 55,60   |
| 3/4"              | 100,0 ± 0,2            | 61,00   | 48,10   |
| 1/2"              | 97,3 ± 0,2             |         |         |
| 3/8"              | 88,8 ± 0,7             | 41,50   |         |
| N° 4              | 58,3 ± 0,7             | 31,80   | 32,80   |
| N° 8              | 38,5 ± 0,2             |         |         |
| N° 10             |                        | 25,40   |         |
| N° 16             | 26,2 ± 0,4             |         |         |
| N° 30             | 19,1 ± 0,5             |         |         |
| N° 40             |                        | 13,80   | 13,90   |
| N° 50             | 13,9 ± 0,2             | 11,60   |         |
| N° 100            | 9,7 ± 0,3              |         |         |
| N° 200            | 6,8 ± 0,2              | 6,99    | 4,51    |
| Lavado malla #200 |                        | 21,60   | 13,60   |

**Tabla 62. Resultados de CBR para el Tramo 9**

| Muestra | No. golpes | Compactación | % CBR Calculado |          | % CBR Corregido |          |
|---------|------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|         |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 1796-13 | 56         | 99,1         | 6,0             | 15,0     | 32              | 39       |
|         | 25         | 96,7         | 16,3            | 28,2     | 16,3            | 28,2     |
|         | 10         | 90,6         | 11,1            | 14,4     | 11,1            | 14,4     |
| 1797-13 | 56         | 99,1         | 42              | 72       | 69              | 85,0     |
|         | 25         | 96,9         | 23,8            | 39,5     | 23,8            | 39,5     |
|         | 10         | 92,6         | 13,6            | 19,8     | 13,6            | 19,8     |
| 1798-13 | 56         | 99,5         | 4,3             | 8        | 16,8            | 19,4     |
|         | 25         | 98,1         | 9,98            | 15,5     | 9,98            | 15,5     |
|         | 10         | 90,8         | 4,89            | 5,59     | 4,89            | 5,59     |
| 1799-13 | 56         | 99           | 9,2             | 12       | 11,4            | 11,9     |
|         | 25         | 88           | 5,4             | 3,8      | 5,4             | 3,8      |



**Tabla 63.** Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 9

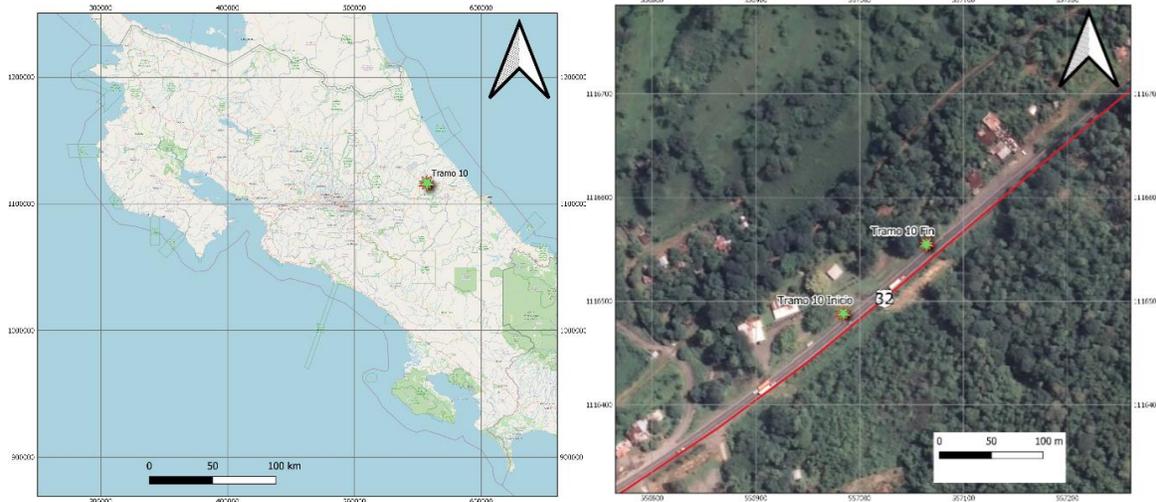
| Muestra | Ensayo                               | Método de ensayo |        | Resultados n=2 | Unidades |
|---------|--------------------------------------|------------------|--------|----------------|----------|
|         |                                      | AASHTO           | ASTM   |                |          |
| 1795-13 | Contenido de agua                    | -                | D 95   | 0,45 ± 0,04    | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla | T 308            | D 6307 | 6,0 ± 0,2      | %        |



**A.10: Tramo #10: Siquirres - Pacuarito**

**Tabla 64. Descripción del tramo Siquirres - Pacuarito**

|                                 |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| Descripción del tramo           | Siquirres - Pacuarito |
| Provincia                       | Limón                 |
| Cantón                          | Siquirres             |
| Distrito                        | Pacuarito             |
| Ruta                            | 32                    |
| Punto de referencia GPS         | 10.097338, -83.479327 |
| Altitud                         | 98 msnm               |
| Sección de control              | 70090                 |
| TPDA (2015)                     | 8946                  |
| Velocidad promedio de operación | 80 km/h               |
| Zona Climática                  | Caribe Norte          |
| Zona de conservación vial       | 5-1                   |

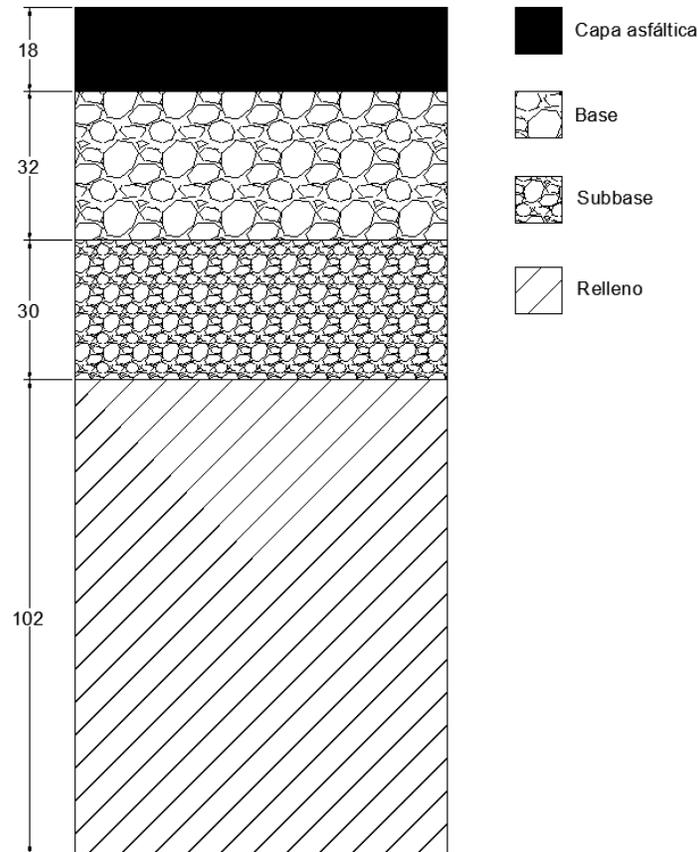


**Figura 55. Ubicación del Tramo #10: Siquirres - Pacuarito**

En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 30 de julio del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019 y 2020. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015,



2017 y 2018. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 10:



**Figura 56.** Espesores del pavimento realizado el 30 de julio del 2013 para el Tramo 10 (cotas en cm)

**Tabla 65.** Ensayos realizados en el Tramo 10

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR | Análisis granulometría | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|-----|------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1800-13 | Núcleos      |                           |         |                  |                    |     |                        |                            |                      |                             |                       |
| 1801-13 | Bloque       |                           |         |                  |                    |     |                        |                            |                      |                             |                       |
| 1802-13 | Base         |                           |         |                  |                    | ☐   | ☐                      | ☐                          |                      |                             |                       |
| 1803-13 | Subbase      |                           |         |                  |                    | ☐   | ☐                      | ☐                          |                      |                             |                       |
| 1804-13 | Relleno      |                           |         |                  |                    | ☐   | ☐                      | ☐                          |                      |                             |                       |



**Tabla 66. Resultados de granulometría para el Tramo 10**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |         |
|-------------------|------------------------|---------|---------|
|                   | 1802-13                | 1803-13 | 1804-13 |
| 5 1/2"            |                        |         | 100     |
| 5"                |                        |         | 93,7    |
| 4"                |                        |         | 89,7    |
| 3 1/2"            |                        |         | 80      |
| 3"                |                        | 100     | 73,4    |
| 2 1/2"            |                        |         | 70,40   |
| 2"                |                        | 98,40   | 65,80   |
| 1 1/2"            | 100,0                  | 89,20   | 61,10   |
| 1"                | 90,2                   | 81,70   | 55,10   |
| 3/4"              | 83,1                   | 74,80   | 51,20   |
| 3/8"              | 65,4                   |         | 43,10   |
| N° 4              | 52,6                   | 51,90   | 36,90   |
| N° 10             | 44,1                   |         | 30,00   |
| N° 40             | 18,7                   | 18,50   | 16,50   |
| N° 50             | 14,2                   |         | 13,50   |
| N° 200            | 7,39                   | 6,73    | 7,66    |
| Lavado malla #200 | 14,1                   | 13,20   | 18,20   |

**Tabla 67. Resultados de CBR para el Tramo 10**

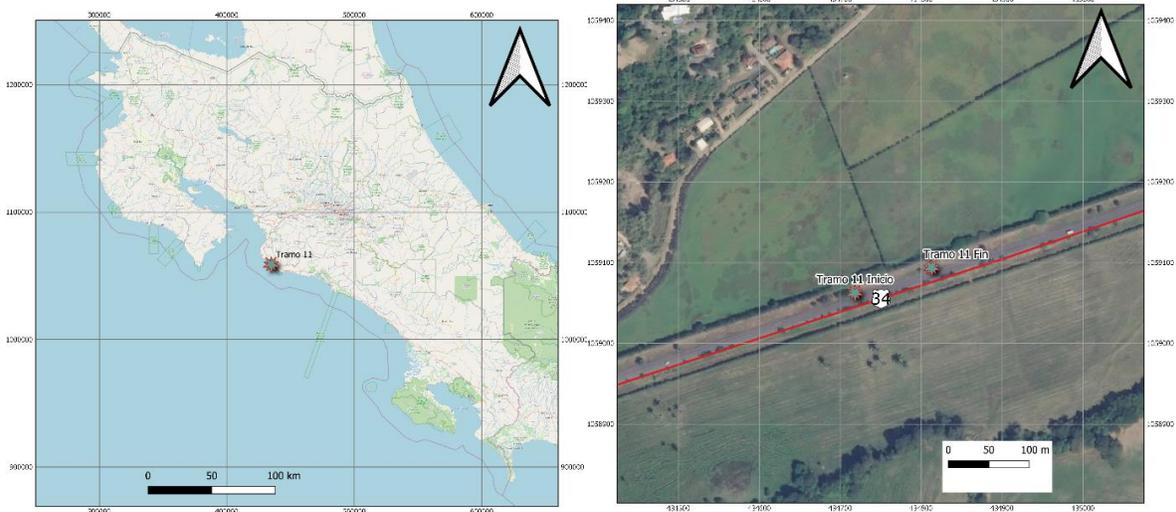
| Muestra | No. golpes | Compactación | % CBR Calculado |          | % CBR Corregido |          |
|---------|------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|         |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 1802-13 | 56         | 98,5         | 21,0            | 45,0     | 44              | 58       |
|         | 25         | 95,7         | 28,4            | 42,3     | 28,4            | 42,3     |
|         | 10         | 91,0         | 9,0             | 12,5     | 9               | 12,5     |
| 1803-13 | 56         | 96           | 28,8            | 38,1     |                 |          |
|         | 25         | 93,8         | 20,6            | 23,8     |                 |          |
|         | 10         | 89,2         | 10,1            | 11,2     |                 |          |
| 1804-13 | 56         | 98           | 24,1            | 39,2     |                 |          |
|         | 25         | 94,9         | 19,70           | 26,6     |                 |          |
|         | 10         | 90,8         | 10,18           | 12       |                 |          |



**A.11: Tramo #11: Playa Hermosa – Esterillos**

**Tabla 68. Descripción del tramo Playa Hermosa - Esterillos**

|                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| Descripción del tramo           | Playa Hermosa - Esterillos |
| Provincia                       | Puntarenas                 |
| Cantón                          | Garabito                   |
| Distrito                        | Jacó                       |
| Ruta                            | 34                         |
| Punto de referencia GPS         | 9.577397, -84.594722       |
| Altitud                         | 25 msnm                    |
| Sección de control              | 60140                      |
| TPDA (2017)                     | 12057                      |
| Velocidad promedio de operación | 75 km/h                    |
| Zona Climática                  | Pacífico Central           |
| Zona de conservación vial       | 3-2                        |

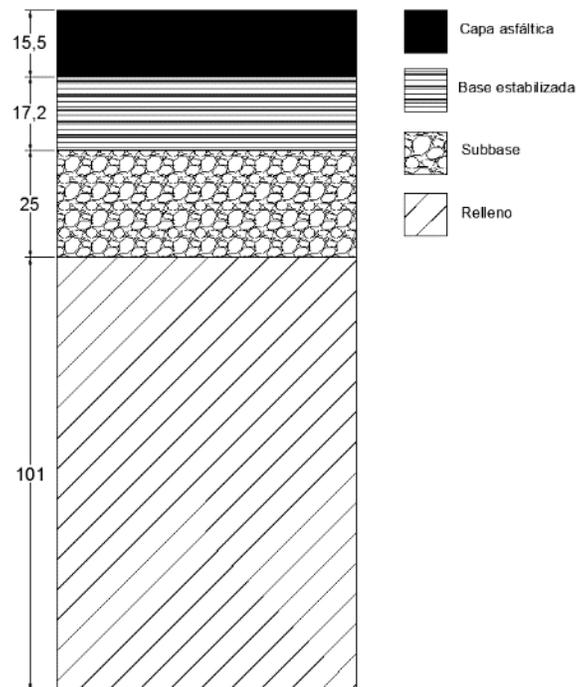


**Figura 57. Ubicación del Tramo #11: Playa Hermosa - Esterillos**

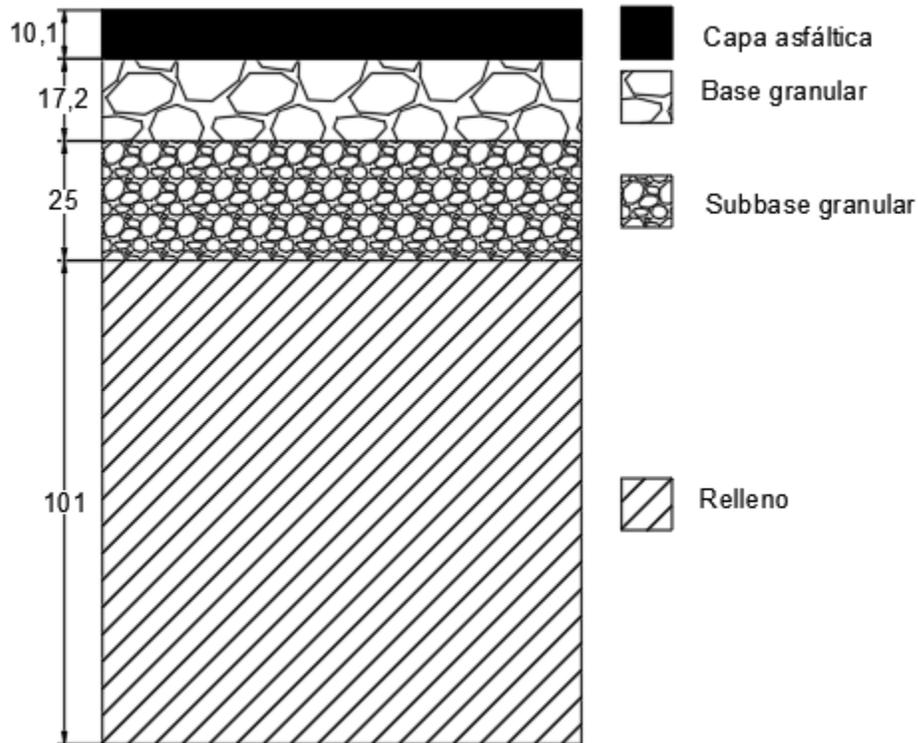
En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 08 de agosto del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018, 2019, 2022 y 2024. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2023. Finalmente, en el tramo se



realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo: A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 11:



**Figura 58.** Espesores del pavimento realizado el 08 de agosto del 2013 para el Tramo 11 (cotas en cm)



**Figura 59.** Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 11 (cotas en cm)

**Tabla 69.** Ensayos realizados en el Tramo 11

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites                  | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR                      | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto     | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 2400-14 | Base         |                           |                          |                  |                    |                          | <input type="checkbox"/> |                            |                          |                             |                       |
| 1876-13 | Subbase      |                           |                          |                  |                    |                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 1877-13 | Relleno      |                           | <input type="checkbox"/> |                  |                    | <input type="checkbox"/> |                          |                            |                          |                             |                       |
| 2399-14 | Núcleo       |                           |                          |                  |                    |                          | <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |                       |



**Tabla 70. Resultados de granulometría para el Tramo 11**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |              |
|-------------------|------------------------|---------|--------------|
|                   | 1876-13                | 2400-14 | 2399-14      |
| 2 1/2"            | 100                    |         |              |
| 2"                | 98,9                   | 100     |              |
| 1 1/2"            | 97,8                   | 97,9    |              |
| 1"                | 92,2                   | 95,2    | 100 ± 0,2    |
| 3/4"              | 82,7                   | 92,0    | 100 ± 0,2    |
| 1/2"              |                        |         | 90,3 ± 0,9   |
| 3/8"              |                        | 78,0    | 83,0 ± 1,0   |
| N° 4              | 49                     | 62,1    | 52,0 ± 2,0   |
| N° 8              |                        |         | 34,4 ± 0,6   |
| N° 16             |                        |         | 23,4 ± 0,1   |
| N° 30             |                        |         | 16,8 ± 0,1   |
| N° 40             | 14,1                   | 21,7    |              |
| N° 50             |                        | 17,2    | 12,12 ± 0,09 |
| N° 100            |                        |         | 8,7 ± 0,1    |
| N° 200            | 5,61                   | 9,02    | 6,3 ± 0,2    |
| Lavado malla #200 | 12,1                   | 17,1    |              |

**Tabla 71. Resultados de CBR para el Tramo 11**

| Muestra | No. golpes | Compactación | % CBR Calculado |          |
|---------|------------|--------------|-----------------|----------|
|         |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 1877-13 | 56         | 99,1         | 41,0            | 41,0     |
|         | 25         | 95,1         | 12,1            | 14,6     |
|         | 10         | 87,6         | 3,9             | 4,1      |

**Tabla 72. Resultados de Límites de Atterberg Tramo 11**

| Muestra | Límite Líquido | Límite Plástico | Índice Plasticidad |
|---------|----------------|-----------------|--------------------|
| 1877-13 | 29             | 19              | 10                 |

**Tabla 73. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 11**

| Muestra | Ensayo                               | Método de ensayo |        | Resultados<br>n=2 | Unidades |
|---------|--------------------------------------|------------------|--------|-------------------|----------|
|         |                                      | AASHTO           | ASTM   |                   |          |
| 2399-14 | Contenido de agua                    | -                | D 95   | 0,6 ± 0,05        | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla | T 308            | D 6307 | 6,5 ± 0,2         | %        |



**A.12: Tramo #12: Nicoya – Santa Cruz**

**Tabla 74. Descripción del tramo Nicoya – Santa Cruz**

|                                 |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| Descripción del tramo           | Nicoya – Santa Cruz   |
| Provincia                       | Guanacaste            |
| Cantón                          | Santa Cruz            |
| Distrito                        | Santa Cruz            |
| Ruta                            | 21                    |
| Punto de referencia GPS (UTM)   | 10.262331, -85.567924 |
| Altitud                         | 63 msnm               |
| Sección de control              | 50120                 |
| TPDA (2015)                     | 7386                  |
| Velocidad promedio de operación | 75 km/h               |
| Zona Climática                  | Pacífico Norte        |
| Zona de conservación vial       | 2-3                   |

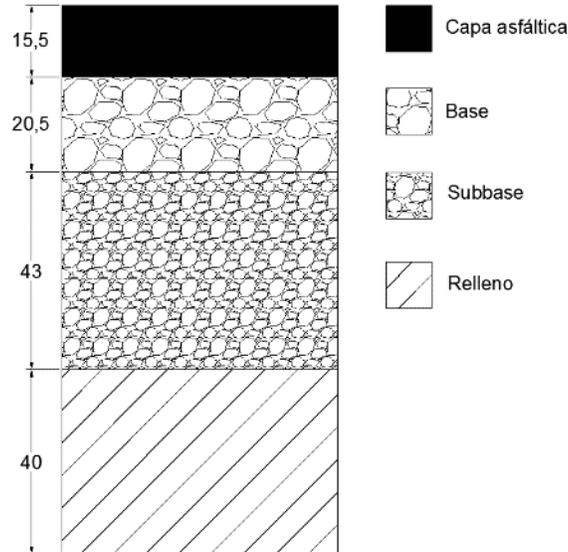


**Figura 60. Ubicación del Tramo #12: Nicoya – Santa Cruz**

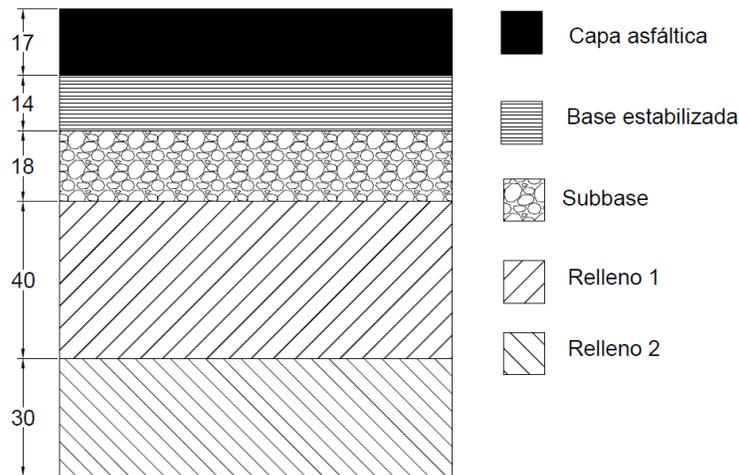
En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 08 de agosto del 2013 y el 17 de noviembre del 2014, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2015, 2019, 2020, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017,



2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 12:



**Figura 61.** Espesores del pavimento realizado el 08 de agosto del 2013 para el Tramo 12 (cotas en cm)



**Figura 62.** Espesores del pavimento realizado el 17 de noviembre del 2014 para el Tramo 12 (cotas en cm)



**Tabla 75. Ensayos realizados en el Tramo 12**

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR                      | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1892-13 | Núcleos      |                           |         |                  |                    |                          |                          |                            |                      |                             |                       |
| 1893-13 | Bloque       |                           |         |                  |                    |                          |                          |                            |                      |                             |                       |
| 1894-13 | Base         |                           |         |                  |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                      |                             |                       |
| 1895-13 | Subbase      |                           |         |                  |                    | <input type="checkbox"/> |                          |                            |                      |                             |                       |
| 1896-13 | Relleno      |                           |         |                  |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                      |                             |                       |
| 1897-13 | Subrasante   |                           |         |                  |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                      |                             |                       |

**Tabla 76. Resultados de granulometría para el Tramo 12**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |
|-------------------|------------------------|---------|
|                   | 1894-13                | 1896-13 |
| 2 1/2"            |                        | 100,00  |
| 2"                | 100,0                  | 98,50   |
| 1 1/2"            | 98,1                   | 97,40   |
| 1"                | 87,7                   | 94,80   |
| 3/4"              | 78,9                   | 92,10   |
| 3/8"              | 62,8                   | 70,30   |
| N° 4              | 49,2                   | 70,30   |
| N° 10             | 36,6                   | 52,80   |
| N° 40             | 20,1                   | 28,90   |
| N° 50             | 17,6                   | 25,00   |
| N° 200            | 11,4                   | 14,30   |
| Lavado malla #200 | 25,4                   | 26,00   |



**Tabla 77. Resultados de CBR para el Tramo 12**

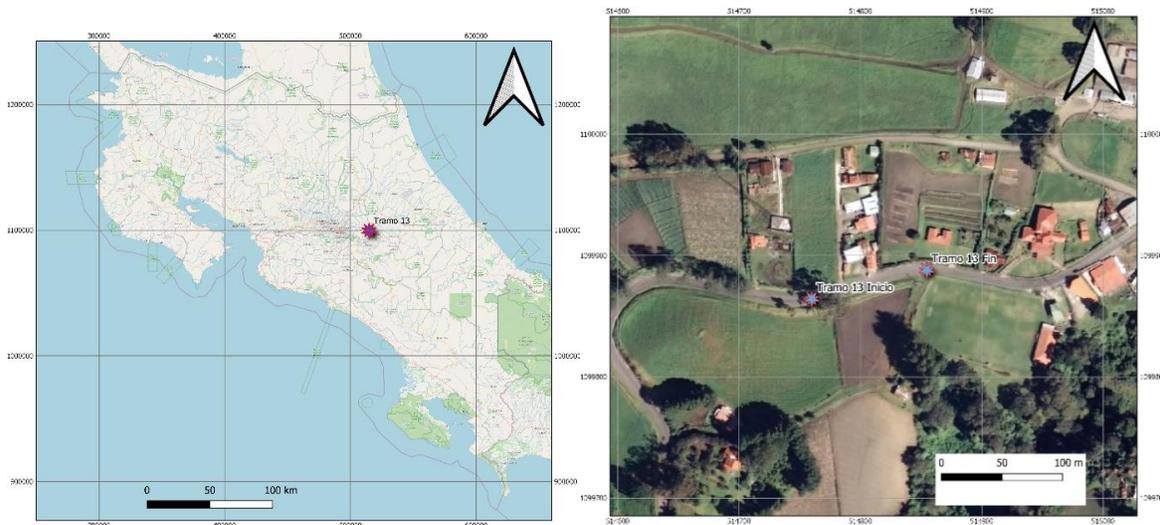
| Muestra | No. golpes | Compactación | % CBR CALCULADO |          | % CBR CORREGIDO |          |
|---------|------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|         |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 1894-13 | 56         | 99,2         | 5,6             | 11,3     | 16,9            | 21,7     |
|         | 25         | 95,9         | 11,1            | 15,2     | 11,8            | 15,2     |
|         | 10         | 91,0         | 9,1             | 10,8     | 9,07            | 10,8     |
| 1895-13 | 56         | 101          | 21,2            | 41,3     | 41,4            | 55,0     |
|         | 25         | 96,4         | 22,1            | 31       | 22,08           | 31       |
|         | 10         | 92,8         | 11,16           | 13,86    | 11,16           | 13,86    |
| 1896-13 | 56         | 105,5        | 3,2             | 6,3      | 4,9             | 8,6      |
|         | 25         | 104,0        | 4,93            | 9,5      | 9,50            | 14,3     |
|         | 10         | 103,2        | 3,6             | 6,6      | 7,99            | 14,88    |
| 1897-13 | 56         | 97           | 2,1             | 2,1      | 2,4             | 2,1      |
|         | 25         | 95,7         | 2,7             | 2,2      | 2,7             | 2,2      |
|         | 10         | 87,9         | 1,7             | 1,3      | 1,7             | 1,3      |



**A.13 Tramo #13: Cartago – Volcán Irazú**

**Tabla 78. Descripción del tramo Cartago - Volcán Irazú**

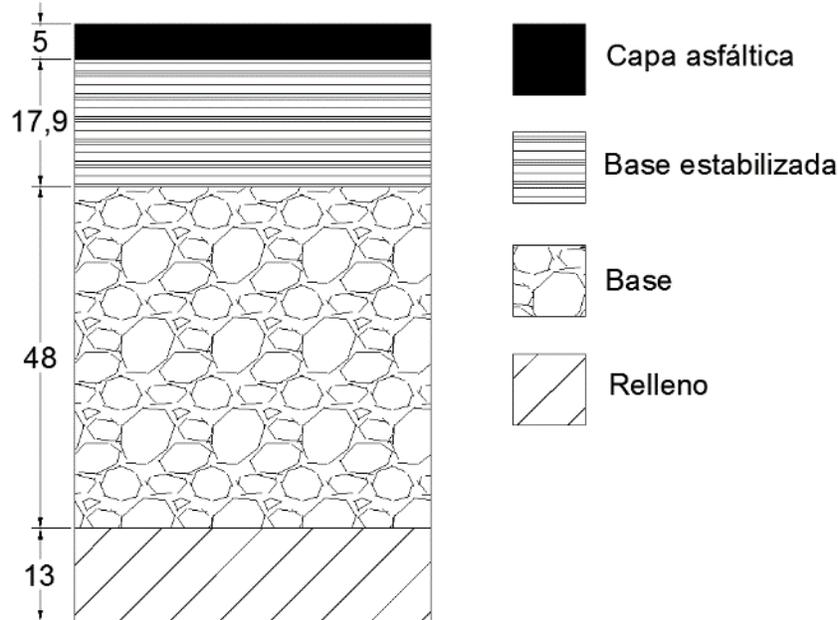
|  |                          |
|--|--------------------------|
| <b>Descripción del tramo</b>           | Cartago - Volcán Irazú   |
| <b>Provincia</b>                       | Cartago                  |
| <b>Cantón</b>                          | Oreamuno                 |
| <b>Distrito</b>                        | Potrero Grande           |
| <b>Ruta</b>                            | 219                      |
| <b>Punto de referencia GPS</b>         | 9.946807, -83.865387     |
| <b>Altitud</b>                         | 2793 msnm                |
| <b>Sección de control</b>              | 30250                    |
| <b>TPDA (2015)</b>                     | 614                      |
| <b>Velocidad promedio de operación</b> | 45 km/h                  |
| <b>Zona Climática</b>                  | Región Central (Oriente) |
| <b>Zona de conservación vial</b>       | 1-7                      |



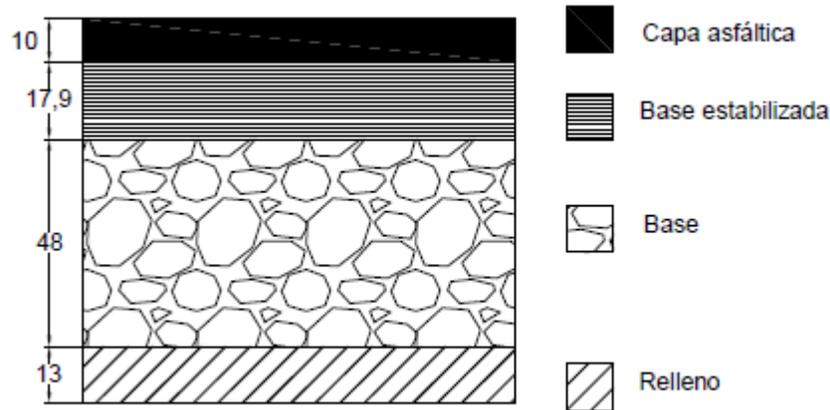
**Figura 63. Ubicación del Tramo #13: Cartago - Volcán Irazú**

En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, el día 16 de agosto del 2013 y el día 01 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2015, 2017, 2018, 2019, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017,

2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2019, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 13:



**Figura 64.** Espesores del pavimento realizado el 01 de octubre del 2014 para el Tramo 13 (cotas en cm)



**Figura 65.** Espesores de pavimento realizado el 24 de junio de 2019 para el Tramo 13 (cotas en cm)



**Tabla 79. Resultados para el Tramo 13**

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR | Análisis granulometría | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|-----|------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1910-13 | Base         |                           |         |                  |                    | □   | □                      | □                          |                      |                             |                       |
| 1911-13 | Subrasante   |                           |         |                  |                    | □   |                        |                            |                      |                             |                       |
| 2175-14 | Bloque       |                           |         |                  |                    |     | □                      |                            | □                    | □                           |                       |

**Tabla 80. Resultados de granulometría para el Tramo 13**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |              |
|-------------------|------------------------|--------------|
|                   | 1910-13                | 2175-14      |
| 2"                | 100,0                  |              |
| 1 1/2"            | 99,5                   |              |
| 1"                | 97,3                   | 100,0 ± 0,2  |
| 3/4"              | 96,2                   | 100,0 ± 0,2  |
| 1/2"              |                        | 94,0 ± 1,0   |
| 3/8"              | 90,6                   | 87,0 ± 1,0   |
| N° 4              | 80,8                   | 70,3 ± 0,2   |
| N° 8              |                        | 49,9 ± 0,3   |
| N° 10             | 68,2                   |              |
| N° 16             |                        | 35,1 ± 0,1   |
| N° 30             |                        | 26,5 ± 0,1   |
| N° 40             | 38,3                   |              |
| N° 50             | 30,6                   | 19,48 ± 0,09 |
| N° 100            |                        | 13,90 ± 0,09 |
| N° 200            | 13,8                   | 9,99 ± 0,09  |
| Lavado malla #200 | 20,5                   |              |

**Tabla 81. Resultados de CBR para el Tramo 13**

| Muestra | No. golpes | Compactación | % CBR Calculado |          |
|---------|------------|--------------|-----------------|----------|
|         |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 1910-13 | 56         | 94,3         | 34,5            | 44,5     |
|         | 25         | 91,2         | 11,3            | 13,7     |
|         | 10         | 86,8         | 5,8             | 6,2      |
| 1911-13 | 56         | 97           | 11              | 21       |
|         | 25         | 91           | 6,0             | 9,8      |
|         | 10         | 81,8         | 2,4             | 2,7      |



**Tabla 82.** Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 13

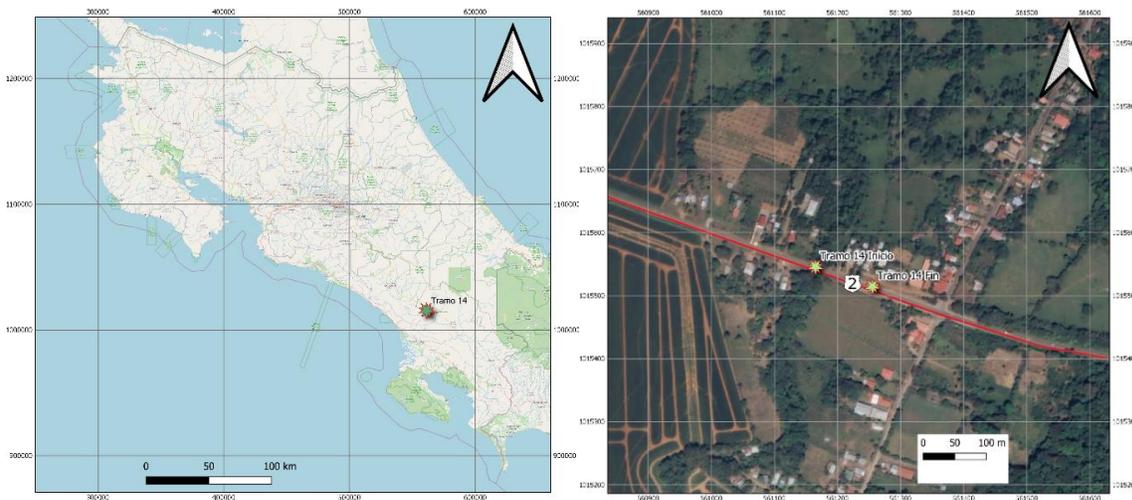
| Muestra | Ensayo                                 | Método de ensayo |        | Resultados<br>n=2 | Unidades |
|---------|--|------------------|--------|-------------------|----------|
|         |  | AASHTO           | ASTM   |                   |          |
| 2175-14 | Contenido de agua                      | -                | D 95   | 0,66 ± 0,08       | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla   | T 308            | D 2172 | 8,7 ± 0,3         | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre el agregado | T 308            | D 2172 | 10 ± 0,3          | %        |



**A.14 Tramo #14: Buenos Aires – Cajón**

**Tabla 83. Descripción del tramo Buenos Aires - Cajón**

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Descripción del tramo           | Buenos Aires - Cajón |
| Provincia                       | Puntarenas           |
| Cantón                          | Buenos Aires         |
| Distrito                        | Buenos Aires         |
| Ruta                            | 2                    |
| Punto de referencia GPS         | 9.183708, -83.442589 |
| Altitud                         | 423 msnm             |
| Sección de control              | 60060                |
| TPDA (2015)                     | 2155                 |
| Velocidad promedio de operación | 70 km/h              |
| Zona Climática                  | Pacífico Sur         |
| Zona de conservación vial       | 4-2                  |

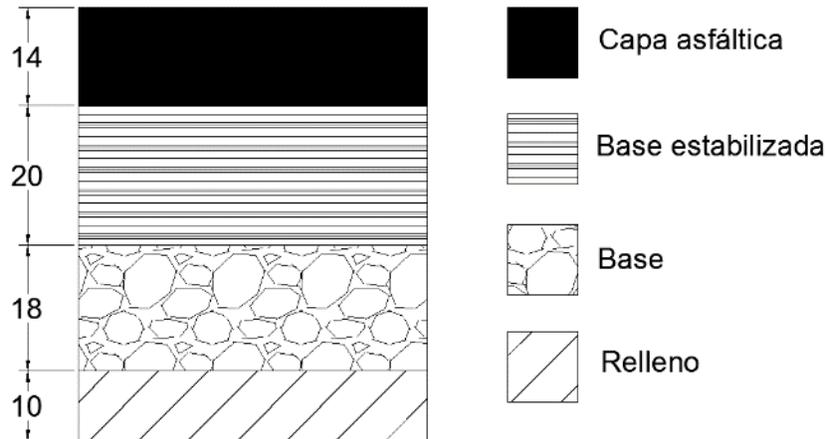


**Figura 66. Ubicación del Tramo #14: Buenos Aires - Cajón**

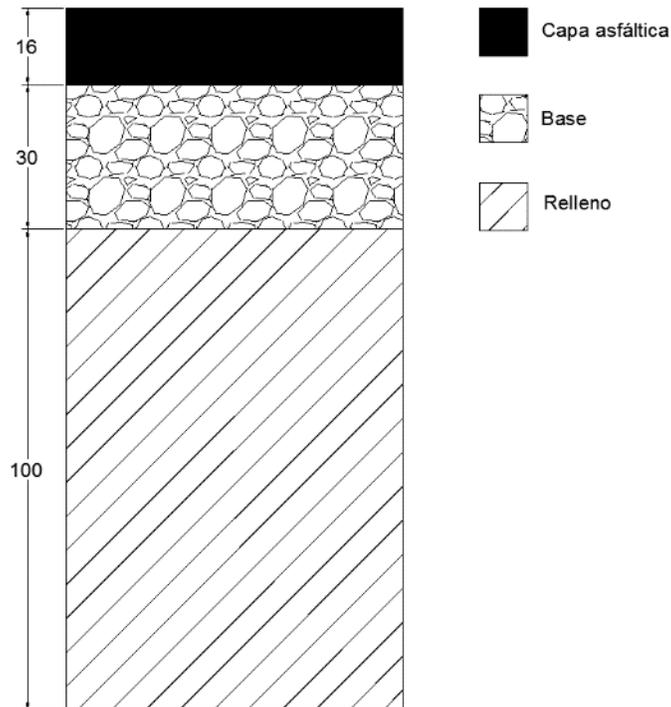
En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, el día 28 de agosto del 2013 y el día 04 de junio del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018, 2019, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017,



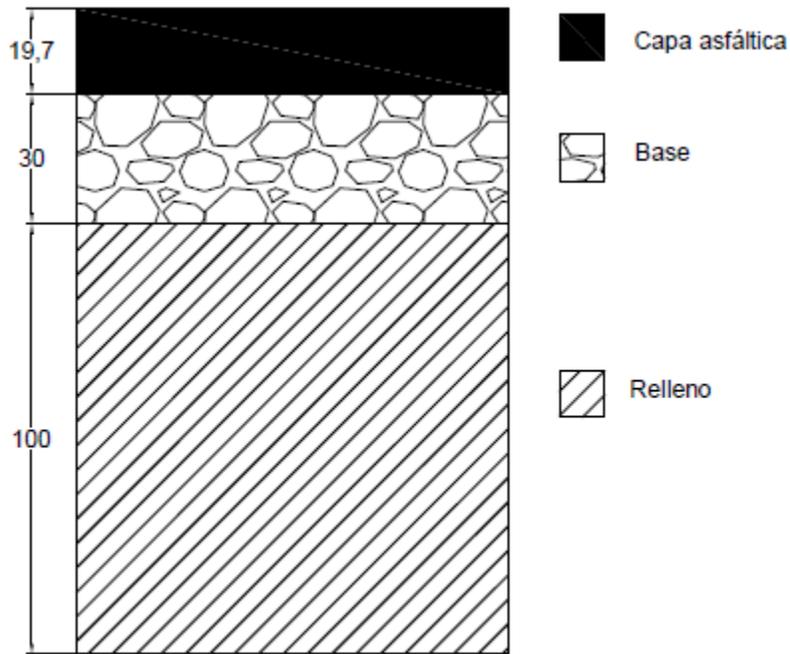
2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 14:



**Figura 67.** Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 14 (cotas en cm)



**Figura 68.** Espesores del pavimento realizado el 04 de junio del 2014 para el Tramo 14 (cotas en cm)



14. Buenos Aires - Cajón

**Figura 69.** Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 14 (cotas en cm)



**Tabla 84. Ensayos realizados para el Tramo 14**

| Muestra | Tipo Muestra     | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR | Análisis granulometría | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|------------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|-----|------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1242-14 | Mezcla asfáltica |                           |         |                  |                    |     | ☐                      |                            | ☐                    | ☐                           |                       |
| 1243-14 | Base             |                           | ☐       |                  |                    | ☐   | ☐                      | ☐                          |                      |                             | ☐                     |
| 1244-14 | Relleno          |                           | ☐       |                  | ☐                  | ☐   | ☐                      | ☐                          |                      |                             |                       |
| 1245-14 | Subrasante       |                           | ☐       | ☐                |                    | ☐   | ☐                      |                            |                      |                             | ☐                     |

**Tabla 85. Resultados de Próctor para el Tramo 14**

| Muestra  | 1243-114           | 1244-14            | 1245-14          |
|--|--------------------|--------------------|------------------|
| Ensayo   | Próctor Modificado | Próctor Modificado | Próctor Estándar |
| Preparación del material                           | Seco al aire       | Seco al aire       | Seco al aire     |
| Contenido de humedad del material recibido inicial | NO                 | NO                 | NO               |
| Contenido de agua óptimo                           | 8,60%              | 8,40 %             | 26,70%           |
| Densidad seca máxima estándar                      | 2194 kg/m3         | 2200,0 kg/m3       | 1492 kg/m3       |
| Dosificación:<br>Grueso<br>Finos                   | 0 %<br>100%        | 100 %<br>0%        | 0 %<br>100%      |
| Mazo   | Mecánico           | Mecánico           | Manual           |
| Método   | C                  | C                  | C                |
| Origen del material                                | -                  | -                  | -                |
| Corrección sobre tamaño                            | No                 | No                 | No               |



**Tabla 86. Resultados de granulometría para el Tramo 14**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |         |         |
|-------------------|------------------------|---------|---------|---------|
|                   | 1242-14                | 1243-14 | 1244-14 | 1245-14 |
| 3 1/2"            |                        |         | 100,00  |         |
| 3"                |                        |         | 97,20   |         |
| 2 1/2"            |                        |         | 92,20   |         |
| 2"                |                        | 100,00  | 88,40   |         |
| 1 1/2"            |                        | 98,70   | 82,60   |         |
| 1"                | 100,0 ± 0,2            | 83,90   | 73,90   | 100,00  |
| 3/4"              | 100,0 ± 0,2            | 67,70   | 67,60   | 100,00  |
| 1/2"              | 93,8 ± 0,4             |         | 61,50   | 97,70   |
| 3/8"              | 86,7 ± 0,2             | 46,50   |         | 95,60   |
| N° 4              | 50,9 ± 0,3             | 35,50   | 48,80   | 91,60   |
| N° 8              | 33,1 ± 0,1             |         |         |         |
| N° 10             |                        | 25,10   | 37,60   | 87,10   |
| N° 16             | 22,2 ± 0,1             |         |         |         |
| N° 20             |                        |         |         | 83,20   |
| N° 30             | 16,1 ± 0,1             |         |         |         |
| N° 40             |                        | 10,40   | 19,30   | 79,20   |
| N° 50             | 11,60 ± 0,09           | 8,10    |         |         |
| N° 60             |                        |         |         | 79,20   |
| N° 100            | 8,27 ± 0,08            |         |         | 70,20   |
| N° 140            |                        |         |         | 67,60   |
| N° 200            | 5,92 ± 0,08            | 3,70    | 9,50    | 65,20   |
| Lavado malla #200 |                        | 9,74    | 19,80   |         |

**Tabla 87. Resultados de CBR para el Tramo 14**

| Muestra | No. golpes | Compactación | % CBR Calculado |          | % CBR Corregido |          |
|---------|------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|         |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 1243-14 | 56         | 95,5         | 29,5            | 110,0    | 124,7           | 164,9    |
|         | 25         | 92,1         | 10,7            | 43,6     | 53,7            | 71,4     |
|         | 10         | 86,6         | 7,4             | 16,4     | 13,8            | 20,9     |
| 1244-14 | 56         | 101          | 19,7            | 80,6     | 105,1           | 133,3    |
|         | 25         | 97,4         | 45,3            | 83,2     | 90,9            | 101      |
|         | 10         | 92,2         | 18,6            | 27,1     | 22,7            | 28,6     |
| 1245-14 | 56         | 100          | 14,5            | 13,5     | 14,5            | 13,5     |
|         | 25         | 99,3         | 7,66            | 9,4      | 11,00           | 10,2     |
|         | 10         | 90,8         | 4,03            | 4,23     | 4,97            | 4,52     |



**Tabla 88.** Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 14

| Muestra | Ensayo                                 | Método de ensayo |        | Resultados<br>n=2 | Unidades |
|---------|--|------------------|--------|-------------------|----------|
|         |  | AASHTO           | ASTM   |                   |          |
| 1242-14 | Contenido de agua                      | -                | D 95   | 0,21 ± 0,04       | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla   | T 308            | D 6307 | 5,8 ± 0,2         | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre el agregado | T 308            | D 2172 | 6,2 ± 0,2         | %        |

**Tabla 89.** Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 14

| Muestra | Límite Líquido | Límite Plástico | Índice<br>Plasticidad |
|---------|----------------|-----------------|-----------------------|
| 1243-14 | NP             | NP              | NP                    |
| 1244-14 | 26             | 21              | 5                     |
| 1245-14 | 57             | 35              | 22                    |

**Tabla 90.** Resultados de compactación del promedio de los 3 especímenes para la muestra 1243-14 del Tramo 14

| Porcentaje de compactación meta (%) | Humedad óptima meta $W_{meta}$ (%) | Densidad seca máxima Próctor ( $kg/m^3$ ) | Porcentaje de compactación (%) | Contenido de humedad (%) |
|-------------------------------------|------------------------------------|---|--------------------------------|--------------------------|
| 95                                  | 8,6                                | 2194                                      | 97                             | 8,2                      |

**Tabla 91.** Resultados de compactación del promedio de los 3 especímenes para la muestra 1245-14 del Tramo 14

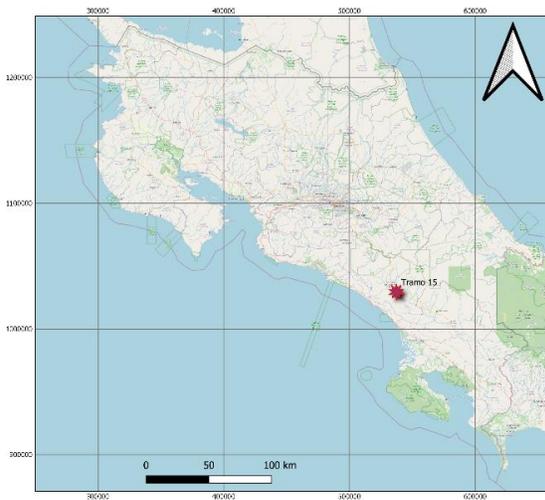
| Porcentaje de compactación meta (%) | Humedad óptima meta $W_{meta}$ (%) | Densidad seca máxima Próctor ( $kg/m^3$ ) | Porcentaje de compactación (%) | Contenido de humedad (%) |
|-------------------------------------|------------------------------------|---|--------------------------------|--------------------------|
| 95                                  | 26.7                               | 1492                                      | 96                             | 26.1                     |



**A.15 Tramo #15: San Isidro del General – Palmares**

**Tabla 92. Descripción del tramo San Isidro del General - Palmares**

| Descripción del tramo           | San Isidro del General - Palmares |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Provincia                       | San José                          |
| Cantón                          | Pérez Zeledón                     |
| Distrito                        | Daniel Flores                     |
| Ruta                            | 2                                 |
| Punto de referencia GPS         | 9.308531, -83.660369              |
| Altitud                         | 614 msnm                          |
| Sección de control              | 10002                             |
| TPDA (2016)                     | 14325                             |
| Velocidad promedio de operación | 60 km/h                           |
| Zona Climática                  | Pacífico Sur                      |
| Zona de conservación vial       | 4-1                               |

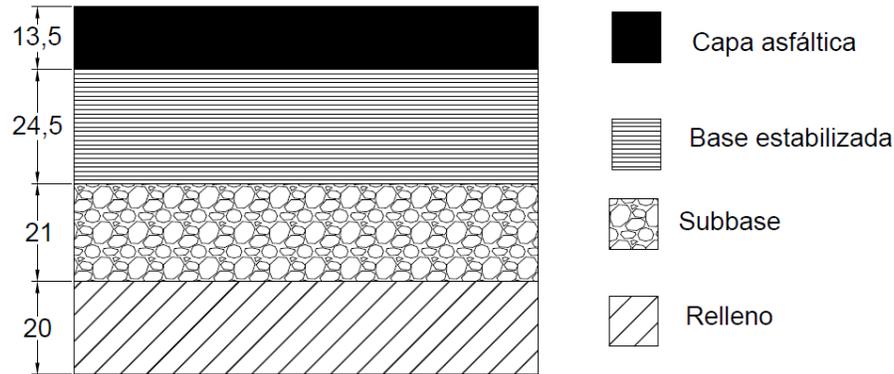


**Figura 70. Ubicación del Tramo #15: San Isidro del General - Palmares**

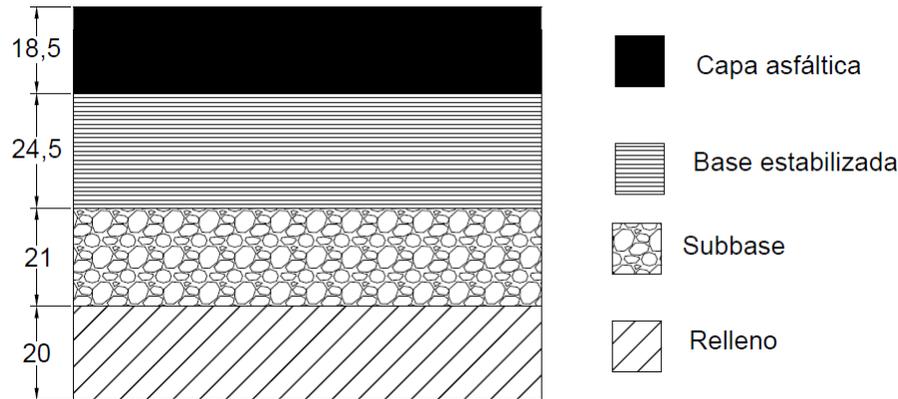
En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 28 de agosto del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018, 2019, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Finalmente, en el tramo



se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 15:



**Figura 71.** Espesores del pavimento realizado el 17 de noviembre del 2014 para el Tramo 15 (cotas en cm)



**Figura 72.** Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 15 (cotas en cm)

**Tabla 93.** Ensayos realizados para el Tramo 15

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR | Análisis granulometría | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|-----|------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 2629-14 | Subbase      |                           |         |                  |                    |     | ☐                      |                            |                      |                             |                       |
| 2630-14 | Relleno      |                           |         |                  |                    |     | ☐                      |                            |                      |                             |                       |



**Tabla 94. Resultados de granulometría para el Tramo 15**

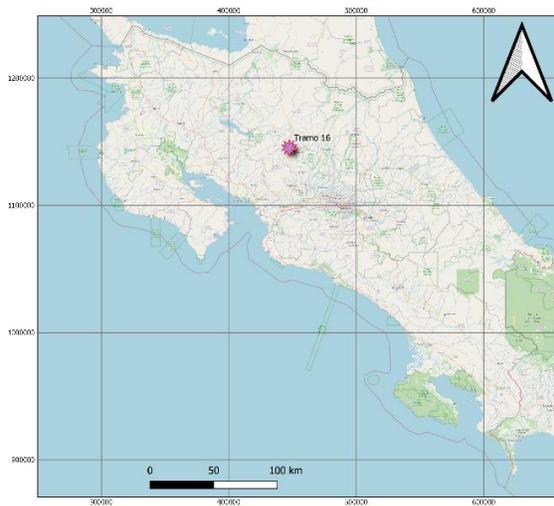
| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |
|-------------------|------------------------|---------|
|                   | 2629-14                | 2630-14 |
| 3 1/2"            |                        | 100     |
| 3"                |                        | 98,2    |
| 2 1/2"            |                        | 95,4    |
| 2"                | 100,0                  | 87,3    |
| 1 1/2"            | 98,9                   | 80,3    |
| 1"                | 93,2                   | 70,3    |
| 3/4"              | 83,1                   | 64,3    |
| 1/2"              |                        |         |
| 3/8"              | 63,1                   | 56,8    |
| N° 4              | 48,5                   | 43,5    |
| N° 8              |                        |         |
| N° 10             | 36,9                   | 36,5    |
| N° 16             |                        |         |
| N° 20             |                        |         |
| N° 30             |                        |         |
| N° 40             | 20,4                   | 21,7    |
| N° 50             | 17,4                   |         |
| N° 60             |                        |         |
| N° 100            |                        |         |
| N° 140            |                        |         |
| N° 200            | 9,25                   | 8,07    |
| Lavado malla #200 | 19,9                   | 19,0    |



**A.16 Tramo #16: Florencia – Santa Clara**

**Tabla 95. Descripción del tramo Florencia - Santa Clara**

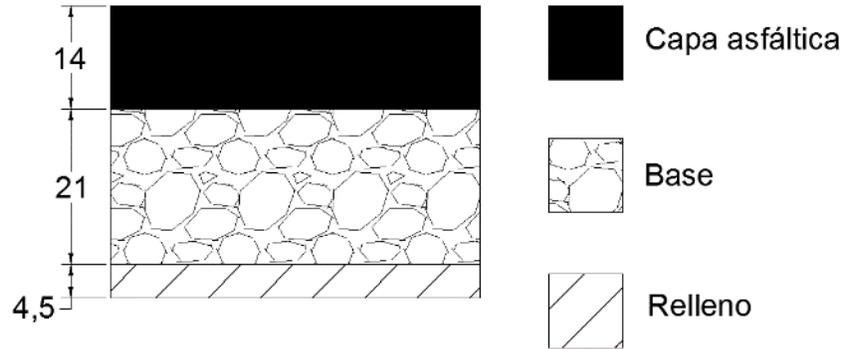
|  |                         |
|--|-------------------------|
| <b>Descripción del tramo</b>           | Florencia - Santa Clara |
| <b>Provincia</b>                       | Alajuela                |
| <b>Cantón</b>                          | San Carlos              |
| <b>Distrito</b>                        | Florencia               |
| <b>Ruta</b>                            | 141                     |
| <b>Punto de referencia GPS</b>         | 10.358032, -84.480814   |
| <b>Altitud</b>                         | 215 msnm                |
| <b>Sección de control</b>              | 20681                   |
| <b>TPDA (2016)</b>                     | 6575                    |
| <b>Velocidad promedio de operación</b> | 50 km/h                 |
| <b>Zona Climática</b>                  | Zona Norte              |
| <b>Zona de conservación vial</b>       | 6-1                     |



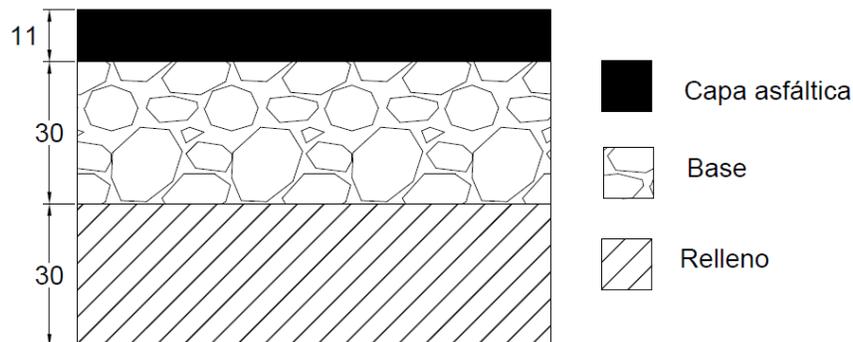
**Figura 73. Ubicación del Tramo #16: Florencia - Santa Clara**

En este tramo se ha realizado un cielo abierto en agosto del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2018, 2019, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los

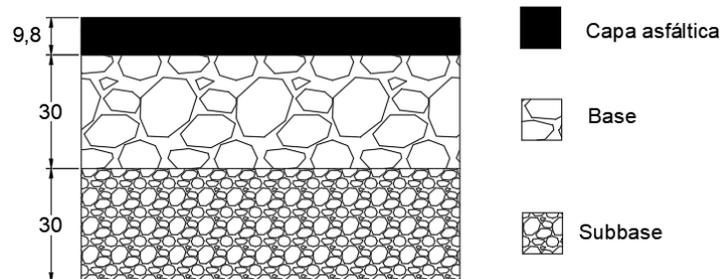
años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 16:



**Figura 74.** Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 16 (cotas en cm)



**Figura 75.** Espesores del pavimento realizado el 17 de noviembre del 2014 para el Tramo 16 (cotas en cm)



**Figura 76.** Espesores de pavimento realizado el 6 de agosto de 2019 para el Tramo 16 (cotas en cm)



**Tabla 96. Ensayos realizados en el Tramo 16**

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar         | Próctor modificado       | CBR | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto     | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|--------------------------|--------------------------|-----|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 2519-14 | Base         |                           |         |                          | <input type="checkbox"/> |     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 2521-14 | Base         |                           |         |                          | <input type="checkbox"/> |     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 2522-14 | Relleno      |                           |         |                          | <input type="checkbox"/> |     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 2523-14 | Subrasante   |                           |         | <input type="checkbox"/> |                          |     |                          |                            |                          |                             |                       |
| 2518-14 | Núcleo       |                           |         |                          |                          |     | <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |                       |

**Tabla 97. Resultados de Próctor para el Tramo 16**

| Muestra  | 2519-14            | 2521-14            | 2522-14            | 2523-14          |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| Ensayo   | Próctor Modificado | Próctor Modificado | Próctor Modificado | Próctor Estándar |
| Preparación del material                           | Seco al aire       | Seco al aire       | Seco al aire       | Seco al aire     |
| Contenido de humedad del material recibido inicial | NO                 | NO                 | NO                 | NO               |
| Contenido de agua óptimo                           | 6,80%              | 7,80 %             | 8,2 %              | 37,5 %           |
| Densidad seca máxima estándar                      | 2205 kg/m3         | 2145 kg/m3         | 2140 kg/m3         | 1240 kg/m3       |
| Dosificación:                                      |                    |                    |                    |                  |
| Grueso   | 100 %              | 100 %              | 100 %              | 0 %              |
| Finos  | 0 %                | 0%                 | 0 %                | 100 %            |
| Mazo   | Manual             | Mecánico           | Manual             | Manual           |
| Método   | C                  | C                  | C                  | C                |
| Origen del material                                | -                  | -                  | -                  | -                |
| Corrección sobre tamaño                            | No                 | No                 | No                 | No               |

**Tabla 98. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 16**

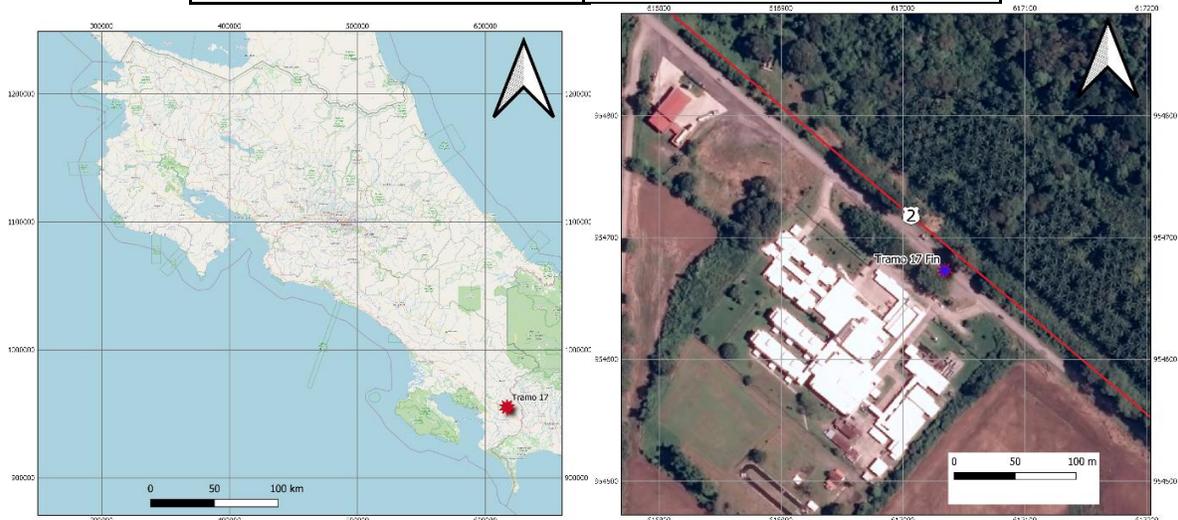
| Muestra | Ensayo                                 | Método de ensayo |        | Resultados n=2 | Unidades |
|---------|--|------------------|--------|----------------|----------|
|         |  | AASHTO           | ASTM   |                |          |
| 1242-14 | Contenido de agua                      | -                | D 95   | 0,56 ± 0,02    | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla   | T 308            | D 6307 | 6,3 ± 0,2      | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre el agregado | T 308            | D 2172 | 6,8 ± 0,2      | %        |



**A.17 Tramo #17: Ciudad Neilly – Paso Canoas**

**Tabla 99. Descripción del tramo Ciudad Neilly - Paso Canoas**

| Descripción del tramo           | Ciudad Neilly - Paso Canoas |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Provincia                       | Puntarenas                  |
| Cantón                          | Corredores                  |
| Distrito                        | Corredor                    |
| Ruta                            | 2                           |
| Punto de referencia GPS         | 8.632507, -82.936651        |
| Altitud                         | 45 msnm                     |
| Sección de control              | 60001                       |
| TPDA (2015)                     | 6176                        |
| Velocidad promedio de operación | 75 km/h                     |
| Zona Climática                  | Pacífico Sur                |
| Zona de conservación vial       | 4-3                         |

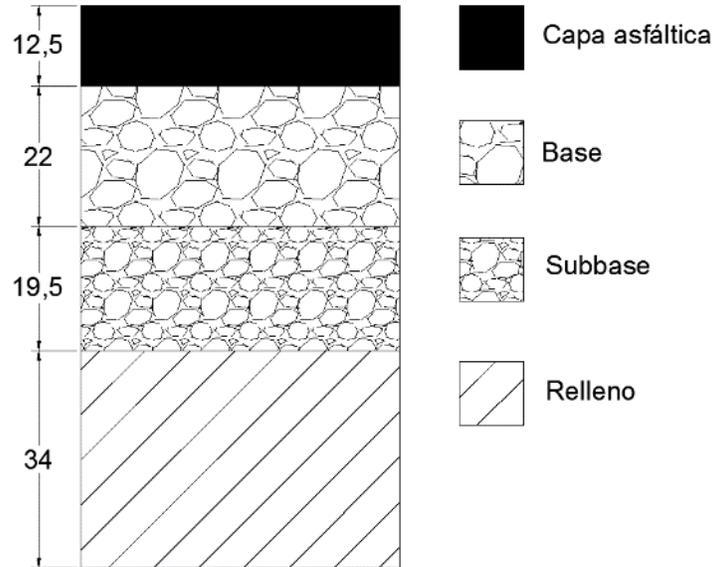


**Figura 77. Ubicación del Tramo #17: Ciudad Neilly - Paso Canoas**

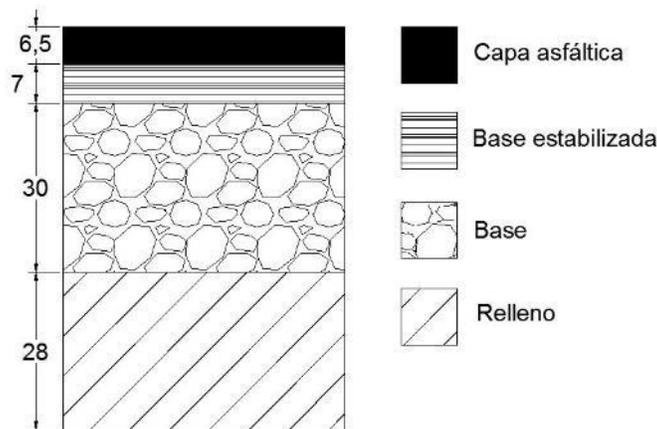
En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, en septiembre de 2013 y el día 05 de noviembre de 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018, 2019, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2017,



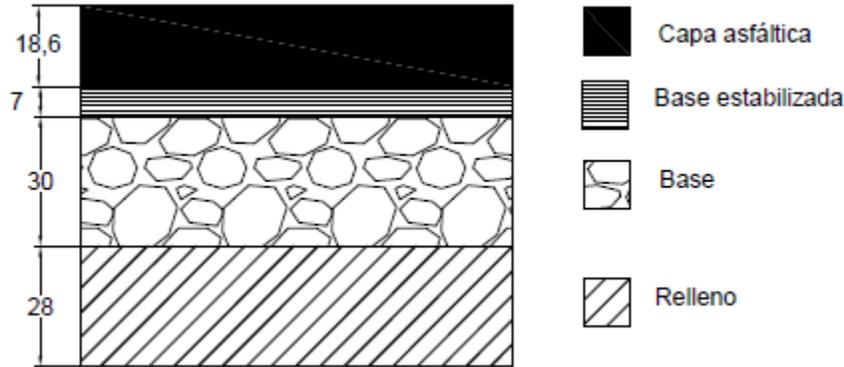
2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 17:



**Figura 78.** Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 17 (cotas en cm)



**Figura 79.** Espesores del pavimento realizado el 05 de noviembre del 2014 para el Tramo 17 (cotas en cm)



**Figura 80.** Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 17 (cotas en cm)

**Tabla 100.** Ensayos realizados en el Tramo 17

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar         | Próctor modificado       | CBR | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto     | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|--------------------------|--------------------------|-----|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 2470-14 | Núcleo       |                           |         |                          |                          |     | <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |                       |
| 2471-14 | Base         |                           |         |                          | <input type="checkbox"/> |     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 2472-14 | Subrasante   |                           |         | <input type="checkbox"/> |                          |     |                          |                            |                          |                             |                       |



**Tabla 101. Resultados de granulometría para el Tramo 17**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |              |
|-------------------|------------------------|--------------|
|                   | 2471-14                | 2470-14      |
| 2"                | 100,0                  |              |
| 1 1/2"            | 100                    |              |
| 1"                | 85,6                   | 100,0 ± 0,2  |
| 3/4"              | 69,8                   | 100,0 ± 0,2  |
| 1/2"              |                        | 90,3 ± 0,9   |
| 3/8"              | 45,6                   | 83 ± 1,0     |
| N° 4              | 32,8                   | 52 ± 2,0     |
| N° 8              |                        | 34,4 ± 0,6   |
| N° 10             | 22,5                   |              |
| N° 16             |                        | 23,4 ± 0,1   |
| N° 30             |                        | 16,8 ± 0,1   |
| N° 40             | 12,7                   |              |
| N° 50             | 11,3                   | 12,12 ± 0,09 |
| N° 100            |                        | 8,7 ± 0,1    |
| N° 200            | 7,91                   | 6,3 ± 0,2    |
| Lavado malla #200 | 24,8                   |              |

**Tabla 102. Resultados de Próctor para el Tramo 17**

| Muestra  | 2471-14                |
|--|------------------------|
| Ensayo   | Próctor Modificado     |
| Preparación del material                           | Seco al aire           |
| Contenido de humedad del material recibido inicial | NO                     |
| Contenido de agua óptimo                           | 6,50%                  |
| Densidad seca máxima estándar                      | 2220 kg/m <sup>3</sup> |
| Dosificación:<br>Grueso<br>Finos                   | 100 %<br>0 %           |
| Mazo   | Manual                 |
| Método   | C                      |
| Origen del material                                | -                      |
| Corrección sobre tamaño                            | No                     |



**Tabla 103. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 17**

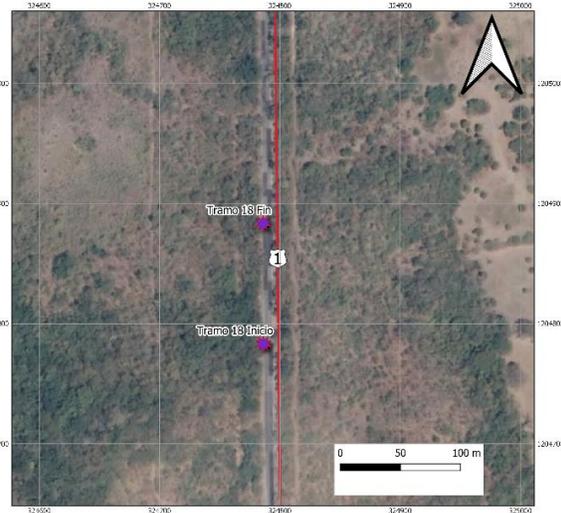
| Muestra | Ensayo                                 | Método de ensayo |        | Resultados<br>n=2 | Unidades |
|---------|--|------------------|--------|-------------------|----------|
|         |  | AASHTO           | ASTM   |                   |          |
| 2470-14 | Contenido de agua                      | -                | D 95   | 0,48 ± 0,02       | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla   | T 308            | D 6307 | 5,8 ± 0,2         | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre el agregado | T 308            | D 2172 | 6,2 ± 0,2         | %        |



**A.18 Tramo #18: Liberia – Peñas Blancas**

**Tabla 104. Descripción del tramo Liberia - Peñas Blancas**

|  |                         |
|--|-------------------------|
| <b>Descripción del tramo</b>           | Liberia - Peñas Blancas |
| <b>Provincia</b>                       | Guanacaste              |
| <b>Cantón</b>                          | La Cruz                 |
| <b>Distrito</b>                        | Santa Elena             |
| <b>Ruta</b>                            | 1                       |
| <b>Punto de referencia GPS</b>         | 10.891285, -85.602616   |
| <b>Altitud</b>                         | 103 msnm                |
| <b>Sección de control</b>              | 50050                   |
| <b>TPDA (2015)</b>                     | 3328                    |
| <b>Velocidad promedio de operación</b> | 80 - 100 km/h           |
| <b>Zona Climática</b>                  | Pacífico Norte          |
| <b>Zona de conservación vial</b>       | 2-1                     |

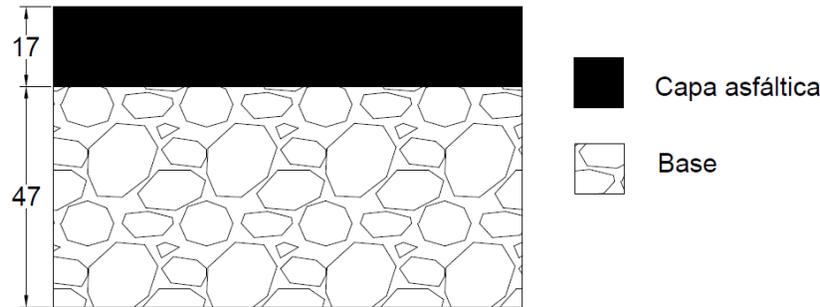


**Figura 81. Ubicación del Tramo #18: Liberia - Peñas Blancas**

En este tramo se realizó un ensayo de cielos abiertos en el año 2014, a dicho tramo se le han realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2015, 2017, 2019, 2022, 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2023. Finalmente,



en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 18:



**Figura 82.** Espesores de pavimento realizado el 11 de noviembre del 2014 para el Tramo 18 (cotas en cm)

**Tabla 105.** Ensayos realizados en el Tramo 18

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar         | Próctor modificado       | CBR | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto     | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|--------------------------|--------------------------|-----|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 2613-14 | Núcleo       |                           |         |                          |                          |     | <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |                       |
| 2616-14 | Base         |                           |         |                          | <input type="checkbox"/> |     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 2617-14 | Subrasante   |                           |         | <input type="checkbox"/> |                          |     |                          |                            |                          |                             |                       |
| 2619-14 | Subbase      |                           |         |                          |                          |     |                          |                            |                          |                             |                       |



**Tabla 106. Resultados de granulometría para el Tramo 18**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |             |
|-------------------|------------------------|---------|-------------|
|                   | 2616-14                | 2619-14 | 2613-14     |
| 1 1/2"            | 100                    | 100     |             |
| 1"                | 92,0                   | 90,7    | 100,0 ± 0,2 |
| 3/4"              | 84,6                   | 85,7    | 100,0 ± 0,2 |
| 1/2"              |                        |         | 95,4 ± 0,9  |
| 3/8"              | 72,3                   | 78,3    | 85,7 ± 0,9  |
| N° 4              | 64,4                   | 66,3    | 60,2 ± 0,2  |
| N° 8              |                        |         | 40,5 ± 0,5  |
| N° 10             | 55,9                   | 58,5    |             |
| N° 16             |                        |         | 28,2 ± 0,1  |
| N° 30             |                        |         | 21,1 ± 0,1  |
| N° 40             | 29,9                   | 35,3    |             |
| N° 50             | 25,2                   |         | 15,9 ± 0,1  |
| N° 100            |                        |         | 11,64 ± 0,1 |
| N° 200            | 12,0                   | 17,2    | 8,33 ± 0,2  |
| Lavado malla #200 | 24,8                   | 29,9    |             |

**Tabla 107. Resultados de Próctor para el Tramo 18**

| Muestra  | 2616-14            | 2619-14            | 2620-14          |
|--|--------------------|--------------------|------------------|
| Ensayo   | Próctor Modificado | Próctor Modificado | Proctor Estándar |
| Preparación del material                           | Seco al aire       | Seco al aire       | Seco al aire     |
| Contenido de humedad del material recibido inicial | NO                 | NO                 | NO               |
| Contenido de agua óptimo                           | 12,4 %             | 11,0 %             | 19,5%            |
| Densidad seca máxima estándar                      | 1830 kg/m3         | 1835 kg/m3         | 1548 kg/m3       |
| Dosificación:<br>Grueso<br>Finos                   | 100 %<br>0 %       | 100 %<br>0 %       | 0 %<br>100 %     |
| Mazo   | Manual             | Manual             | Manual           |
| Método   | C                  | C                  | C                |
| Origen del material                                | -                  | -                  | -                |
| Corrección sobre tamaño                            | No                 | No                 | No               |



**Tabla 108. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 18**

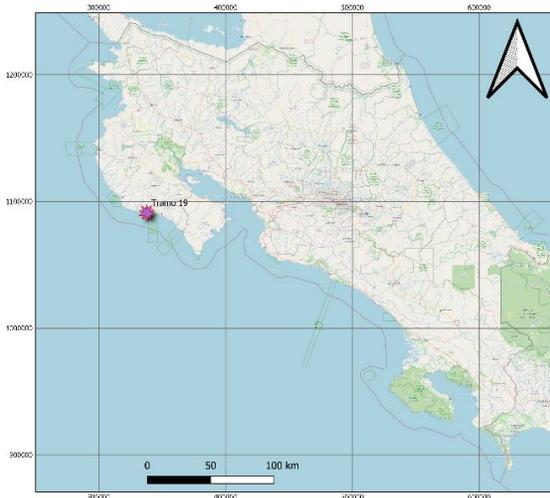
| Muestra | Ensayo                                 | Método de ensayo |        | Resultados<br>n=2 | Unidades |
|---------|--|------------------|--------|-------------------|----------|
|         |  | AASHTO           | ASTM   |                   |          |
| 2470-14 | Contenido de agua                      | -                | D 95   | 0,62 ± 0,08       | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla   | T 308            | D 6307 | 6,2 ± 0,2         | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre el agregado | T 308            | D 2172 | 6,7 ± 0,2         | %        |



**A.19 Tramo #19: Lajas - Carrillo**

**Tabla 109. Descripción del tramo Lajas - Carrillo**

|  |                      |
|--|----------------------|
| <b>Descripción del tramo</b>           | Lajas - Carrillo     |
| <b>Provincia</b>                       | Guanacaste           |
| <b>Cantón</b>                          | Hojancha             |
| <b>Distrito</b>                        | Hojancha             |
| <b>Ruta</b>                            | 160                  |
| <b>Punto de referencia GPS</b>         | 9.864967, -85.479377 |
| <b>Altitud</b>                         | 50 msnm              |
| <b>Sección de control</b>              | 50460                |
| <b>TPDA (2019)</b>                     | 3217                 |
| <b>Velocidad promedio de operación</b> | 40 km/h              |
| <b>Zona Climática</b>                  | Pacífico Norte       |
| <b>Zona de conservación vial</b>       | 2-4                  |

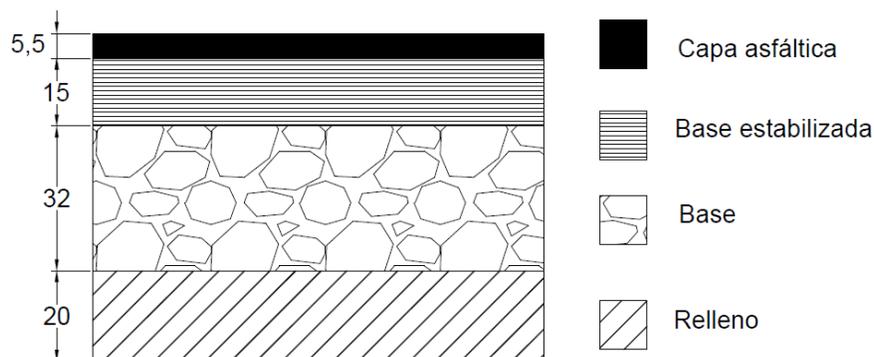


**Figura 83. Ubicación del Tramo #19: Lajas - Carrillo**

En este tramo se realizó un ensayo de cielos abiertos en el año 2015, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2023.



Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 19:



**Figura 84.** Espesores de pavimento Tramo 19 hecho 2015 (cotas en cm)

**Tabla 110.** Ensayos realizados en el Tramo 19

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto     | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|-----|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 2767-14 | Núcleo       |                           |         |                  |                    |     | <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |                       |

**Tabla 111.** Resultados de granulometría para el Tramo 19

| Malla No. | Porcentaje Pasando (%) |
|-----------|------------------------|
|           | 2767-14                |
| 1"        | 100,0 ± 0,2            |
| 3/4"      | 100,0 ± 0,2            |
| 1/2"      | 93,0 ± 0,4             |
| 3/8"      | 82 ± 3,0               |
| N° 4      | 53 ± 3,0               |
| N° 8      | 37 ± 2,0               |
| N° 16     | 25 ± 1,0               |
| N° 30     | 19 ± 1                 |
| N° 50     | 14,2 ± 0,8             |
| N° 100    | 10,0 ± 0,7             |
| N° 200    | 7,2 ± 0,6              |



**Tabla 112.** Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 19

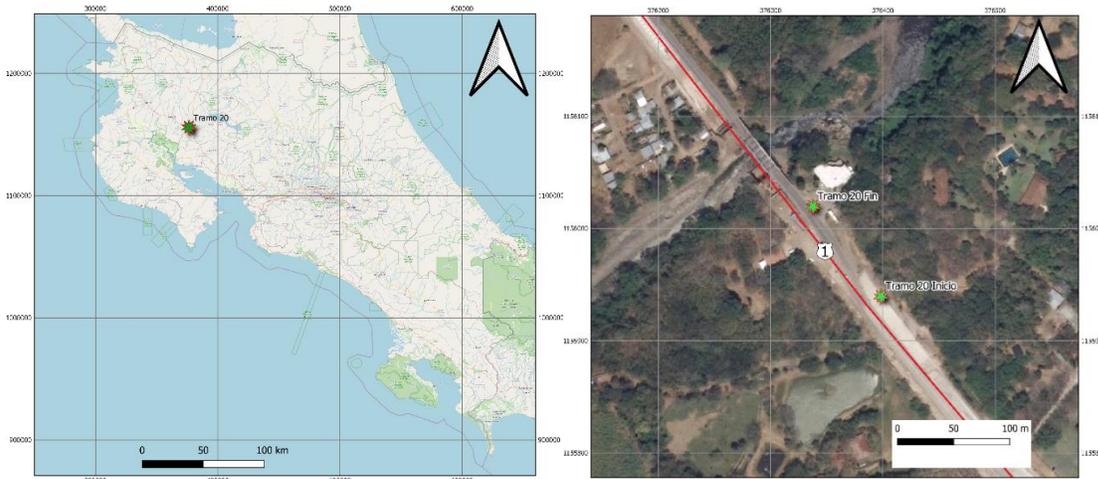
| Muestra | Ensayo                                 | Método de ensayo |        | Resultados<br>n=2 | Unidades |
|---------|--|------------------|--------|-------------------|----------|
|         |  | AASHTO           | ASTM   |                   |          |
| 2767-14 | Contenido de agua                      | -                | D 95   | 0,6 ± 0,2         | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla   | T 308            | D 6307 | 6,7 ± 0,3         | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre el agregado | T 308            | D 2172 | 7,3 ± 0,3         | %        |



**A.20 Tramo #20: Cañas - Liberia**

**Tabla 113. Descripción del tramo Cañas - Liberia**

|  |                       |
|--|-----------------------|
| <b>Descripción del tramo</b>           | Cañas - Liberia       |
| <b>Provincia</b>                       | Guanacaste            |
| <b>Cantón</b>                          | Bagaces               |
| <b>Distrito</b>                        | Bagaces               |
| <b>Ruta</b>                            | 1                     |
| <b>Punto de referencia GPS</b>         | 10.451857, -85.128987 |
| <b>Altitud</b>                         | 95 msnm               |
| <b>Sección de control</b>              | 51120                 |
| <b>TPDA (2015)</b>                     | 3328                  |
| <b>Velocidad promedio de operación</b> | 75 km/h               |
| <b>Zona Climática</b>                  | Pacífico Norte        |
| <b>Zona de conservación vial</b>       | 2-3                   |



**Figura 85. Ubicación del Tramo #20: Cañas - Liberia**

Para este tramo se cuenta con un paquete estructural. A dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2008, 2010, 2012, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó



el ensayo de GRIP en los años 2017, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 20:

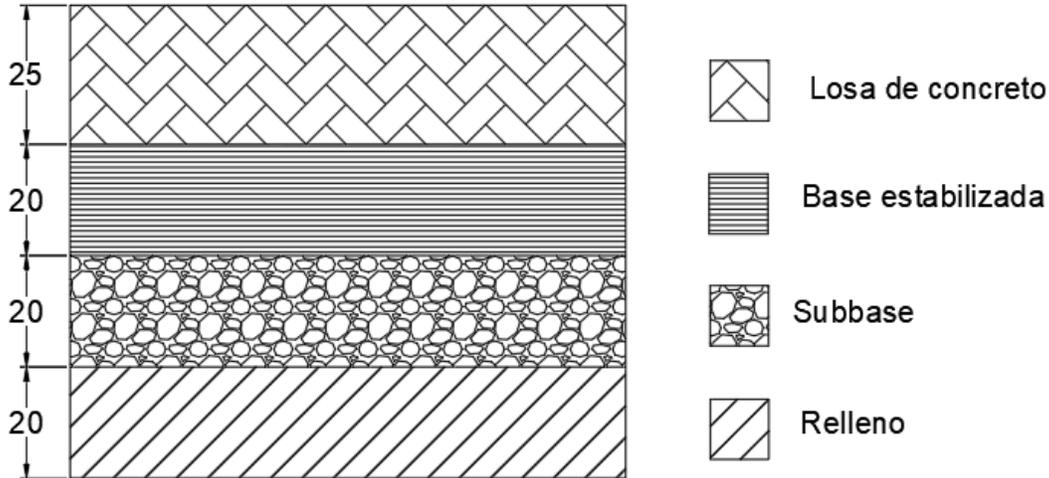


Figura 86. Espesores de pavimento Tramo 20 (cotas en cm) al 2016

Tabla 114. Ensayos realizados en el Tramo 20

| Muestra | Tipo Muestra  | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR   | Análisis granulometría | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|---------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|-------|------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 0370-13 | Suelo         | □                         | □       | □                |                    | □     |                        |                            |                      |                             |                       |
| 0371-13 | Agregado fino |                           | □       | □                |                    | □ (*) | □                      | □                          |                      |                             |                       |
| 0372-13 | Subbase       |                           | □       | □                |                    | □ (*) | □                      | □                          |                      |                             |                       |

(\*)-Se le realizó la prueba de CBR dos veces

Tabla 115. Resultados de Próctor para el Tramo 20

| Muestra  | 0370-13          | 0371-13          | 0372-13          |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Ensayo   | Próctor Estándar | Próctor Estándar | Próctor Estándar |
| Preparación del material                           | Seco al aire     | Seco al aire     | Seco al aire     |
| Contenido de humedad del material recibido inicial | NO               | NO               | NO               |
| Contenido de agua óptimo                           | 23,80%           | 27,50%           | 11,10%           |
| Densidad seca máxima estándar                      | 1347,4 kg/m3     | 1264,0 kg/m3     | 2008,9 kg/m3     |
| Dosificación:                                      |                  |                  |                  |
| Grueso   | 100 %            | 100 %            | 100 %            |
| Finos  | 0%               | 0%               | 0%               |
| Mazo   | Mecánico         | Mecánico         | Mecánico         |



| Muestra                 | 0370-13 | 0371-13 | 0372-13 |
|-------------------------|---------|---------|---------|
| Método                  | C       | C       | C       |
| Origen del material     | -       | -       | -       |
| Corrección sobre tamaño | No      | No      | No      |

**Tabla 116. Resultados de granulometría para el Tramo 20**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |         |
|-------------------|------------------------|---------|---------|
|                   | 0370-13                | 0371-13 | 0372-13 |
| 3"                |                        | 100     |         |
| 2 1/2"            |                        | 96,20   |         |
| 2"                | 100                    | 95,10   |         |
| 1 1/2"            | 99                     | 92,80   | 100     |
| 1"                | 99                     | 89,00   | 89,7    |
| 3/4"              | 98                     | 87,30   | 74,0    |
| 1/2"              | 95                     | 83,90   | 54,2    |
| 3/8"              | 93                     | 81,30   | 46,8    |
| N° 4              | 89                     | 75,50   | 36,5    |
| N° 8              |                        | 64,30   | 29,1    |
| N° 10             | 85                     | 61,20   | 27,6    |
| N° 16             |                        | 54,90   | 24,2    |
| N° 20             | 20                     | 50,00   | 21,6    |
| N° 30             |                        | 45,60   | 19,2    |
| N° 40             | 76                     | 41,50   | 16,9    |
| N° 50             |                        | 37,40   | 14,5    |
| N° 60             | 71                     | 35,40   | 13,4    |
| N° 100            | 66                     | 29,70   | 10,5    |
| N° 140            | 63                     |         |         |
| N° 200            | 61                     | 20,90   | 7,80    |
| Lavado malla #200 |                        | 35,00   | 7,52    |



**Tabla 117. Resultados de CBR para el Tramo 20**

| Muestra     | No. golpes | Compactación | % CBR Calculado |          | % CBR Corregido |          |
|-------------|------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|             |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 0370-13     | 56         | 95,0         | 4,5             | 4,5      |                 |          |
|             | 25         | 86,7         | 1,7             | 1,8      |                 |          |
|             | 10         | 82,1         | 1,5             | 1,3      |                 |          |
| 0371-13 (1) | 56         | 101          | 30,1            | 43,8     | 41,6            | 48,5     |
|             | 25         | 94,2         | 14,8            | 17,5     | 14,8            | 17,5     |
|             | 10         | 86,4         | 2,6             | 3        | 2,6             | 3        |
| 0371-13 (2) | 56         | 100          | 20,9            | 39,1     | 42,6            | 47,6     |
|             | 25         | 93,8         | 11,90           | 18,5     | 18,20           | 21,2     |
|             | 10         | 86,3         | 3,4             | 3,6      | 3,4             | 3,6      |
| 0372-13 (1) | 56         | 99           | 28,3            | 48       | 42,6            | 57,1     |
|             | 25         | 95,1         | 21,5            | 31,5     | 21,5            | 31,5     |
|             | 10         | 89,9         | 8,5             | 12,6     | 8,5             | 12,6     |
| 0372-13 (2) | 56         | 101          | 17,7            | 40,4     | 52,6            | 70,3     |
|             | 25         | 93,9         | 11,8            | 16,5     | 11,8            | 16,5     |
|             | 10         | 90,1         | 6,7             | 7,9      | 6,7             | 7,9      |

**Tabla 118. Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 20**

| Muestra | Límite Líquido | Límite Plástico | Índice plasticidad |
|---------|----------------|-----------------|--------------------|
| 0370-13 | 46             | 23              | 22                 |
| 0371-13 | NP             | NP              | NP                 |
| 0372-13 | 26             | 20              | 5                  |



**A.21 Tramo #21: La República - Virilla**

**Tabla 119. Descripción del tramo La República - Virilla**

|  |                        |
|--|------------------------|
| <b>Descripción del tramo</b>           | La República - Virilla |
| <b>Provincia</b>                       | San José               |
| <b>Cantón</b>                          | Goicoechea             |
| <b>Distrito</b>                        | Calle Blancos          |
| <b>Ruta</b>                            | 32                     |
| <b>Punto de referencia GPS</b>         | 9.945829, -84.074420   |
| <b>Altitud</b>                         | 1170 msnm              |
| <b>Sección de control</b>              | 19011                  |
| <b>TPDA (2017)</b>                     | 35483                  |
| <b>Velocidad promedio de operación</b> | 75 km/h                |
| <b>Zona Climática</b>                  | Región Central         |
| <b>Zona de conservación vial</b>       | 1-1                    |

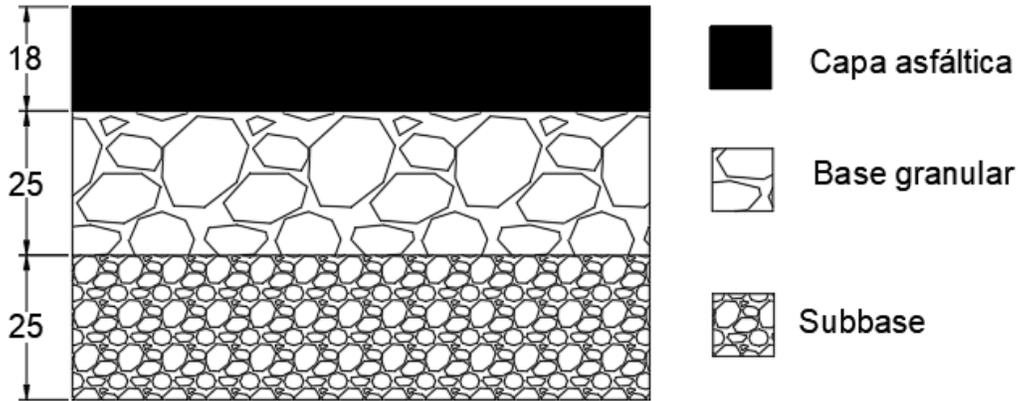


**Figura 87. Ubicación del Tramo #21: La República - Virilla**

Para este tramo se muestra la estructura de pavimento existente. A dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2020 y 2024. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo



de GRIP en los años 2015, 2017, 2018, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 21:



**Figura 88.** Espesores (pendientes) del pavimento para el Tramo 21 (cotas en cm)

**Tabla 120.** Ensayos realizados en el Tramo 21

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR | Análisis granulometría | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|-----|------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 0385-13 | Base         |                           | □       | □ (*)            |                    | □   | □                      | □                          |                      |                             |                       |
| 1858-13 |              |                           |         |                  |                    |     |                        |                            |                      |                             |                       |
| 0386-13 | Subbase      |                           | □       | □                |                    | □   | □                      | □                          |                      |                             |                       |

(\*)- Se le realizó la prueba de CBR dos veces

**Tabla 121.** Resultados de Próctor para el Tramo 21

| Muestra  | 0385-13                  | 0386-13                  |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Ensayo   | Próctor Estándar         | Próctor Estándar         |
| Preparación del material                           | Seco al aire             | Seco al aire             |
| Contenido de humedad del material recibido inicial | NO                       | NO                       |
| Contenido de agua óptimo                           | 13,30%                   | 15,80%                   |
| Densidad seca máxima estándar                      | 1726,0 kg/m <sup>3</sup> | 1732,0 kg/m <sup>3</sup> |
| Dosificación:<br>Grueso<br>Finos                   | 100 %<br>0%              | 100 %<br>0%              |
| Mazo   | Mecánico                 | Mecánico                 |
| Método   | C                        | C                        |
| Origen del material                                | -                        | -                        |
| Corrección sobre tamaño                            | No                       | No                       |



**Tabla 122. Resultados de granulometría para el Tramo 21**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |
|-------------------|------------------------|---------|
|                   | 0385-13                | 0386-13 |
| 3 1/2"            |                        | 100     |
| 3"                |                        | 97,4    |
| 2"                |                        | 91,4    |
| 1 1/2"            | 100,0                  | 89,0    |
| 1"                | 95,8                   | 82,5    |
| 3/4"              | 84,9                   | 79,1    |
| 3/8"              | 60,3                   |         |
| N° 4              | 43,4                   | 61,6    |
| N° 10             | 29,1                   |         |
| N° 40             | 14,5                   | 36,6    |
| N° 50             | 12,1                   |         |
| N° 200            | 6,39                   | 23,6    |
| Lavado malla #200 | 15                     | 47,9    |

**Tabla 123. Resultados de CBR para el Tramo 21**

| Muestra     | No. golpes | Compactación | % CBR Calculado |          | % CBR Corregido |          |
|-------------|------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
|             |            | (%)          | 0,1 pulg        | 0,2 pulg | 0,1 pulg        | 0,2 pulg |
| 0385-13 (1) | 56         | 99,0         | 25,9            | 39,6     | 37,9            | 45,2     |
|             | 25         | 94,7         | 16,0            | 19,7     | 16              | 19,7     |
|             | 10         | 91,3         | 4,4             | 6,7      | 4,4             | 6,7      |
| 0385-13 (2) | 56         | 100          | 25,2            | 40,5     | 36,7            | 47,3     |
|             | 25         | 94,2         | 15,5            | 20,3     | 15,5            | 20,3     |
|             | 10         | 91,1         | 6,8             | 8        | 6,8             | 8        |
| 0386-13     | 56         | 96           | 39,5            | 39,8     |                 |          |
|             | 25         | 92,4         | 23,70           | 23,5     |                 |          |
|             | 10         | 86,4         | 4,3             | 4,1      |                 |          |

**Tabla 124. Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 21**

| Muestra | Límite Líquido | Límite Plástico | Índice plasticidad |
|---------|----------------|-----------------|--------------------|
| 0385-14 | NP             | NP              | NP                 |
| 0386-15 | NP             | NP              | NP                 |



**A.22 Tramo #22: La Uruca – Los Hatillos**

**Tabla 125. Descripción del tramo de la Uruca – Los Hatillos**

| Descripción del tramo           | La Uruca – Los Hatillos |
|---------------------------------|-------------------------|
| Provincia                       | San José                |
| Cantón                          | San José                |
| Distrito                        | Mata Redonda            |
| Ruta                            | 39                      |
| Punto de referencia GPS         | 9.934454, -84.116419    |
| Altitud                         | 1089 msnm               |
| Sección de control              | 19093                   |
| TPDA (2018)                     | 48463                   |
| Velocidad promedio de operación | 70 km/h                 |
| Zona Climática                  | Región Central          |
| Zona de conservación vial       | 1-1                     |

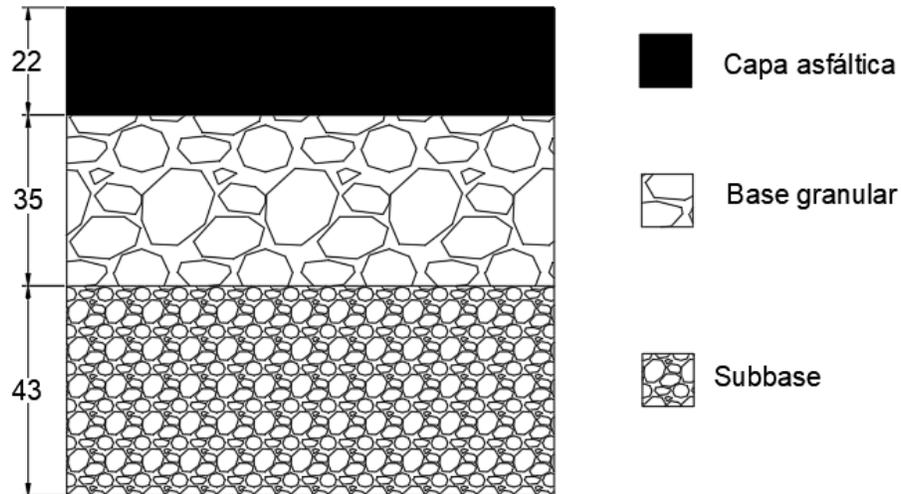


**Figura 89. Ubicación del Tramo #22: La Uruca – Los Hatillos**

Para este tramo se muestra la estructura de pavimento existente. A dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2017, 2018 y 2020. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años



2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 22:



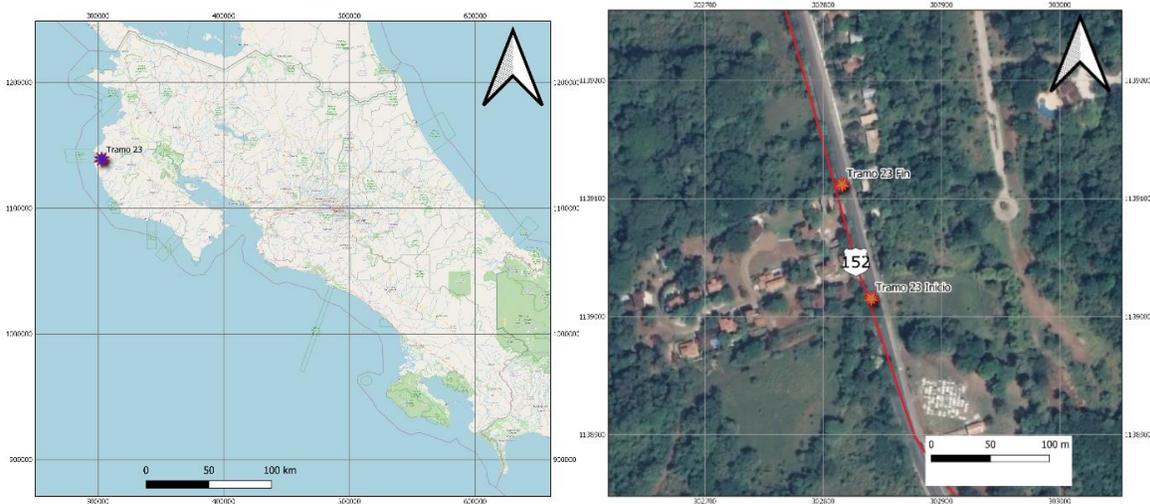
**Figura 90.** Espesores (pendientes) del pavimento para el Tramo 22 (cotas en cm)



**A.23 Tramo #23: Santa Cruz - Villareal**

**Tabla 126. Descripción del tramo Santa Cruz - Villareal**

|  |                        |
|--|------------------------|
| <b>Descripción del tramo</b>           | Santa Cruz - Villareal |
| <b>Provincia</b>                       | Guanacaste             |
| <b>Cantón</b>                          | Santa Cruz             |
| <b>Distrito</b>                        | Tamarindo              |
| <b>Ruta</b>                            | 152                    |
| <b>Punto de referencia GPS</b>         | 10.295825, -85.799808  |
| <b>Altitud</b>                         | 40 msnm                |
| <b>Sección de control</b>              | 50261                  |
| <b>TPDA (2018)</b>                     | 4359                   |
| <b>Velocidad promedio de operación</b> | 50 km/h                |
| <b>Zona Climática</b>                  | Pacífico Norte         |
| <b>Zona de conservación vial</b>       | 2-3                    |

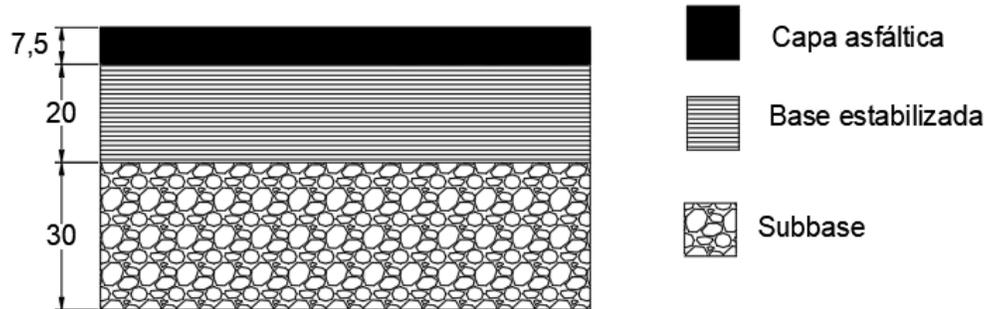


**Figura 91. Ubicación del Tramo #23: Santa Cruz - Villareal**

En este tramo se ha realizado no se han realizado ensayos de cielo abierto, sin embargo, se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2023. Finalmente, en el tramo se



realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2019, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 23:



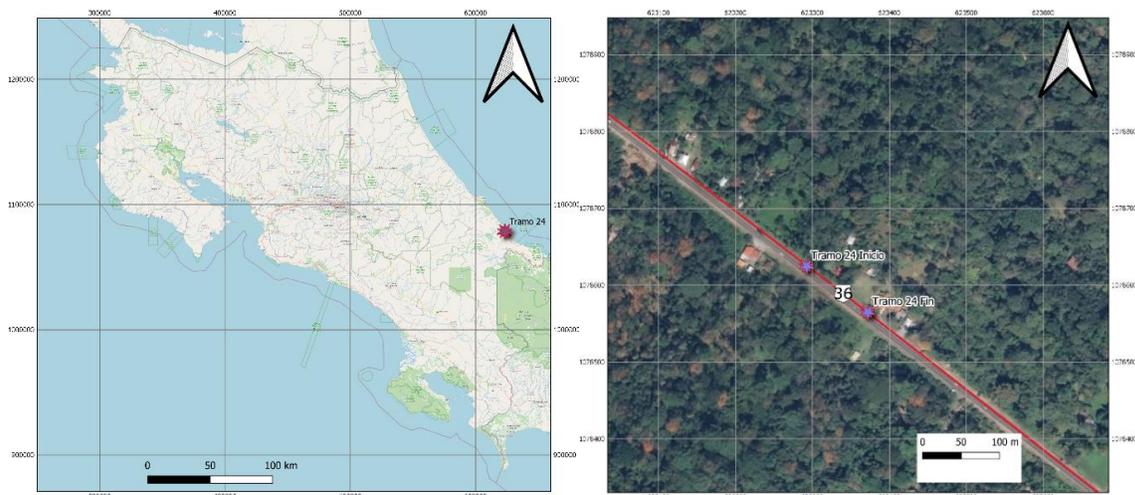
**Figura 92.** Espesores del pavimento para el Tramo 23 (cotas en cm)



**A.24 Tramo #24: Penschurt - Cahuita**

**Tabla 127. Descripción del tramo Penschurt - Cahuita**

|  |                      |
|--|----------------------|
| <b>Descripción del tramo</b>           | Penschurt - Cahuita  |
| <b>Provincia</b>                       | Limón                |
| <b>Cantón</b>                          | Talamanca            |
| <b>Distrito</b>                        | Cahuita              |
| <b>Ruta</b>                            | 36                   |
| <b>Punto de referencia GPS</b>         | 9.752935, -82.876268 |
| <b>Altitud</b>                         | 25 msnm              |
| <b>Sección de control</b>              | 70030                |
| <b>TPDA (2017)</b>                     | 3440                 |
| <b>Velocidad promedio de operación</b> | 60 km/h              |
| <b>Zona Climática</b>                  | Caribe Norte         |
| <b>Zona de conservación vial</b>       | 5-2                  |

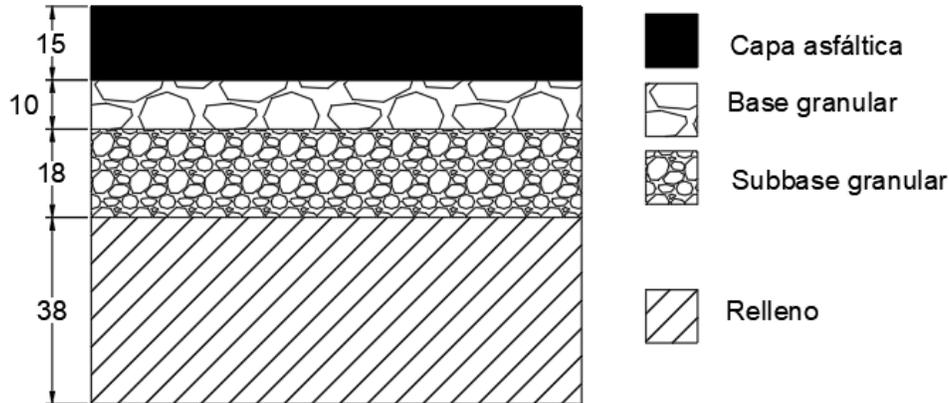


**Figura 93. Ubicación del Tramo #24: Penschurt – Cahuita**

En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 22 de setiembre del 2014, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018, 2019 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó el



ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presentan los paquetes estructurales que se han construido en el tramo 24:



**Figura 94.** Espesores del pavimento realizado el 22 de setiembre del 2014 para el Tramo 24 (cotas en cm)

**Tabla 128.** Ensayos realizados en el Tramo 24

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar         | Próctor modificado       | CBR | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto     | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|--------------------------|--------------------------|-----|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 2138-14 | Base         |                           |         |                          | <input type="checkbox"/> |     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 2139-14 | Subbase      |                           |         |                          | <input type="checkbox"/> |     |                          |                            |                          |                             |                       |
| 2140-14 | Subrasante   |                           |         | <input type="checkbox"/> |                          |     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |                          |                             |                       |
| 2142-14 | Núcleo       |                           |         |                          |                          |     | <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |                       |



**Tabla 129. Resultados de Próctor para el Tramo 24**

| Muestra  | 2138-14                | 2139-14                | 2140-14                |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|
| Ensayo   | Próctor Modificado     | Próctor Modificado     | Próctor Estándar       |
| Preparación del material                           | Seco al aire           | Seco al aire           | Seco al aire           |
| Contenido de humedad del material recibido inicial | NO                     | NO                     | NO                     |
| Contenido de agua óptimo                           | 5,0 %                  | 11,0 %                 | 11,0 %                 |
| Densidad seca máxima estándar                      | 2282 kg/m <sup>3</sup> | 2100 kg/m <sup>3</sup> | 1945 kg/m <sup>3</sup> |
| Dosificación:<br>Grueso<br>Finos                   | 100 %<br>0%            | 100 %<br>0%            | 0 %<br>100%            |
| Mazo   | Manual                 | Mecánico               | Manual                 |
| Método   | C                      | C                      | C                      |
| Origen del material                                | -                      | -                      | -                      |
| Corrección sobre tamaño                            | No                     | No                     | No                     |

**Tabla 130. Resultados de granulometría para el Tramo 24**

| Malla No.         | Porcentaje Pasando (%) |         |          |
|-------------------|------------------------|---------|----------|
|                   | 2142-14                | 2138-14 | 2139- 14 |
| 2"                |                        |         | 100      |
| 1 1/2"            |                        | 100     | 99,1     |
| 1"                | 100 ± 0,2              | 84,0    | 98,3     |
| 3/4"              | 100 ± 0,2              | 67,3    | 97,4     |
| 1/2"              | 95,7 ± 0,5             |         | 95,4     |
| 3/8"              | 81,5 ± 0,2             | 48,0    |          |
| N° 4              | 51,8 ± 0,9             | 36,9    | 92,9     |
| N° 8              | 34,8 ± 0,1             |         |          |
| N° 10             |                        | 27,9    | 90,2     |
| N° 16             | 23,7 ± 0,1             |         |          |
| N° 30             | 17,6 ± 0,1             |         |          |
| N° 40             |                        | 12,0    | 37,2     |
| N° 50             | 12,93 ± 0,09           | 9,45    |          |
| N° 100            | 9,24 ± 0,07            |         |          |
| N° 200            | 6,60 ± 0,06            | 5,35    | 13,2     |
| Lavado malla #200 |                        | 14,3    | 24,8     |



**Tabla 131. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 24**

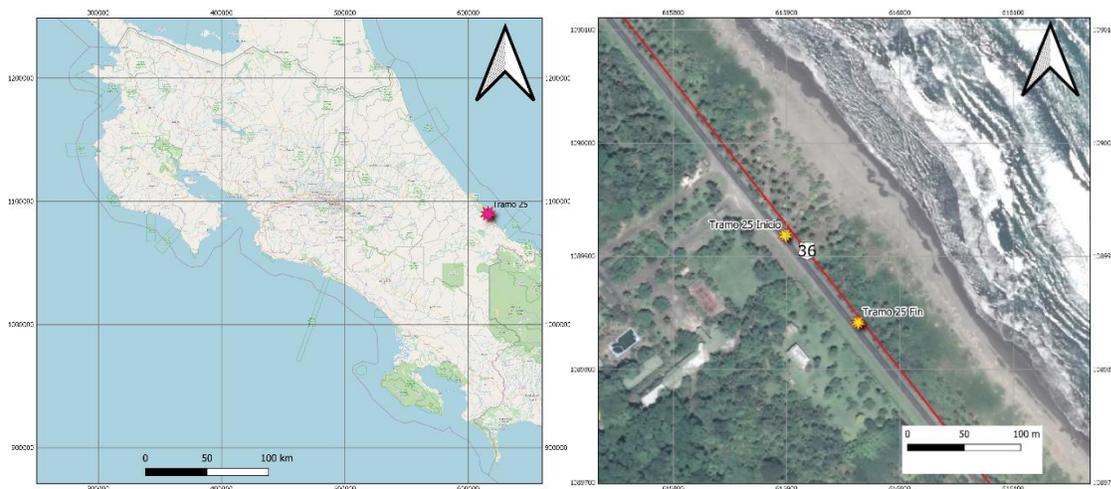
| Muestra | Ensayo                                 | Método de ensayo |        | Resultados<br>n=2 | Unidades |
|---------|--|------------------|--------|-------------------|----------|
|         |  | AASHTO           | ASTM   |                   |          |
| 2142-14 | Contenido de agua                      | -                | D 95   | 0,54 ± 0,08       | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla   | T 308            | D 6307 | 6,3 ± 0,3         | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre el agregado | T 308            | D 2172 | 6,7 ± 0,3         | %        |



**A.25 Tramo #25: Bananito Sur - San Clemente**

**Tabla 132. Descripción del tramo Bananito Sur - San Clemente**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| <b>Descripción del tramo</b>           | Bananito Sur - San Clemente |
| <b>Provincia</b>                       | Limón                       |
| <b>Cantón</b>                          | Matina                      |
| <b>Distrito</b>                        | Matina                      |
| <b>Ruta</b>                            | 36                          |
| <b>Punto de referencia GPS</b>         | 9.855252, -82.943324        |
| <b>Altitud</b>                         | 8 msnm                      |
| <b>Sección de control</b>              | 70040                       |
| <b>TPDA (2017)</b>                     | 4509                        |
| <b>Velocidad promedio de operación</b> | 70 km/h                     |
| <b>Zona Climática</b>                  | Caribe Norte                |
| <b>Zona de conservación vial</b>       | 5-2                         |

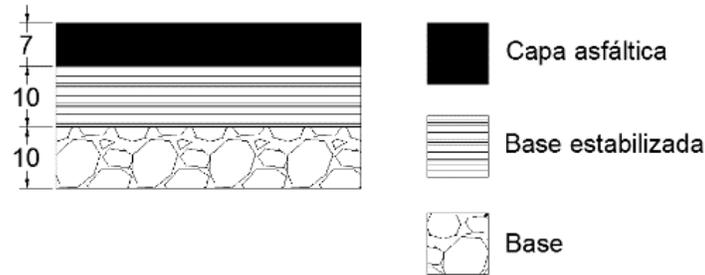


**Figura 95. Ubicación del Tramo #25: Bananito Sur - San Clemente**

En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 25 de setiembre del 2014, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018, 2019 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó el



ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:



**Figura 96.** Espesores del pavimento realizado el 25 de setiembre del 2014 para el Tramo 25 (cotas en cm)

**Tabla 133.** Ensayos realizados en el Tramo 25

| Muestra | Tipo Muestra | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR | Análisis granulometría   | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto     | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|--------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|-----|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 2142-14 | Bloque       |                           |         |                  |                    |     | <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |                       |

**Tabla 134.** Resultados de granulometría para el Tramo 25

| Malla No. | Porcentaje Pasando (%) |
|-----------|------------------------|
|           | 2142-14                |
| 1"        | 100,0 ± 0,2            |
| 3/4"      | 100,0 ± 0,2            |
| 1/2"      | 95,7 ± 0,5             |
| 3/8"      | 81,5 ± 0,2             |
| N° 4      | 51,8 ± 0,9             |
| N° 8      | 34,8 ± 0,1             |
| N° 16     | 23,7 ± 0,1             |
| N° 30     | 17,6 ± 0,1             |
| N° 50     | 12,93 ± 0,09           |
| N° 100    | 9,24 ± 0,07            |
| N° 200    | 6,60 ± 0,06            |

**Tabla 135.** Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 25

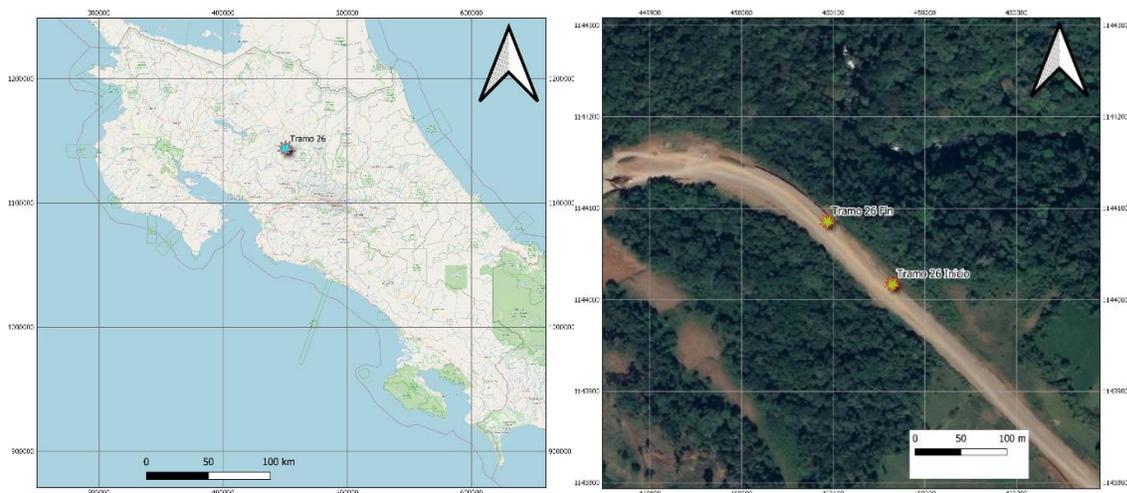
| Muestra | Ensayo                                 | Método de ensayo |        | Resultados n=2 | Unidades |
|---------|--|------------------|--------|----------------|----------|
|         |  | AASHTO           | ASTM   |                |          |
| 2142-14 | Contenido de agua                      | -                | D 95   | 0,54 ± 0,08    | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla   | T 308            | D 6307 | 6,3 ± 0,3      | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre el agregado | T 308            | D 2172 | 6,7 ± 0,3      | %        |



**A.26 Tramo #26: Abundancia – Florencia**

**Tabla 136. Descripción del tramo Abundancia - Florencia**

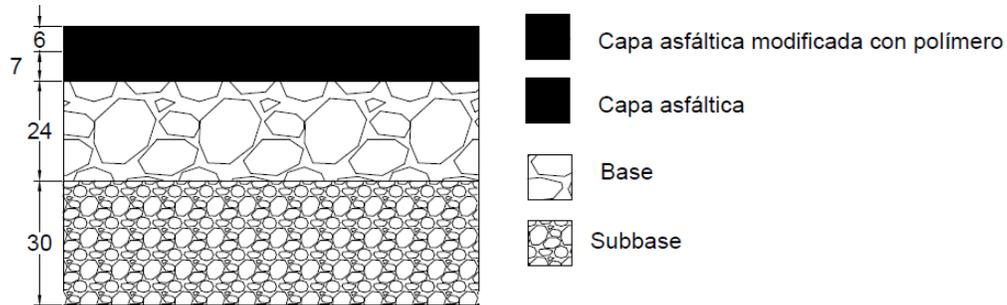
| Descripción del tramo           | Abundancia – Florencia |
|---------------------------------|------------------------|
| Provincia                       | Alajuela               |
| Cantón                          | San Carlos             |
| Distrito                        | Florencia              |
| Ruta                            | 35                     |
| Punto de referencia GPS         | 10.345730, -84.455070  |
| Altitud                         | 980 msnm               |
| Sección de control              | 20760                  |
| TPDA (2011)                     | 5671                   |
| Velocidad promedio de operación | 65 km/h                |
| Zona Climática                  | Zona Norte             |
| Zona de conservación vial       | 4-2                    |



**Figura 97. Ubicación del Tramo #26: Abundancia – Florencia**

En este tramo se ha realizado un cielo, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2019, 2022 y 2023. Por otra parte, se le realizó ensayo de regularidad en el año 2019, 2020, 2022 y 2023. Los ensayos de deflectometría se realizaron en el año 2018, 2019, 2020 y 2023. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2019, 2020, 2022 y 2023. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

|   |               |                   |
|---|---------------|-------------------|
| Informe: EIC-Lanamme-INF-1494-2024 - UIIT | Octubre, 2024 | Página 162 de 255 |
|---|---------------|-------------------|



**Figura 98.** Espesores del pavimento para el Tramo 26 (cotas en cm)

**Tabla 137.** Ensayos realizados en el Tramo 26

| Muestra | Tipo Muestra     | Tamaño partícula de suelo | Límites | Próctor estándar | Próctor modificado | CBR | Análisis granulometría | Material más fino (No 200) | Contenido de asfalto | Contenido de agua en mezcla | Módulo de resiliencia |
|---------|------------------|---------------------------|---------|------------------|--------------------|-----|------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 0933-17 | Subbase          |                           | □       |                  | □                  |     | □                      | □                          |                      |                             |                       |
| 1111-17 | Préstamo         |                           | □       |                  | □                  | □   | □                      | □                          |                      |                             |                       |
| 2184-17 | Base             |                           |         |                  |                    |     | □                      | □                          |                      |                             |                       |
| 0310-18 | Mezcla asfáltica |                           |         |                  |                    |     | □                      |                            | □                    | □                           |                       |

**Tabla 138.** Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 26

| Muestra | Ensayo                                 | Método de ensayo |        | Resultados n=2 | Unidades |
|---------|--|------------------|--------|----------------|----------|
|         |  | AASHTO           | ASTM   |                |          |
| 0310-18 | Contenido de agua                      | -                | D 95   | 0,199          | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre la mezcla   | T 308            | D 6307 | 6,0            | %        |
|         | Contenido de asfalto sobre el agregado | T 308            | D 2172 |                | %        |

**Tabla 139.** Ensayos de caracterización física y mecánica realizados a la subrasante (suelo)

| Ensayo               | Resultado              |                          |
|----------------------|------------------------|--------------------------|
| Límites de Atterberg | 54                     | Límite Líquido           |
|                      | 45                     | Límite Plástico          |
| Próctor Estándar     | 1320 kg/m <sup>3</sup> | Densidad seca máxima     |
|                      | 36.2%                  | Contenido óptimo de agua |
| CBR                  | 14                     | Al 95% de compactación   |
|                      | 11                     | Al 90% de compactación   |

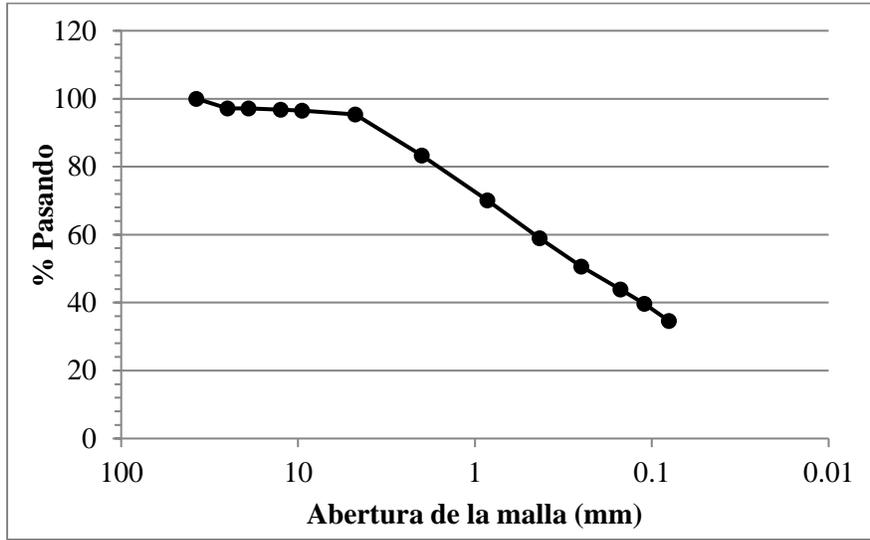


Figura 99. Curva granulométrica material de subrasante (suelo)

Material de subrasante (préstamo)

Tabla 140. Ensayos de caracterización física y mecánica realizados a la subrasante (préstamo)

| Ensayo               | Resultado              |                          |
|----------------------|------------------------|--------------------------|
| Límites de Atterberg | NP                     |                          |
| Próctor Modificado   | 2190 kg/m <sup>3</sup> | Densidad seca máxima     |
|                      | 8%                     | Contenido óptimo de agua |
| CBR                  | 90                     | Al 98% de compactación   |
|                      | 35                     | Al 95% de compactación   |

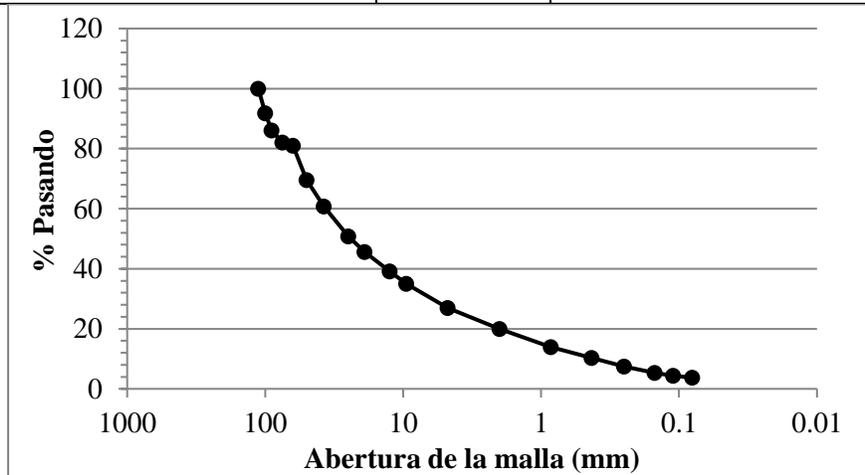


Figura 100. Curva granulométrica material de subrasante (préstamo)



Material de subbase

Tabla 141. Ensayos de caracterización física y mecánica realizados a la subbase

| Ensayo               | Resultado              |                          |
|----------------------|------------------------|--------------------------|
| Límites de Atterberg | NP                     |                          |
| Gravedad específica  | 2.77                   | Gs                       |
|                      | 2.56                   | Gbs                      |
|                      | 2.64                   | Gbss                     |
| Absorción            | 2.90%                  |                          |
| Densidad             | 2770 kg/m <sup>3</sup> | Ds                       |
|                      | 2560 kg/m <sup>3</sup> | Dbs                      |
|                      | 2630 kg/m <sup>3</sup> | Dbss                     |
| Próctor Modificado   | 2176 kg/m <sup>3</sup> | Densidad seca máxima     |
|                      | 10.0%                  | Contenido óptimo de agua |

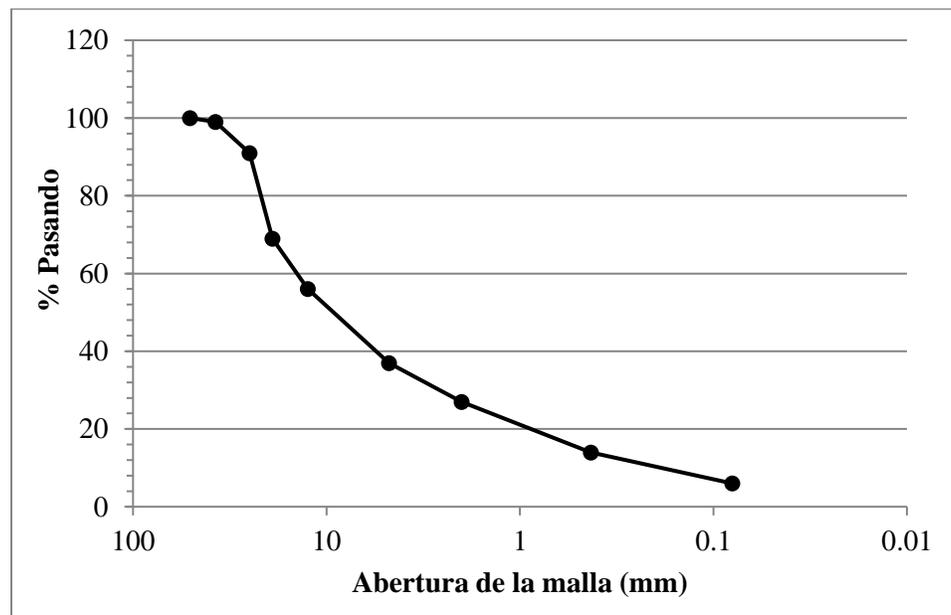


Figura 101. Curva granulométrica material de subbase

**ANEXO B: DEFLECTOMETRÍA DE IMPACTO (FWD)**

**Tabla 142. Resumen de la deflectometría por tramo para el sensor D1 corregido**

| Tramo                                | D1 (micrómetros) |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2015             | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2022   | 2023   |
| 1 Sabalito-Las Mellizas              | 282.53           | 269.41 | 286.30 | 302.75 | 290.32 | -      | 297.26 |
| 2 Quepos-Barú                        | 156.47           | 152.82 | 164.48 | 174.38 | -      | -      | 168.37 |
| 3 Moravia-Coronado                   | 497.54           | 428.86 | -      | 494.22 | 536.19 | 587.72 | 577.98 |
| 4 Cartago-Paráiso                    | 84.72            | 100.48 | 86.43  | 100.48 | 92.51  | 96.92  | 154.56 |
| 5 Barú-Palmar Norte                  | -                | 170.22 | 206.13 | 195.37 | 216.97 | -      | 198.65 |
| 6 Pozón - Jacó                       | 230.67           | 374.29 | 304.82 | 325.56 | 664.28 | -      | 657.50 |
| 7 Caldera - Puntarenas               | 144.04           | 139.49 | 135.98 | 167.10 | 186.43 | -      | 198.55 |
| 8 Santo Domingo - Los Ángeles        | 144.96           | 133.97 | 159.50 | 130.62 | 135.98 | 153.34 | 150.55 |
| 9 Guácimo-Pocora                     | 316.15           | 253.25 | 330.48 | 315.16 | -      | -      | -      |
| 10 Siquirres - Pacuarito             | 281.23           | 242.07 | 278.38 | 313.53 | -      | -      | -      |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos          | 78.38            | 98.98  | 125.64 | 94.26  | 104.54 | -      | 115.62 |
| 12 Nicoya - Santa Cruz               | 218.75           | 213.52 | 210.16 | 247.09 | 253.54 | -      | 271.45 |
| 13 Cartago-Volcán Irazú              | 687.04           | 779.63 | 583.89 | 566.35 | 464.81 | 554.65 | 530.82 |
| 14 Cajón-Buenos Aires                | 150.93           | 182.67 | 142.06 | 137.00 | 146.95 | 148.29 | 144.17 |
| 15 San Isidro del General - Palmares | 91.19            | 103.06 | 101.68 | 114.22 | 121.60 | 124.99 | 163.57 |
| 16 Florencia-Santa Clara             | 438.47           | 403.53 | 438.68 | 451.64 | 400.30 | -      | 361.84 |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas         | 258.50           | 363.90 | 253.20 | 267.39 | 303.22 | -      | 296.66 |
| 18 Liberia-Peñas Blancas             | 477.99           | 584.64 | 216.07 | 265.26 | 268.02 | -      | 220.42 |
| 19 Lajas - Carrillo                  | 347.75           | 383.04 | 303.44 | 381.80 | 253.66 | -      | 239.94 |
| 20 Cañas-Liberia                     | 100.59           | 108.13 | 94.31  | 89.26  | 84.57  | -      | 106.84 |
| 21 La República - Virilla            | 218.04           | 194.48 | 191.96 | 171.77 | 113.46 | 113.67 | 126.43 |
| 22 La Uruca - Hatillo                | 768.56           | 707.21 | 242.93 | 267.13 | 240.86 | 235.82 | 232.86 |
| 23 Santa Cruz -Villareal             | 331.00           | 307.83 | 385.03 | 393.88 | 466.52 | -      | 460.09 |
| 24 Penshurt - Cahuita                | 656.88           | 665.77 | 670.86 | 646.89 | 587.42 | -      | 555.91 |
| 25 Bananito Sur - San Clemente       | 778.94           | 736.39 | 806.63 | 793.19 | 745.04 | -      | 695.29 |
| 26 Abundancia - Florencia            | -                | -      | 137.89 | 154.54 | 141.95 | -      | 137.16 |

**Tabla 143.** Resumen de la deflectometría por tramo para el sensor D9

| Tramo                                | D9 (micrómetros) |        |       |       |       |       |        |
|--------------------------------------|------------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                      | 2015             | 2017   | 2018  | 2019  | 2020  | 2022  | 2023   |
| 1 Sabalito-Las Mellizas              | 69.50            | 75.30  | 72.01 | 73.88 | 83.79 | -     | 76.61  |
| 2 Quepos-Barú                        | 28.27            | 31.63  | 28.40 | 33.30 | -     | -     | 34.51  |
| 3 Moravia-Coronado                   | 74.05            | 71.12  | -     | 79.85 | 88.01 | 79.05 | 100.84 |
| 4 Cartago-Paraíso                    | 23.02            | 31.16  | 23.09 | 30.88 | 27.95 | 26.41 | 26.97  |
| 5 Barú-Palmar Norte                  | -                | 29.34  | 27.57 | 28.73 | 44.05 | -     | 31.19  |
| 6 Pozón - Jacó                       | 33.09            | 36.79  | 37.88 | 41.23 | 49.39 | -     | 48.18  |
| 7 Caldera - Puntarenas               | 30.75            | 33.97  | 32.20 | 36.25 | 40.62 | -     | 40.45  |
| 8 Santo Domingo - Los Ángeles        | 30.65            | 29.24  | 31.45 | 29.85 | 32.86 | 30.97 | 29.97  |
| 9 Guácimo-Pocora                     | 28.12            | 18.91  | 22.74 | 21.62 | -     | -     | -      |
| 10 Siquirres - Pacuarito             | 16.16            | 12.53  | 13.02 | 13.47 | -     | -     | -      |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos          | 18.33            | 16.72  | 21.77 | 24.90 | 26.29 | -     | 24.79  |
| 12 Nicoya - Santa Cruz               | 21.68            | 22.60  | 24.50 | 26.57 | 26.89 | -     | 23.52  |
| 13 Cartago-Volcán Irazú              | 100.58           | 108.73 | 99.41 | 91.43 | 88.22 | 91.46 | 87.10  |
| 14 Cajón-Buenos Aires                | 36.64            | 55.64  | 38.15 | 39.92 | 42.72 | 40.93 | 40.66  |
| 15 San Isidro del General - Palmares | 25.75            | 28.44  | 27.04 | 28.91 | 25.60 | 24.96 | 24.86  |
| 16 Florencia-Santa Clara             | 36.10            | 35.90  | 37.53 | 37.40 | 37.40 | -     | 33.23  |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas         | 29.85            | 32.35  | 29.82 | 31.08 | 34.46 | -     | 33.36  |
| 18 Liberia-Peñas Blancas             | 30.31            | 28.14  | 26.50 | 39.29 | 39.97 | -     | 28.95  |
| 19 Lajas - Carrillo                  | 49.43            | 44.75  | 41.52 | 44.22 | 33.46 | -     | 34.21  |
| 20 Cañas-Libería                     | 37.65            | 46.26  | 47.07 | 44.66 | 39.98 | -     | 41.07  |
| 21 La República - Virilla            | 27.22            | 37.90  | 25.25 | 27.09 | 28.30 | 27.96 | 27.62  |
| 22 La Uruca - Hatillo                | 39.85            | 38.14  | 27.64 | 26.33 | 28.49 | 26.93 | 27.22  |
| 23 Santa Cruz -Villareal             | 42.60            | 43.97  | 41.55 | 43.09 | 42.59 | -     | 46.99  |
| 24 Peshurt - Cahuita                 | 73.67            | 57.49  | 44.25 | 36.73 | 36.40 | -     | 36.11  |
| 25 Bananito Sur - San Clemente       | 37.20            | 29.56  | 38.18 | 35.50 | 28.44 | -     | 28.95  |
| 26 Abundancia - Florencia            | -                | -      | 25.83 | 23.48 | 24.73 | -     | 23.01  |

**Tabla 144. Resumen de deflectometría por sentido para el D1**

| Tramo                     | D1a (micrómetros) |        |        |        |        |        |        | D1b (micrómetros) |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                           | 2015              | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2022   | 2023   | 2015              | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2022   | 2023   |
| 20 Cañas-Liberia          | 100.59            | 108.13 | 94.31  | 89.26  | 84.69  | -      | 126.17 | -                 | -      | -      | -      | 84.45  | -      | 87.52  |
| 21 La República - Virilla | -                 | 183.67 | -      | -      | 89.15  | 89.68  | 90.86  | 218.04            | 205.28 | 191.96 | 171.77 | 137.77 | 137.66 | 161.99 |
| 22 La Uruca - Hatillo     | 768.56            | 742.03 | 242.93 | 267.13 | 187.21 | 181.19 | 175.20 | -                 | 672.40 | -      | -      | 294.51 | 290.46 | 290.52 |
| 26 Abundancia - Florencia | -                 | -      | 132.84 | -      | 142.46 | -      | 144.18 | -                 | -      | 142.95 | 154.54 | 141.44 | -      | 130.14 |

**Tabla 145. Resumen de deflectometría por sentido para el D9**

| Tramo                     | D9a (micrómetros) |       |       |       |       |       |       | D9b (micrómetros) |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                           | 2015              | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2022  | 2023  | 2015              | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2022  | 2023  |
| 20 Cañas-Liberia          | -                 | 46.26 | 47.07 | 44.66 | 40.96 | -     | 47.28 | 37.65             | -     | -     | -     | 38.99 | -     | 34.86 |
| 21 La República - Virilla | -                 | 35.99 | -     | -     | 31.52 | 30.95 | 30.63 | 27.22             | 39.81 | 25.25 | 27.09 | 25.08 | 24.97 | 24.62 |
| 22 La Uruca - Hatillo     | 39.85             | 37.23 | 27.64 | 26.33 | 29.34 | 28.17 | 27.82 | -                 | 39.05 | -     | -     | 27.64 | 25.68 | 26.62 |
| 26 Abundancia - Florencia | -                 | -     | 24.15 | -     | 25.76 | -     | 24.13 | -                 | -     | 27.5  | 23.48 | 23.7  | -     | 21.9  |

**Tabla 146. Rangos de deflexión según TPD, utilizados para clasificar resultados de FWD**

| TPD (Tránsito Promedio Diario) | Menor a 5 000 vpd       | 5 000 - 15000 vpd | 15000 - 40 000 vpd | Casos Especiales |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
|                                | TPD Bajo                | TPD Bajo          | TPD Bajo           | Especiales       |
| <b>Categorías de deflexión</b> | Rangos (en micrómetros) |                   |                    |                  |
| <b>Bajas</b>                   | menor a 765             | menor a 708       | menor a 592        | menor a 485      |
| <b>Moderadas</b>               | 765 – 885               | 708 - 833         | 592 - 694          | 485 - 576        |
| <b>Altas</b>                   | 885 – 1157              | 833 - 1129        | 694 - 952          | 576 - 808        |
| <b>Muy altas</b>               | mayor a 1157            | mayor a 1129      | mayor a 952        | mayor a 808      |

Fuente: LANAMME, 2019



Tabla 147. Resumen de áreas promedio por tramo

| Tramo                                | Área   |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 2015   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2022   | 2023   |
| 1 Sabalito-Las Mellizas              | 638.57 | 642.83 | 613.60 | 624.53 | 653.82 | -      | 640.19 |
| 2 Quepos-Barú                        | 537.55 | 567.64 | 529.55 | 529.89 | -      | -      | 557.92 |
| 3 Moravia-Coronado                   | 565.01 | 573.62 | -      | 571.82 | 569.59 | 531.37 | 562.28 |
| 4 Cartago-Paraíso                    | 577.76 | 619.67 | 566.69 | 614.62 | 588.68 | 590.96 | 532.80 |
| 5 Barú-Palmar Norte                  | -      | 532.64 | 478.30 | 515.86 | 500.71 | -      | 551.83 |
| 6 Pozón - Jacó                       | 613.62 | 499.29 | 541.13 | 614.29 | 429.01 | -      | 657.50 |
| 7 Caldera - Puntarenas               | 601.69 | 672.31 | 654.29 | 676.65 | 645.39 | -      | 641.74 |
| 8 Santo Domingo - Los Ángeles        | 639.67 | 609.83 | 619.58 | 639.97 | 626.03 | 614.31 | 615.87 |
| 9 Guácimo-Pocora                     | 479.02 | 482.41 | 471.53 | 493.09 | -      | -      | -      |
| 10 Siquirres - Pacuarito             | 456.39 | 451.87 | 437.84 | 428.63 | -      | -      | -      |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos          | 676.95 | 618.53 | 444.14 | 591.31 | 550.65 | -      | 528.58 |
| 12 Nicoya - Santa Cruz               | 552.34 | 567.19 | 587.00 | 596.14 | 568.45 | -      | 529.63 |
| 13 Cartago-Volcán Irazú              | 583.39 | 531.45 | 587.98 | 550.51 | 593.13 | 537.57 | 536.55 |
| 14 Cajón-Buenos Aires                | 683.41 | 740.31 | 689.34 | 721.88 | 730.34 | 747.37 | 721.13 |
| 15 San Isidro del General - Palmares | 660.41 | 681.64 | 631.77 | 624.92 | 536.16 | 549.38 | 472.32 |
| 16 Florencia-Santa Clara             | 389.16 | 413.97 | 464.03 | 401.67 | 436.46 | -      | 420.38 |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas         | 423.83 | 374.31 | 430.41 | 428.33 | 395.02 | -      | 406.09 |
| 18 Liberia-Peñas Blancas             | 493.85 | 443.21 | 545.03 | 625.51 | 608.77 | -      | 573.16 |
| 19 Lajas - Carrillo                  | 616.55 | 544.00 | 565.43 | 542.06 | 561.11 | -      | 583.02 |
| 21 La República - Virilla            | 459.81 | 518.37 | 443.64 | 470.08 | 526.22 | 519.16 | 510.29 |
| 22 La Uruca - Hatillo                | 429.32 | 447.85 | 542.50 | 542.12 | 530.01 | 527.31 | 521.86 |
| 23 Santa Cruz - Villareal            | 548.00 | 581.21 | 543.29 | 551.25 | 504.50 | -      | 536.74 |
| 24 Penshurt - Cahuita                | 456.86 | 426.72 | 417.62 | 411.47 | 422.92 | -      | 427.31 |
| 25 Bananito Sur - San Clemente       | 380.79 | 371.25 | 380.22 | 371.22 | 366.36 | -      | 366.60 |
| 26 Abundancia - Florencia            | -      | -      | 602.56 | 575.90 | 549.17 | -      | 538.74 |

Tabla 148. Resumen de áreas promedio por sentido

| Tramo                     | Área a |      |      |      |      |      |      | Área b |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|------|
|                           | 2015   | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 | 2015   | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |
| 21 La República - Virilla | -      | 501  | -    | -    | 585  | 584  | 576  | 460    | 536  | 444  | 470  | 468  | 454  | 445  |
| 22 La Uruca - Hatillo     | 429    | 444  | 542  | 542  | 534  | 541  | 533  | -      | 452  | -    | -    | 526  | 514  | 510  |
| 26 Abundancia - Florencia | -      | -    | 608  | -    | 545  | -    | 531  | -      | -    | 597  | 576  | 554  | -    | 546  |



Tabla 149. Inventario de ensayo de FWD

| Tramo | Ubicación                      | Año  |      |      |      |      |      |      |
|-------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|       |                                | 2015 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |
| 1     | Sabalito-Las Mellizas          | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 2     | Quepos-Barú                    | x    | x    | x    | x    |      |      | x    |
| 3     | Moravia-Coronado               | x    | x    |      | x    | x    | x    | x    |
| 4     | Cartago-Paraiso                | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 5     | Barú-Palmar Norte              | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 6     | Pozón-Jacó                     | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 7     | Puntarenas-Caldera             | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 8     | Santo Domingo-Los Ángeles      | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 9     | Guácimo-Pocora                 | x    | x    | x    | x    |      |      |      |
| 10    | Pacuarito-Siquirres            | x    | x    | x    | x    |      |      |      |
| 11    | Playa Hermosa-Esterillos       | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 12    | Nicoya-Santa Cruz              | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 13    | Cartago-Volcán Irazú           | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 14    | Cajón-Buenos Aires             | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 15    | San Isidro del General-Palmare | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 16    | Florencia-Santa Clara          | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 17    | Ciudad Neilly-Paso Canoas      | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 18    | Liberia-Peñas Blancas          | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 19    | Lajas-Carrillo                 | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 20    | Cañas Liberia                  | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 21    | La República-Virilla           | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 22    | La Uruca-Hatillos              | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 23    | Santa Cruz-Villareal           | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 24    | Cahuita-Penshurt               | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 25    | Bananito Sur-San Clemente      | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    |
| 26    | Abundancia-Florencia           |      |      | x    | x    | x    |      | x    |

Nota: Las "x" representa el año y el tramo en el que se realizó el ensayo.

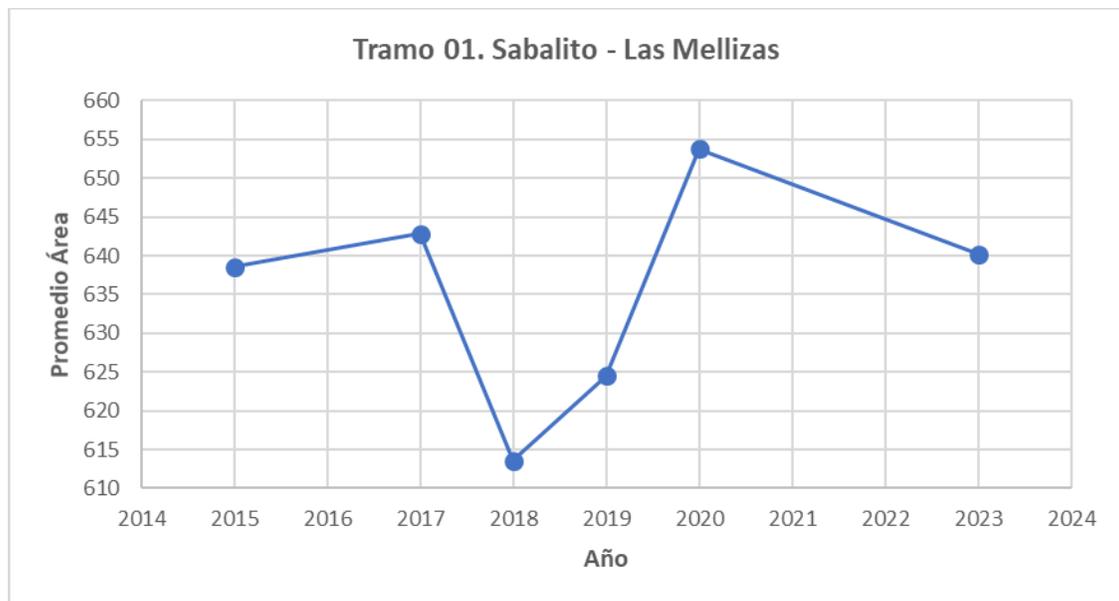
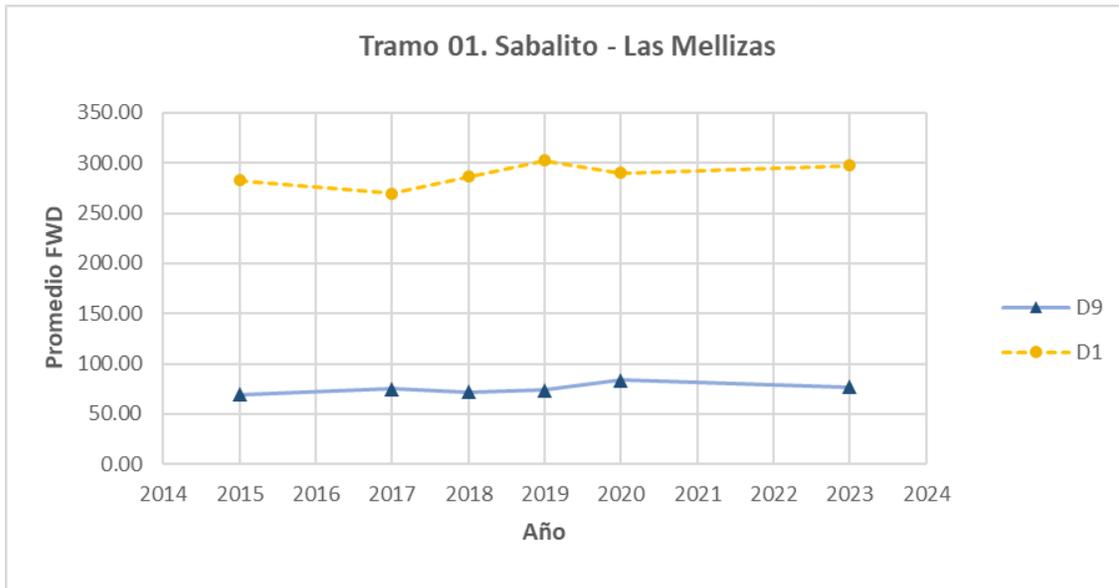


Figura 102. Deflectometría Tramo #1 Sabalito-Las Mellizas

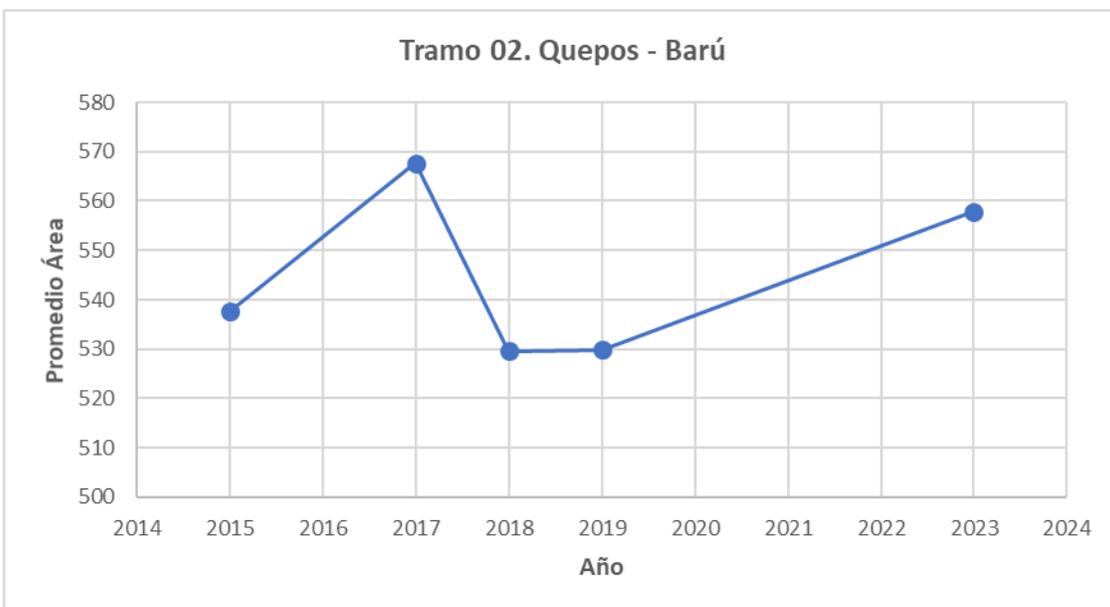
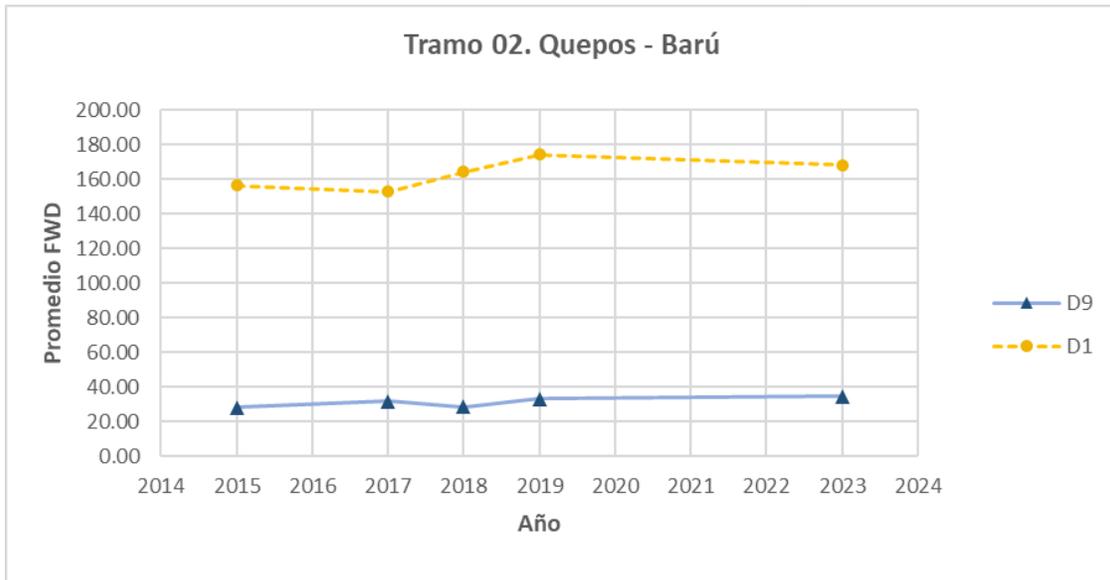
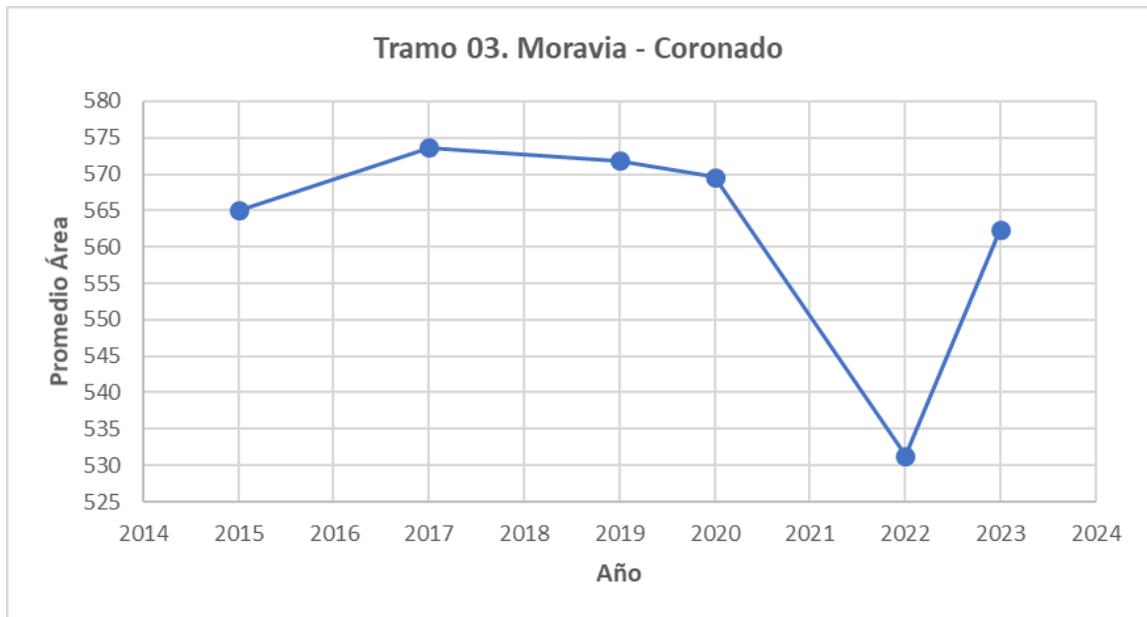
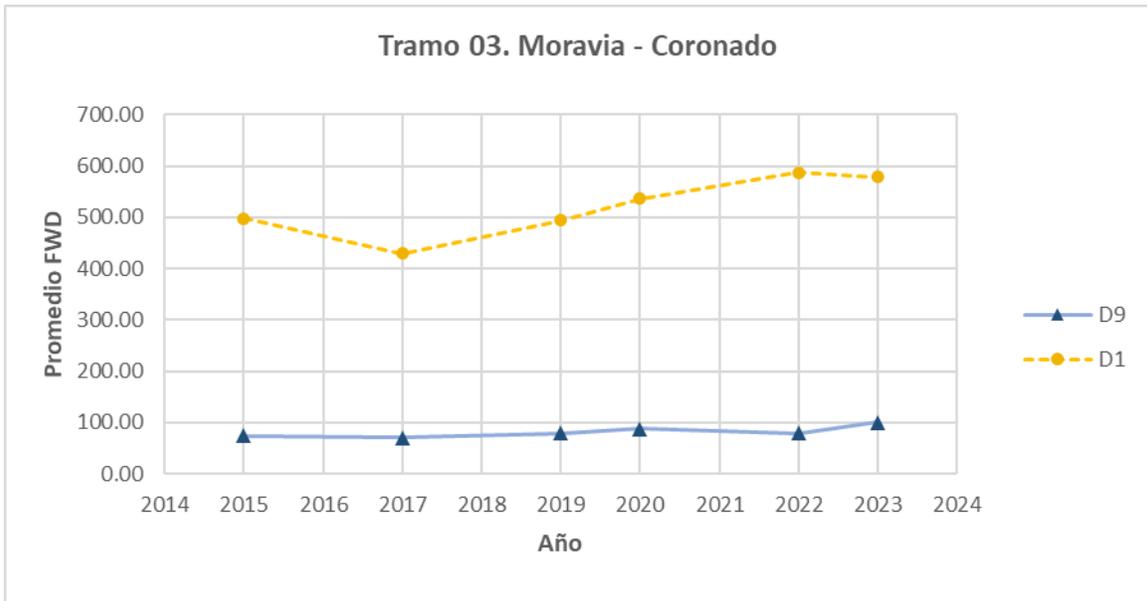


Figura 103. Deflectometría Tramo #2 Quepos-Barú



**Figura 104.** Deflectometría Tramo #3 Moravia-Coronado

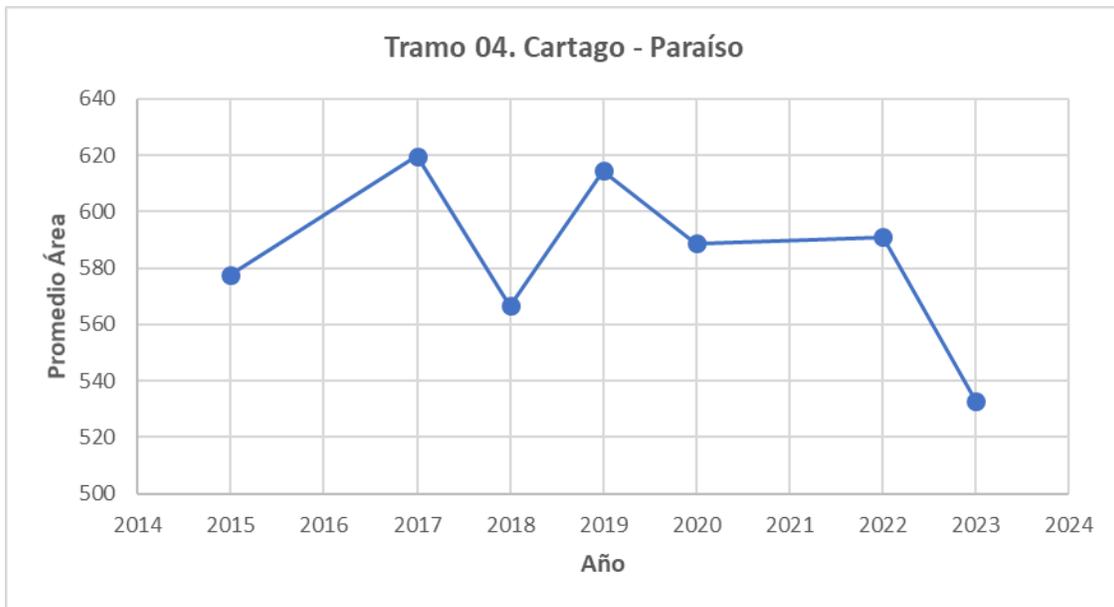
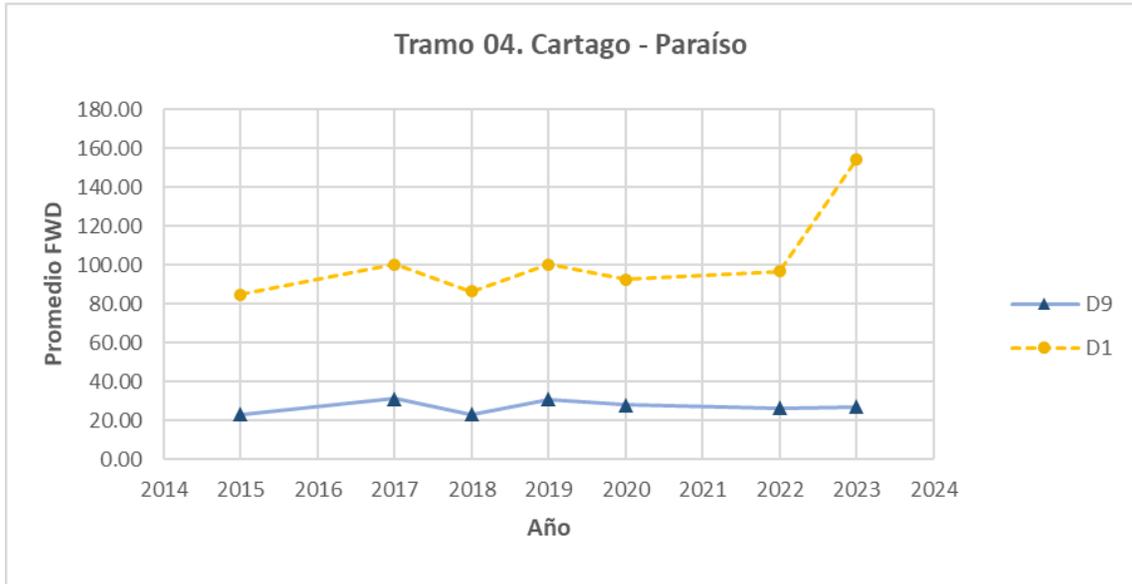


Figura 105. Deflectometría Tramo #4 Cartago-Paraíso

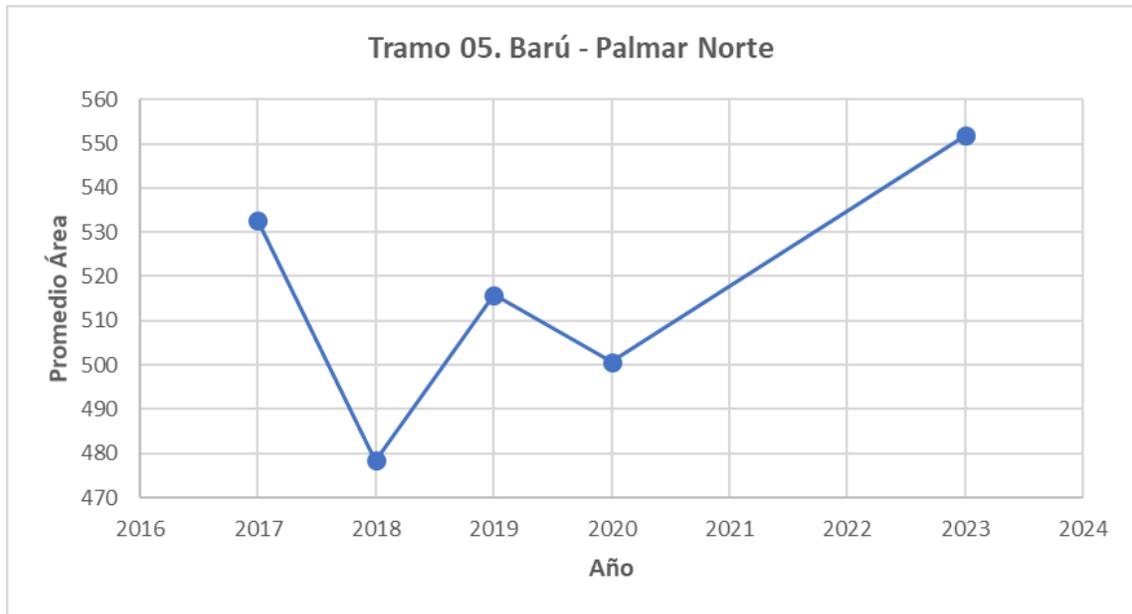
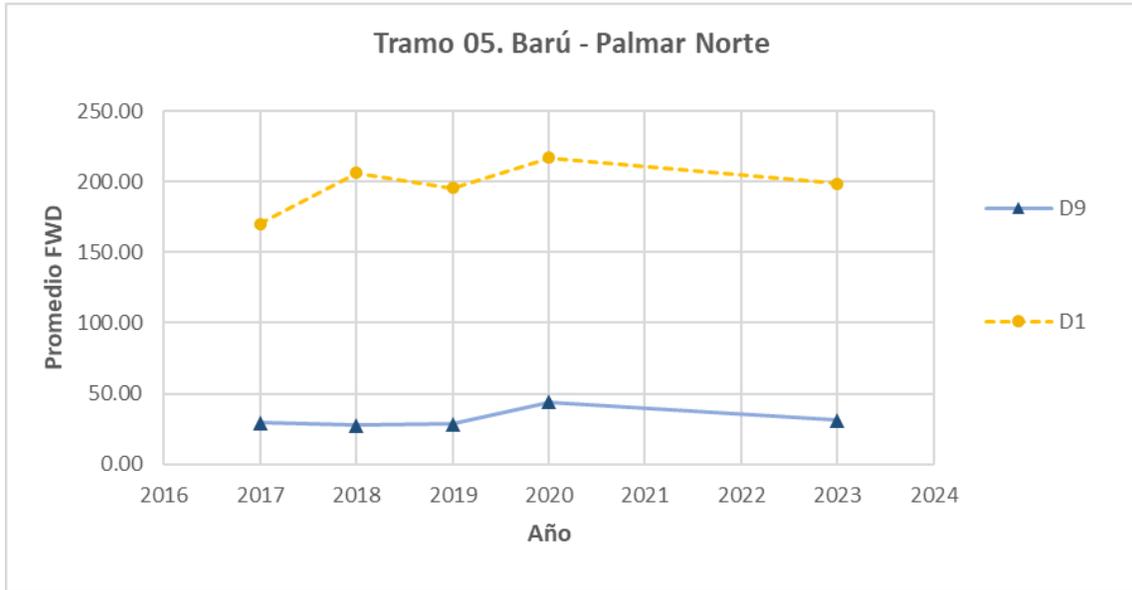


Figura 106. Deflectometría Tramo #5 Barú – Palmar Norte

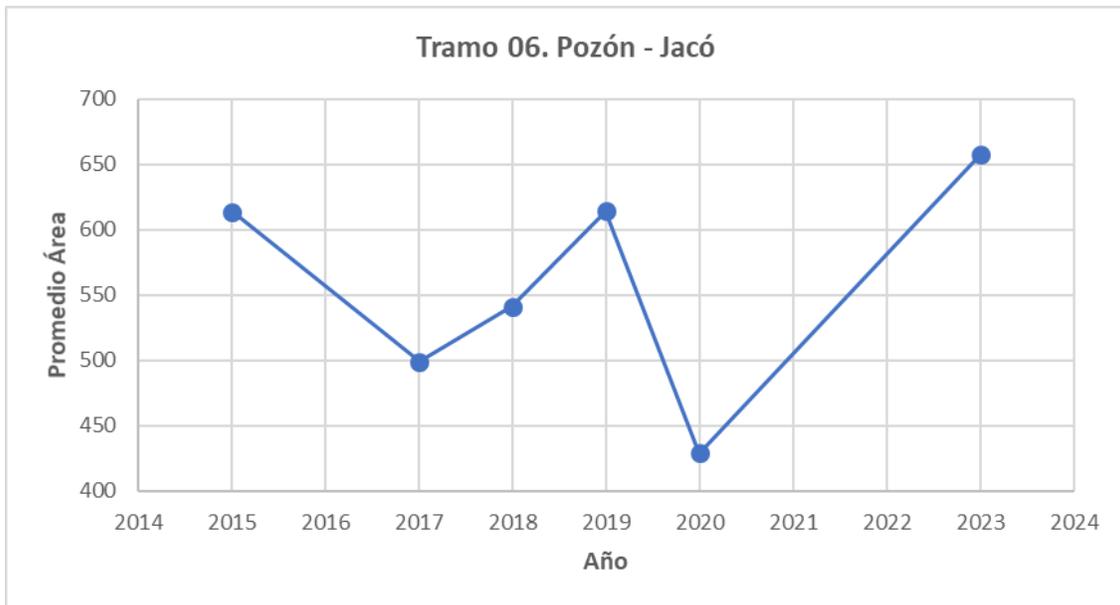
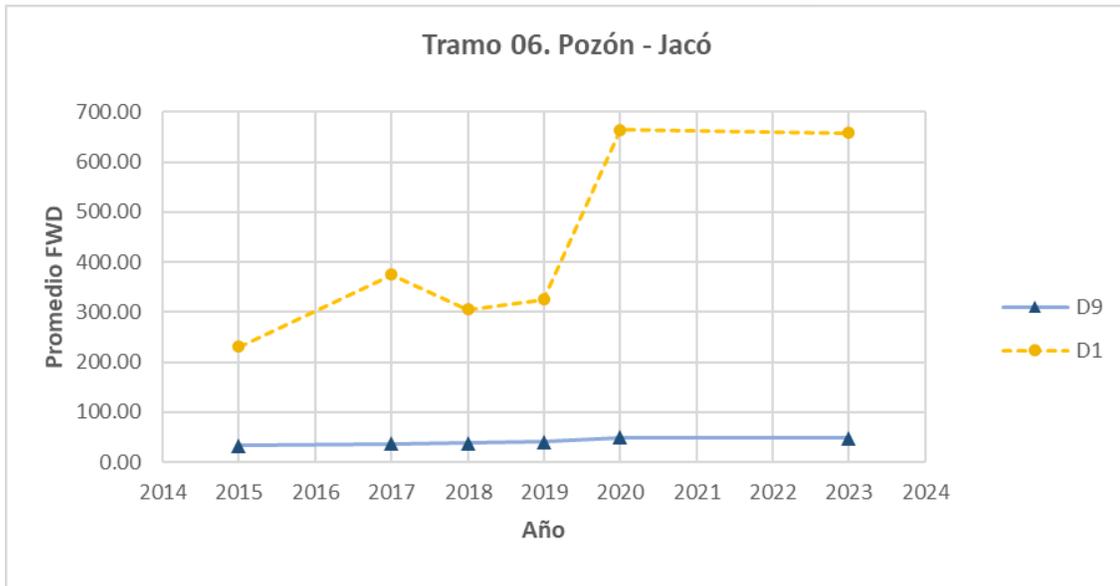
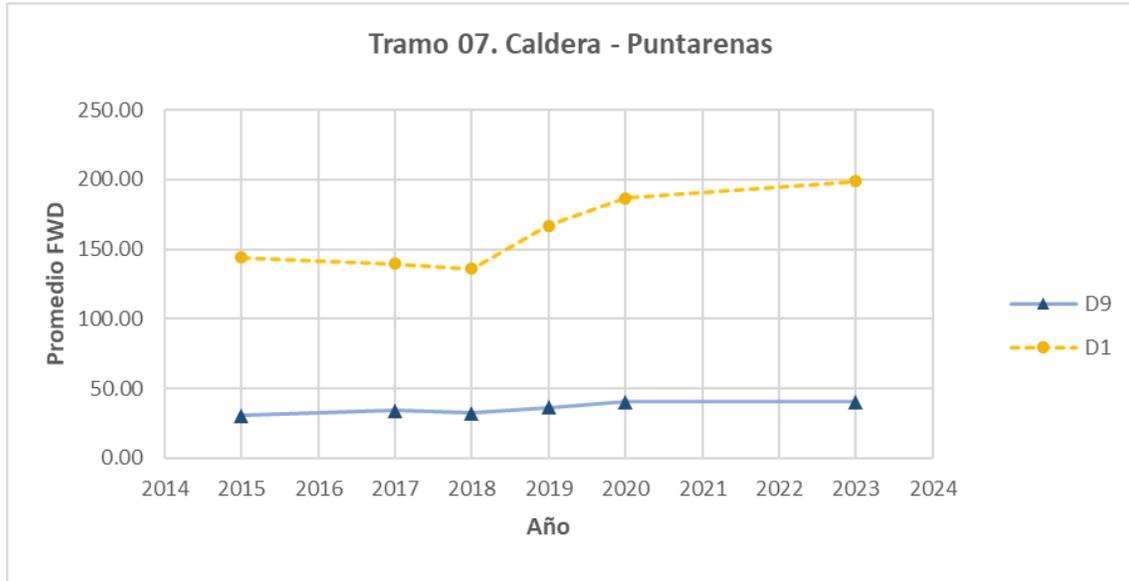


Figura 107. Deflectometría Tramo #6 Pozón - Jacó



**Figura 108.** Deflectometría Tramo #7 Caldera – Puntarenas

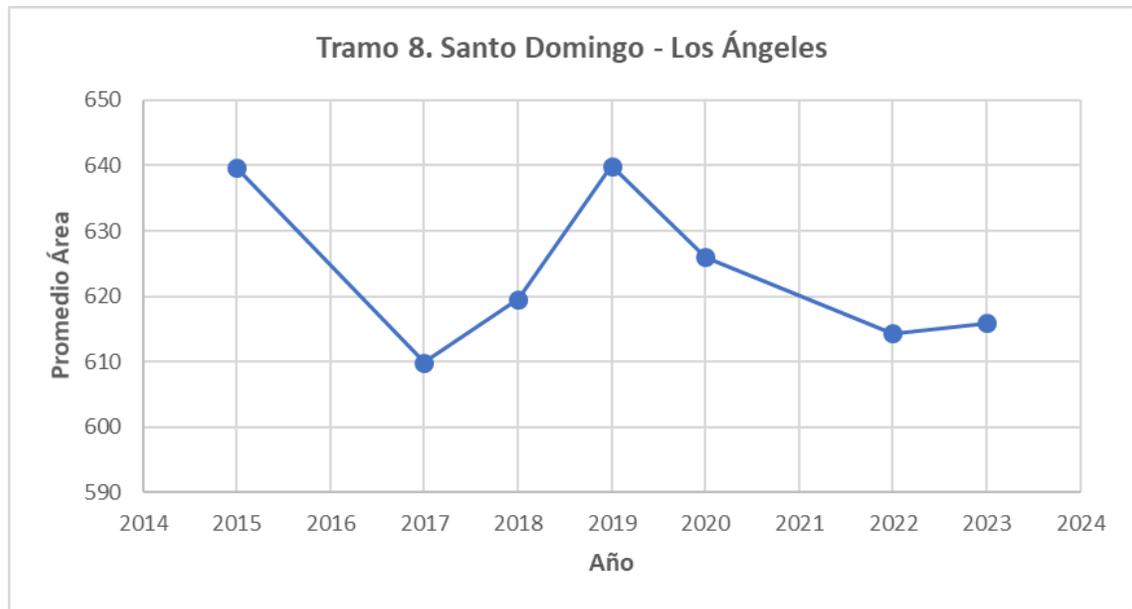
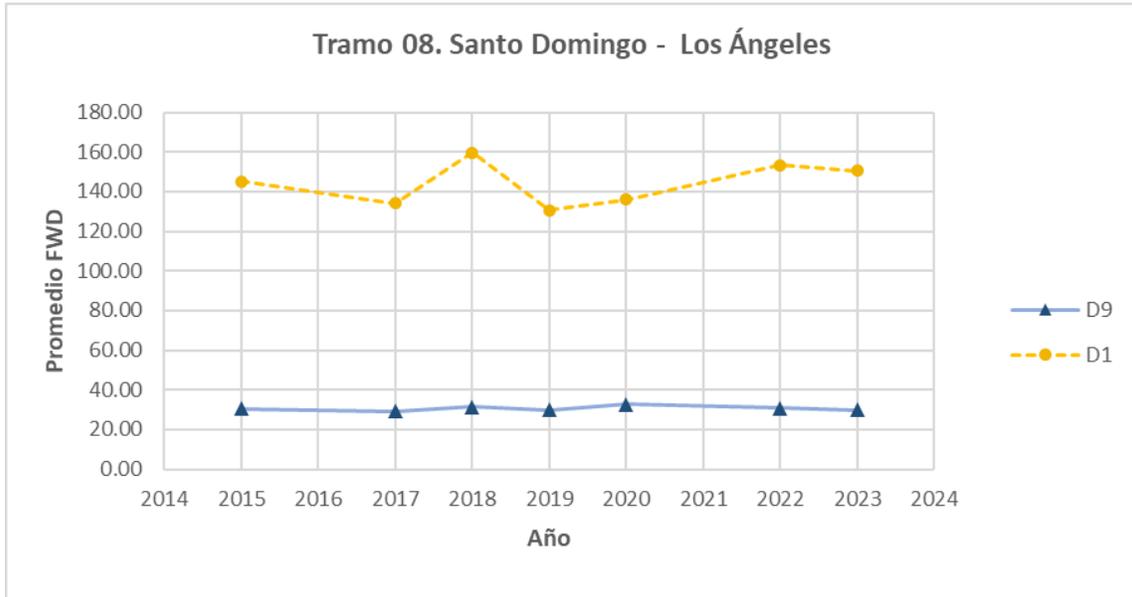


Figura 109. Deflectometría Tramo #8 Santo Domingo - Los Ángeles



**Figura 110.** Deflectometría Tramo #9 Guácimo - Pocora

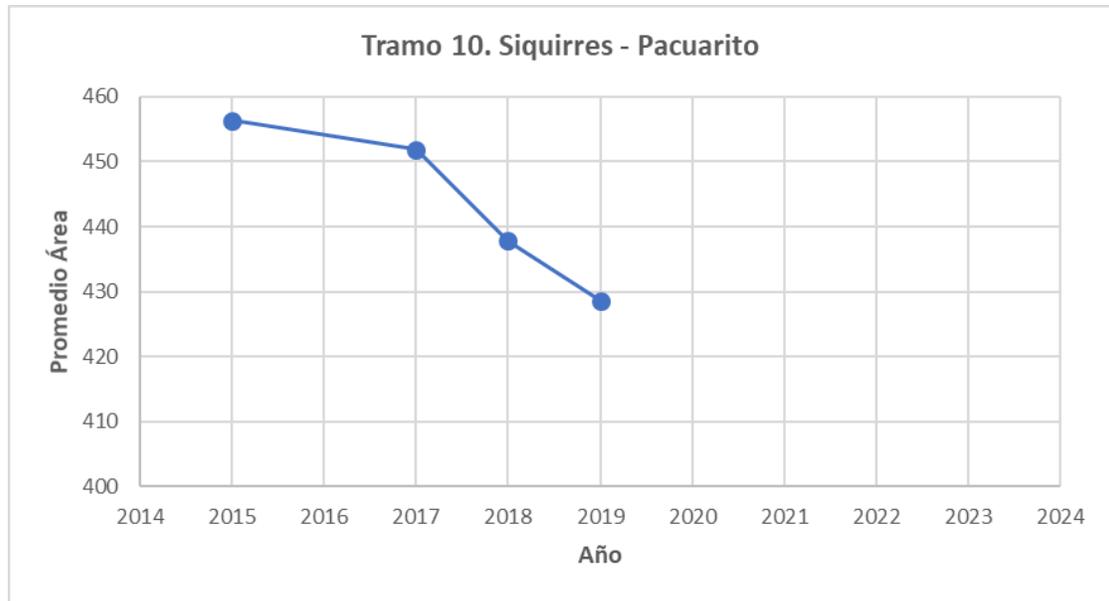
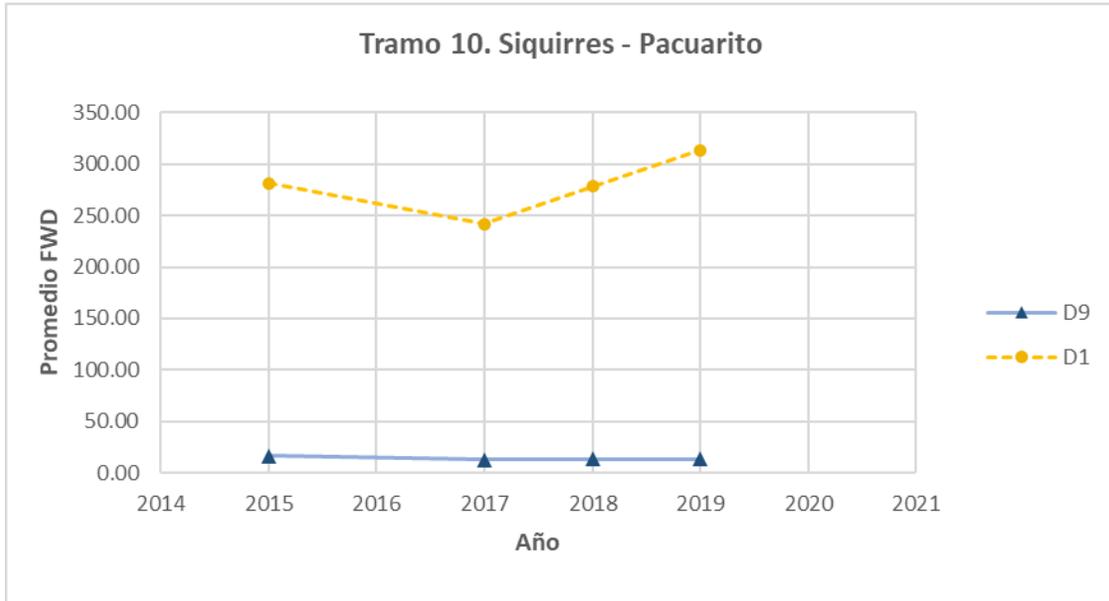
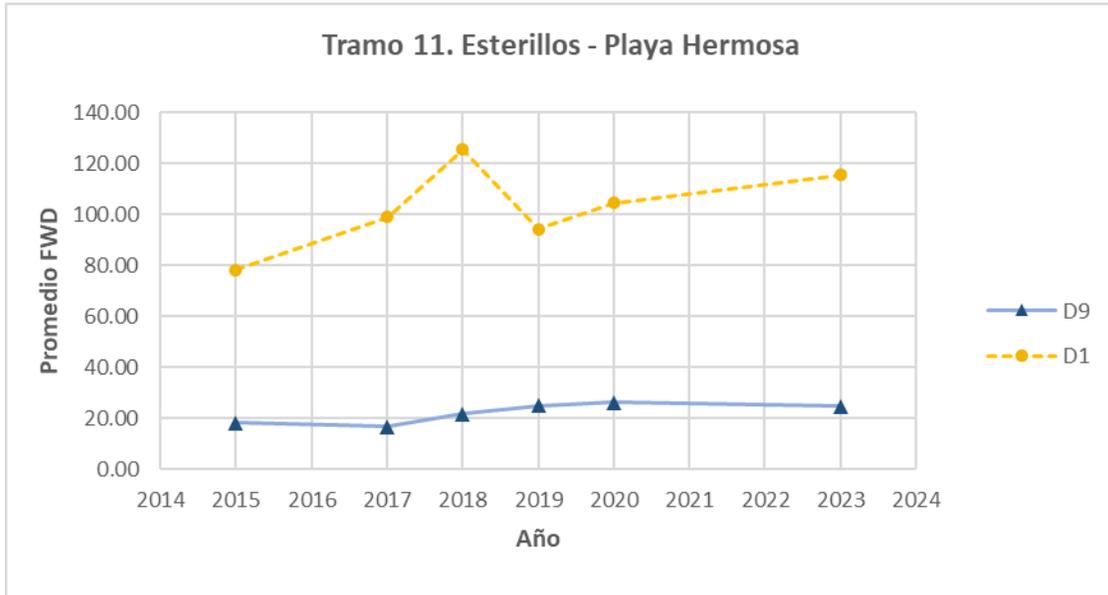


Figura 111. Deflectometría Tramo #10 Siquirres - Pacuarito



**Figura 112.** Deflectometría Tramo #11 Esterillos - Playa Hermosa

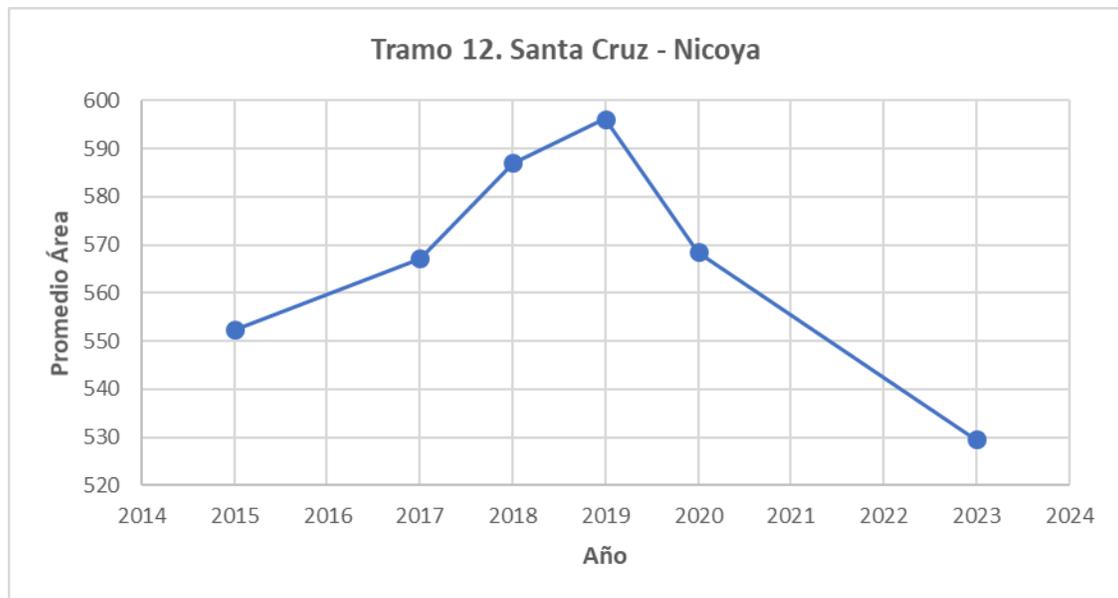
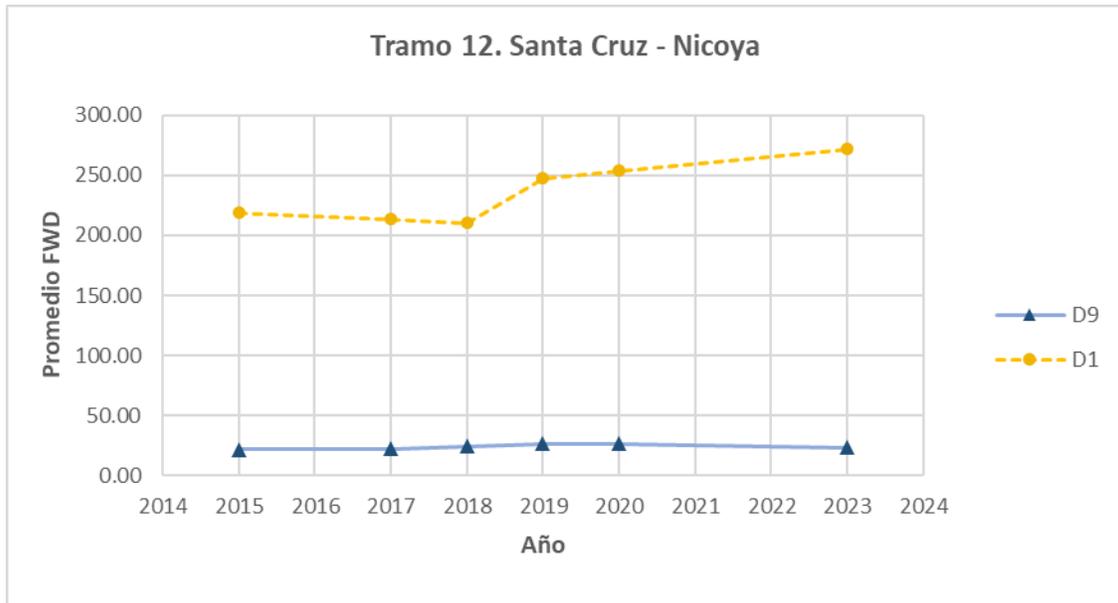
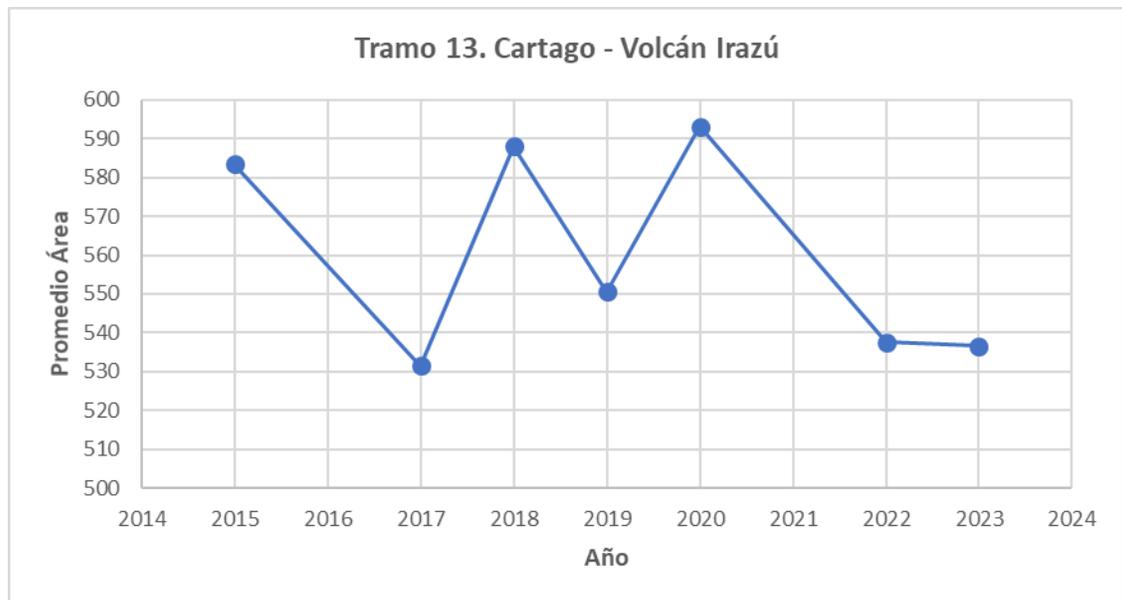
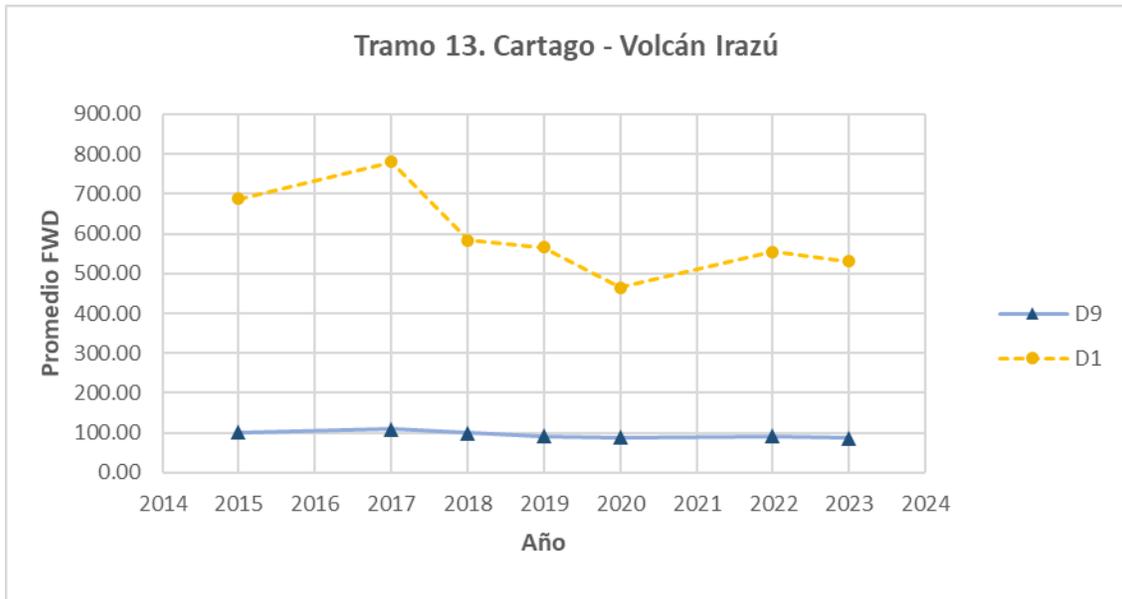


Figura 113. Deflectometría Tramo #12 Santa Cruz - Nicoya



**Figura 114.** Deflectometría Tramo #13 Cartago - Volcán Irazú

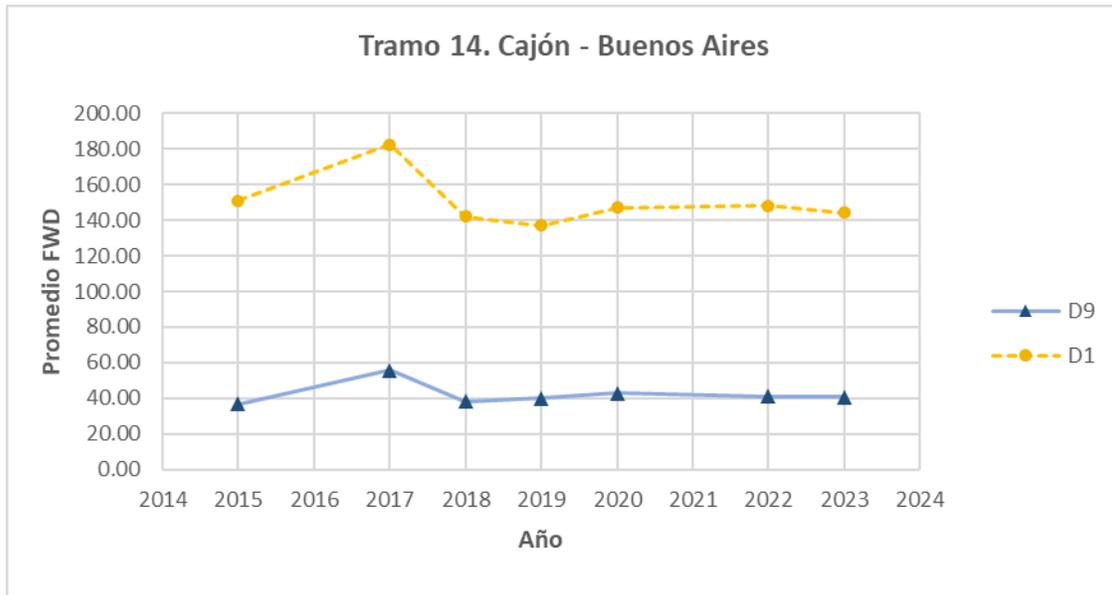


Figura 115. Deflectometría Tramo #14 Cajón - Buenos Aires

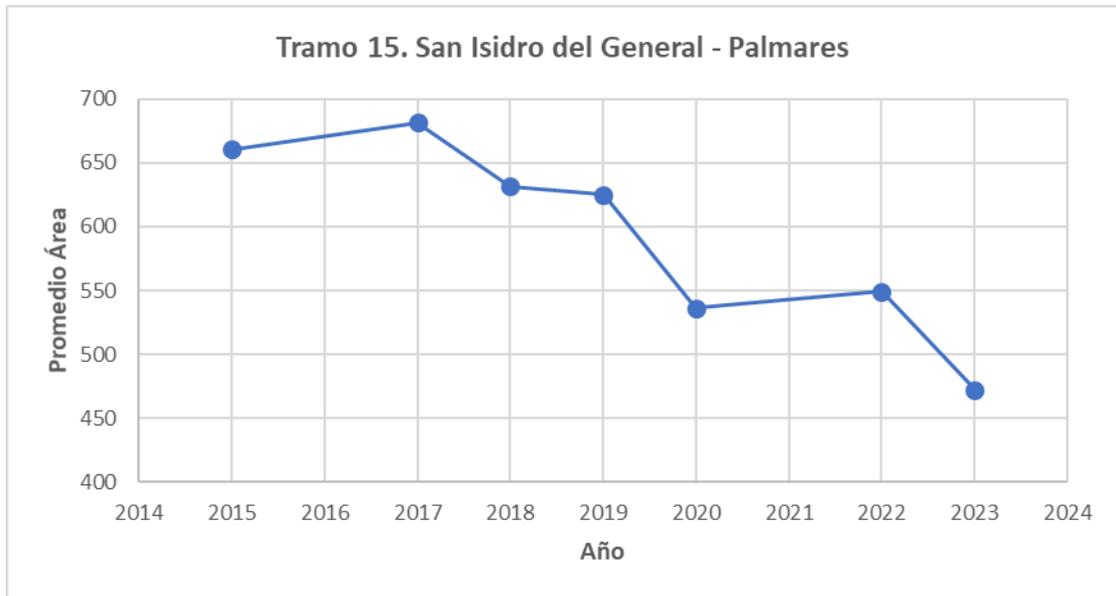
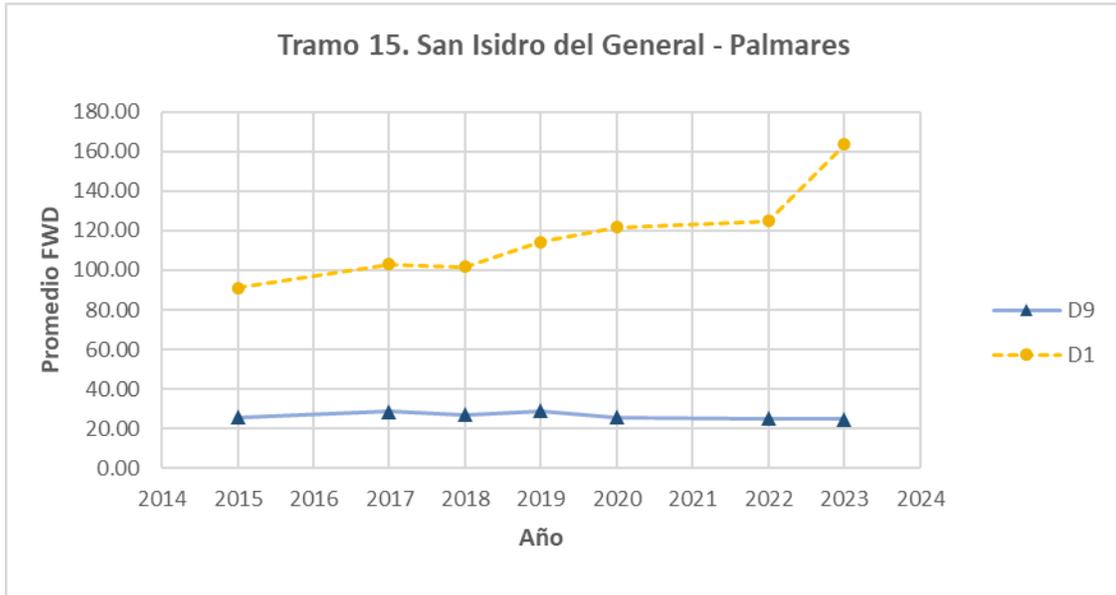


Figura 116. Deflectometría Tramo #15 San Isidro del General - Palmares

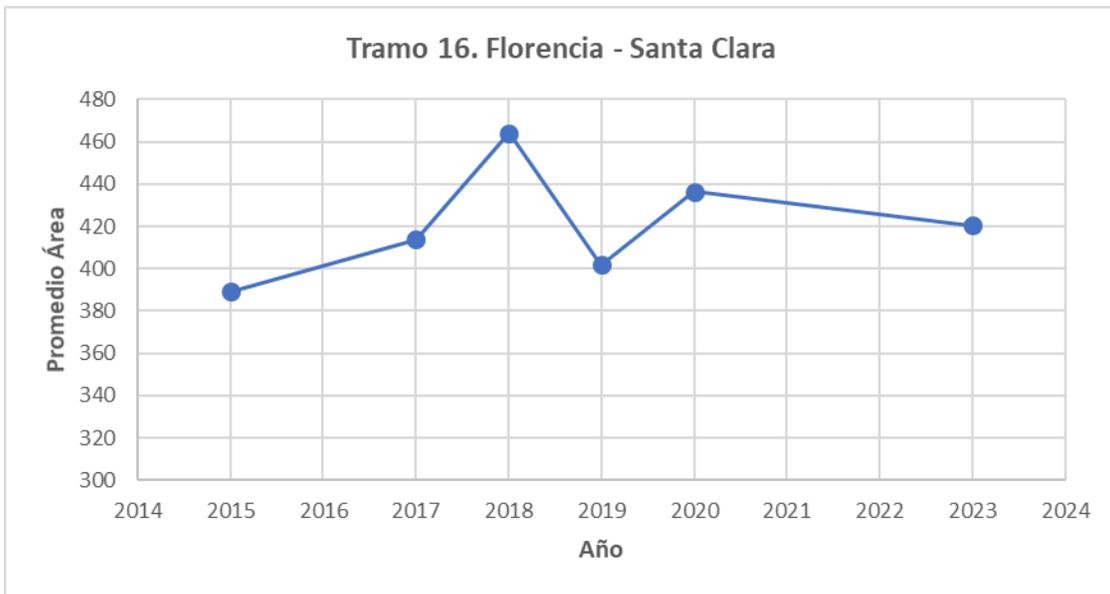
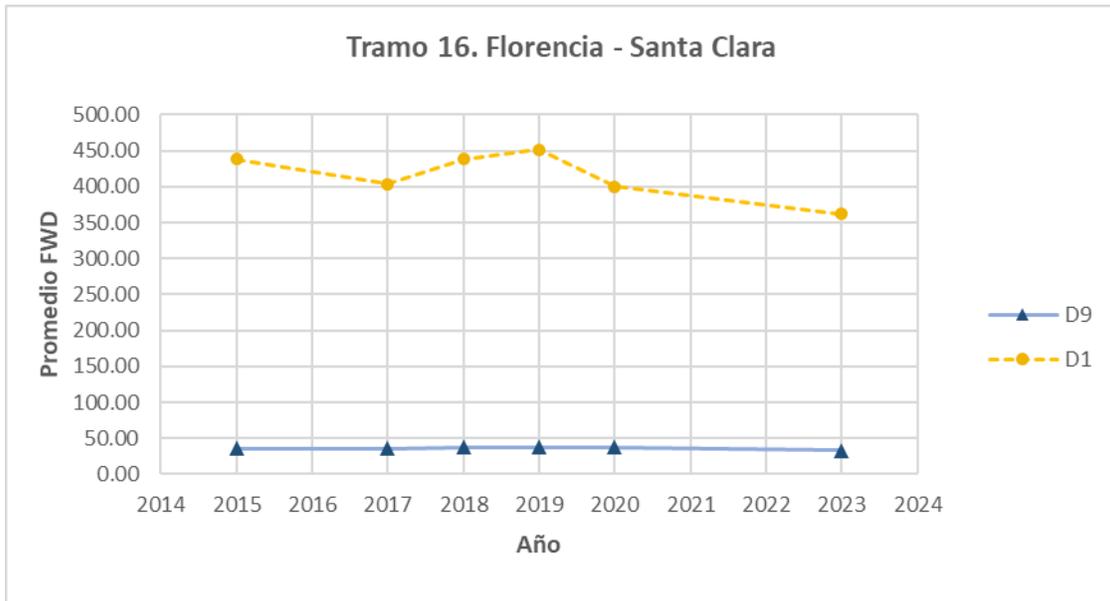
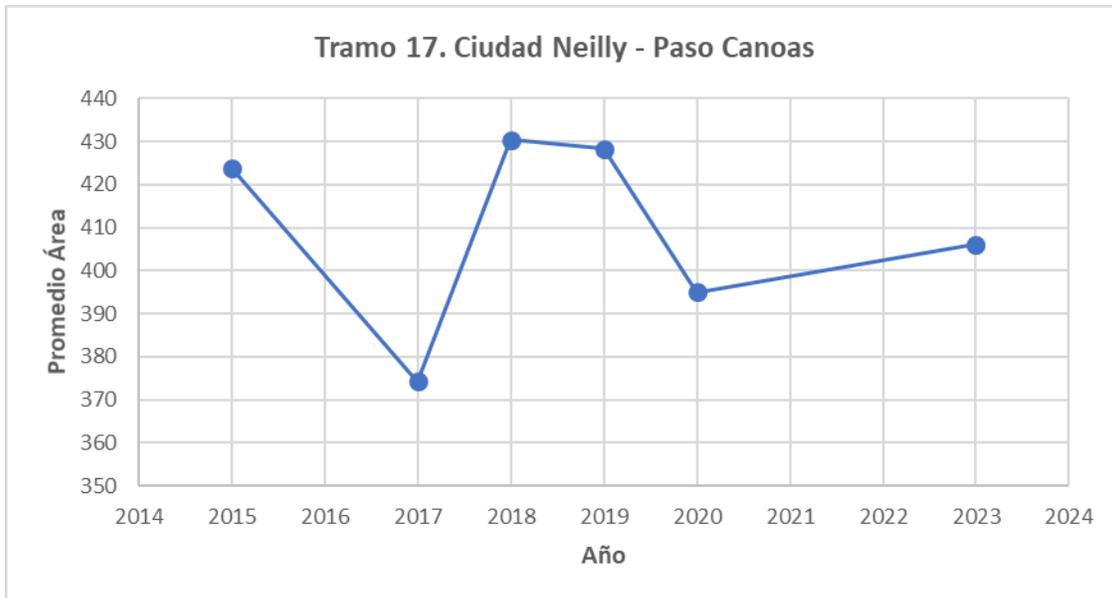
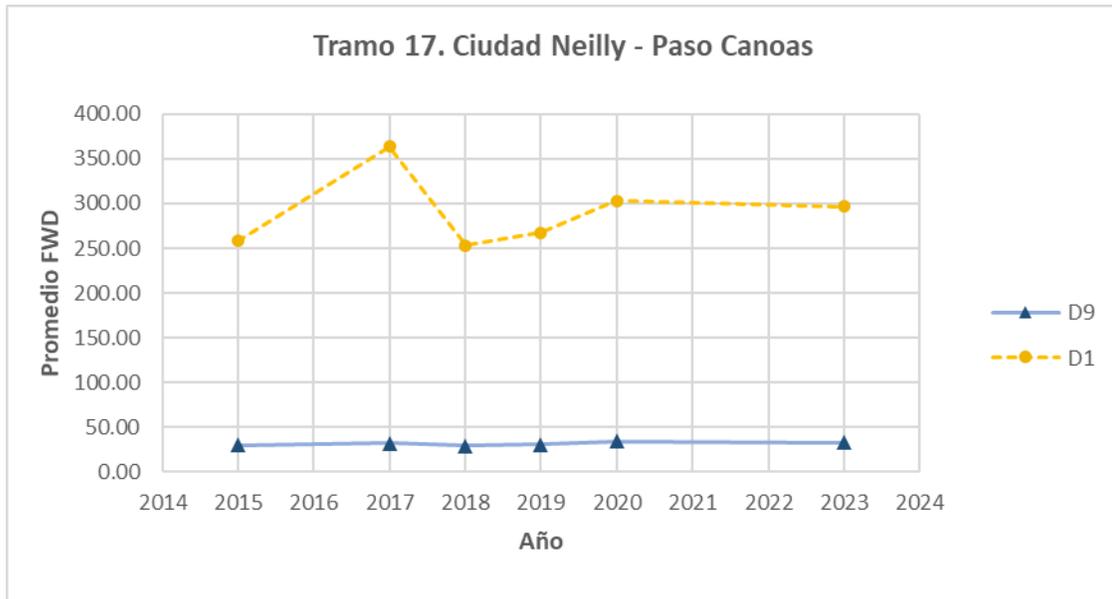
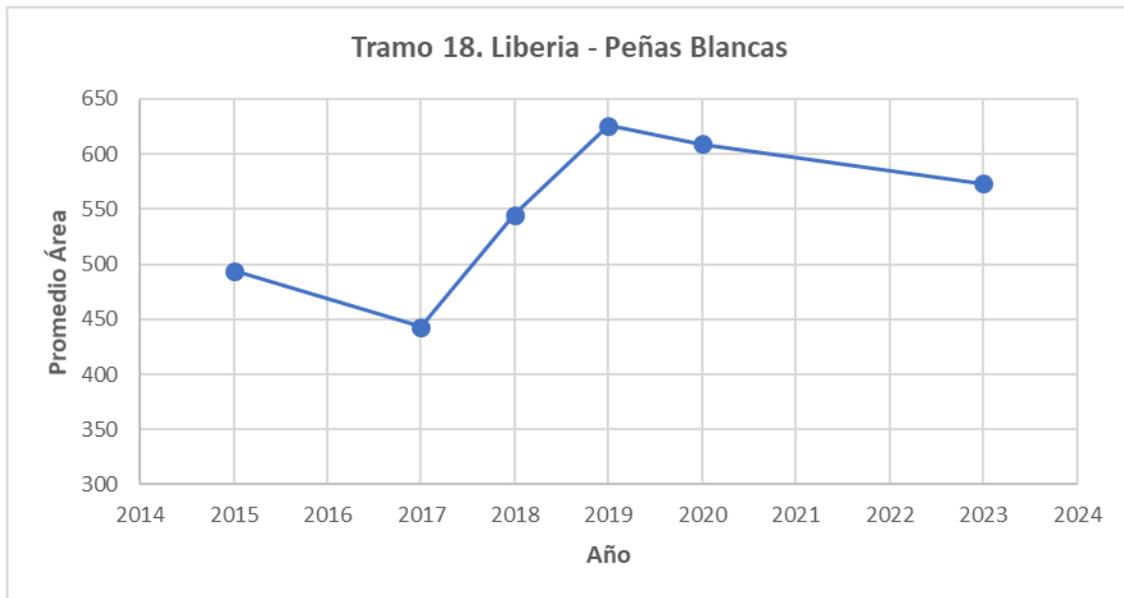


Figura 117. Deflectometría Tramo #16 Florencia - Santa Clara



**Figura 118.** Deflectometría Tramo #17 Ciudad Neilly-Paso Canoas



**Figura 119.** Deflectometría Tramo #18 Liberia-Peñas Blancas



Figura 120. Deflectometría Tramo #19 Lajas - Carrillo

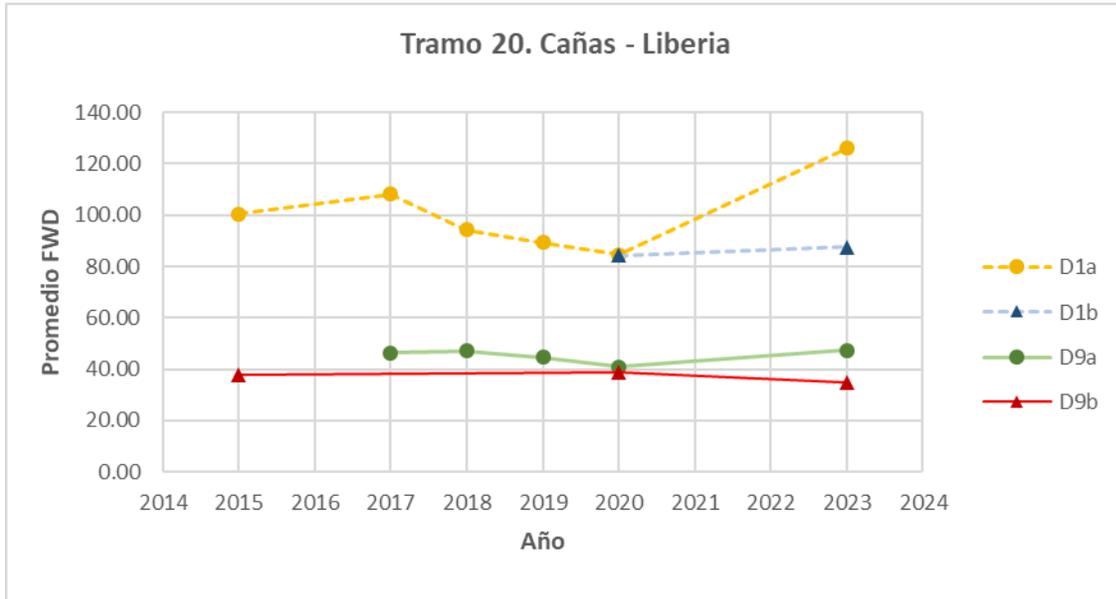


Figura 121. Deflectometría Tramo #20 Cañas - Liberia

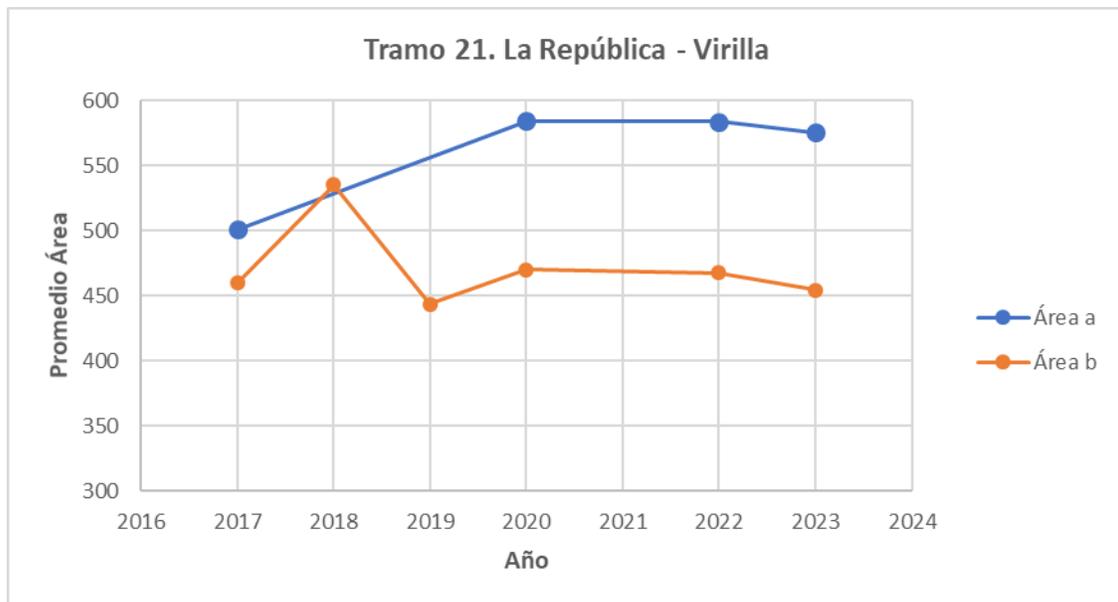
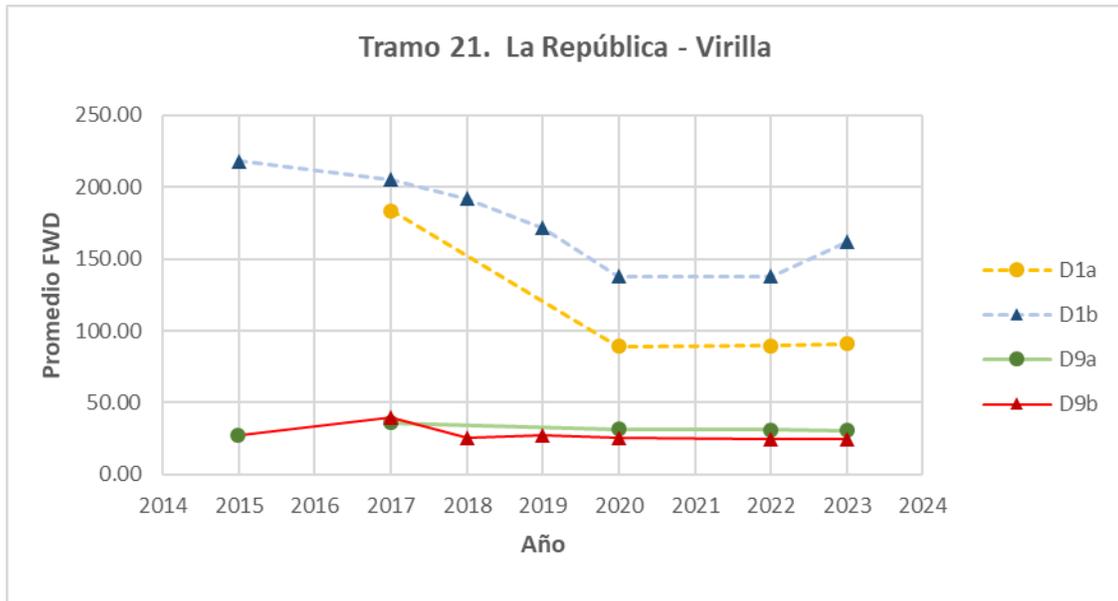
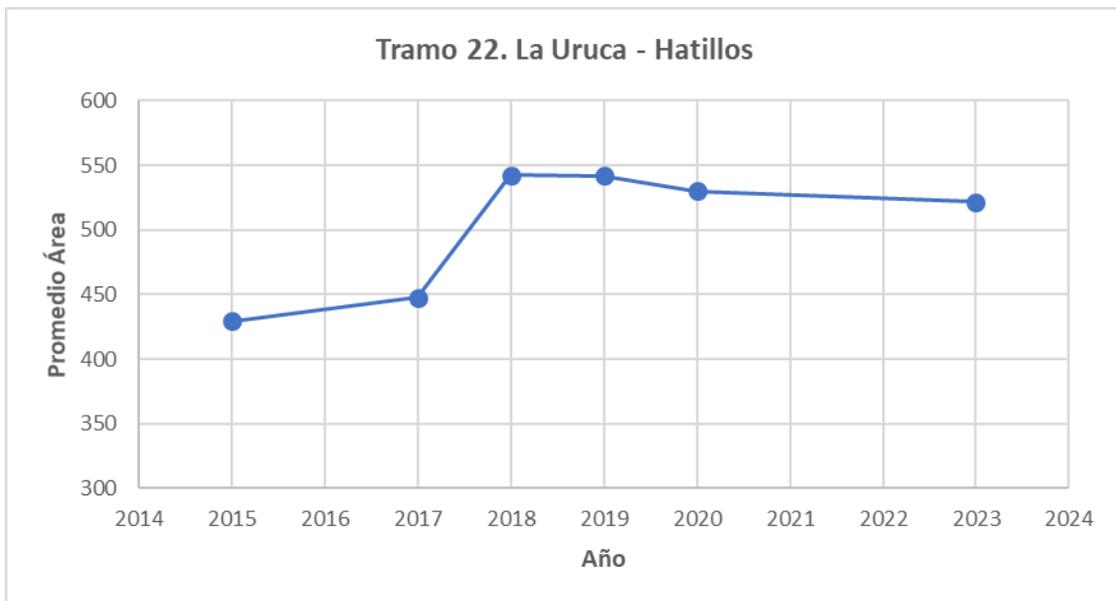
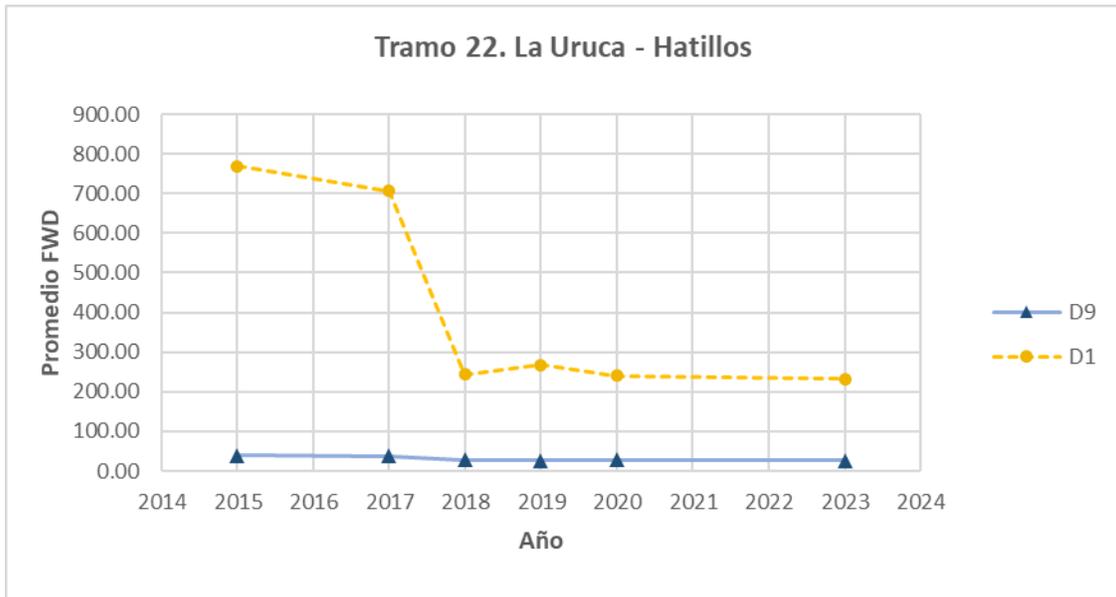
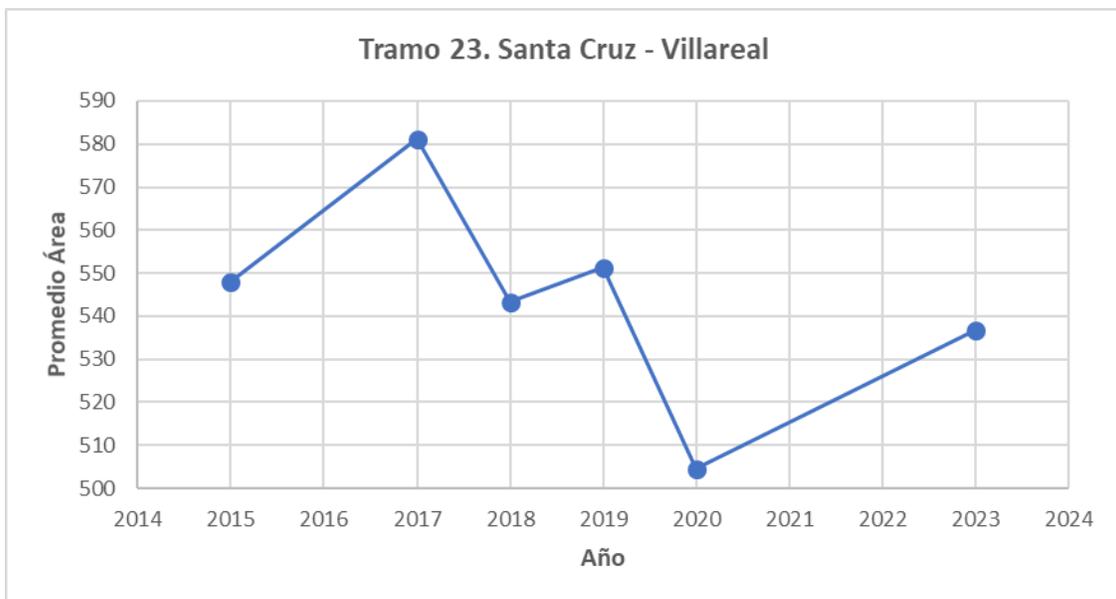
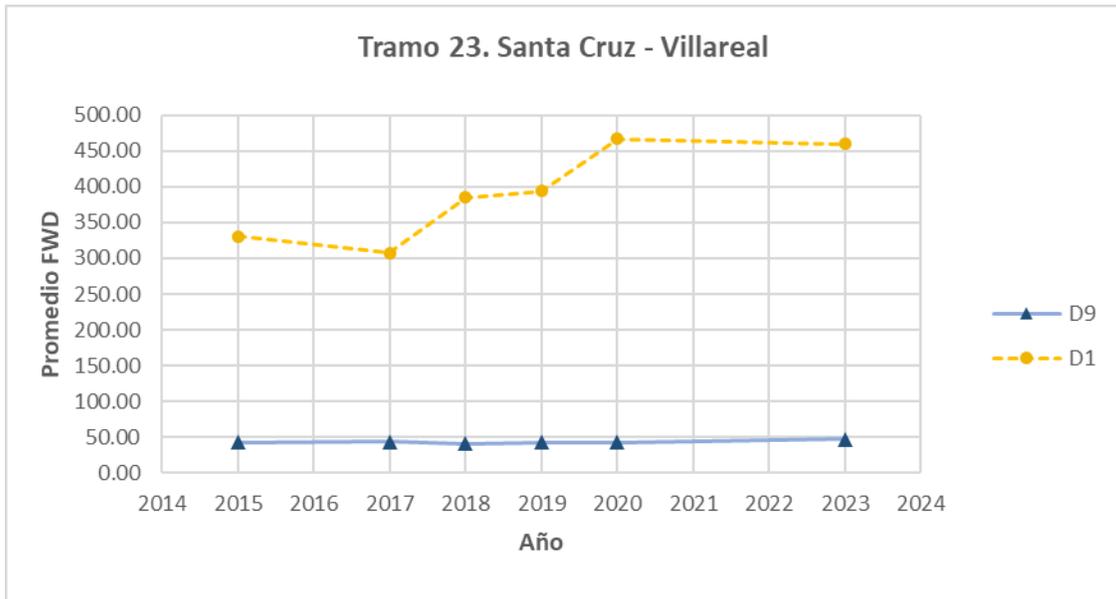


Figura 122. Deflectometría Tramo #21 La República-Virilla



**Figura 123.** Deflectometría Tramo #22 La Uruca - Hatillos



**Figura 124.** Deflectometría Tramo #23 Santa Cruz - Villareal

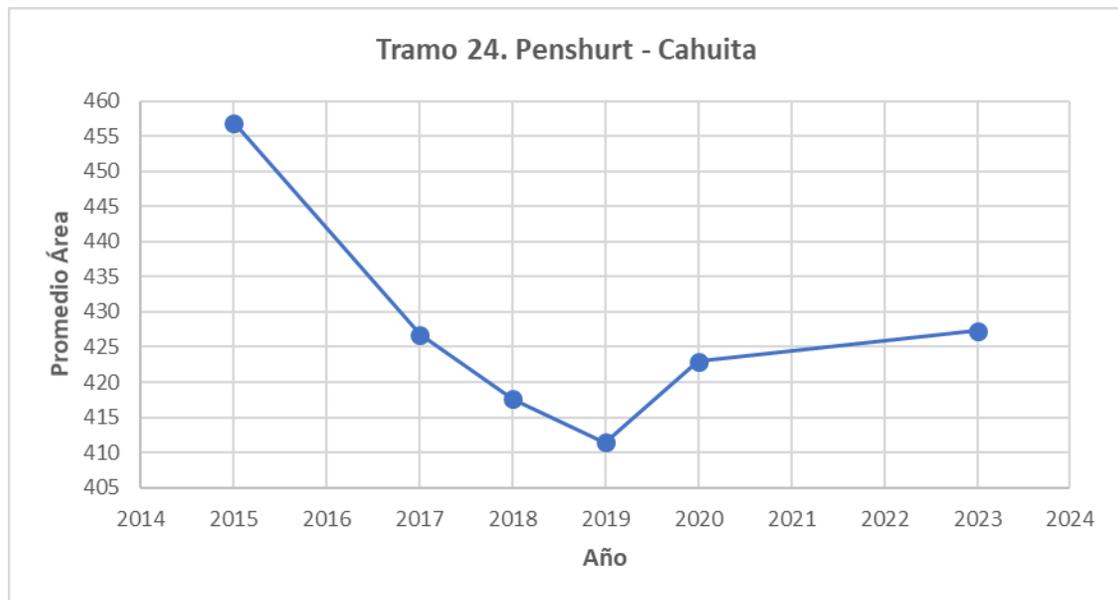
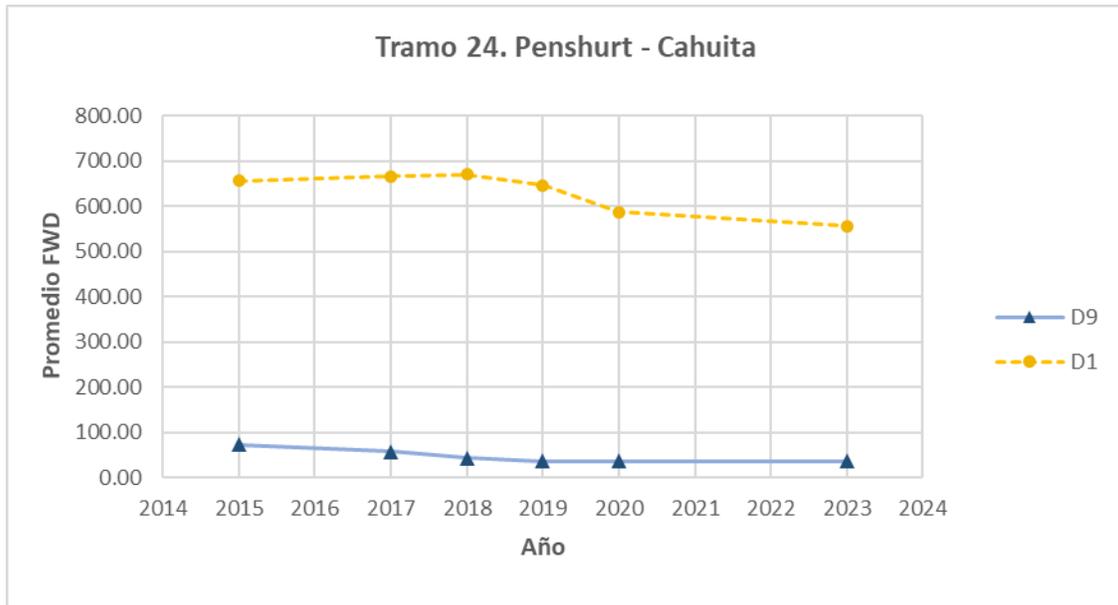


Figura 125. Deflectometría Tramo #24 Penschurt - Cahuita

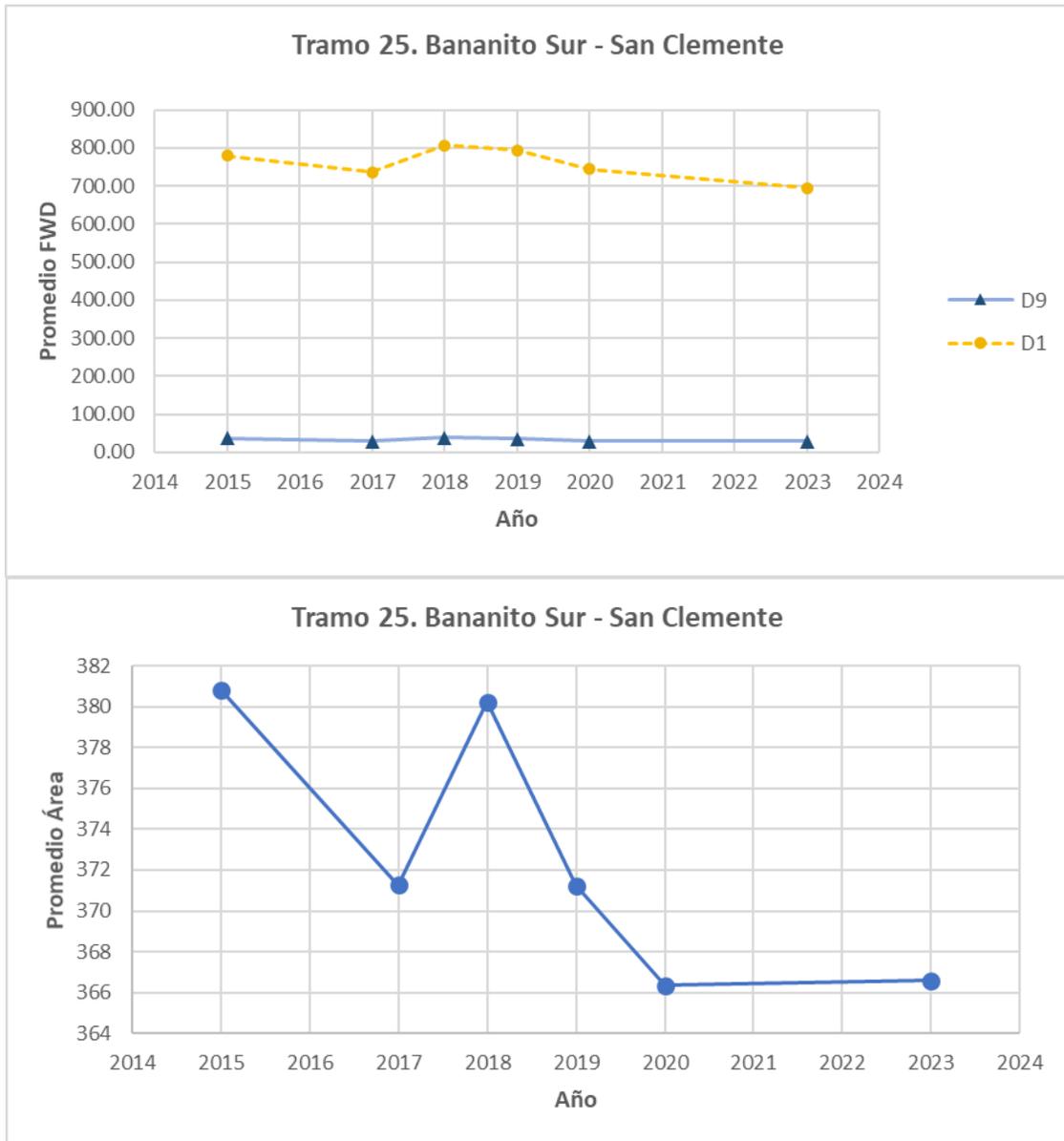
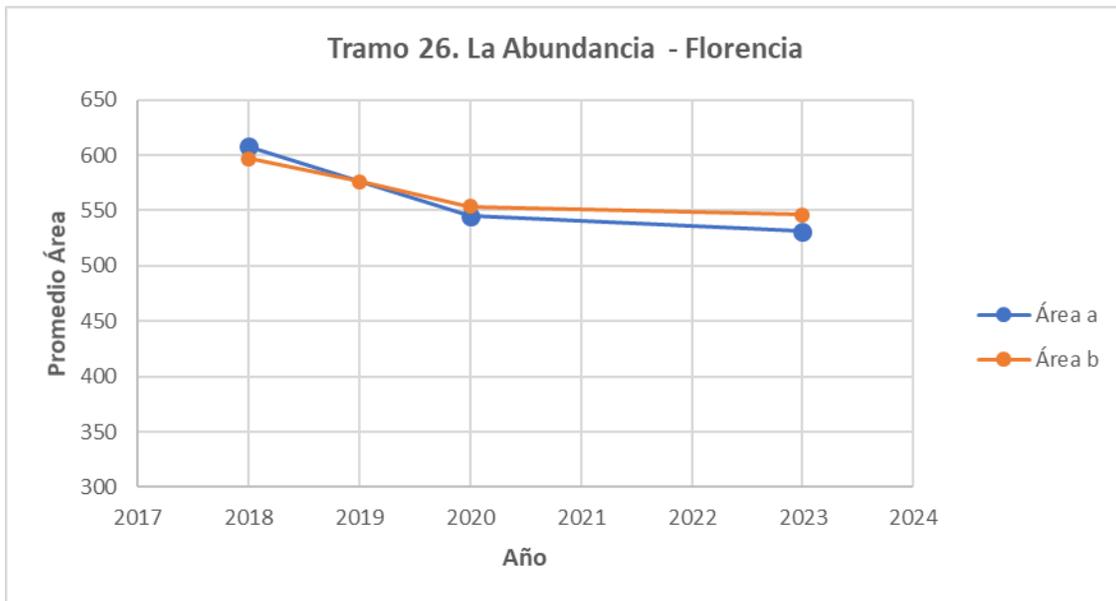
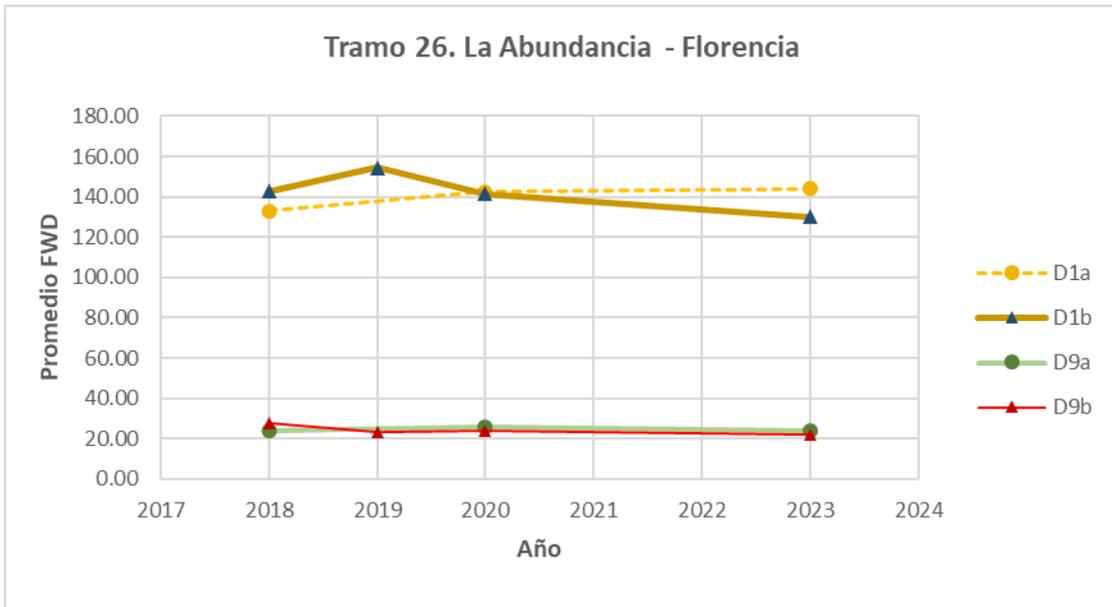


Figura 126. Deflectometría Tramo #25 Bananito Sur - San Clemente



**Figura 127.** Deflectometría Tramo #26 La Abundancia - Florencia



Tabla 150. Rangos de clasificación por radio de curvatura

| Tipo de base                  | Intervalo de R <sub>o</sub> C (m) | Condición estructural      |
|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Base Granular                 | >100                              | Buena (Es sólido y fuerte) |
|                               | 50-100                            | Regular (Alarmante)        |
|                               | <50                               | Débil (Severa)             |
| Base estabilizada con cemento | >150                              | Buena (Es sólido y fuerte) |
|                               | 80-150                            | Regular (Alarmante)        |
|                               | <80                               | Débil (Severa)             |

Fuente: (Horak, 2008)

Tabla 151. Resumen de Radio de curvatura

| Tramo                                | Radio de curvatura |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                      | 2015               | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |
| 1 Sabalito-Las Mellizas              | 416                | 558  | 335  | 438  | 454  | -    | 398  |
| 2 Quepos-Barú                        | 347                | 480  | 351  | 318  | -    | -    | 335  |
| 3 Moravia-Coronado                   | 384                | 501  |      | 403  | 356  | 252  | 365  |
| 4 Cartago-Paraíso                    | 1194               | 1480 | 1111 | 1377 | 1142 | 1129 | 760  |
| 5 Barú-Palmar Norte                  | -                  | 420  | 215  | 412  | 233  | -    | 343  |
| 6 Pozón - Jacó                       | 613                | 254  | 279  | 298  | 100  | -    | 115  |
| 7 Caldera - Puntarenas               | 870                | 703  | 760  | 804  | 723  | -    | 729  |
| 8 Santo Domingo - Los Ángeles        | 1124               | 1280 | 651  | 1354 | 1281 | 1261 | 1187 |
| 9 Guacimo-Pocora                     | 193                | 279  | 183  | 260  | -    | -    | -    |
| 10 Siquirres - Pacuarito             | 246                | 273  | 238  | 272  | -    | -    | -    |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos          | 839                | 1201 | 302  | 873  | 613  | -    | 472  |
| 12 Nicoya - Santa Cruz               | 406                | 409  | 440  | 420  | 511  | -    | 234  |
| 13 Cartago-Volcán Irazú              | 283                | 287  | 257  | 310  | 381  | 250  | 309  |
| 14 Cajón-Buenos Aires                | 400                | 704  | 783  | 1137 | 694  | 552  | 957  |
| 15 San Isidro del General - Palmares | 1238               | 984  | 744  | 708  | 483  | 309  | 244  |
| 16 Florencia-Santa Clara             | 139                | 147  | 150  | 139  | 201  | -    | 171  |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas         | 226                | 180  | 279  | 196  | 132  | -    | 156  |
| 18 Liberia-Peñas Blancas             | 240                | 135  | 242  | 381  | 600  | -    | 527  |
| 19 Lajas - Carrillo                  | 382                | 264  | 254  | 207  | 361  | -    | 407  |
| 21 La República - Virilla            | 461                | 612  | 455  | 567  | 880  | 858  | 840  |
| 22 La Uruca - Hatillo                | 149                | 176  | 600  | 553  | 524  | 604  | 525  |
| 23 Santa Cruz -Villareal             | 221                | 313  | 276  | 278  | 315  | -    | 193  |
| 24 Penshurt - Cahuita                | 111                | 119  | 122  | 125  | 114  | -    | 103  |
| 25 Bananito Sur - San Clemente       | 74                 | 78   | 89   | 86   | 83   | -    | 73   |
| 26 Abundancia - Florencia            | -                  | -    | 836  | 458  | 732  | -    | 515  |



Tabla 152. Rangos de clasificación índice de capa base

| Tipo de base                  | Intervalo de BLI ( $\mu\text{m}$ ) | Condición estructural      |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Base Granular                 | <200                               | Buena (Es sólido y fuerte) |
|                               | 200-400                            | Regular (Alarmante)        |
|                               | >400                               | Débil (Severa)             |
| Base estabilizada con cemento | <100                               | Buena (Es sólido y fuerte) |
|                               | 100-300                            | Regular (Alarmante)        |
|                               | >300                               | Débil (Severa)             |

Fuente: (Horak, 2008)

Tabla 153. Resumen del Índice de capa base

| Tramo                                | Índice de capa base (BLI) |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                      | 2015                      | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |
| 1 Sabalito-Las Mellizas              | 93                        | 60   | 101  | 84   | 76   | -    | 91   |
| 2 Quepos-Barú                        | 82                        | 65   | 85   | 91   | -    | -    | 85   |
| 3 Moravia-Coronado                   | 113                       | 77   | -    | 110  | 115  | 160  | 147  |
| 4 Cartago-Paraíso                    | 22                        | 22   | 27   | 24   | 26   | 24   | 47   |
| 5 Barú-Palmar Norte                  | -                         | 75   | 138  | 78   | 119  | -    | 92   |
| 6 Pozón - Jacó                       | 89                        | 162  | 136  | 130  | 377  | -    | 317  |
| 7 Caldera - Puntarenas               | 41                        | 46   | 43   | 48   | 50   | -    | 56   |
| 8 Santo Domingo - Los Ángeles        | 30                        | 28   | 51   | 25   | 26   | 39   | 31   |
| 9 Guácimo-Pocora                     | 169                       | 136  | 182  | 129  | -    | -    | -    |
| 10 Siquirres - Pacuarito             | 139                       | 124  | 149  | 129  | -    | -    | -    |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos          | 36                        | 34   | 95   | 43   | 46   | -    | 69   |
| 12 Nicoya - Santa Cruz               | 82                        | 78   | 78   | 82   | 69   | -    | 147  |
| 13 Cartago-Volcán Irazú              | 167                       | 173  | 151  | 131  | 104  | 151  | 125  |
| 14 Cajón-Buenos Aires                | 64                        | 44   | 39   | 28   | 44   | 51   | 35   |
| 15 San Isidro del General - Palmares | 22                        | 28   | 36   | 39   | 52   | 77   | 115  |
| 16 Florencia-Santa Clara             | 249                       | 238  | 166  | 244  | 173  | -    | 194  |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas         | 145                       | 216  | 127  | 168  | 231  | -    | 211  |
| 18 Liberia-Peñas Blancas             | 197                       | 289  | 120  | 95   | 83   | -    | 83   |
| 19 Lajas - Carrillo                  | 118                       | 140  | 122  | 163  | 94   | -    | 86   |
| 21 La República - Virilla            | 71                        | 54   | 76   | 65   | 39   | 43   | 46   |
| 22 La Uruca - Hatillo                | 251                       | 219  | 63   | 73   | 67   | 55   | 67   |
| 23 Santa Cruz -Villareal             | 154                       | 122  | 170  | 167  | 179  | -    | 236  |
| 24 Penshurt - Cahuita                | 319                       | 300  | 292  | 277  | 307  | -    | 330  |
| 25 Bananito Sur - San Clemente       | 453                       | 392  | 402  | 402  | 420  | -    | 452  |
| 26 Abundancia - Florencia            | -                         | -    | 39   | 69   | 50   | -    | 62   |



Tabla 154. Rangos de clasificación índice de capa intermedia

| Tipo de base                  | Intervalo de MLI ( $\mu\text{m}$ ) | Condición estructural      |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Base Granular                 | <100                               | Buena (Es sólido y fuerte) |
|                               | 100-200                            | Regular (Alarmante)        |
|                               | >200                               | Débil (Severa)             |
| Base estabilizada con cemento | <50                                | Buena (Es sólido y fuerte) |
|                               | 50-100                             | Regular (Alarmante)        |
|                               | >100                               | Débil (Severa)             |

Fuente: (Horak, 2008)

Tabla 155. Resumen del Índice de capa intermedia

| Tramo | Índice de capa media (MLI)        |      |      |      |      |      |      |     |
|-------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|
|       | 2015                              | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |     |
| 1     | Sabalito-Las Mellizas             | 62   | 49   | 48   | 56   | 48   | -    | 55  |
| 2     | Quepos-Barú                       | 33   | 31   | 33   | 28   | -    | -    | 32  |
| 3     | Moravia-Coronado                  | 114  | 91   | -    | 108  | 100  | 129  | 124 |
| 4     | Cartago-Paraiso                   | 9    | 10   | 8    | 10   | 8    | 10   | 27  |
| 5     | Barú-Palmar Norte                 | -    | 35   | 42   | 40   | 29   | -    | 44  |
| 6     | Pozón - Jacó                      | 75   | 124  | 103  | 103  | 231  | -    | 269 |
| 7     | Caldera - Puntarenas              | 31   | 33   | 30   | 43   | 41   | -    | 51  |
| 8     | Santo Domingo - Los Ángeles       | 24   | 21   | 24   | 20   | 17   | 24   | 26  |
| 9     | Guácimo-Pocora                    | 101  | 89   | 110  | 98   | -    | -    | -   |
| 10    | Siquirres - Pacuarito             | 97   | 89   | 98   | 97   | -    | -    | -   |
| 11    | Playa Hermosa-Esterillos          | 14   | 22   | 7    | 11   | 11   | -    | 10  |
| 12    | Nicoya - Santa Cruz               | 67   | 68   | 66   | 76   | 67   | -    | 87  |
| 13    | Cartago-Volcán Irazú              | 153  | 158  | 139  | 127  | 100  | 114  | 110 |
| 14    | Cajón-Buenos Aires                | 29   | 38   | 26   | 25   | 28   | 35   | 31  |
| 15    | San Isidro del General - Palmares | 11   | 14   | 11   | 12   | 10   | 14   | 14  |
| 16    | Florencia-Santa Clara             | 135  | 136  | 179  | 148  | 118  | -    | 115 |
| 17    | Ciudad Neilly-Paso Canoas         | 65   | 94   | 60   | 71   | 65   | -    | 72  |
| 18    | Liberia-Peñas Blancas             | 173  | 196  | 41   | 58   | 58   | -    | 49  |
| 19    | Lajas - Carrillo                  | 105  | 120  | 81   | 98   | 69   | -    | 62  |
| 21    | La República - Virilla            | 52   | 39   | 40   | 35   | 15   | 14   | 19  |
| 22    | La Uruca - Hatillo                | 227  | 217  | 53   | 64   | 46   | 30   | 48  |
| 23    | Santa Cruz -Villareal             | 101  | 105  | 142  | 139  | 156  | -    | 176 |
| 24    | Penshurt - Cahuita                | 212  | 203  | 202  | 198  | 196  | -    | 190 |
| 25    | Bananito Sur - San Clemente       | 244  | 226  | 252  | 240  | 226  | -    | 211 |
| 26    | Abundancia - Florencia            | -    | -    | 28   | 32   | 26   | -    | 27  |



Tabla 156. Rangos de clasificación índice de capa inferior

| Tipo de base                  | Intervalo de LLI ( $\mu\text{m}$ ) | Condición estructural      |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Base Granular                 | <50                                | Buena (Es sólido y fuerte) |
|                               | 50-100                             | Regular (Alarmante)        |
|                               | >100                               | Débil (Severa)             |
| Base estabilizada con cemento | <40                                | Buena (Es sólido y fuerte) |
|                               | 40-80                              | Regular (Alarmante)        |
|                               | >80                                | Débil (Severa)             |

Fuente: (Horak, 2008)

Tabla 157. Resumen del Índice de capa inferior

| Tramo                                | Índice de capa inferior (LLI) |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                      | 2015                          | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |
| 1 Sabalito-Las Mellizas              | 38                            | 30   | 33   | 37   | 56   | -    | 34   |
| 2 Quepos-Barú                        | 19                            | 17   | 21   | 19   | -    | -    | 20   |
| 3 Moravia-Coronado                   | 67                            | 57   | -    | 68   | 103  | 79   | 73   |
| 4 Cartago-Paraíso                    | 7                             | 8    | 7    | 9    | 7    | 9    | 15   |
| 5 Barú-Palmar Norte                  | -                             | 20   | 24   | 24   | 33   | -    | 27   |
| 6 Pozón - Jacó                       | 38                            | 49   | 44   | 53   | 86   | -    | 80   |
| 7 Caldera - Puntarenas               | 20                            | 22   | 21   | 30   | 42   | -    | 32   |
| 8 Santo Domingo - Los Ángeles        | 19                            | 15   | 22   | 17   | 26   | 21   | 18   |
| 9 Guácimo-Pocora                     | 43                            | 38   | 47   | 51   | -    | -    | -    |
| 10 Siquirres - Pacuarito             | 41                            | 36   | 40   | 44   | -    | -    | -    |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos          | 13                            | 18   | 10   | 9    | 16   | -    | 10   |
| 12 Nicoya - Santa Cruz               | 38                            | 38   | 39   | 48   | 45   | -    | 41   |
| 13 Cartago-Volcán Irazú              | 86                            | 75   | 86   | 75   | 64   | 68   | 62   |
| 14 Cajón-Buenos Aires                | 25                            | 27   | 20   | 20   | 34   | 28   | 21   |
| 15 San Isidro del General - Palmares | 11                            | 13   | 11   | 13   | 19   | 15   | 13   |
| 16 Florencia-Santa Clara             | 29                            | 32   | 28   | 35   | 47   | -    | 34   |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas         | 21                            | 21   | 22   | 24   | 29   | -    | 20   |
| 18 Liberia-Peñas Blancas             | 69                            | 71   | 30   | 41   | 39   | -    | 31   |
| 19 Lajas - Carrillo                  | 60                            | 55   | 48   | 58   | 38   | -    | 36   |
| 21 La República - Virilla            | 25                            | 19   | 19   | 17   | 9    | 8    | 9    |
| 22 La Uruca - Hatillo                | 108                           | 104  | 36   | 41   | 33   | 21   | 30   |
| 23 Santa Cruz -Villareal             | 51                            | 47   | 58   | 62   | 64   | -    | 81   |
| 24 Penshurt - Cahuita                | 66                            | 68   | 73   | 73   | 66   | -    | 60   |
| 25 Bananito Sur - San Clemente       | 72                            | 66   | 77   | 73   | 68   | -    | 61   |
| 26 Abundancia - Florencia            | -                             | -    | 18   | 22   | 16   | -    | 15   |



### ANEXO C: ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

En la tabla 158 se muestra el inventario de ensayos de IRI que se han realizado desde el 2015 hasta el 2023.

**Tabla 158.** Inventario de ensayos de IRI del 2015 al 2023

| Tramo | Ubicación                       | Año  |      |      |      |      |      |      |
|-------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|       |                                 | 2015 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |
| 1     | Sabalito-Las Mellizas           | x    | x    | x    | x    | x    | -    | x    |
| 2     | Quepos-Barú                     | x    | x    | x    | x    | -    | x    | x    |
| 3     | Moravia-Coronado                | x    | x    | -    | x    | x    | x    | x    |
| 4     | Cartago-Paraíso                 | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 5     | Barú-Palmar Norte               | -    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 6     | Pozón-Jacó                      | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 7     | Puntarenas-Caldera              | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 8     | Santo Domingo-Los Ángeles       | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 9     | Guácimo-Pocora                  | -    | x    | x    | x    | x    | -    | -    |
| 10    | Pacuarito-Siquirres             | x    | x    | x    | x    | x    | -    | -    |
| 11    | Playa Hermosa-Esterillos        | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 12    | Nicoya-Santa Cruz               | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 13    | Cartago-Volcán Irazú            | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 14    | Cajón-Buenos Aires              | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 15    | San Isidro del General-Palmares | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 16    | Florencia-Santa Clara           | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 17    | Ciudad Neilly-Paso Canoas       | x    | -    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 18    | Liberia-Peñas Blancas           | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 19    | Lajas-Carrillo                  | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 20    | Cañas Liberia                   | -    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 21    | La República-Virilla            | -    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 22    | La Uruca-Hatillos               | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 23    | Santa Cruz-Villareal            | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 24    | Cahuita-Penshurt                | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 25    | Bananito Sur-San Clemente       | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 26    | Abundancia-Florencia            | -    | -    | -    | x    | x    | x    | x    |

**Nota:** Las “x” representan la existencia de valores de IRI para el tramo en el año específico.



**Tabla 159.** Resumen de datos históricos de regularidad superficial por tramo años 2004-2012

| Tramo                              | MRI (m/km) |      |      |      |      |      |
|------------------------------------|------------|------|------|------|------|------|
|                                    | 2004       | 2006 | 2008 | 2009 | 2010 | 2012 |
| 1 Sabalito-Las Mellizas            | -          | -    | -    | -    | -    | 2,76 |
| 2 Quepos-Barú                      | -          | -    | -    | -    | 1,58 | 1,71 |
| 3 Moravia-Coronado                 | 3,49       | 3,80 | 2,82 | -    | 3,04 | 2,50 |
| 4 Cartago-Paraíso                  | 3,37       | 3,80 | 4,41 | 5,05 | 3,74 | 3,73 |
| 5 Barú-Palmar Norte                | 2,13       | 2,18 | 2,19 | 2,35 | 2,33 | 1,81 |
| 6 Pozón-Jacó                       | 1,47       | 1,41 | 1,61 | -    | 1,47 | 1,71 |
| 7 Caldera-Puntarenas               | 4,75       | 8,89 | 2,25 | -    | 2,23 | 2,10 |
| 8 Santo Domingo-Los Ángeles        | -          | -    | 7,73 | -    | 4,07 | 4,15 |
| 9 Guácimo - Pocora                 | 4,59       | 4,58 | 1,89 | -    | 2,00 | 1,41 |
| 10 Siquirres-Pacuarito             | 3,14       | 3,05 | 3,67 | -    | 4,25 | 2,35 |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos        | 2,70       | 2,69 | 2,63 | -    | 2,78 | 2,43 |
| 12 Nicoya-Santa Cruz               | 1,19       | 1,24 | 1,29 | -    | 1,22 | 0,85 |
| 13 Cartago-Volcán Irazú            | 3,66       | 4,11 | 3,96 | -    | 4,12 | 4,42 |
| 14 Cajón- Buenos Aires             | 2,48       | 2,33 | 2,31 | -    | 2,34 | 1,77 |
| 15 San Isidro del General-Palmares | 2,19       | 2,21 | 1,81 | -    | 1,83 | 1,93 |
| 16 Florencia-Santa Clara           | -          | 3,10 | 3,12 | -    | 3,31 | 2,61 |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas       | 2,79       | 2,99 | 3,36 | -    | 3,53 | 2,92 |
| 18 Liberia-Peñas Blancas           | 2,73       | 3,30 | 3,44 | -    | 3,94 | 3,84 |
| 19 Lajas-Carrillo                  | -          | 3,36 | 3,55 | -    | 3,25 | 2,61 |
| 20 Cañas-Liberia                   | -          | -    | 3,05 | -    | 3,54 | 3,77 |
| 21 La República-Virilla            | 5,49       | 6,95 | 7,48 | -    | 7,63 | 5,02 |
| 24 Penschurt-Cahuita               | 4,91       | 5,74 | 2,43 | -    | 6,05 | 2,34 |
| 25 Bananito Sur-San Clemente       | 4,70       | 4,90 | 5,00 | -    | 2,70 | 7,92 |

**Nota:** MRI es un indicador de IRI que hace referencia al promedio entre la lectura del láser derecho y el izquierdo.



Tabla 160. Resumen de regularidad superficial por tramo años 2015-2023

| Tramo                             | MRI (m/km) |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|
|                                   | 2015       | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |
| 1 Sabalito-Las Mellizas           | 2,87       | 2,95 | 2,75 | 2,81 | 2,70 | -    | 2,92 |
| 2 Quepos-Barú                     | 1,95       | 1,94 | 2,02 | 1,95 | 2,11 | 2,07 | 2,30 |
| 3 Moravia-Coronado                | 2,76       | 2,90 | -    | 3,91 | 1,98 | 2,91 | 3,05 |
| 4 Cartago-Paraíso                 | 3,14       | 3,43 | 3,32 | 3,24 | 3,32 | 3,37 | 3,64 |
| 5 Barú-Palmar Norte               | -          | 1,39 | 1,32 | 1,72 | 1,33 | 1,41 | 1,52 |
| 6 Pozón-Jacó                      | 1,85       | 2,17 | 2,16 | 2,18 | 2,52 | 2,62 | 2,79 |
| 7 Caldera - Puntarenas            | 1,62       | 1,60 | 1,58 | 1,63 | 1,58 | 1,61 | 1,62 |
| 8 Los Ángeles-Santo Domingo       | 3,68       | 3,63 | 3,73 | 4,67 | 5,48 | 4,86 | 4,73 |
| 9 Guácimo-Pocora                  | -          | 1,47 | 1,55 | 1,53 | 1,59 | -    | -    |
| 10 Siquirres-Pacuarito            | 2,10       | 1,41 | 1,88 | 1,71 | 1,85 | -    | -    |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos       | 2,47       | 1,77 | 1,69 | 1,85 | 1,72 | 1,79 | 1,89 |
| 12 Nicoya-Santa Cruz              | 0,87       | 1,80 | 1,71 | 1,68 | 1,92 | 1,76 | 1,84 |
| 13 Cartago-Volcán Irazú           | 5,63       | 5,55 | 2,35 | 2,32 | 2,30 | 2,45 | 2,31 |
| 14 Cajón-Buenos Aires             | 1,49       | 1,54 | 1,43 | 1,48 | 1,46 | 1,50 | 1,50 |
| 15 San Isidro del General-Palmare | 1,70       | 1,72 | 2,37 | 2,28 | 1,12 | 1,16 | 1,14 |
| 16 Florencia-Santa Clara          | 2,53       | 2,62 | 2,64 | 2,59 | 1,11 | 1,14 | 1,14 |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas      | 3,38       | -    | 1,71 | 1,62 | 1,73 | 1,74 | 1,70 |
| 18 Liberia-Peñas Blancas          | 4,16       | 4,35 | 1,83 | 1,77 | 1,84 | 1,93 | 1,95 |
| 19 Lajas - Carrillo               | 3,11       | 2,70 | 1,72 | 1,71 | 1,75 | 1,78 | 1,79 |
| 20 Canas-Liberia                  | -          | 3,20 | 3,41 | 3,44 | 3,44 | 3,20 | 3,65 |
| 21 La República - Virilla         | -          | 1,36 | 1,59 | 1,24 | 1,53 | 1,61 | 1,48 |
| 22 La Uruca-Hatillos              | 2,04       | 2,09 | 1,77 | 1,82 | 1,73 | 1,76 | 1,75 |
| 23 Santa Cruz - Villareal         | 3,32       | 3,15 | 3,28 | 3,17 | 3,66 | 4,54 | 4,75 |
| 24 Penschurt-Cahuíta              | 1,63       | 1,97 | 1,98 | 1,96 | 1,98 | 2,09 | 2,04 |
| 25 Bananito Sur-San Clemente      | 3,74       | 1,97 | 2,01 | 1,98 | 1,91 | 1,96 | 2,00 |
| 26 Abundancia - Florencia         | -          | -    | -    | 1,64 | 1,78 | 2,09 | 1,95 |

Nota: MRI es un indicador de IRI que hace referencia al promedio entre la lectura del láser derecho y el izquierdo.



**Tabla 161.** Resumen de regularidad superficial por sentido A-B para los años 2017-2023

| Tramo                     | MRI a (m/km) |      |      |      |      |      |
|---------------------------|--------------|------|------|------|------|------|
|                           | 2017         | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |
| 20 Canas-Liberia          | 3,20         | 3,41 | 3,44 | 3,44 | 3,20 | 3,38 |
| 21 La República - Virilla | -            | -    | -    | 1,52 | 1,50 | 1,45 |
| 22 La Uruca-Hatillos      | -            | 1,77 | 1,82 | 1,89 | 1,94 | 2,00 |
| 26 Abundancia - Florencia | -            | -    | -    | 1,88 | 2,16 | 1,83 |

**Nota:** MRI es un indicador de IRI que hace referencia al promedio entre la lectura del láser derecho y el izquierdo

**Tabla 162.** Resumen de regularidad superficial por sentido B-A para los años 2017-2023

| Tramo                     | MRI b (m/km) |      |      |      |      |      |
|---------------------------|--------------|------|------|------|------|------|
|                           | 2017         | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |
| 20 Canas-Liberia          | -            | -    | -    | -    | -    | 3,91 |
| 21 La República - Virilla | 1,36         | 1,59 | 1,24 | 1,54 | 1,72 | 1,52 |
| 22 La Uruca-Hatillos      | 2,09         | -    | -    | 1,57 | 1,59 | 1,50 |
| 26 Abundancia - Florencia | -            | -    | 1,64 | 1,67 | 2,02 | 2,08 |

**Nota:** MRI es un indicador de IRI que hace referencia al promedio entre la lectura del láser derecho y el izquierdo

**Tabla 163.** Rangos de clasificación de regularidad superficial (IRI) para pavimentos flexibles

| Regularidad Superficial | Rango de IRI         |
|-------------------------|----------------------|
| Muy Buena               | menor a 1,0 m/km     |
| Buena                   | entre 1,0 y 1,9 m/km |
| Regular                 | entre 1,9 y 3,6 m/km |
| Deficiente              | entre 3,6 y 6,4 m/km |
| Muy deficiente          | mayor a 6,4 m/km     |

Fuente: LANAMME, 2019

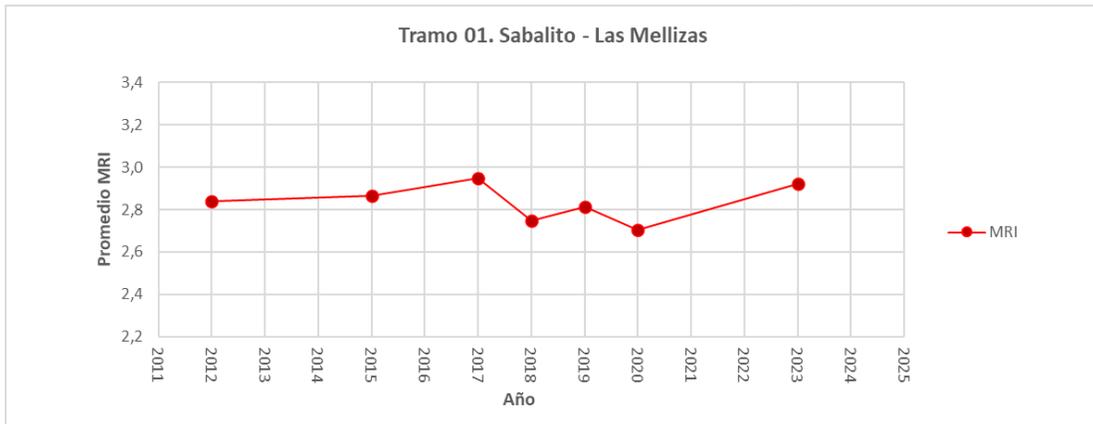


Figura 128. Índice de regularidad superficial Tramo #1 Sabalito - Las Mellizas

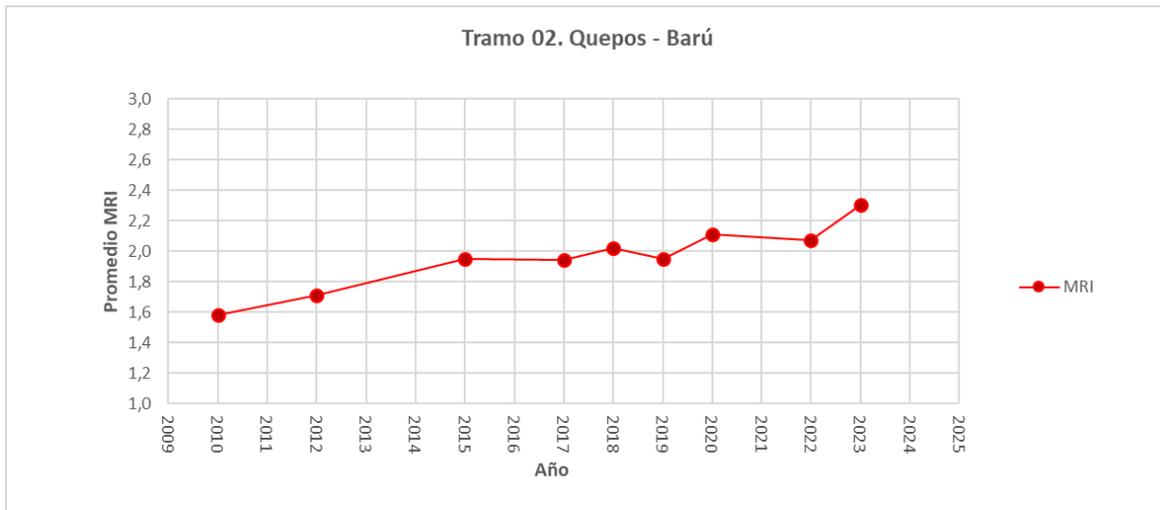


Figura 129. Índice de regularidad superficial Tramo #2 Quepos - Barú

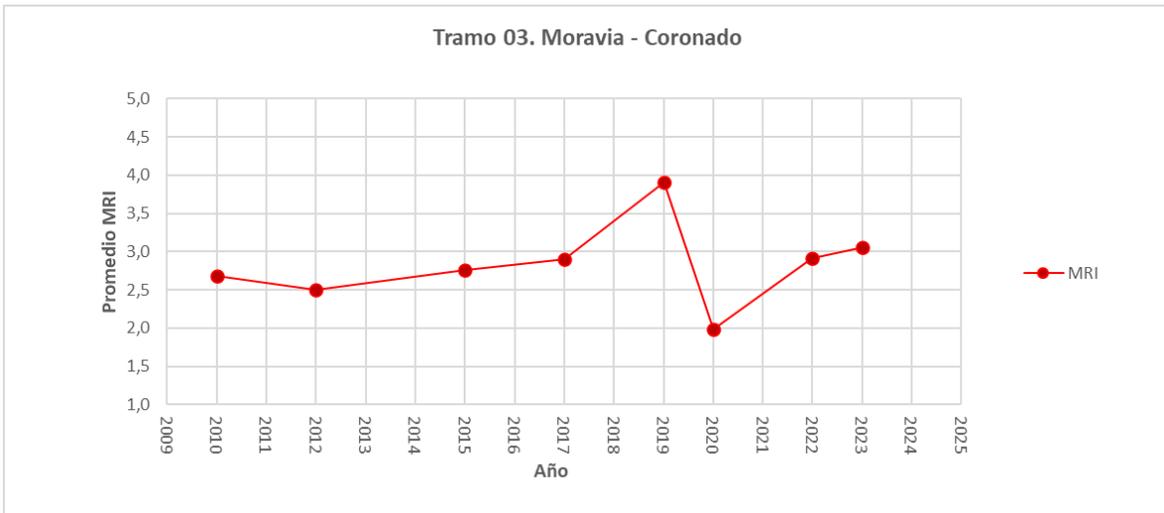


Figura 130. Índice de regularidad superficial Tramo #3 Moravia - Coronado



Figura 131. Índice de regularidad superficial Tramo #4 Cartago - Paraíso

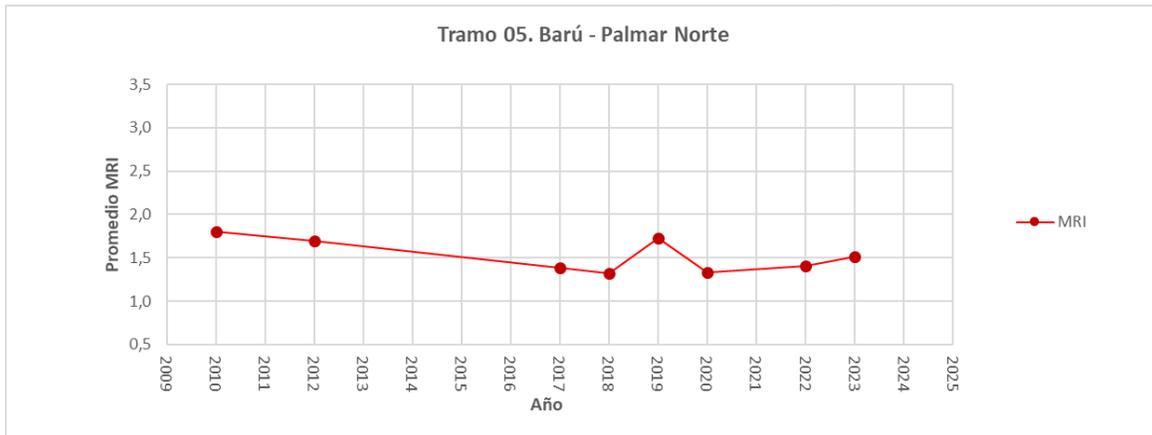


Figura 132. Índice de regularidad superficial Tramo #5 Barú - Palmar Norte

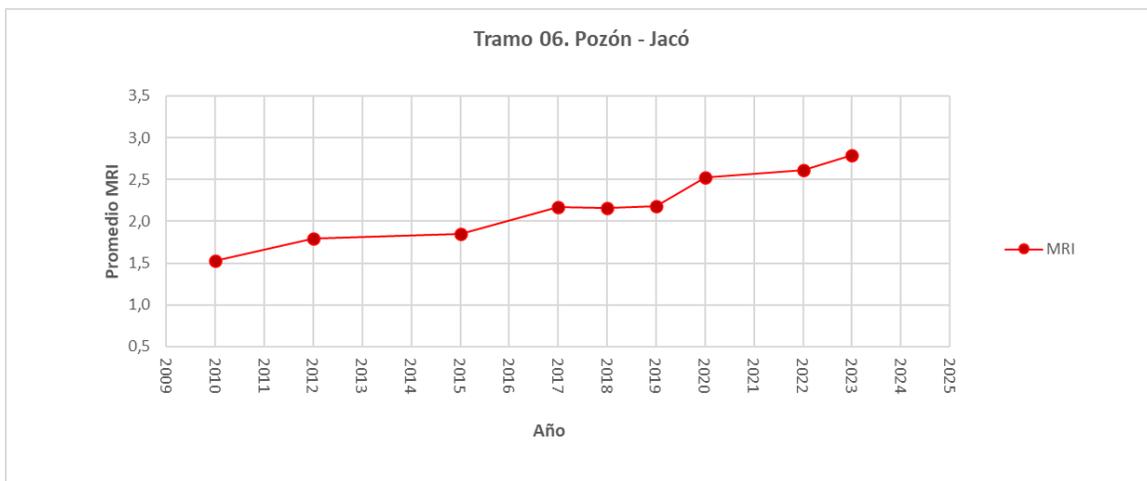


Figura 133. Índice de regularidad superficial Tramo #6 Pozón - Jacó



Figura 134. Índice de regularidad superficial Tramo #7 Caldera - Puntarenas

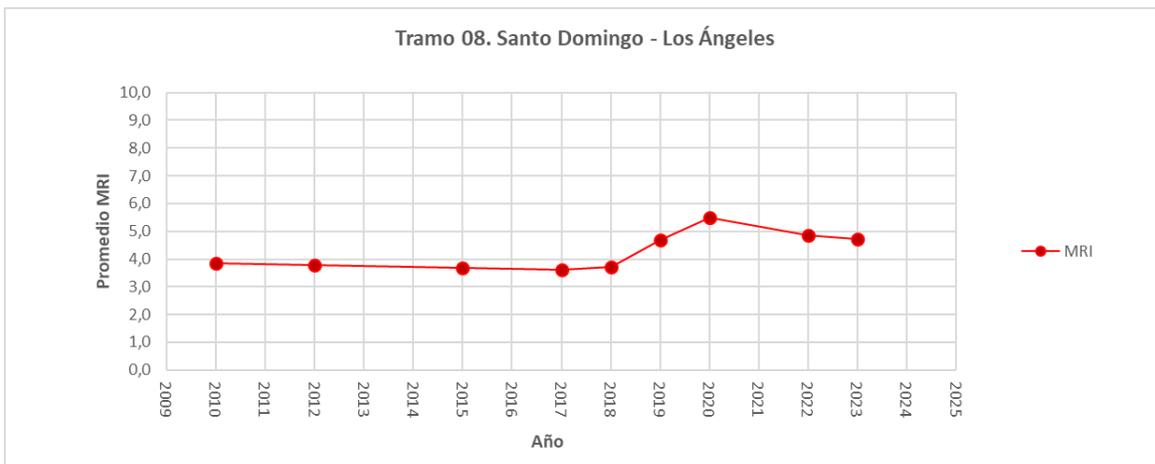


Figura 135. Índice de regularidad superficial Tramo #8 Santo Domingo - Los Ángeles



Figura 136. Índice de regularidad superficial Tramo #9 Guácimo - Pocora



Figura 137. Índice de regularidad superficial Tramo #10 Siquirres - Pacuarito



Figura 138. Índice de regularidad superficial Tramo #11 Playa Hermosa - Esterillos

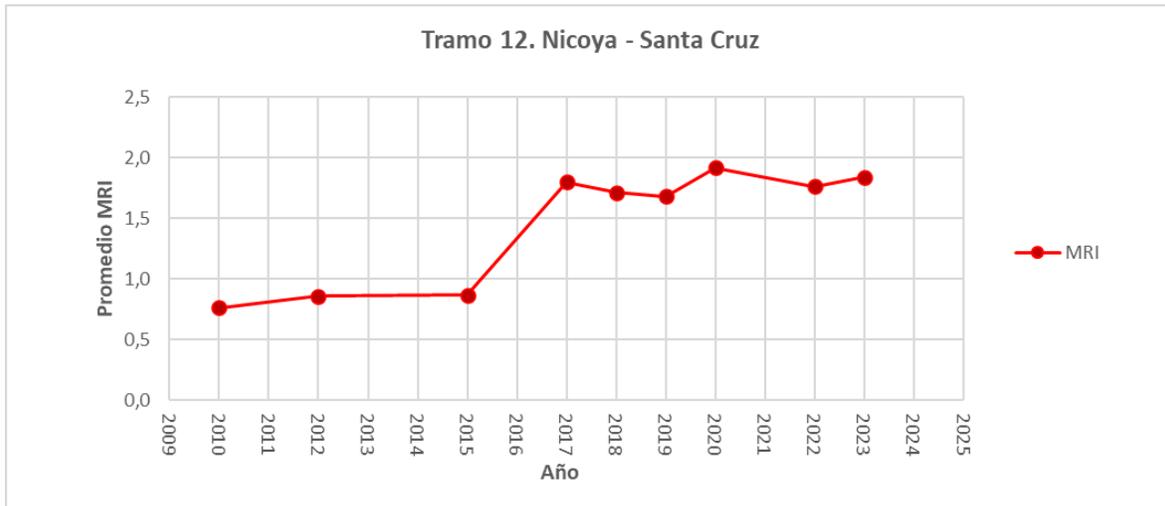


Figura 139. Índice de regularidad superficial Tramo #12 Nicoya - Santa Cruz

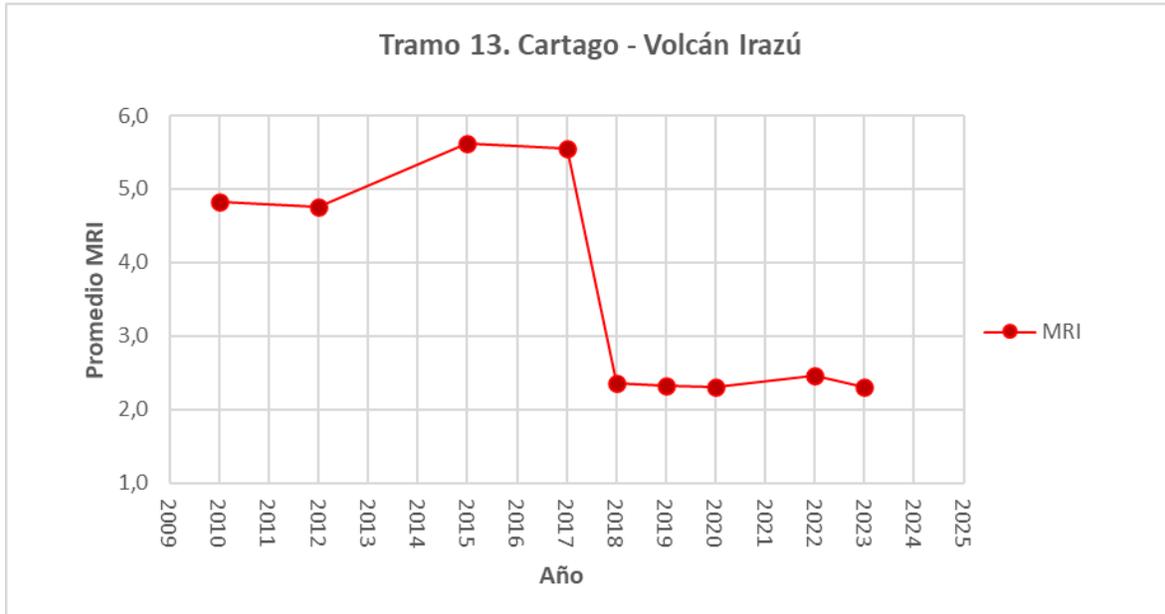


Figura 140. Índice de regularidad superficial Tramo #13 Cartago -Volcán Irazú

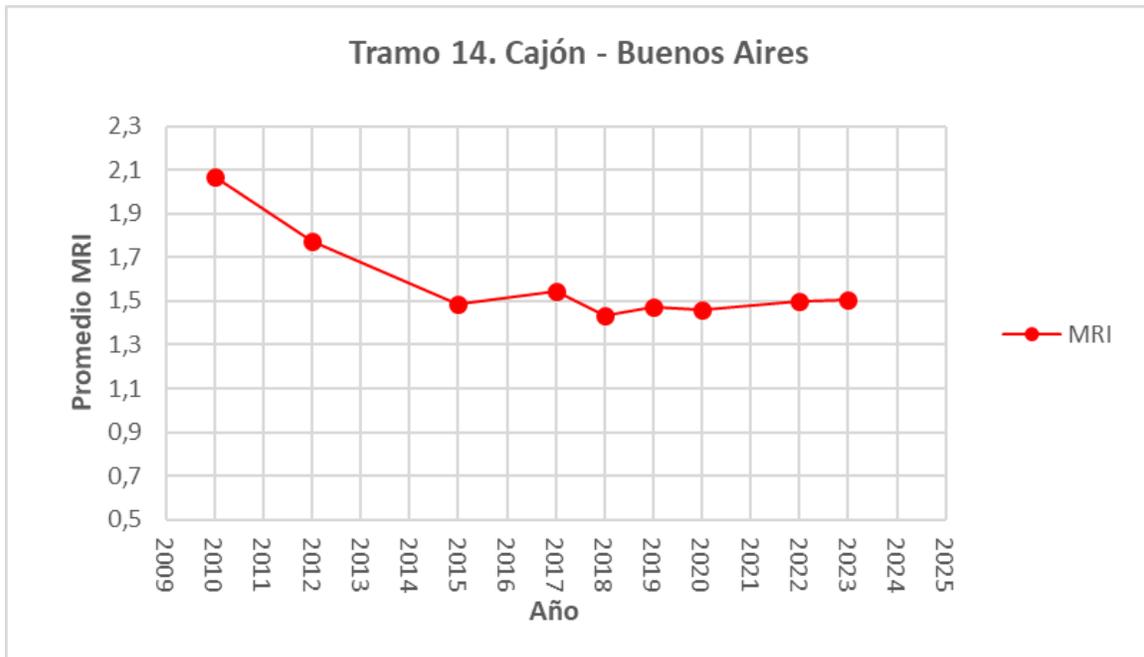


Figura 141. Índice de regularidad superficial Tramo #14 Cajón - Buenos Aires

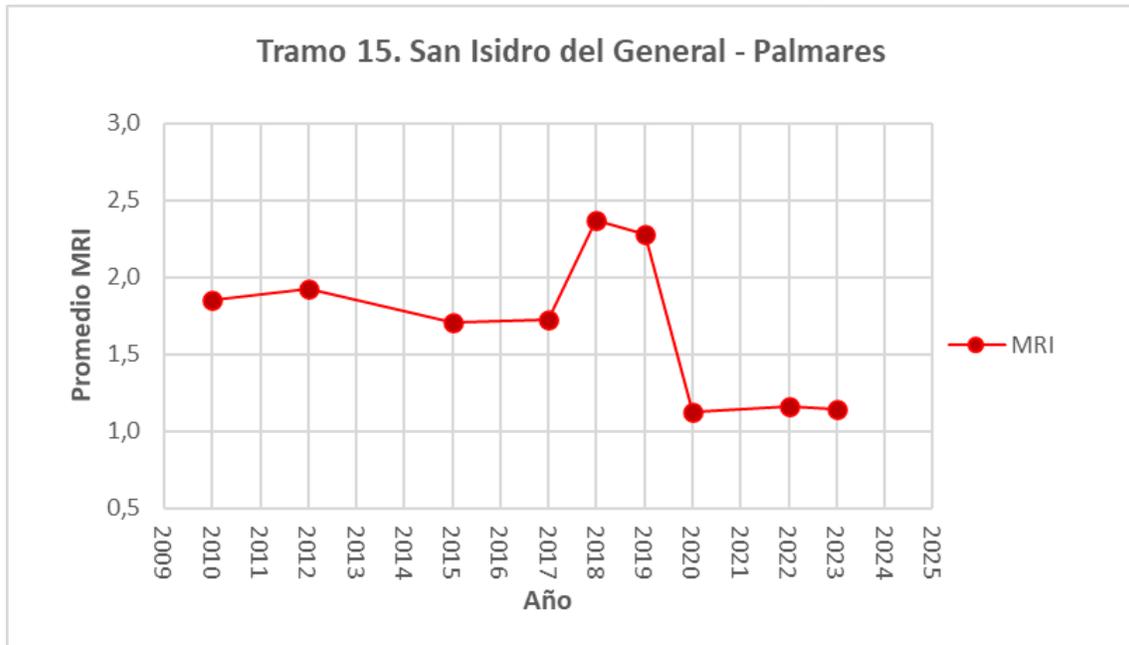


Figura 142. Índice de regularidad superficial Tramo #15 San Isidro del General - Palmares

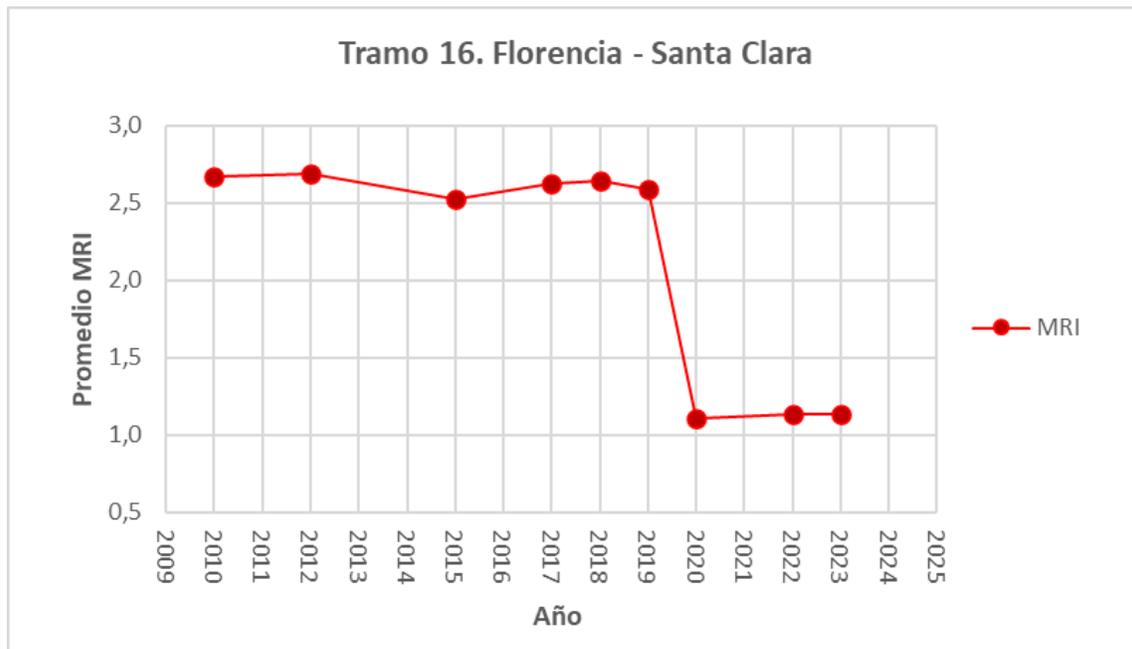


Figura 143. Índice de regularidad superficial Tramo #16 Florencia - Santa Clara

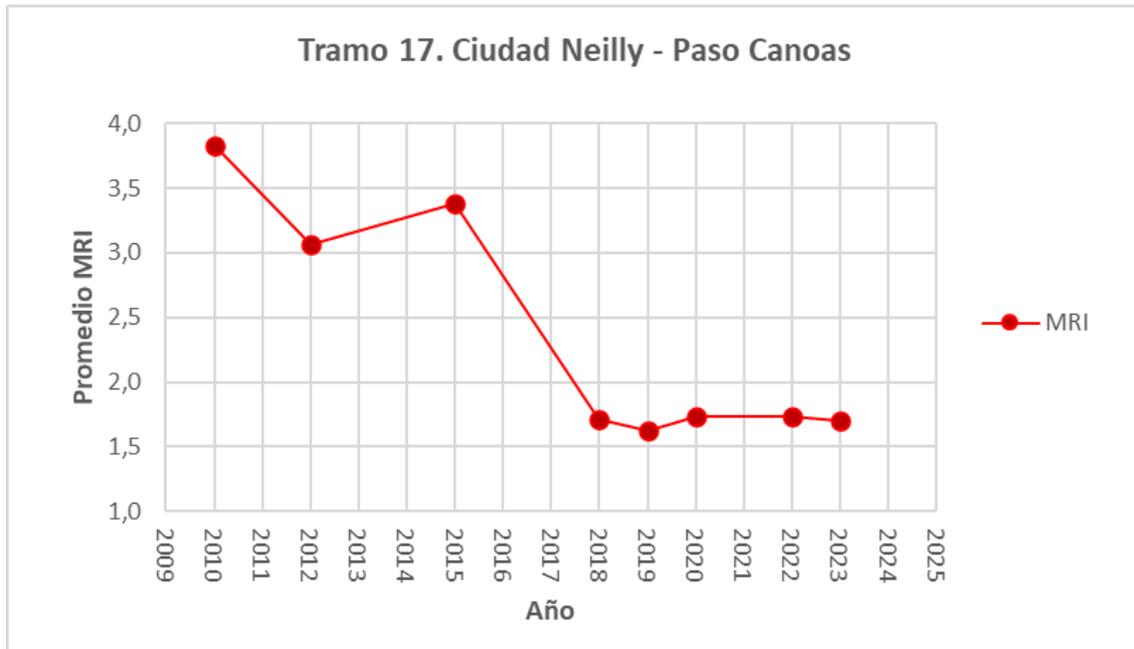


Figura 144. Índice de regularidad superficial Tramo #17 Ciudad Neilly - Paso Canoas

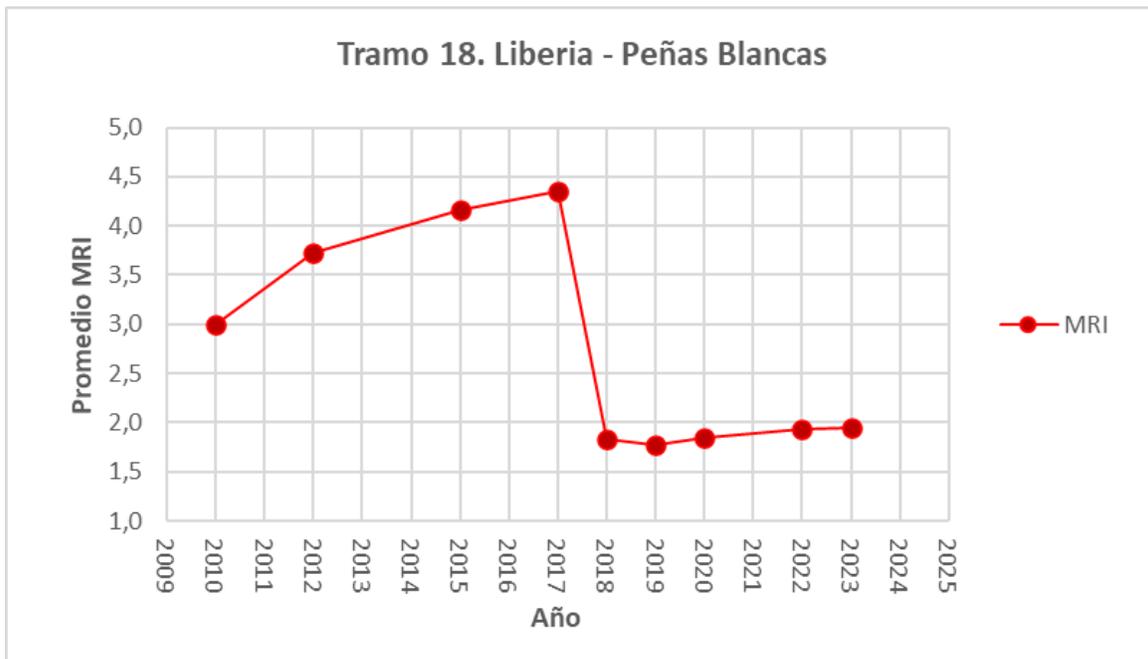


Figura 145. Índice de regularidad superficial Tramo #18 Liberia - Peñas Blancas



Figura 146. Índice de regularidad superficial Tramo #19 Lajas - Carrillo

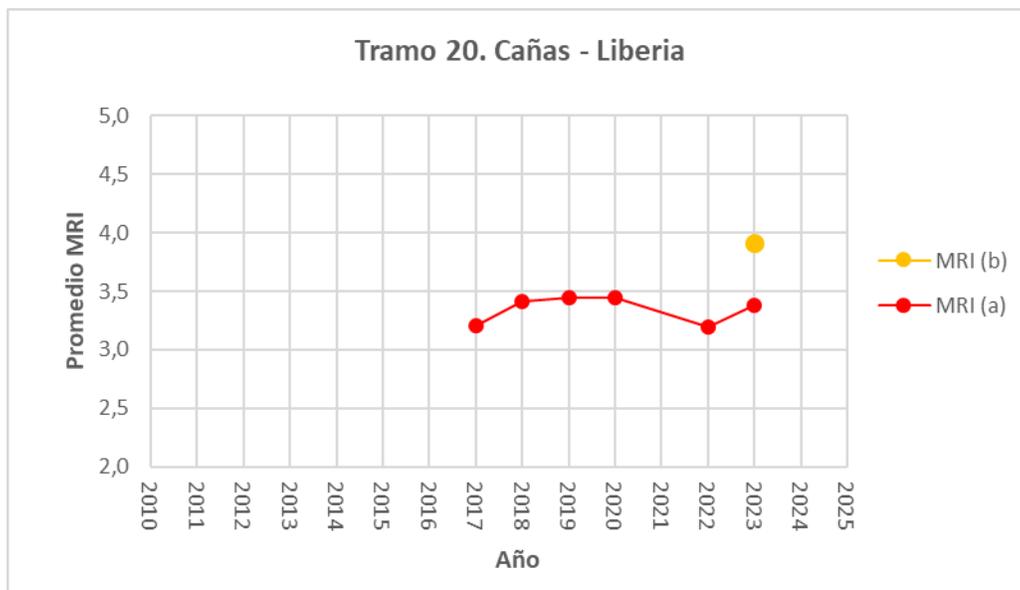


Figura 147. Índice de regularidad superficial Tramo #20 Cañas - Liberia

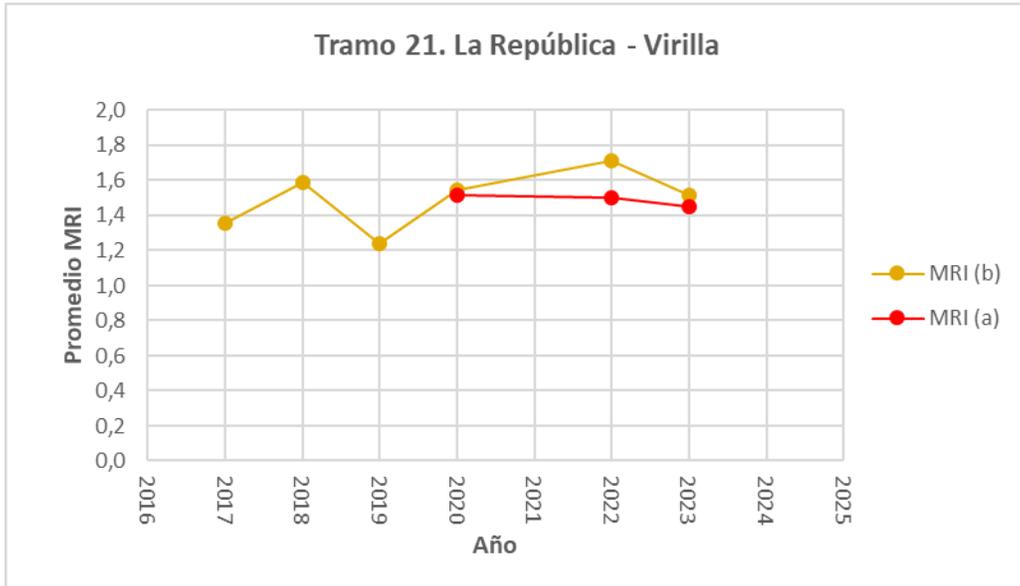


Figura 148. Índice de regularidad superficial Tramo #21 La República -Virilla

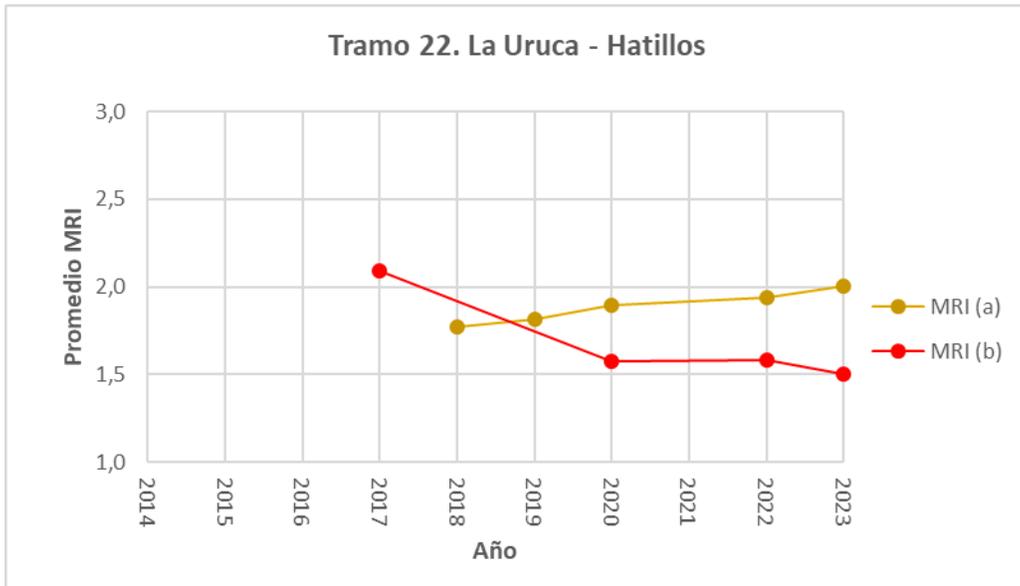


Figura 149. Índice de regularidad superficial Tramo #22 La Uruca - Hatillos

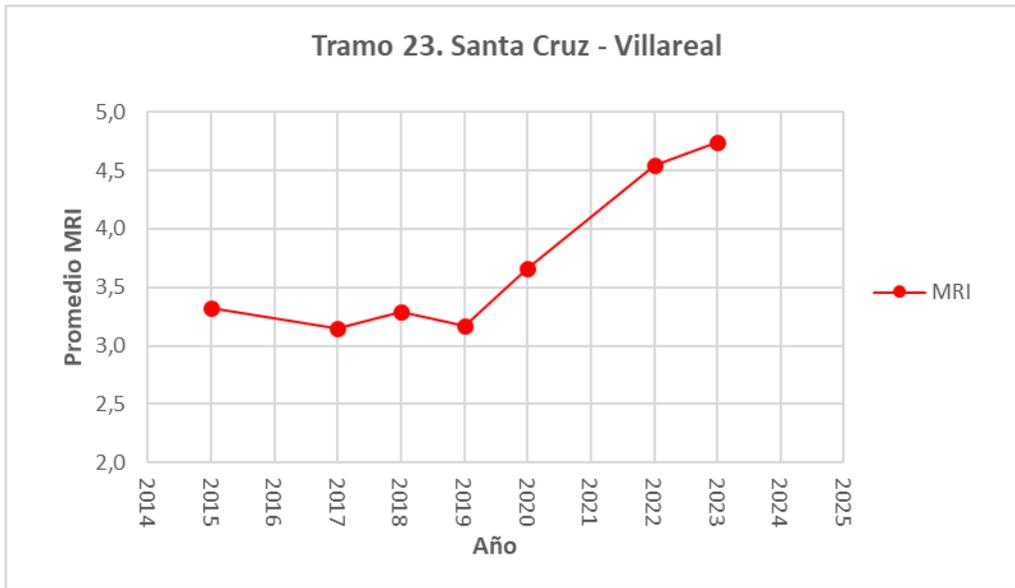


Figura 150. Índice de regularidad superficial Tramo #23 Santa Cruz -Villareal

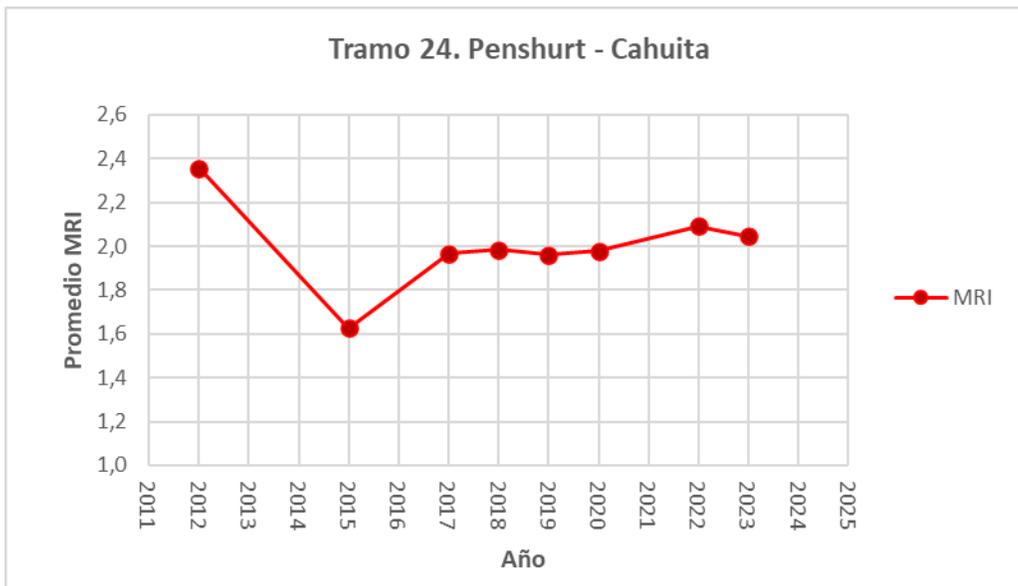
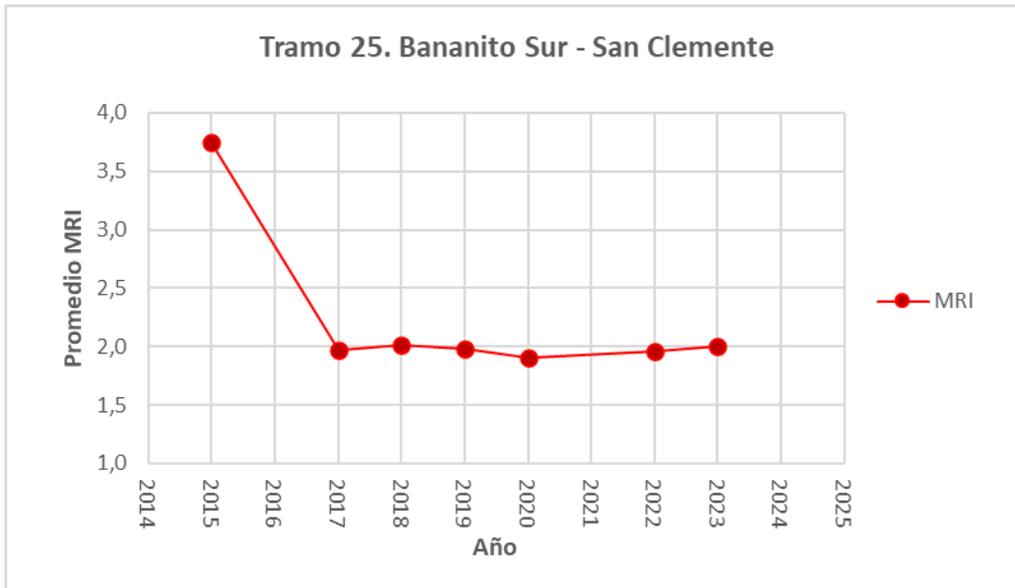
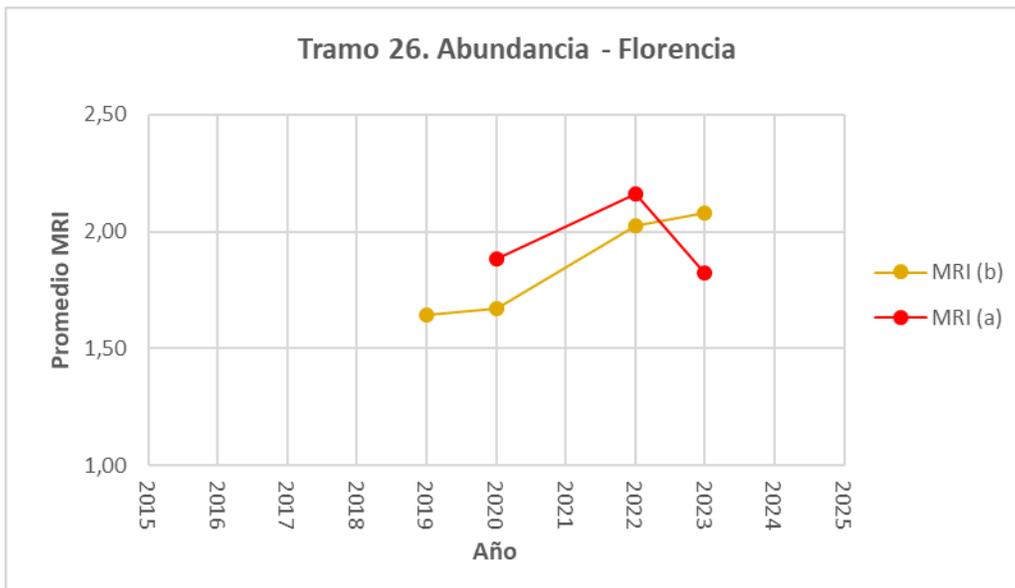


Figura 151. Índice de regularidad superficial Tramo #24 Penschurt - Cahuita



**Figura 152.** Índice de regularidad superficial Tramo #25 Bananito Sur - San Clemente



**Figura 153.** Índice de regularidad superficial Tramo #26 Abundancia - Florencia



**ANEXO D: AUSCULTACIÓN VISUAL (PCI)**

La tabla 164 muestra el inventario de valores de PCI con los que se cuenta en el proyecto de DPLP-CR.

**Tabla 164. Resumen de auscultación visual**

| Tramo | Ubicación                       | Años |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       |                                 | 2014 | 2015 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 | 2024 |
| 1     | Sabalito-Las Mellizas           | x    |      | x    | x    | x    |      | x    | x    |      |
| 2     | Quepos-Barú                     | x    |      | x    | x    | x    |      | x    | x    |      |
| 3     | Moravia-Coronado                | x    | x    |      | x    |      |      | x    |      | x    |
| 4     | Cartago-Paraíso                 | x    |      | x    | x    | x    |      | x    | x    |      |
| 5     | Barú-Palmar Norte               |      |      | x    | x    | x    |      | x    | x    |      |
| 6     | Pozón-Jacó                      | x    |      | x    | x    | x    |      | x    |      | x    |
| 7     | Puntarenas-Caldera              | x    | x    | x    | x    |      | x    | x    | x    | x    |
| 8     | Santo Domingo-Los Ángeles       | x    | x    | x    | x    |      | x    | x    | x    |      |
| 9     | Guácimo-Pocora                  |      |      | x    | x    | x    |      |      |      |      |
| 10    | Pacuarito-Siquirres             |      |      | x    | x    | x    |      |      |      |      |
| 11    | Playa Hermosa-Esterillos        | x    |      | x    | x    | x    |      | x    |      | x    |
| 12    | Nicoya-Santa Cruz               | x    | x    |      |      | x    | x    | x    | x    | x    |
| 13    | Cartago-Volcán Irazú            | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    | x    |      |
| 14    | Cajón-Buenos Aires              | x    |      | x    | x    | x    |      | x    | x    |      |
| 15    | San Isidro del General-Palmares | x    |      | x    | x    | x    |      | x    | x    |      |
| 16    | Florencia-Santa Clara           | x    |      |      | x    | x    |      | x    | x    | x    |
| 17    | Ciudad Neilly-Paso Canoas       | x    |      | x    | x    | x    |      | x    | x    |      |
| 18    | Liberia-Peñas Blancas           |      | x    | x    |      | x    |      | x    | x    | x    |
| 19    | Lajas-Carrillo                  | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 20    | Cañas Liberia                   |      |      | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 21    | La República-Virilla            |      |      |      |      |      | x    |      |      | x    |
| 22    | La Uruca-Hatillos               |      |      | x    | x    |      | x    |      |      | x    |
| 23    | Santa Cruz-Villareal            |      | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 24    | Cahuita-Penshurt                | x    |      | x    | x    | x    |      |      | x    | x    |
| 25    | Bananito Sur-San Clemente       | x    |      | x    | x    | x    |      |      | x    | x    |
| 26    | Abundancia-Florencia            |      |      |      |      | x    |      | x    | x    | x    |

**Nota:** Las “x” representan los años y tramos en los que se poseen registros.



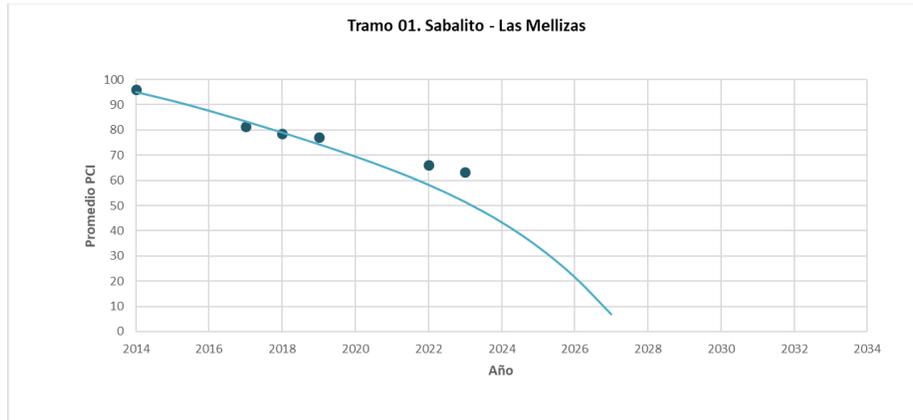
Tabla 165. Resumen numérico de auscultación visual por tramo

| Tramo |                                   | PCI  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       |                                   | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
| 1     | Sabalito-Las Mellizas             | 96   | 92   | 88   | 81   | 79   | 77   | 69   | 64   | 66   | 63   | 43   |
| 2     | Quepos-Barú                       | 85   | 100  | 98   | 97   | 88   | 84   | 83   | 79   | 70   | 65   | 64   |
| 3     | Moravia-Coronado                  | 100  | 87   | 92   | 80   | 67   | 51   | 100  | 95   | 83   | 70   | 77   |
| 4     | Cartago-Paraíso                   | 100  | 100  | 98   | 95   | 88   | 88   | 83   | 79   | 81   | 85   | 64   |
| 5     | Barú-Palmar Norte                 | 69   | 64   | 100  | 95   | 85   | 85   | 87   | 82   | 82   | 80   | 62   |
| 6     | Pozón-Jacó                        | 50   | 50   | 46   | 41   | 34   | 33   | 31   | 27   | 24   | 20   | 21   |
| 7     | Caldera - Puntarenas              | 83   | 41   | 100  | 93   | 93   | 88   | 77   | 73   | 72   | 65   | 16   |
| 8     | Santo Domingo - Los Angeles       | 98   | 93   | 98   | 89   | 90   | 88   | 91   | 79   | 86   | 82   | 64   |
| 9     | Guácimo - Pocora                  | 100  | 100  | 98   | 96   | 87   | 81   | 83   | 79   | 74   | 69   | 64   |
| 10    | Siquirres - Pacuarito             | 88   | 83   | 79   | 88   | 87   | 59   | 58   | 51   | 43   | 34   | 22   |
| 11    | Playa Hermosa - Esterillos        | 68   | 64   | 100  | 100  | 100  | 99   | 88   | 79   | 46   | 50   | 38   |
| 12    | Nicoya - Santa Cruz               | 80   | 100  | 100  | 98   | 95   | 100  | 93   | 86   | 63   | 61   | 36   |
| 13    | Cartago - Volcán Irazú            | 83   | 72   | 64   | 56   | 100  | 100  | 98   | 95   | 80   | 76   | 83   |
| 14    | Cajón - Buenos Aires              | 85   | 83   | 79   | 100  | 93   | 90   | 92   | 85   | 74   | 72   | 41   |
| 15    | San Isidro del General - Palmares | 93   | 88   | 83   | 100  | 100  | 100  | 95   | 92   | 81   | 80   | 79   |
| 16    | Florencia - Santa Clara           | 72   | 99   | 98   | 95   | 71   | 100  | 100  | 98   | 88   | 78   | 77   |
| 17    | Ciudad Neilly - Paso Canoas       | 32   | 36   | 24   | 20   | 100  | 95   | 89   | 81   | 68   | 64   | 39   |
| 18    | Liberia - Peñas Blancas           | 48   | 25   | 29   | 3    | 100  | 100  | 97   | 87   | 64   | 62   | 10   |
| 19    | Lajas - Carrillo                  | 75   | 94   | 92   | 81   | 68   | 85   | 77   | 81   | 54   | 52   | 9    |
| 20    | Cañas - Liberia                   | NA   | NA   | 100  | 100  | 99   | 97   | 95   | 88   | 81   | 81   | 74   |
|       | Liberia - Cañas                   | NA   | NA   | 100  | 100  | 99   | 97   | 95   | 88   | 83   | 78   | 74   |
| 21    | La República - Virilla            | 100  | 100  | 98   | 95   | 92   | 88   | 100  | 79   | 74   | 69   | 64   |
|       | Virilla - La República            | 100  | 100  | 98   | 95   | 92   | 88   | 100  | 79   | 74   | 69   | 64   |
| 22    | La Uruca - Hatillos               | 100  | 94   | 80   | 52   | 100  | 100  | 100  | 95   | 92   | 88   | 84   |
| 23    | Santa Cruz - Villareal            | 100  | 100  | 98   | 79   | 85   | 81   | 70   | 79   | 66   | 50   | 64   |
| 24    | Penshurt - Cahuita                | 100  | 100  | 98   | 97   | 90   | 85   | 83   | 79   | 74   | 62   | 55   |
| 25    | Bananito Sur - San Clemente       | 73   | 58   | 51   | 100  | 94   | 89   | 88   | 76   | 60   | 36   | 29   |
| 26    | Abundancia - Florencia            | NA   | NA   | NA   | NA   | 100  | 91   | 98   | 95   | 89   | 92   | 85   |
|       | Florencia - Abundancia            | NA   | NA   | NA   | NA   | 100  | 91   | 98   | 95   | 89   | 79   | 76   |

Nota: Los datos en fondo gris son proyectados utilizando la ecuación 1.



**Nota:** A continuación, se presentarán gráficas con los puntos de PCI recopilados hasta la fecha, cabe destacar que las curvas son tendencias esperados con base en los datos brutos.



**Figura 154.** Índice de condición presente del Tramo #1 Sabalito - Las Mellizas



**Figura 155.** Índice de condición presente del Tramo #2 Quepos - Barú

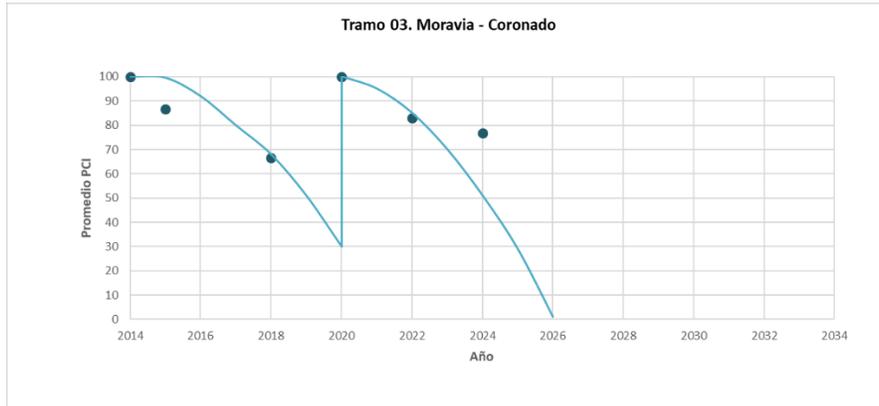


Figura 156. Índice de condición presente del Tramo #3 Moravia - Coronado

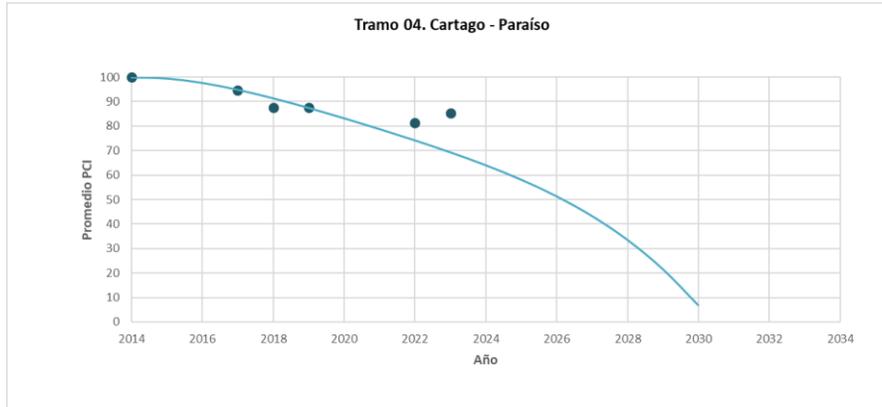


Figura 157. Índice de condición presente del Tramo #4 Cartago - Paraíso

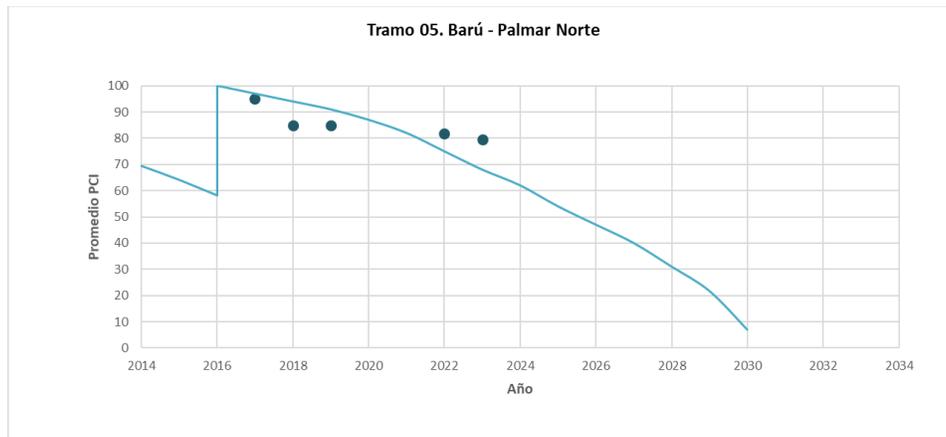




Figura 158. Índice de condición presente del Tramo #5 Barú - Palmar Norte

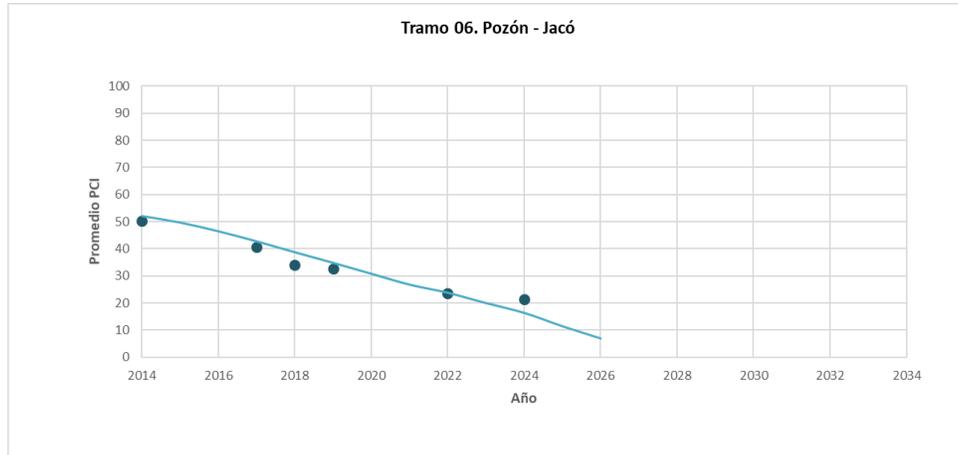


Figura 159. Índice de condición presente del Tramo #6 Pozón - Jacó

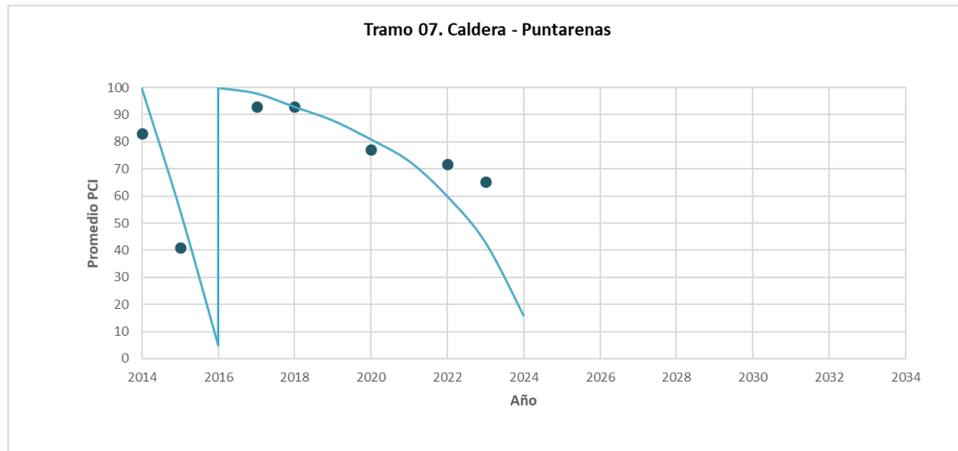
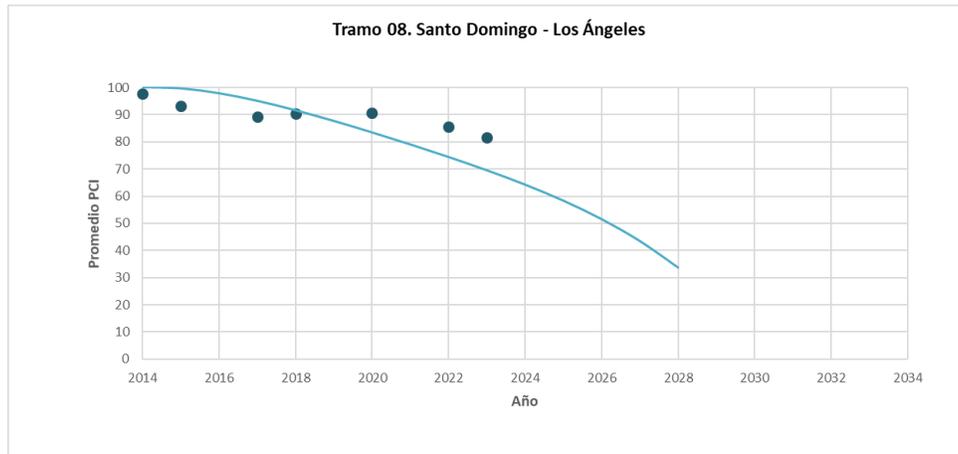
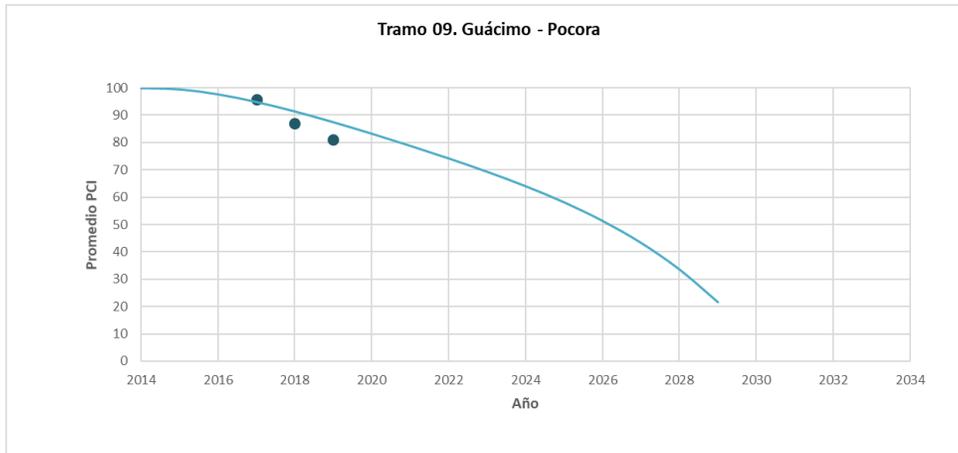


Figura 160. Índice de condición presente del Tramo #7 Caldera - Puntarenas



**Figura 161.** Índice de condición presente del Tramo #8 Santo Domingo - Los Ángeles



**Figura 162.** Índice de condición presente del Tramo #9 Guácimo - Pocora

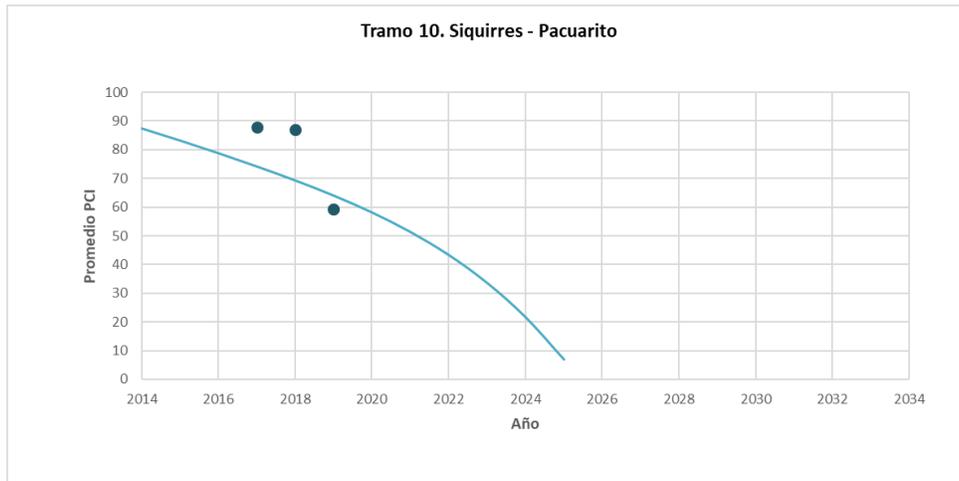


Figura 163. Índice de condición presente del Tramo #10 Siquirres - Pacuarito

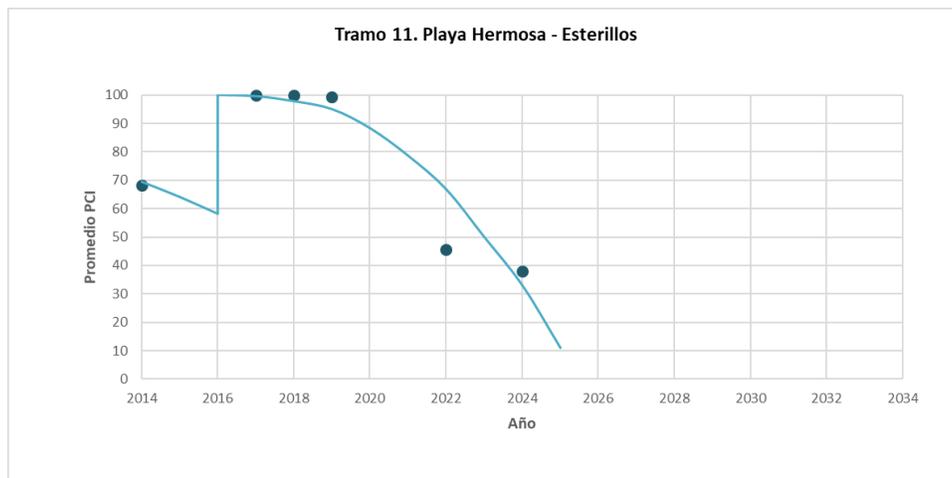


Figura 164. Índice de condición presente del Tramo #11 Playa Hermosa - Esterillos

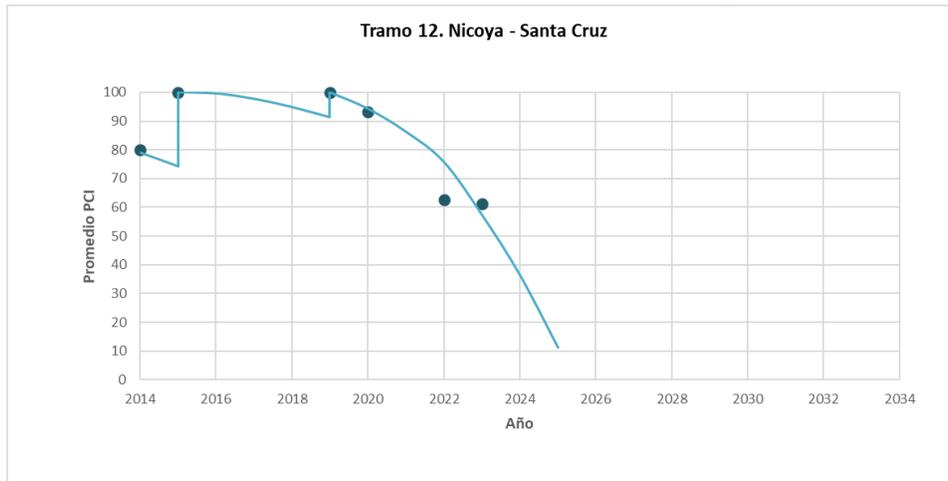


Figura 165. Índice de condición presente del Tramo #12 Nicoya - Santa Cruz

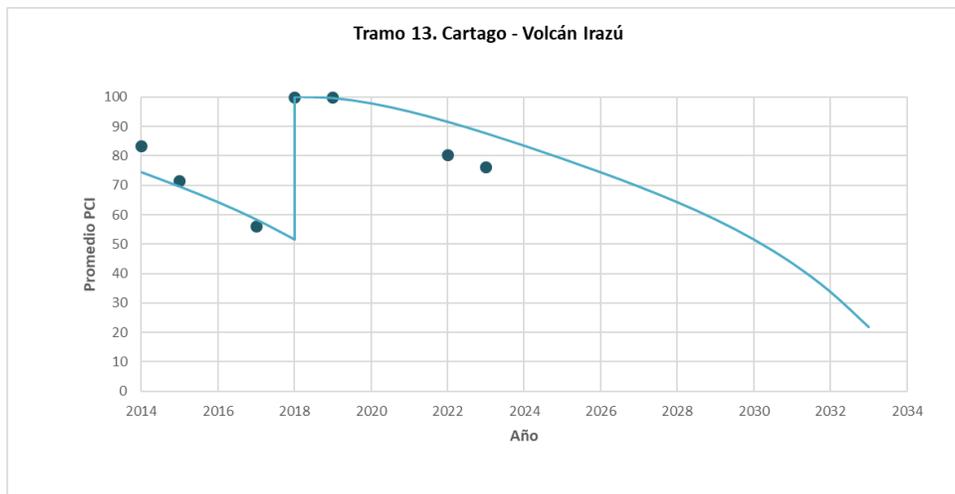
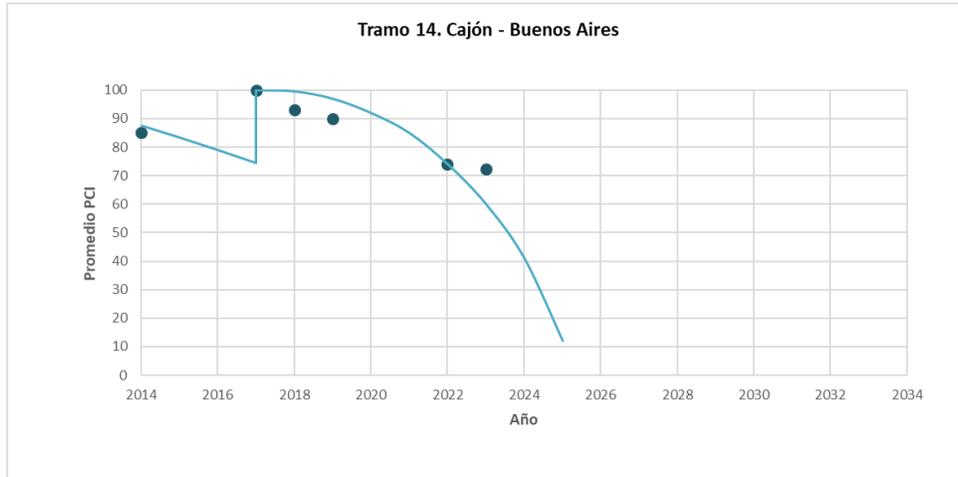
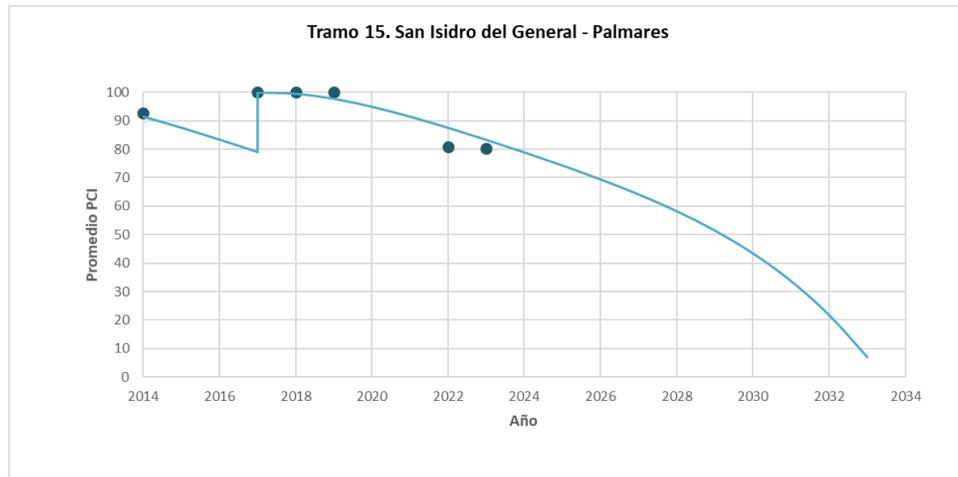


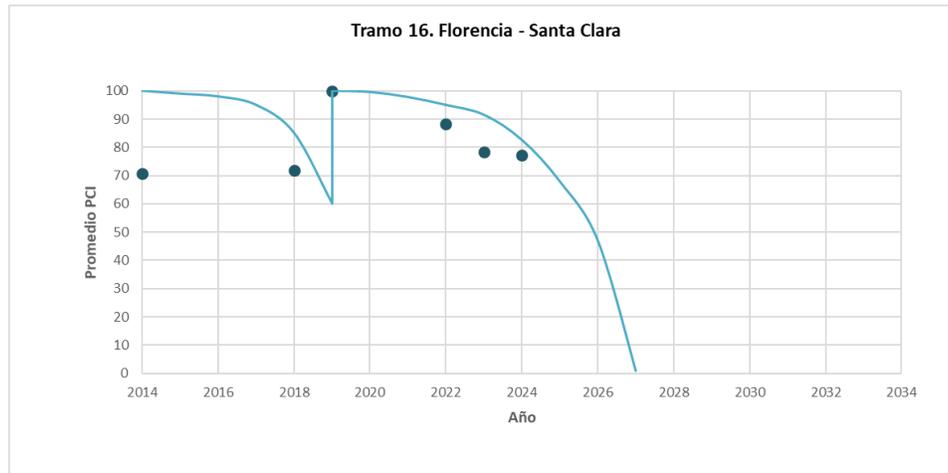
Figura 166. Índice de condición presente del Tramo #13 Cartago - Volcán Irazú



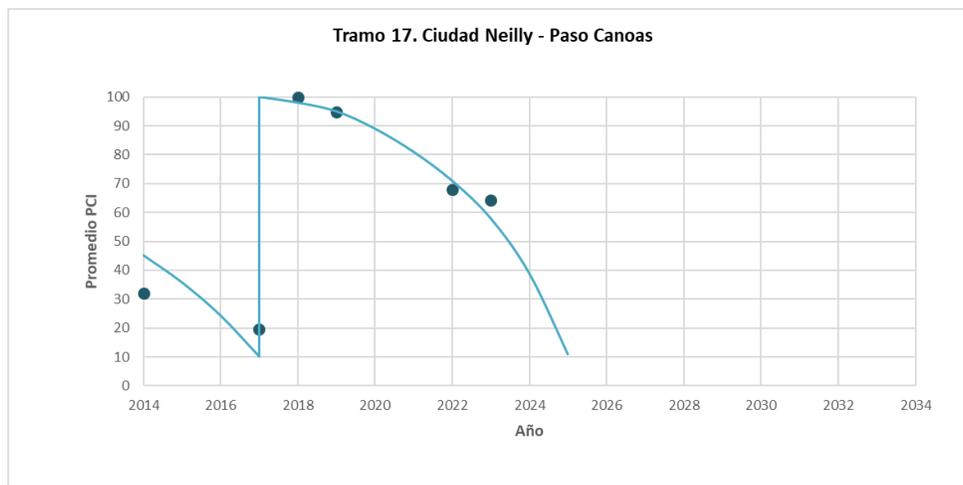
**Figura 167.** Índice de condición presente del Tramo #14 Cajón - Buenos Aires



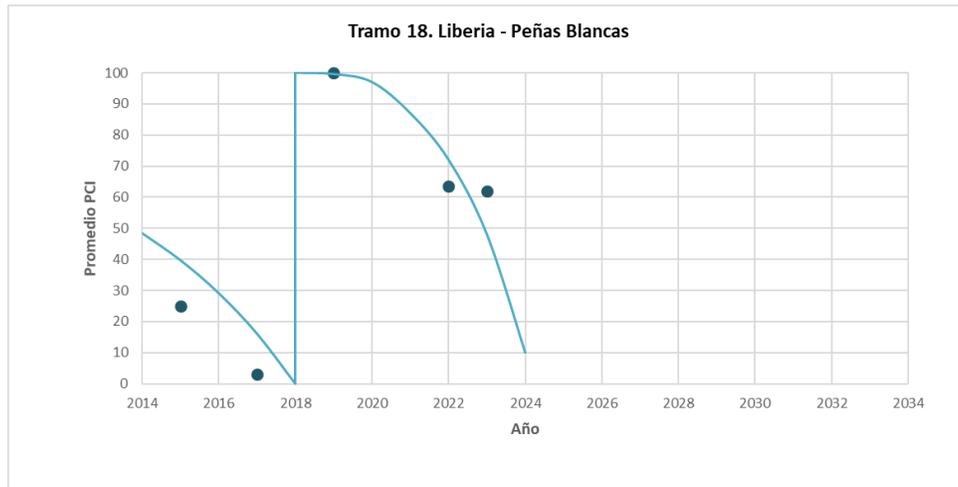
**Figura 168.** Índice de condición presente del Tramo #15 San Isidro del General - Palmares



**Figura 169.** Índice de condición presente del Tramo #16 Florencia - Santa Clara



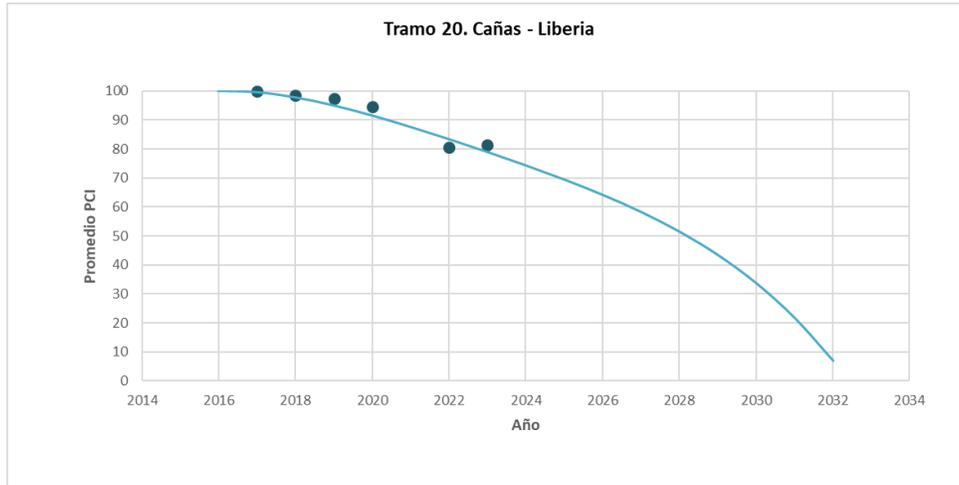
**Figura 170.** Índice de condición presente del Tramo #17 Ciudad Neilly - Paso Canoas



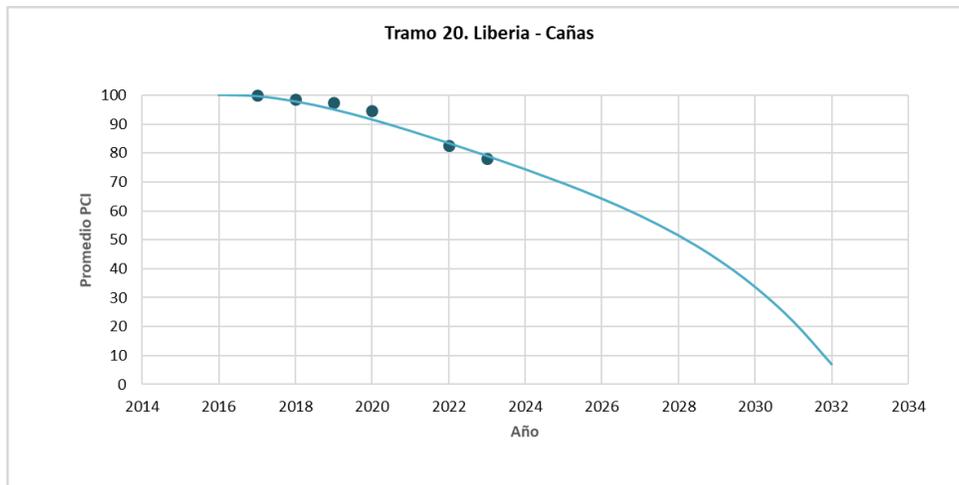
**Figura 171.** Índice de condición presente del Tramo #18 Liberia - Peñas Blancas



**Figura 172.** Índice de condición presente del Tramo #19 Lajas - Carrillo



**Figura 173.** Índice de condición presente del Tramo #20 sentido Cañas - Liberia



**Figura 174.** Índice de condición presente del Tramo #20 sentido Liberia - Cañas

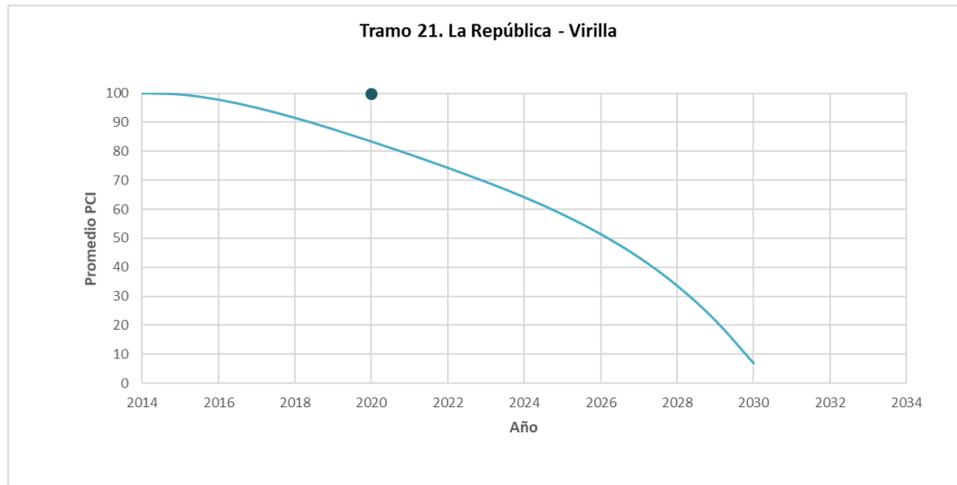


Figura 175. Índice de condición presente del Tramo #21 sentido La República - Virilla

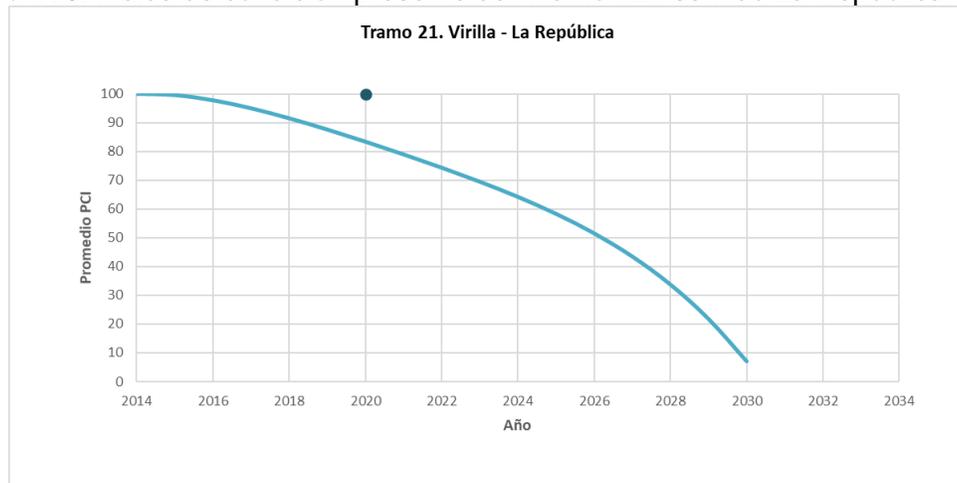


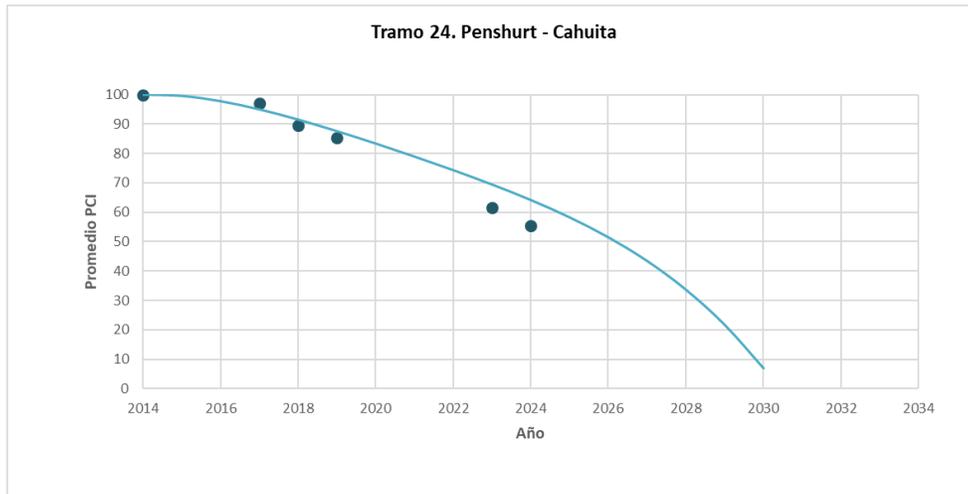
Figura 176. Índice de condición presente del Tramo #21 sentido Virilla - La República



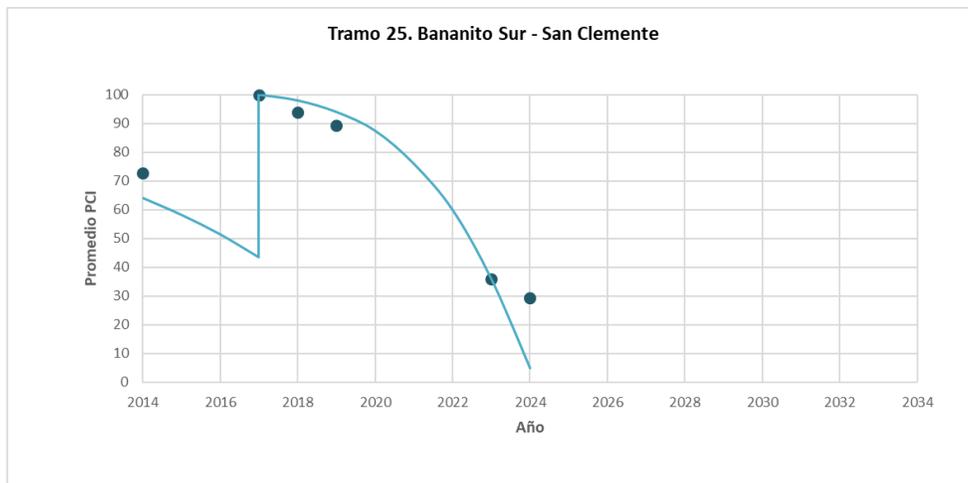
Figura 177. Índice de condición presente del Tramo #22 La Uruca - Hatillos



Figura 178. Índice de condición presente del Tramo #23 Santa Cruz - Villareal



**Figura 179.** Índice de condición presente del Tramo #24 Peshurt - Cahuita



**Figura 180.** Índice de condición presente del Tramo #25 Bananito Sur - San Clemente



Figura 181. Índice de condición presente del Tramo #26 sentido Abundancia - Florencia

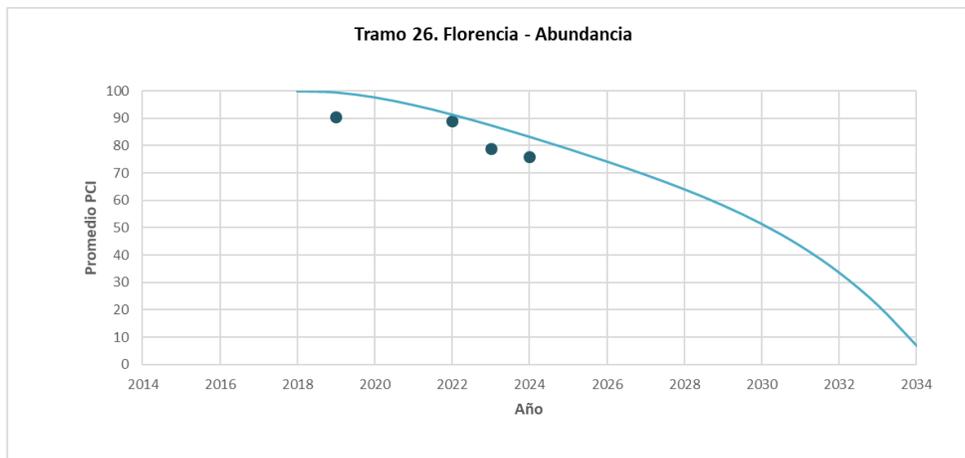


Figura 182. Índice de condición presente del Tramo #26 sentido Florencia – Abundancia



### ANEXO E: FRICCIÓN SUPERFICIAL (GRIP)

En la tabla 166 se muestra el inventario de ensayo de GRIP que se han realizado en los últimos años y de los que se cuenta con un registro a la fecha.

**Tabla 166.** *Inventario de ensayos de GRIP realizados del 2015 al 2023*

| Tramo | Ubicación                       | Año  |      |      |      |      |      |      |
|-------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|       |                                 | 2015 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |
| 1     | Sabalito-Las Mellizas           |      | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 2     | Quepos-Barú                     | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 3     | Moravia-Coronado                | x    | x    |      | x    | x    | x    | x    |
| 4     | Cartago-Paraíso                 | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 5     | Barú-Palmar Norte               |      | x    |      | x    | x    | x    | x    |
| 6     | Pozón-Jacó                      | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 7     | Puntarenas-Caldera              | x    | x    |      | x    | x    | x    | x    |
| 8     | Santo Domingo-Los Ángeles       | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 9     | Guácimo-Pocora                  | x    | x    | x    | x    |      |      |      |
| 10    | Pacuarito-Siquirres             | x    | x    | x    |      |      |      |      |
| 11    | Playa Hermosa-Esterillos        | x    | x    |      | x    | x    | x    | x    |
| 12    | Nicoya-Santa Cruz               | x    | x    |      | x    | x    | x    | x    |
| 13    | Cartago-Volcán Irazú            |      |      |      | x    |      | x    | x    |
| 14    | Cajón-Buenos Aires              |      | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 15    | San Isidro del General-Palmares | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 16    | Florencia-Santa Clara           | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 17    | Ciudad Neilly-Paso Canoas       |      | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 18    | Liberia-Peñas Blancas           | x    |      |      | x    | x    | x    | x    |
| 19    | Lajas-Carrillo                  | x    | x    |      | x    | x    | x    | x    |
| 20    | Cañas Liberia                   |      | x    |      | x    | x    | x    | x    |
| 21    | La República-Virilla            | x    | x    | x    |      | x    | x    | x    |
| 22    | La Uruca-Hatillos               | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 23    | Santa Cruz-Villareal            | x    | x    |      | x    |      | x    | x    |
| 24    | Cahuita-Penshurt                | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 25    | Bananito Sur-San Clemente       | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| 26    | Abundancia-Florencia            |      |      |      | x    | x    | x    | x    |

**Nota:** Las “x” representan los tramos y años en los que se han realizado ensayos de GRIP



Tabla 167. Resumen de fricción superficial por tramo

| Tramo                                | GN   |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                      | 2015 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |
| 1 Sabalito-Las Mellizas              | -    | 0,56 | 0,53 | 0,45 | 0,51 | 0,52 | 0,48 |
| 2 Quepos-Barú                        | 0,50 | 0,46 | 0,63 | 0,53 | 0,50 | 0,53 | 0,49 |
| 3 Moravia-Coronado                   | 0,47 | 0,36 | -    | 0,54 | 0,55 | 0,56 | 0,45 |
| 4 Cartago-Paraíso                    | 0,73 | 0,34 | 0,52 | 0,51 | 0,54 | 0,46 | 0,43 |
| 5 Barú-Palmar Norte                  | -    | 0,28 | -    | 0,35 | 0,38 | 0,31 | 0,32 |
| 6 Pozón - Jacó                       | 0,46 | 0,38 | 0,64 | 0,47 | 0,41 | 0,47 | 0,41 |
| 7 Caldera - Puntarenas               | 0,33 | 0,27 | -    | 0,30 | 0,37 | 0,37 | 0,37 |
| 8 Santo Domingo - Los Ángeles        | 0,63 | 0,57 | 0,68 | 0,60 | 0,64 | 0,63 | 0,60 |
| 9 Guácimo-Pocora                     | 0,60 | 0,38 | 0,50 | 0,46 | -    | -    | -    |
| 10 Siquirres - Pacuarito             | 0,62 | 0,48 | 0,53 | -    | -    | -    | -    |
| 11 Playa Hermosa-Esterillos          | 0,49 | 0,51 | -    | 0,54 | 0,56 | 0,49 | 0,40 |
| 12 Nicoya - Santa Cruz               | 0,15 | 0,40 | -    | 0,30 | 0,25 | 0,45 | 0,24 |
| 13 Cartago-Volcán Irazú              | -    |      | -    | 0,64 |      | 0,52 | 0,54 |
| 14 Cajón - Buenos Aires              | -    | 0,43 | 0,42 | 0,31 | 0,44 | 0,40 | 0,42 |
| 15 San Isidro del General - Palmares | 0,27 | 0,32 | 0,42 | 0,35 | 0,31 | 0,29 | 0,37 |
| 16 Florencia-Santa Clara             | 0,52 | 0,37 | 0,44 | 0,52 | 0,50 | 0,53 | 0,56 |
| 17 Ciudad Neilly-Paso Canoas         | -    | 0,30 | 0,54 | 0,38 | 0,33 | 0,42 | 0,40 |
| 18 Liberia-Peñas Blancas             | 0,58 | -    | -    | 0,60 | 0,55 | 0,64 | 0,50 |
| 19 Lajas - Carrillo                  | 0,36 | 0,34 | -    | 0,23 | 0,30 | 0,34 | 0,26 |
| 20 Cañas-Liberia                     | -    | 0,59 | -    | 0,64 | 0,59 | 0,70 | 0,56 |
| 21 La República - Virilla            | 0,56 | 0,52 | 0,54 | -    | 0,62 | 0,57 | 0,47 |
| 22 La Uruca - Hatillos               | 0,52 | 0,52 | 0,72 | 0,56 | 0,40 | 0,49 | 0,39 |
| 23 Santa Cruz - Villareal            | 0,29 | 0,35 |      | 0,43 | -    | 0,44 | 0,46 |
| 24 Penschurt - Cahuita               | 0,69 | 0,51 | 0,58 | 0,60 | 0,53 | 0,44 | 0,49 |
| 25 Bananito Sur - San Clemente       | 0,73 | 0,57 | 0,65 | 0,71 | 0,59 | 0,56 | 0,46 |
| 26 Abundancia - Florencia            | -    | -    | -    | 0,68 | 0,63 | 0,66 | 0,65 |

Nota: GN hace referencia al *GRIP Number* es decir al número o valor de GRIP.



**Tabla 168.** Resumen de fricción superficial sentido A-B

| Tramo |                        | GN (sentido A-B) |      |      |      |      |      |      |
|-------|------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|
|       |                        | 2015             | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |
| 20    | Cañas-Liberia          | -                | 0,59 | -    | 0,55 | 0,62 | 0,73 | 0,56 |
| 21    | La República - Virilla | -                | -    | -    | -    | -    | 0,53 | 0,39 |
| 22    | La Uruca - Hatillos    | 0,52             | 0,52 | 0,72 | 0,56 | 0,41 | 0,51 | 0,40 |
| 26    | Abundancia - Florencia | -                | -    | -    | -    | 0,64 | 0,66 | 0,63 |

**Nota:** GN hace referencia al *GRIP Number* es decir al número o valor de GRIP.

**Tabla 169.** Resumen de fricción superficial sentido B-A

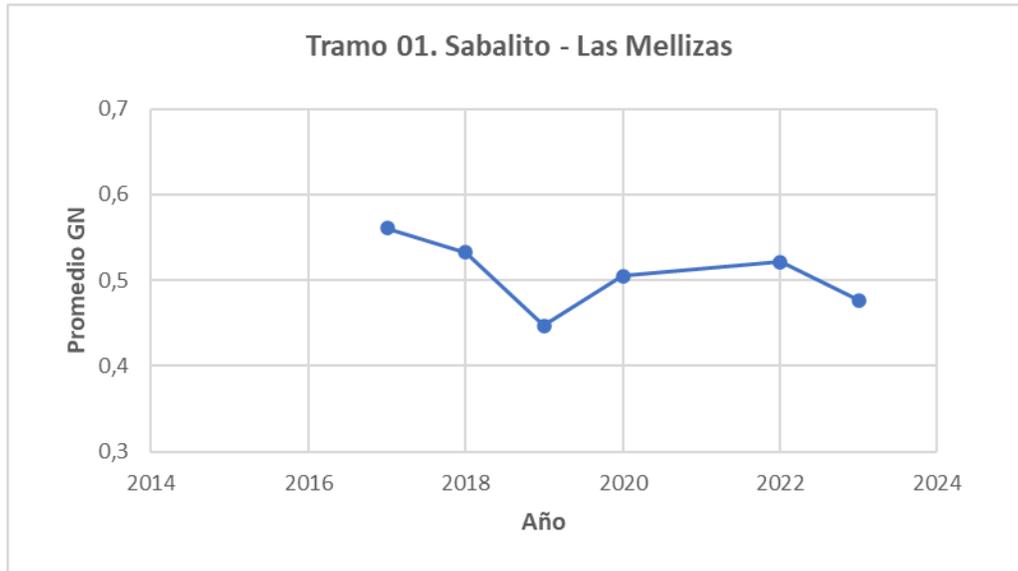
| Tramo |                        | GN (sentido B-A) |      |      |      |      |      |      |
|-------|------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|
|       |                        | 2015             | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2022 | 2023 |
| 20    | Cañas-Liberia          | -                | -    | -    | 0,73 | 0,56 | 0,67 | 0,57 |
| 21    | La República - Virilla | 0,56             | 0,52 | 0,54 | -    | 0,62 | 0,62 | 0,55 |
| 22    | La Uruca - Hatillos    | -                | -    | -    | -    | 0,39 | 0,47 | 0,38 |
| 26    | Abundancia - Florencia | -                | -    | -    | 0,68 | 0,61 | 0,66 | 0,67 |

**Nota:** GN hace referencia al *GRIP Number* es decir al número o valor de GRIP.

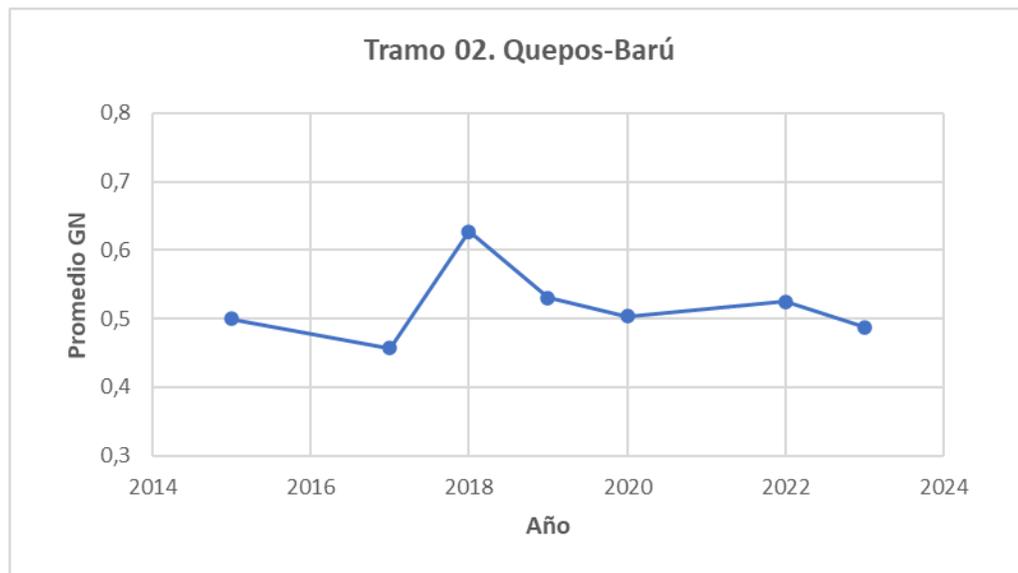
**Tabla 170.** Clasificación internacional del pavimento según el GN

| Condición de Agarre | Rango de GN | Nivel           |                            |                                | Tipo de Pavimento característico                                    |
|---------------------|-------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|---|
|                     |             | Deslizamiento   | Probabilidad de accidentes | Riesgo medio de accidentalidad |   |
| Malo                | <0,50       | Muy deslizante  | Muy alta probabilidad      | mayor a 20                     | Pavimento flexible compuesto de agregado pulimentable ej.: calizo   |
| Regular             | 0,50 - 0,60 | Deslizante      | Alta probabilidad          | 16 a 20                        | Pavimento flexible con alto grado de exudación y pérdida de textura |
| Bueno               | 0,60 - 0,78 | Poco deslizante | Moderada probabilidad      | 10 a 16                        | Pavimento rígido y flexible con buena textura                       |
| Muy Bueno           | >0,78       | No deslizante   | Poca probabilidad          | menor a 10                     | Pavimento nuevo o sobrecapa   |

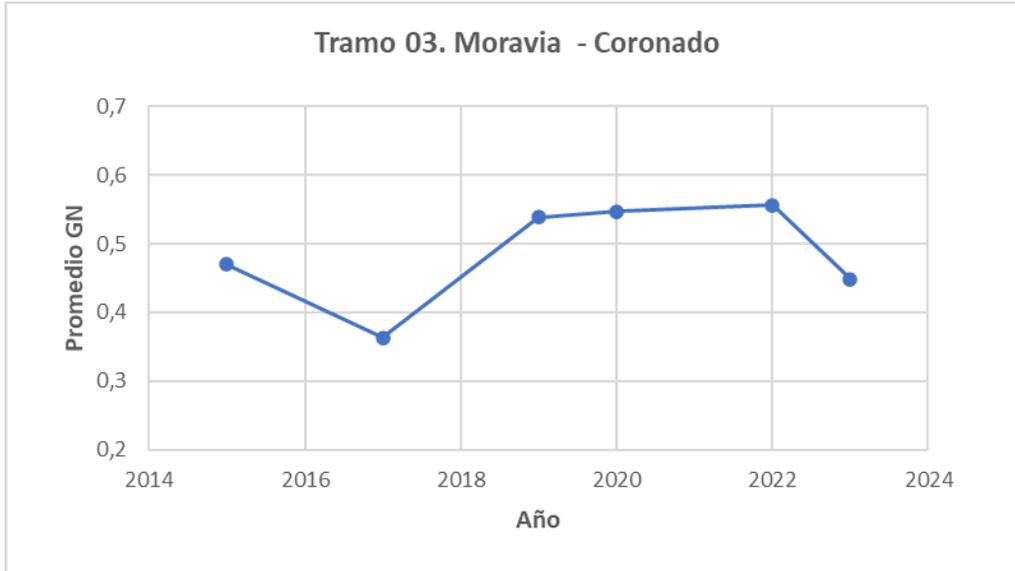
Fuente: LANAMME, 2019



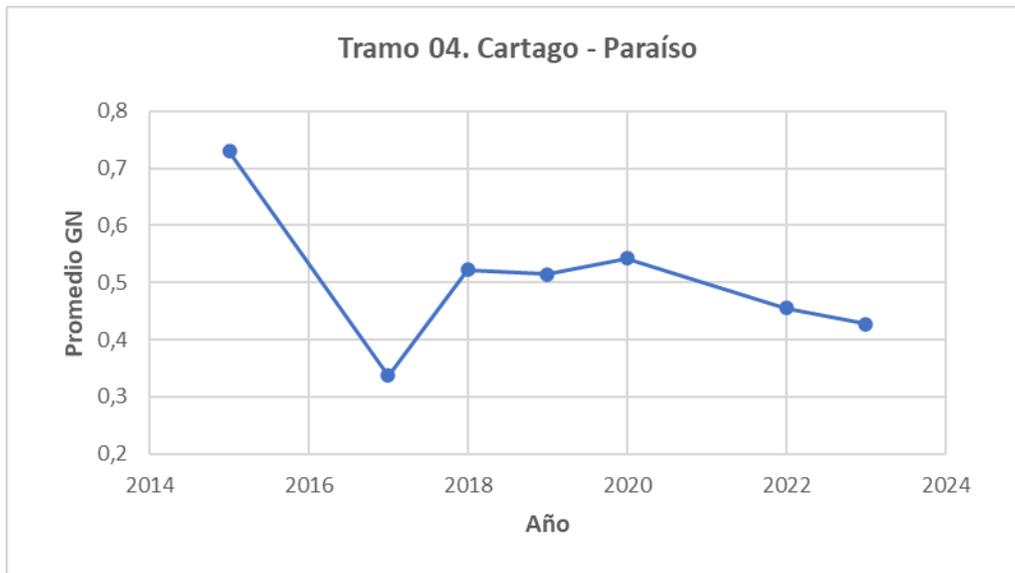
**Figura 183.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #1 Sabalito - Las Mellizas



**Figura 184.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #2 Quepos - Barú



**Figura 185.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #3 Moravia - Coronado



**Figura 186.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #4 Cartago - Paraíso

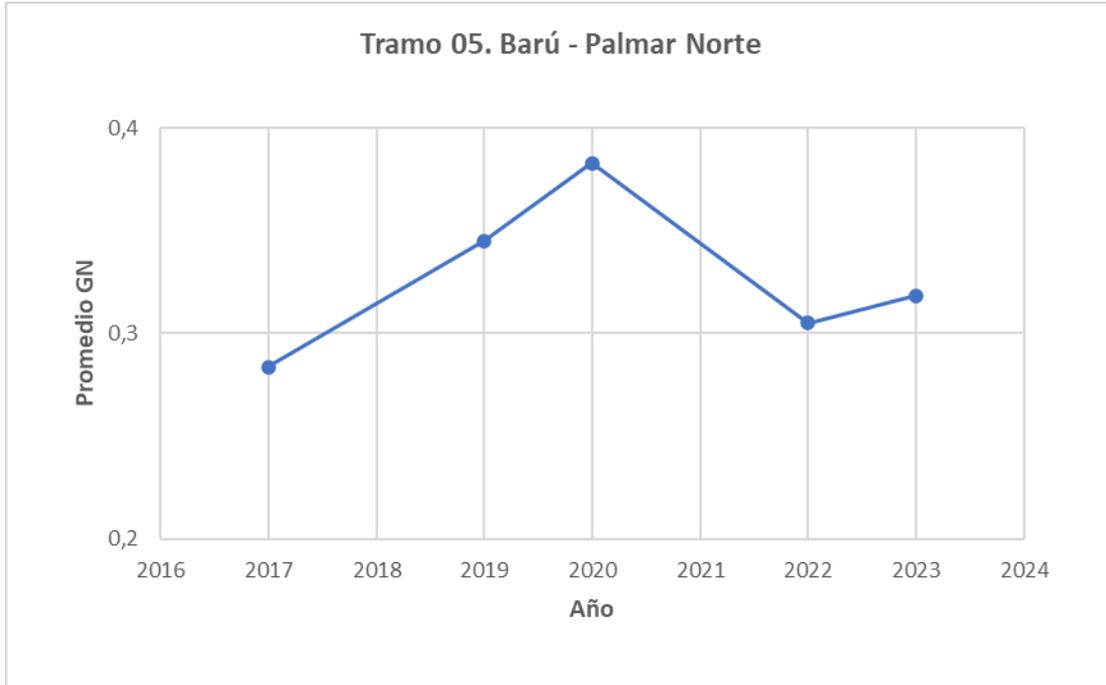


Figura 187. Índice de agarre (fricción) del Tramo #5 Barú - Palmar Norte

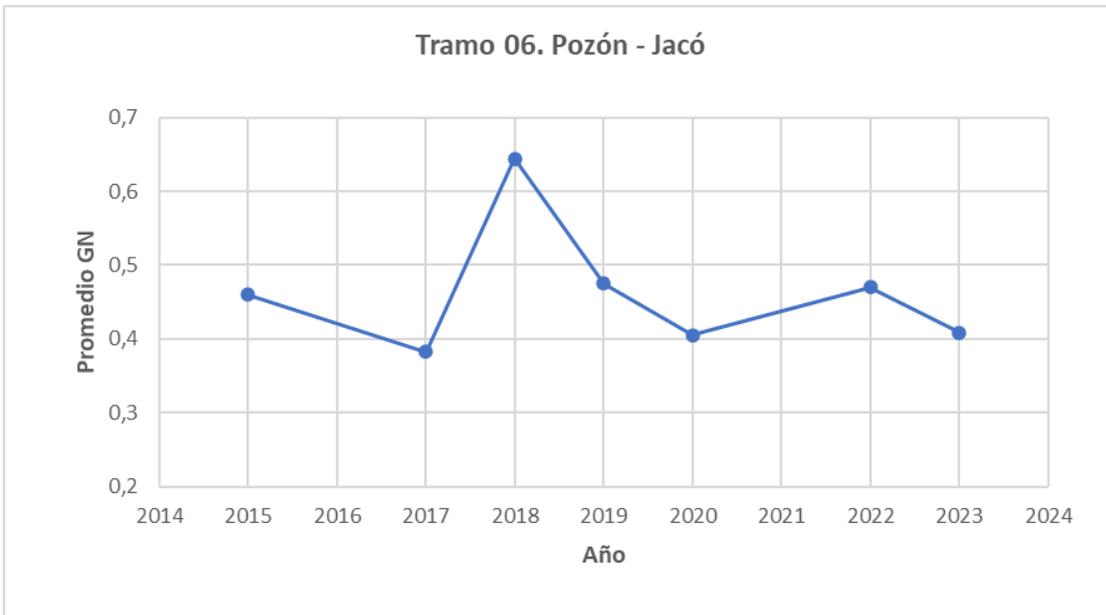
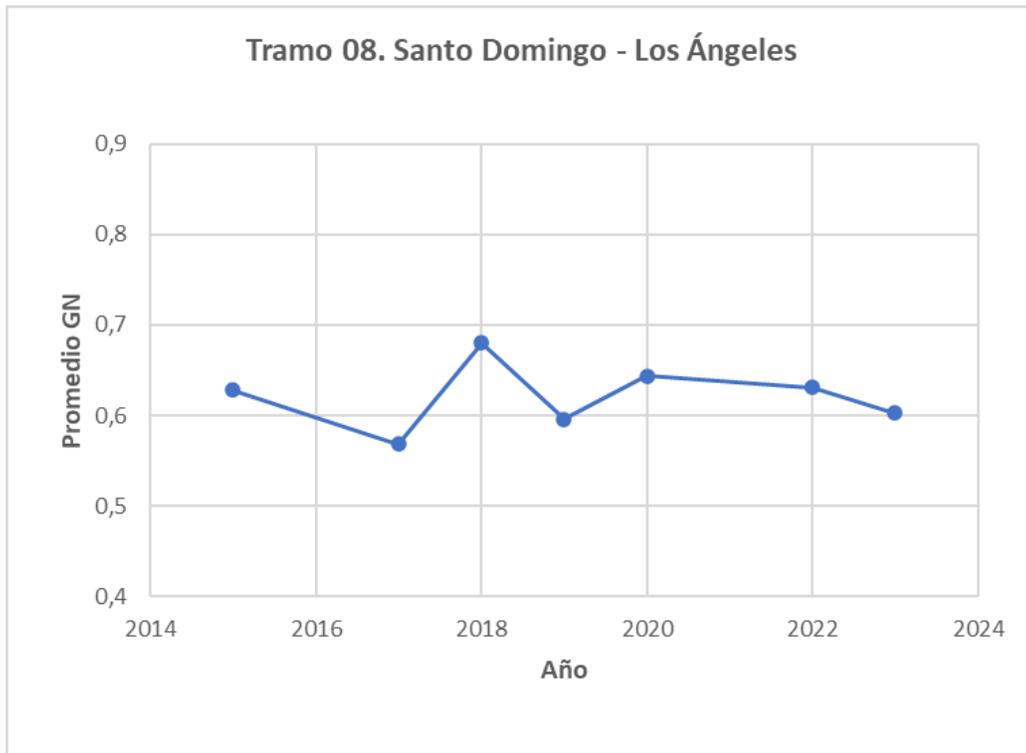


Figura 188. Índice de agarre (fricción) del Tramo #6 Pozón - Jacó



**Figura 189.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #7 Caldera - Puntarenas



**Figura 190.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #8 Santo Domingo - Los Ángeles



**Figura 191.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #9 Guácimo - Pocora



**Figura 192.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #10 Siquirres - Pacuarito



Figura 193. Índice de agarre (fricción) del Tramo #11 Playa Hermosa - Esterillos

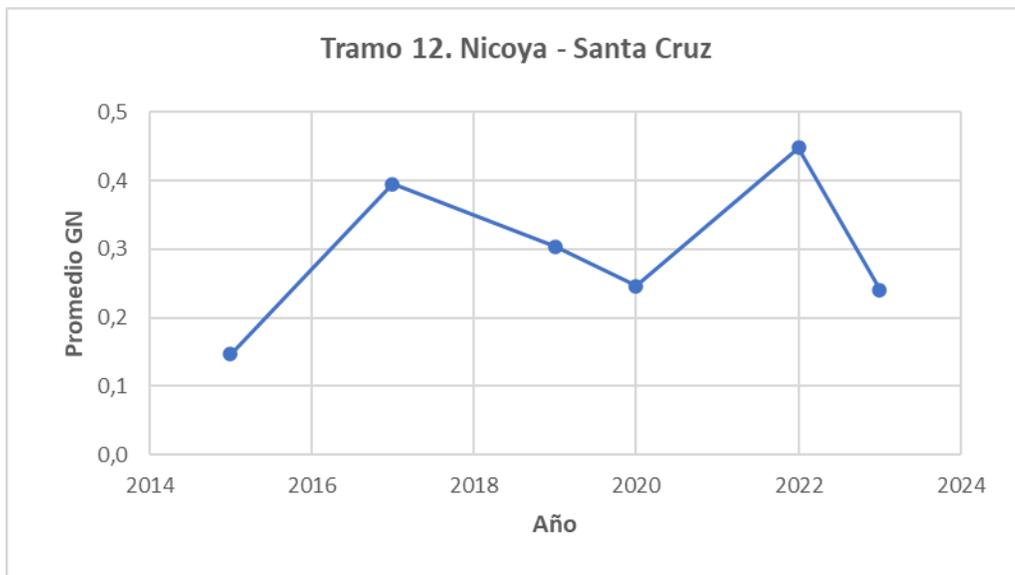
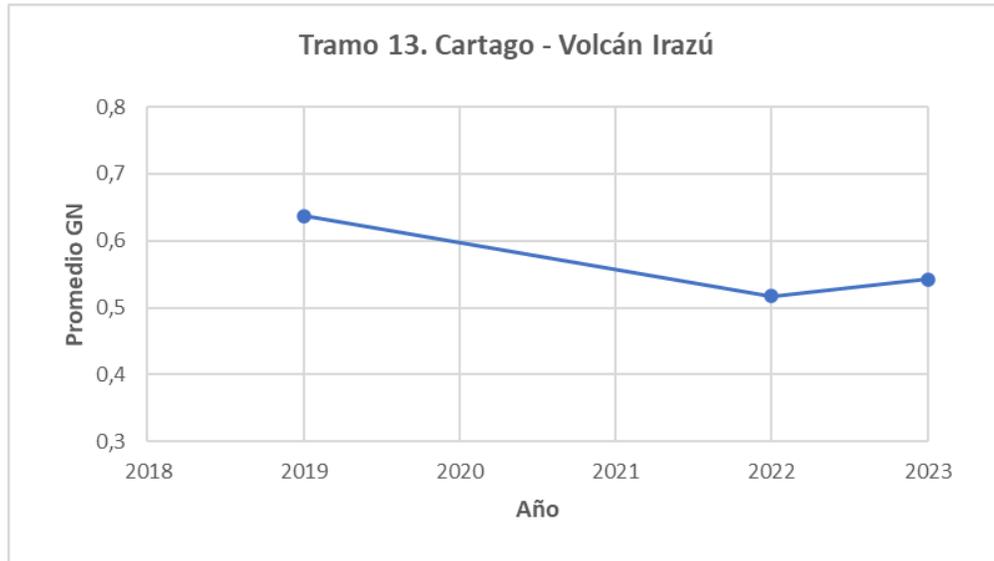


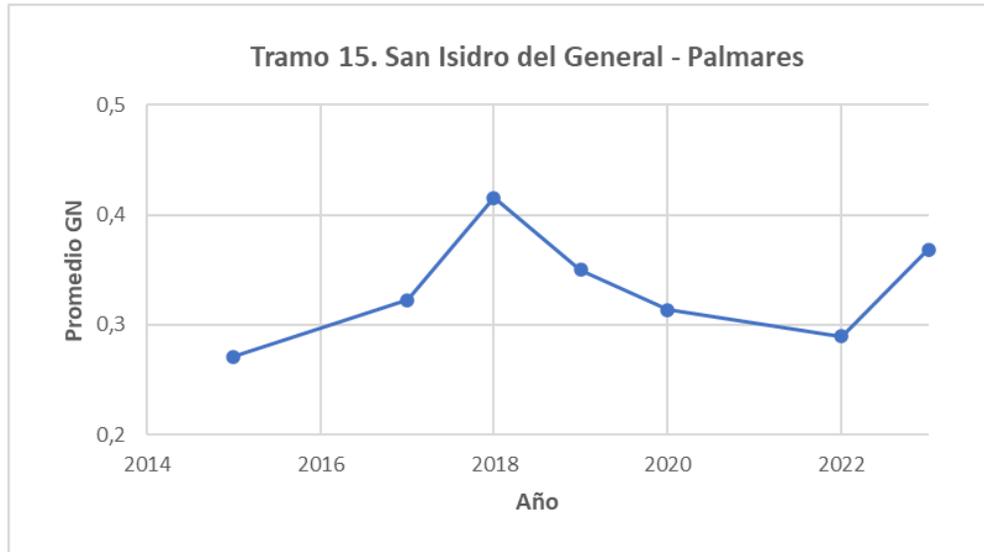
Figura 194. Índice de agarre (fricción) del Tramo #12 Nicoya - Santa Cruz



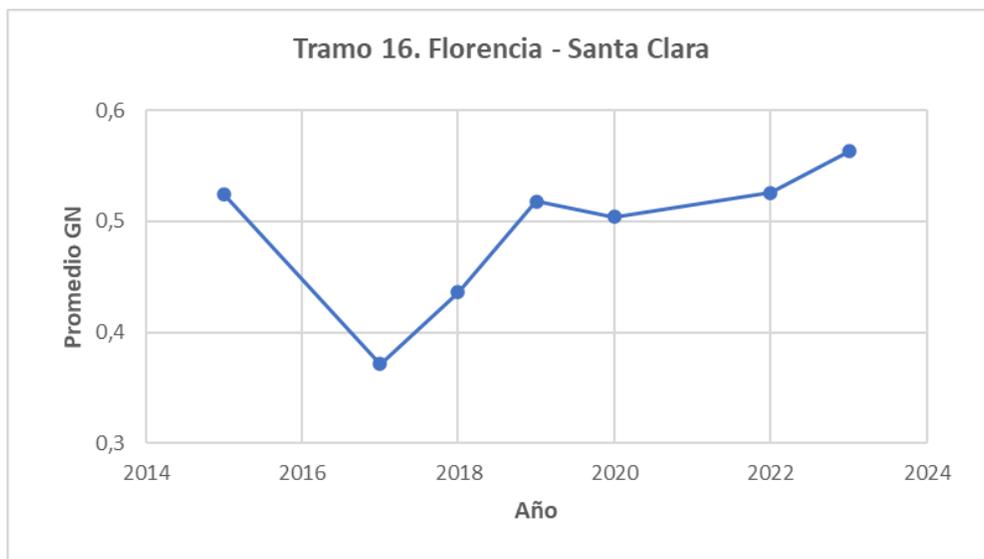
**Figura 195.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #13 Cartago - Volcán Irazú



**Figura 196.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #14 Cajón - Buenos Aires



**Figura 197.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #15 San Isidro del General - Palmares



**Figura 198.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #16 Florencia - Santa Clara

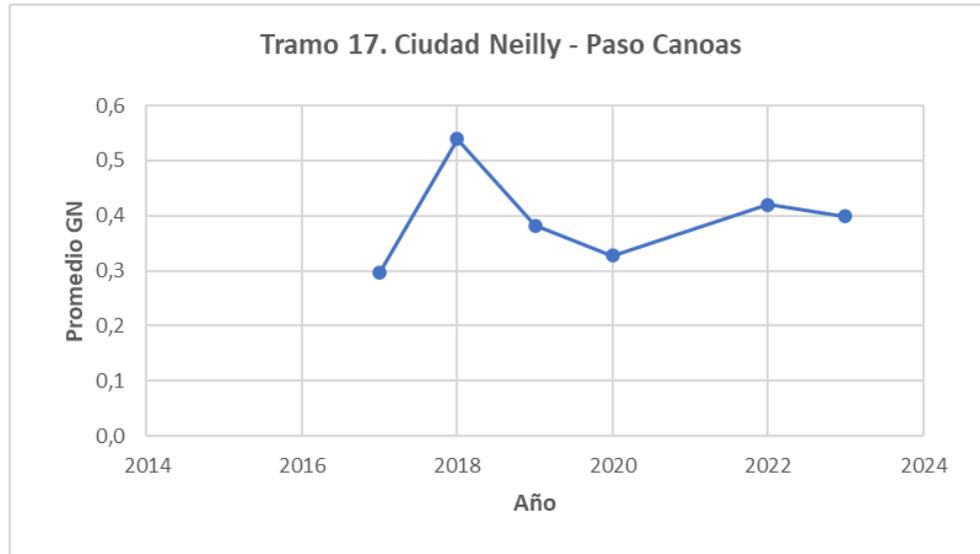


Figura 199. Índice de agarre (fricción) del Tramo #17 Ciudad Neilly - Paso Canoas

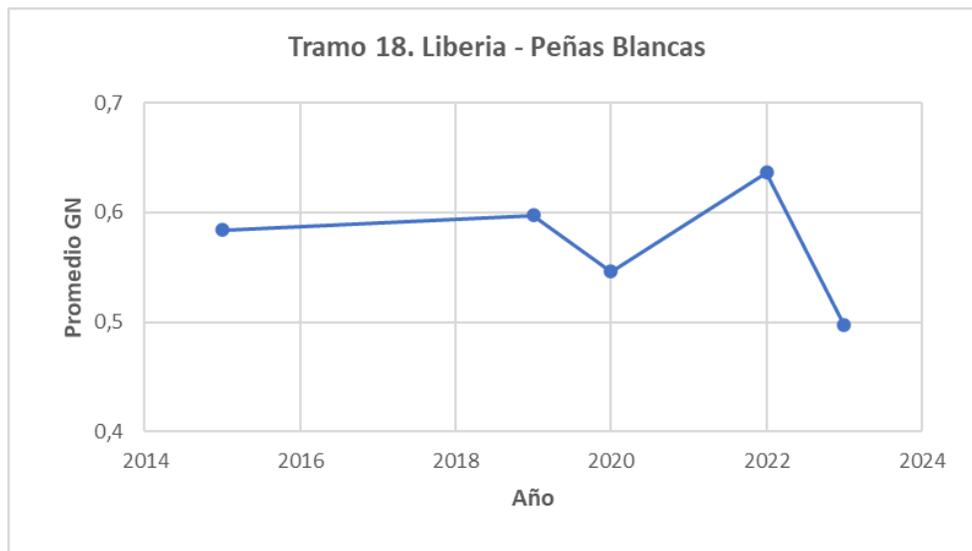


Figura 200. Índice de agarre (fricción) del Tramo #18 Liberia - Peñas Blancas



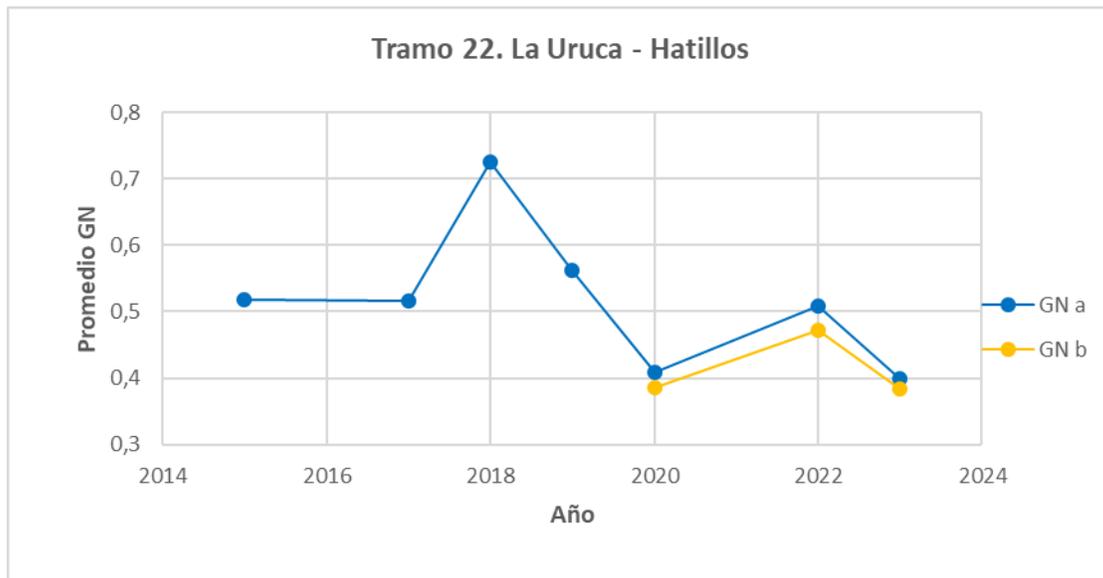
Figura 201. Índice de agarre (fricción) del Tramo #19 Lajas - Carrillo



Figura 202. Índice de agarre (fricción) del Tramo #20 Cañas - Liberia



**Figura 203.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #21 La República -Virilla



**Figura 204.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #22 La Uruca - Hatillos

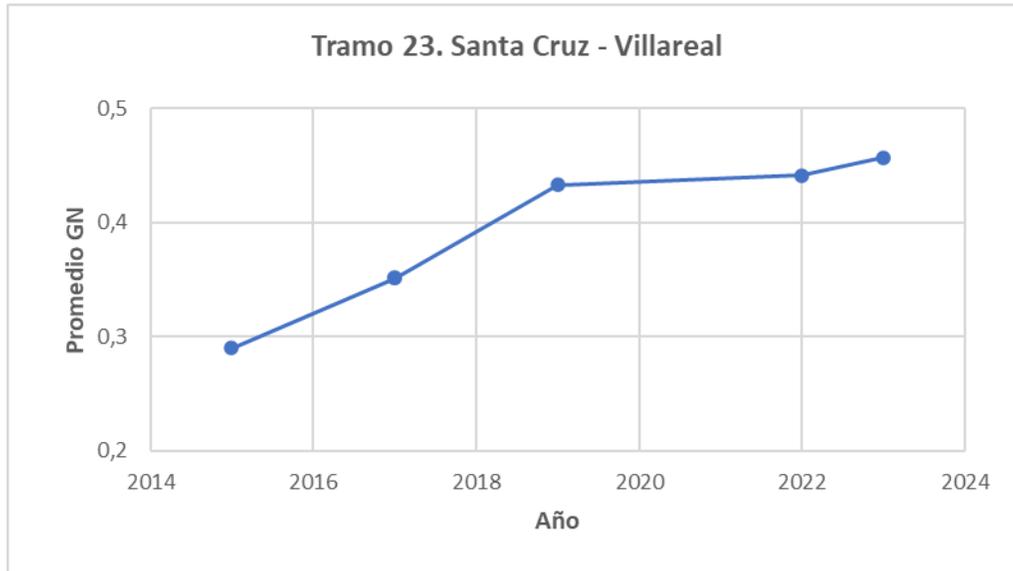


Figura 205. Índice de agarre (fricción) del Tramo #23 Santa Cruz - Villareal

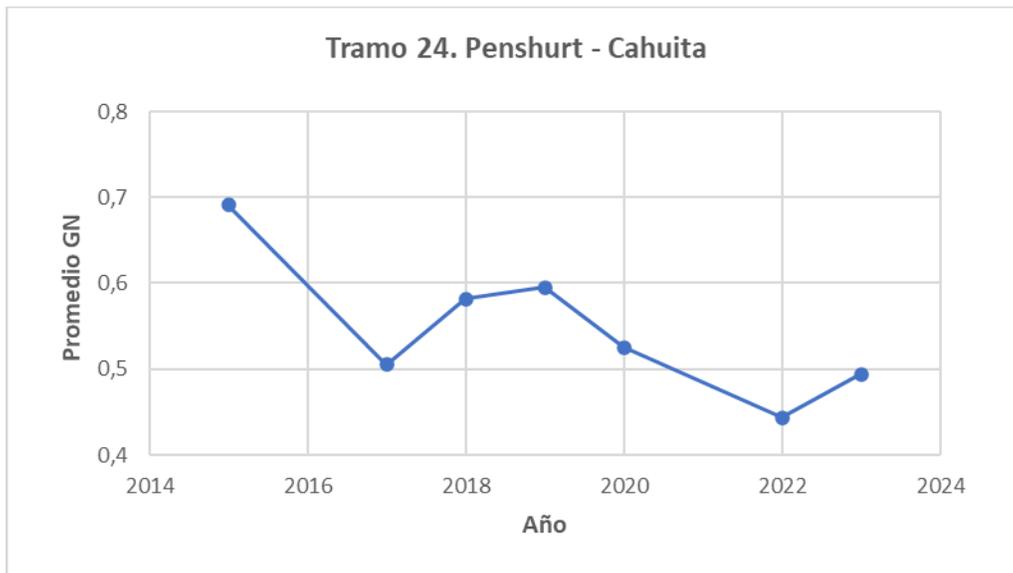
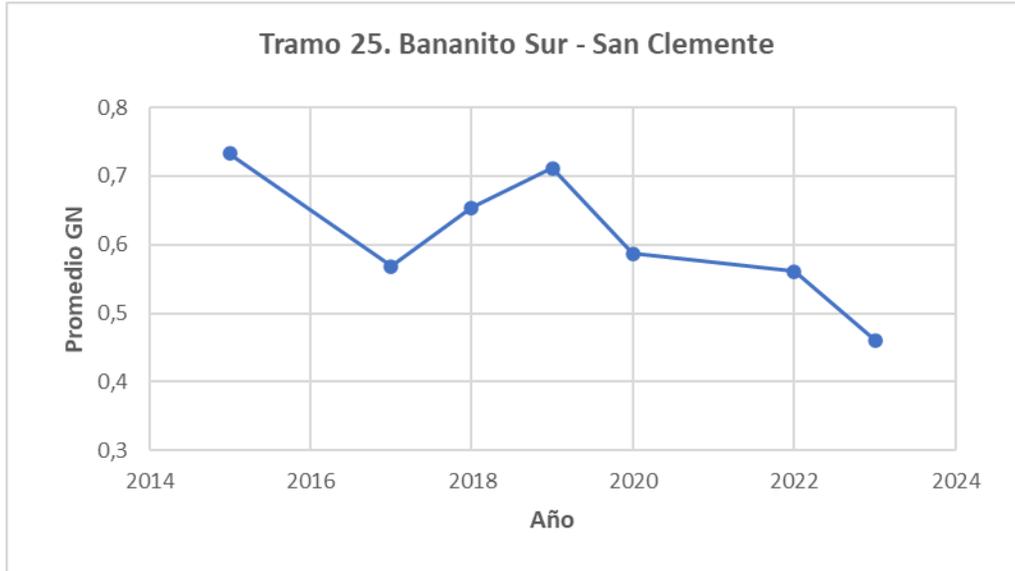
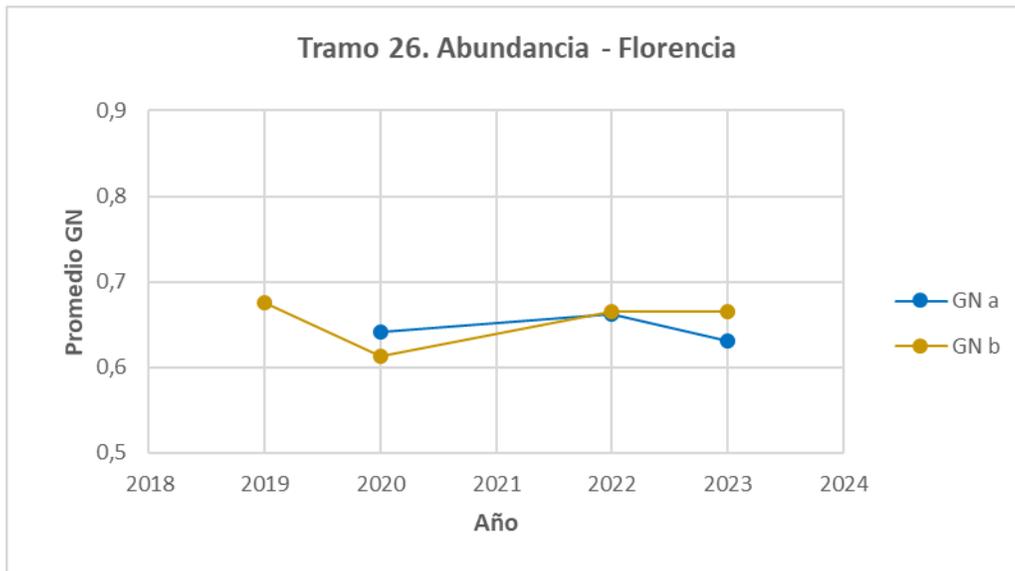


Figura 206. Índice de agarre (fricción) del Tramo #24 Cahuita - Penshurt



**Figura 207.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #25 Bananito Sur - San Clemente



**Figura 208.** Índice de agarre (fricción) del Tramo #26 Abundancia - Florencia



## ANEXO F: HISTORIAL DEL TPDA

Los tramos 01 Sabalito-Las Mellizas, 10 Siquirres-Pacuarito, 14 Cajón-Buenos Aires, 19 Lajas-Carrillo, 20 Cañas-Liberia y el 23 Santa Cruz-Villareal cuentan con un único registro de TPDA por parte de la Secretaría de Planificación Sectorial, estos valores pueden apreciarse en la Tabla 171. Para los 20 tramos restantes si se cuenta con un registro, el cual se expondrá a continuación.

**Tabla 171. Historial de TPDA para cada tramo**

| Tramo |                    | Año  | TPDA              |
|-------|--------------------|------|-------------------|
| 2     | Quepos-Barú        | 2002 | 974               |
|       |                    | 2006 | 7563              |
|       |                    | 2009 | 6918              |
|       |                    | 2011 | 9119              |
|       |                    | 2015 | 10843             |
| 3     | Moravia-Coronado   | 1987 | 3765              |
|       |                    | 1988 | 4495              |
|       |                    | 1989 | 5880              |
|       |                    | 1990 | 6545              |
|       |                    | 1992 | 7100              |
|       |                    | 1993 | 8670              |
|       |                    | 1994 | 9590              |
|       |                    | 1996 | 12207             |
|       |                    | 1998 | 14100             |
|       |                    | 2015 | 22217             |
| 4     | Cartago-Paraíso    | 1991 | 5275              |
|       |                    | 1993 | 6400              |
|       |                    | 1994 | 7690              |
|       |                    | 1995 | 8020              |
|       |                    | 2005 | 13579             |
|       |                    | 2006 | 13201             |
|       |                    | 2008 | 12654             |
|       |                    | 2017 | 22776             |
|       |                    | 2023 | 16218             |
|       |                    | 5    | Barú-Palmar Norte |
| 2017  | 5065               |      |                   |
| 6     | Pozón-Jacó         | 1995 | 1690              |
|       |                    | 2006 | 7563              |
|       |                    | 2009 | 6918              |
|       |                    | 2011 | 9119              |
|       |                    | 2015 | 10843             |
| 7     | Caldera-Puntarenas | 1992 | 3135              |
|       |                    | 1995 | 5560              |
|       |                    | 2005 | 7933              |
|       |                    | 2006 | 8330              |
|       |                    | 2009 | 11530             |



**Tabla 171 (cont).** *Historial de TPDA para cada tramo*

| Tramo |                                 | Año  | TPDA  |
|-------|---------------------------------|------|-------|
| 7     | Caldera-Puntarenas              | 2012 | 15461 |
|       |                                 | 2015 | 19794 |
|       |                                 | 2019 | 14774 |
| 8     | Santo Domingo - Los Ángeles     | 1993 | 1400  |
|       |                                 | 1994 | 1700  |
|       |                                 | 1996 | 2117  |
|       |                                 | 2005 | 5527  |
|       |                                 | 2007 | 5944  |
|       |                                 | 2015 | 9470  |
|       |                                 | 2022 | 10725 |
| 9     | Guácimo-Pocora                  | 1996 | 6920  |
|       |                                 | 1999 | 7390  |
|       |                                 | 2004 | 7898  |
|       |                                 | 2005 | 6585  |
|       |                                 | 2008 | 9267  |
|       |                                 | 2015 | 11943 |
| 10    | Siquirres-Pacuarito             | 2011 | 7835  |
|       |                                 | 2017 | 12057 |
| 11    | Playa Hermosa-Esterillos        | 2011 | 7835  |
|       |                                 | 2017 | 12057 |
| 12    | Nicoya-Santa Cruz               | 1995 | 1775  |
|       |                                 | 1998 | 2105  |
|       |                                 | 2006 | 4234  |
|       |                                 | 2010 | 6081  |
|       |                                 | 2015 | 7386  |
| 13    | Cartago-Volcán Irazú            | 1992 | 380   |
|       |                                 | 1994 | 440   |
|       |                                 | 2006 | 538   |
|       |                                 | 2009 | 955   |
|       |                                 | 2015 | 614   |
| 15    | San Isidro del General-Palmares | 1995 | 4705  |
|       |                                 | 1998 | 4510  |
|       |                                 | 2005 | 6535  |
|       |                                 | 2007 | 7538  |
|       |                                 | 2013 | 9805  |
|       |                                 | 2016 | 14325 |
| 16    | Florencia-Santa Clara           | 1995 | 1890  |
|       |                                 | 1995 | 2900  |
|       |                                 | 2007 | 4644  |
|       |                                 | 2013 | 6697  |
|       |                                 | 2016 | 6575  |
| 17    | Ciudad Neilly-Paso Canoas       | 1998 | 3330  |
|       |                                 | 1999 | 3590  |
|       |                                 | 2006 | 4563  |
|       |                                 | 2010 | 6337  |



Tabla 171 (cont). Historial de TPDA para cada tramo

|    | Tramo                     | Año  | TPDA  |
|----|---------------------------|------|-------|
| 17 | Ciudad Neilly-Paso Canoas | 2015 | 6176  |
| 18 | Liberia-Peñas Blancas     | 1999 | 1450  |
|    |                           | 2004 | 1969  |
|    |                           | 2009 | 3615  |
|    |                           | 2015 | 3328  |
| 21 | La República-Virilla      | 2006 | 33436 |
|    |                           | 2017 | 35483 |
| 22 | La Uruca-Los Hatillos     | 1994 | 24825 |
|    |                           | 2018 | 48463 |
| 23 | Santa Cruz-Villareal      | 2010 | 304   |
|    |                           | 2018 | 4359  |
| 24 | Penshurt-Cahuita          | 2007 | 1776  |
|    |                           | 2017 | 3440  |
| 25 | Bananito Sur-San Clemente | 2007 | 2068  |
|    |                           | 2017 | 4509  |



**ANEXO G: LISTA DE ESTACIONES METEREOLÓGICAS CONSIDERADAS**

| Número | Nombre                          | Latitud Norte  | Longitud Oeste | Altitud (m.s.n. m) | Period o Inicio | Period o Fin |
|--------|---------------------------------|----------------|----------------|--------------------|-----------------|--------------|
| 71008  | TORTUGUERO NORTE                | 10° 33' 00"    | 83° 32' 00"    | 5                  | abr-78          | sep-95       |
| 71015  | CANTA GALLO,                    | 10° 29' 48"    | 83° 40' 28"    | 20                 | ene-96          | dic-23       |
| 71019  | ROXANA                          | 10° 16' 15"    | 83° 44' 76"    | 75                 | jul-04          | sep-23       |
| 73009  | EL CAIRO, SIQUIRRES             | 10° 07' 00"    | 83° 32' 00"    | 60                 | feb-43          | dic-67       |
| 73025  | LAS DELICIAS, GUACIMO, FORESTA  | 10° 10'        | 83° 35'        | 200                | mar-78          | dic-08       |
| 73048  | DULCE NOMBRE                    | 09° 50'        | 83° 54'        | 1345               | mar-97          | dic-14       |
| 73049  | MOLA 2                          | 10° 20' 08"    | 83° 39' 30"    | 50                 | nov-91          | may-11       |
| 73091  | HACIENDA EL CARMEN              | 10° 12' 01"    | 83° 28' 46"    | 15                 | ene-72          | mar-13       |
| 73111  | HACIENDA VICTORIA               | 10° 16' 43"    | 83° 43' 15"    | 80                 | oct-85          | jul-05       |
| 73145  | EARTH, CC.                      | 10° 12' 35"    | 83° 35' 39"    | 30                 | nov-11          | dic-23       |
| 73147  | GUÁPILES                        | 10° 12' 41,8"  | 83° 46' 18"    | 253                | ene-12          | dic-23       |
| 77002  | LA LOLA                         | 10° 05' 30"    | 83° 23' 32"    | 40                 | ene-49          | jun-14       |
| 77003  | FREEHOLD, SIQUIRRES             | 10° 06'        | 83° 25'        | 0                  | mar-90          | dic-03       |
| 73109  | GUAYABO, TURRIALBA              | 09° 58' 21"    | 83° 41' 33"    | 1003               | nov-84          | feb-18       |
| 73137  | VOLCAN IRAZU                    | 09° 58' 47,53" | 83° 50' 16,14" | 3331               | ene-05          | dic-23       |
| 73143  | VOLCAN TURRIALBA                | 10° 01' 09"    | 83° 45' 23"    | 3343               | feb-10          | jun-22       |
| 73155  | SITIO MATAS, TURRIALBA,         | 09° 52' 45,98" | 83° 37'33,18"  | 800                | oct-13          | dic-23       |
| 81003  | LIMON                           | 09° 57'        | 83° 01'        | 5                  | mar-41          | dic-14       |
| 81005  | AEROP. LIMON,                   | 09° 57' 44"    | 83° 01' 29"    | 5                  | jul-97          | dic-23       |
| 83007  | MARIA LUISA, RIO BANANO, LIMON  | 09° 53' 39,08" | 83° 06' 25,69" | 66                 | sep-13          | dic-23       |
| 85001  | PANDORA                         | 09° 45'        | 82° 57'        | 17                 | mar-65          | mar-88       |
| 85021  | HITTOY CERERE,                  | 09° 40' 42"    | 83° 01' 13"    | 170                | ago-96          | dic-23       |
| 85023  | MANZANILLO,                     | 09° 37' 53,25" | 82° 39' 39,41" | 80                 | feb-05          | dic-23       |
| 85025  | PUERTO VARGAS MINAE,            | 09° 43' 53,2"  | 82° 48' 54,81" | 11                 | nov-13          | dic-23       |
| 87013  | SIXAOLA                         | 09° 31' 39"    | 82° 38' 2"     | 10                 | oct-96          | jul-23       |
| 86004  | RANCHO NUEVO                    | 09° 34' 13"    | 84° 31' 22"    | 20                 | ene-91          | ago-06       |
| 86007  | PUNTA LEONA                     | 09° 42' 05"    | 84° 39' 31"    | 20                 | ene-90          | dic-20       |
| 88037  | SAN MARCOS DE TARRAZU           | 09° 39' 58"    | 84° 07' 54"    | 1150               | abr-96          | oct-13       |
| 82009  | ABOPAC, CASCAJAL, OROTINA       | 09° 53'        | 84° 38'        | 122                | mar-01          | dic-10       |
| 88039  | HACIENDA LA MINITA (BUSTAMANTE) | 09° 46' 00"    | 84° 05' 26"    | 1200               | may-97          | nov-22       |
| 88045  | SAN IGNACIO 2                   | 09° 47' 48"    | 84° 09' 47"    | 880                | sep-94          | dic-23       |
| 88047  | LA LUCHA 2,                     | 09° 44' 12"    | 84° 00' 02"    | 1740               | mar-09          | dic-23       |



| Número     | Nombre                         | Latitud Norte  | Longitud Oeste | Altitud (m.s.n.m) | Periodo Inicio | Periodo Fin |
|------------|--------------------------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|-------------|
| 88049      | FINCA LA LIGIA, PARRITA        | 09° 30' 46,9"  | 84° 20' 01"    | 6                 | ago-13         | dic-23      |
| 90013      | FINCA DAMAS                    | 09° 29' 43"    | 84° 12' 52"    | 6                 | oct-08         | dic-23      |
| 94013      | CERRO BUENAVISTA, CC.          | 09° 33' 36"    | 83° 45' 13"    | 3400              | feb-12         | dic-23      |
| 96002      | HACIENDA BARU                  | 09° 16' 13"    | 83° 52' 54"    | 5                 | jun-13         | dic-23      |
| 69711      | COPALCHI, PEÑAS BLANCAS        | 11° 11' 53,37" | 85° 37'5,37"   | 57                | may-13         | dic-23      |
| 72149      | SAN JOSE, PINILLA,             | 10° 15' 36"    | 85° 50' 16"    | 15                | abr-04         | dic-23      |
| 72135      | GARZA, FERCO                   | 9° 54'         | 85° 36'        | 10                | mar-91         | dic-14      |
| 72153      | SANTA ELENA, LA CRUZ           | 10° 55' 12"    | 85° 36' 38"    | 270               | ene-05         | dic-23      |
| 72157      | FINCA LA CEIBA,                | 10° 06' 40"    | 85° 19' 03"    | 58                | may-99         | dic-23      |
| 72159      | PAQUERA,                       | 09° 49' 17"    | 84° 56' 20"    | 10                | ene-03         | dic-23      |
| 72167      | BARCO QUEBRADO, GARZA          | 09° 54' 57,77" | 85° 36' 52,36" | 24                | may-13         | dic-23      |
| 74003      | SANTA CRUZ, GTE                | 10° 16'        | 85° 35'        | 54                | mar-50         | dic-94      |
| 74051      | AEROP. LIBERIA OESTE 07        | 10° 35' 20,40" | 85° 33' 07,70" | 89                | ene-99         | dic-23      |
| 74053      | SANTA CRUZ,                    | 10° 25'        | 85° 35' 30"    | 40                | abr-95         | dic-23      |
| 76005      | CAÑAS, LA PACIFICA             | 10° 27' 10"    | 85° 05'        | 95                | mar-49         | dic-95      |
| 76055      | HDA. MOJICA,                   | 10° 27' 10"    | 85° 09' 55"    | 33                | may-99         | dic-23      |
| 78003      | PUNTARENAS                     | 09° 59'        | 84° 46'        | 3                 | mar-36         | dic-00      |
| 78027      | PUNTARENAS                     | 09° 58' 20"    | 84° 49' 51,44" | 3                 | ene-01         | dic-23      |
| 98075      | LAS BRISAS, SABALITO           | 08° 52' 48"    | 82° 53' 39"    | 1040              | ene-97         | dic-23      |
| 98087      | PINDECO                        | 09° 08' 49"    | 83° 20' 06"    | 397               | ene-96         | dic-23      |
| 98089      | COOPEAGRI, EL HOYON, P.Z       | 09° 21' 28"    | 83° 43' 12"    | 680               | mar-98         | dic-23      |
| 98097      | MONTECARLO, PZ                 | 09° 21' 28"    | 83° 36' 03"    | 1005              | jul-08         | dic-23      |
| 98105      | PLANTA DE VOLCAN, BUENOS AIRES | 09° 12' 15"    | 83° 27' 2,49"  | 416               | ene-14         | dic-23      |
| 10003<br>5 | COTO 47                        | 08° 35'        | 82° 58'        | 8                 | mar-50         | mar-11      |
| 10063<br>3 | FINCA EL PATIO, PUERTO JIMENEZ | 08° 36' 02"    | 83° 25' 51"    | 8                 | ene-04         | dic-23      |
| 10064<br>1 | COOPEAGROPAL, LAUREL           | 08° 28' 17"    | 82° 51' 38"    | 16                | mar-07         | dic-23      |
| 10064<br>3 | RIO CLARO,                     | 08° 40' 29"    | 83° 03' 43"    | 45                | ene-10         | dic-23      |
| 10065<br>1 | COTO 49, CIUDAD NEILY          | 08° 37' 52,7"  | 82° 58' 01,09" | 28                | jun-13         | dic-23      |
| 10065<br>5 | SITIO ARQUEOLOGICO LAS ESFERAS | 08°54'37.46'   | 83°28'44.85'   | 8                 | nov-14         | dic-23      |
| 73022      | PACAYAS                        | 09° 54' 50"    | 83° 48' 21"    | 1735              | ene-52         | dic-06      |
| 73123      | ITCR, CARTAGO                  | 09° 51' 08"    | 83° 54' 31"    | 1360              | jul-97         | dic-23      |
| 73129      | RECOPE, OCHOMOGO               | 09° 53'        | 83° 56'        | 1546              | mar-99         | dic-15      |



| Número | Nombre                              | Latitud Norte  | Longitud Oeste | Altitud (m.s.n.m) | Periodo Inicio | Periodo Fin |
|--------|-------------------------------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|-------------|
| 84111  | SANTA LUCIA, HEREDIA                | 10° 01' 19"    | 84° 06' 42"    | 1200              | abr-82         | dic-22      |
| 84125  | FINCA 3, LLANO GRANDE (LA LAGUNA)   | 09° 56' 43"    | 83° 55' 18"    | 2220              | abr-94         | dic-23      |
| 84139  | CIGEFI                              | 09° 56'        | 84° 02'        | 1210              | mar-99         | dic-17      |
| 84141  | IMN, ARANJUEZ                       | 09° 56' 16,61" | 84° 04' 10,83" | 1181              | ene-96         | dic-23      |
| 84169  | AEROP. JUAN SANTAMARIA, MEDIA PISTA | 09° 59' 26,45" | 84° 12' 52,93" | 913               | nov-98         | dic-23      |
| 84189  | LAGUNA, FRAIJANES                   | 10° 08' 14,4"  | 84° 11' 36,6"  | 1720              | abr-03         | dic-23      |
| 84191  | RECOPE, LA GARITA                   | 10° 00' 19"    | 84° 17' 45"    | 740               | ene-99         | dic-23      |
| 84195  | AEROP. PAVAS                        | 09° 57'        | 84° 08'        | 997               | mar-95         | dic-14      |
| 84209  | UNIVERSIDAD PARA LA PAZ, CC,        | 09° 55' 13"    | 84° 16' 22"    | 825               | oct-11         | dic-23      |
| 88047  | LA LUCHA 2,                         | 09° 44' 12"    | 84° 00' 02"    | 1740              | mar-09         | dic-23      |
| 69540  | LA FORTUNA DE SAN CARLOS            | 10° 28' 00"    | 84° 39' 00"    | 250               | abr-71         | dic-92      |
| 69579  | SANTA CLARA, ITCR                   | 10° 21'        | 84° 30'        | 170               | mar-53         | dic-17      |
| 69609  | COOPELESCA                          | 10° 19'        | 84° 25'        | 650               | mar-88         | dic-13      |
| 69633  | COMANDO LOS CHILES,                 | 11° 01' 54"    | 84° 42' 42"    | 40                | ene-95         | dic-23      |
| 69647  | FINCA BRASILIA DEL ORO              | 10° 58' 59"    | 85° 20' 50"    | 380               | ene-03         | dic-23      |
| 69661  | CIUDAD QUESADA                      | 10° 18' 41"    | 84° 25' 43"    | 700               | oct-98         | ene-17      |
| 69673  | HORQUETAS 2                         | 10° 18' 31"    | 83° 56' 39"    | 30                | jul-04         | dic-23      |
| 69679  | UPALA                               | 10° 52' 51"    | 85° 04' 21"    | 60                | abr-97         | dic-23      |
| 69681  | LA REBUSCA                          | 10° 29' 00"    | 84° 01' 00"    | 40                | may-99         | dic-23      |
| 69691  | LA TIRIMBINA 2                      | 10° 25' 02"    | 84° 07' 26"    | 18                | oct-08         | dic-23      |
| 69699  | BETANIA, CUTRIS                     | 10° 38' 39"    | 84° 22' 55"    | 100               | may-11         | dic-23      |
| 69701  | ITCR, SAN CARLOS                    | 10° 21' 38,2"  | 84° 30' 48,7"  | 183               | oct-11         | dic-23      |