PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

INVENTARIO VIAL FASE III DEL CANTÓN LOJA Y FASE I DEL CANTÓN CATAMAYO PERTENECIENTES A LA PROVINCIA DE LOJA

NOMBRES:

SANTIAGO ANDRÉS DÍAZ ECHEVERRÍA

DOMINIQUE MARTINA VACA ORTEGA

DIRECTOR: ING. WILSON CANDO T. MDI

QUITO DM, 2022

AGRADECIMIENTO

Agradezco enormemente a mi madre Lola, quien me enseñó que la vida está llena de retos y, que por más difícil que parezca, siempre debo seguir adelante dando lo mejor de mi sin jamás rendirme; gracias a su esfuerzo y dedicación he podido culminar con éxitos este proyecto de vida que comenzó hace 5 años. A mi hermano Romel, por todos sus consejos y por siempre estar ahí para mí acompañándome y sobre todo apoyándome incondicionalmente a lo largo de esta etapa de mi vida. A mis amigos más cercanos y a todas aquellas personas que siempre creyeron en mí y me motivaron a seguir adelante y nunca rendirme.

DEDICATORIA

El presente proyecto de grado se lo dedico a mi familia, especialmente a mis abuelitos, quienes formaron una parte importante en mi vida. Gracias a su fortaleza espiritual, su amor y su cariño me impulsaron a seguir adelante y a ser la persona que soy ahora; y que, a pesar de que ya no se encuentran más conmigo, sé que me continúan cuidando y protegiendo desde el cielo.

Santiago Díaz

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de concluir esta etapa académica en compañía de mi familia y sobre todo con salud. A mi madre Elaine, mi mayor motivación, quién siempre con una sonrisa en su rostro me mantuvo de pie cuando se presentaban días no tan buenos. A mi padre Mauricio por brindarme su apoyo y guía en estos cuatro años de carrera, donde hubo muchas sonrisas y altibajos. Finalmente, a mi hermana Ana Victoria, mi cómplice de vida, que con su picardía y alegría llenaron de risas mis días.

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado a mi familia, especialmente a mi madre, a quién agradezco eternamente por ser esa persona incondicional que me motiva a seguir adelante, aunque exista tropiezos en el camino de hacer realidad mis sueños. Por todas esas largas noches que no dormías por acompañarme en las interminables tareas, en fin por siempre estar presente en cada paso que doy lista para brindarme tus consejos y llenarme de tu optimismo. Te quiero muchísimo mi confidente y mejor amiga.

Martina Vaca

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1
1.1 Antecedentes 1
1.2 Planteamiento del problema 1
1.3 Objetivos 2
1.3.1 Objetivo general 2
1.3.2 Objetivos específicos 2
1.4 Alcance 2
1.5 Generalidades 4
1.5.1 Cantón Loja 4
1.5.1.1 Ubicación geográfica del cantón 4
1.5.1.2 Reseña histórica del cantón 4
1.5.1.3 Historia vial del cantón 4
1.5.2 Cantón Catamayo 5
1.5.2.1 Ubicación geográfica del cantón 6
1.5.2.2 Reseña histórica del cantón 6
1.5.2.3 Historia vial del cantón 7
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 9
2.1 Inventario Vial 9
2.1.1 Definición 9
2.1.2 Importancia en el desarrollo vial de las provincias 9
2.2 Sistemas de información geográfica empleados en el levantamiento y procesamiento de la información 9
2.2.1 Software de Información Geográfica QGIS 9
2.2.2 Aplicativo móvil “Mergin Maps: QGIS in pocket” 11
2.2.3 Aplicativo móvil “QField para QGIS” 12
2.2.4 Aplicativo móvil “Geo Tracker – GPS Tracker” 13
2.3 Catálogo de atributos viales 14
2.3.1 Entidades geométricas consideras como líneas 14
2.3.1.1 Vías 14
2.3.1.1.1 Atributos de las características generales de la vía 14
2.3.1.1.2 Atributos de las características de la vía 18
2.3.1.2 Cunetas 21
2.3.1.2.1 Atributos de las cunetas 22
2.3.1.3 Señalización horizontal 23
2.3.1.3.1 Atributos de la señalización horizontal 23

2.3.2 Entidades geométricas consideras como puntos 25
2.3.2.1 Alcantarillas 25
2.3.2.1.1 Atributos de las alcantarillas 25
2.3.2.2 Centros poblados 29
2.3.2.2.1 Atributos de los centros poblados 30
2.3.2.3 Intersecciones 30
2.3.2.3.1 Atributos de las intersecciones 30
2.3.2.4 Minas 32
2.3.2.4.1 Atributos de las minas 32
2.3.2.5 Puentes 34
2.3.2.5.1 Atributos de los puentes 34
2.3.2.6 Puntos críticos 39
2.3.2.6.1 Atributos de los puntos críticos 39
2.3.2.7 Señalización vertical 41
2.3.2.7.1 Atributos de la señalización vertical 41
2.3.2.8 Taludes 42
2.3.2.8.1 Atributos de los taludes 42
2.4 Procedimiento metodológico para el levantamiento y procesamiento de la información. 44
2.4.1 Definición de los códigos de los tramos de las vías a inventariar 44
2.4.2 Creación de la base de datos en los Sistemas de Información Geográfico 44
2.4.3 Planificación del levantamiento en territorio 45
2.4.4 Levantamiento de información en campo mediante los sistemas de información geográficos 45
2.4.5 Descarga de la información levantada 46
2.4.6 Edición y procesamiento de la información 46
CAPÍTULO 3: TRABAJO EN CAMPO Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 47
3.1 Identificación de las vías levantadas y no levantadas en el inventario vial del año 2017 47
3.1.1 Vías levantadas en el año 2017 47
3.1.2 Vías no levantadas en el año 2017 48
3.2 Definición de códigos de tramos de vías a inventariar 49
3.2.1 Codificación provincias 50
3.2.2 Codificación cantones 51
3.2.3 Codificación parroquias 52
3.2.4 Número de vía 53
3.2.5 Categoría 53
3.3 Elaboración de catálogo de atributos viales 54

3.3.1 Extracción de atributos de la Geodatabase 54
3.3.2 Sistema de referencia de coordenadas 55
3.3.3 Generación de la base de datos para el levantamiento de la información 55
3.3.4 Exportación de la base de datos al aplicativo móvil “Mergin Maps: QGIS in pocket” 58
3.4 Levantamiento de la información en campo 60
3.4.1 Objetos viales considerados como líneas 60
3.4.2 Objetos viales considerados como puntos 61
3.5 Tratamiento de la información en oficina 61
3.5.1 Objetos viales considerados como líneas 61
3.5.2 Objetos viales considerados como puntos 64
3.6 Exportación de las tablas de atributos 65
CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 66
4.1 Cantón Loja 66
4.1.1 Diagrama de barras 66
4.1.1.1 Características de la vía 66
4.1.1.2 Cunetas 69
4.1.1.3 Señalización horizontal 71
4.1.1.4 Alcantarillas 71
4.1.1.5 Puentes 75
4.1.1.6 Puntos críticos 78
4.1.1.7 Talud 79
4.1.2 Registro fotográfico 80
4.1.2.1 Alcantarillas 80
4.1.2.2 Puentes 81
4.1.2.3 Puntos críticos 83
4.1.2.4 Talud 84
4.1.3 Representación cartográfica de las vías y sus atributos 85
4.2 Cantón Catamayo 95
4.2.1 Diagramas de barras 95
4.2.1.1 Características de la vía 95
4.2.1.2 Cunetas 97
4.2.1.3 Señalización horizontal 100
4.2.1.4 Alcantarillas 100
4.2.1.5 Puentes 104
4.2.1.6 Puntos críticos 107
4.2.1.7 Talud 107
4.2.2 Registro fotográfico 109

4.2.2.1 Alcantarillas 109
4.2.2.2 Puentes 110
4.2.2.3 Puntos críticos 112
4.2.2.4 Talud 114
4.2.3 Representación cartográfica de las vías y sus atributos 114
CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE ATRIBUTOS VIALES 124
5.1 Alcantarillas 124
5.2 Puentes 125
5.3 Puntos críticos 126
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 127
6.1 Conclusiones 127
6.2 Recomendaciones 128
REFERENCIAS 130
ANEXOS 133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cantón Loja y sus parroquias inventariadas 3
Figura 2. Cantón Catamayo y sus parroquias inventariadas..... 3
Figura 3. Vías Cantonales por parroquias y tipo de superficie del cantón Loja..... 5
Figura 4. Vías Cantonales por parroquias y tipo de superficie del cantón Catamayo 8
Figura 5. Interfaz gráfica de QGIS versión 2.2 10
Figura 6. Esquema de sincronización y almacenamiento de la información en la nube de Mergin 11
Figura 7. QField: QGIS para dispositivos móviles 13
Figura 8. Geo Tracker - GPS Tracker para Android 14
Figura 9. Red vial de las parroquias: Yangana, Quinara, Vilcabamba y San Pedro de Vilcabamba, pertenecientes al cantón Loja en el año 2017 47
Figura 10. Red vial de las parroquias: El Tambo, La Toma, San Pedro de la Bendita y Zambi, pertenecientes al cantón Catamayo en el año 2017..... 48
Figura 11. Red vial de las parroquias: Yangana, Quinara, Vilcabamba y San Pedro de Vilcabamba, pertenecientes al cantón Loja en el año 2022 48
Figura 12. Red vial de las parroquias: El Tambo, La Toma, San Pedro de la Bendita y Zambi, pertenecientes al cantón Catamayo en el año 2022..... 49
Figura 13. Formato de Codificación 49
Figura 14. Extracción de capas vectoriales de la provincia de Loja 54
Figura 15. Configuración del Sistema de Referencia de Coordenadas en el Software QGIS 55
Figura 16. Creación del objeto vial "Centros Poblados"..... 56
Figura 17. Capas de objetos viales requeridas para el levantamiento de información en campo 57
Figura 18. Eliminación de registros de información de los objetos viales..... 57
Figura 19. Modificación de los atributos de las capas vectoriales 58
Figura 20. Complemento "Mergin" para el software QGIS..... 58
Figura 21. Sincronización de proyectos de QGIS con los servicios de Mergin Maps 59
Figura 22. Descarga de la base de datos al aplicativo móvil Mergin Maps 59
Figura 23. Uso en campo del aplicativo móvil “Geo Tracker – GPS Tracker” 60
Figura 24. Uso en campo del aplicativo móvil “Mergin Maps: QGIS in pocket” 61
Figura 25. Tramos inventariados en formato KML 62
Figura 26. Tramos inventariados en formato ESRI Shapefile..... 62
Figura 27. Herramienta Explotar líneas en el software QGIS..... 63
Figura 28. Objetos viales constituidos como líneas y tabla de atributos en el software QGis 64
Figura 29. Objetos viales constituidos como puntos y tabla de atributos en el software QGis... 64
Figura 30. Tipo de terreno presente en vías del cantón Loja 66

Figura 31. Tipo de superficie presente en vías del cantón Loja 66
Figura 32. Estado de la superficie de lastre presente en vías del cantón Loja 67
Figura 33. Estado de la superficie de pavimento flexible presente en vías del cantón Loja 67
Figura 34. Estado de la superficie de pavimento rígido presente en vías del cantón Loja..... 67
Figura 35. Estado de la superficie de suelo natural presente en vías del cantón Loja..... 68
Figura 36. Estado de la superficie mixta presente en vías del cantón Loja..... 68
Figura 37. Número de carriles presentes en vías del cantón Loja 68
Figura 38. Ancho de las vías presentes en el cantón Loja..... 69
Figura 39. Existencia de cunetas presentes en vías del cantón Loja 69
Figura 40. Tipo de cunetas presentes en vías del cantón Loja 69
Figura 41. Estado de cunetas en L presentes en vías del cantón Loja..... 70
Figura 42. Estado de cunetas en V presentes en vías del cantón Loja 70
Figura 43. Estado de cunetas en suelo natural presentes en vías del cantón Loja..... 70
Figura 45. Existencia de señalización horizontal presente en vías del cantón Loja..... 71
Figura 46. Tipo de señalización horizontal presente en vías del cantón Loja..... 71
Figura 47. Tipo de alcantarillas presentes en vías del cantón Loja..... 71
Figura 48. Material de alcantarilla presente en vías del cantón Loja 72
Figura 49. Material de alcantarilla tipo badén presente en vías del cantón Loja 72
Figura 50. Material de alcantarilla tipo bóveda presente en vías del cantón Loja 72
Figura 51. Material de alcantarilla tipo cajón presente en vías del cantón Loja 73
Figura 52. Material de alcantarilla tipo circular presente en vías del cantón Loja..... 73
Figura 53. Material de alcantarilla sin determinar presente en vías del cantón Loja 73
Figura 54. Estado del cuerpo de alcantarillas presentes en vías del cantón Loja..... 74
Figura 55. Tipo de cabezal inicial presente en alcantarillas del cantón Loja..... 74
Figura 56. Tipo de cabezal final presente en alcantarillas del cantón Loja..... 74
Figura 57. Estado del cabezal inicial presente en alcantarillas del cantón Loja..... 75
Figura 58. Estado del cabezal final presente en alcantarillas del cantón Loja 75
Figura 59. Capa de rodadura presente en puentes del cantón Loja 75
Figura 60. Estado de la superestructura de puentes presentes en el cantón Loja 76
Figura 61. Estado de la infraestructura de puentes presentes en el cantón Loja 76
Figura 62. Material de la protección lateral de puentes presentes en el cantón Loja 76
Figura 63. Estado de la protección lateral de hormigón en puentes presentes en el cantón Loja 77
Figura 64. Estado de la protección lateral de madera en puentes presentes en el cantón Loja ... 77
Figura 65. Estado de la protección lateral metálica en puentes presentes en el cantón Loja 77
Figura 66. Estado de la protección lateral mixta en puentes presentes en el cantón Loja..... 78

Figura 67. Tipo de cunetas presentes en puentes del cantón Loja..... 78
Figura 68. Puntos críticos presentes en vías del cantón Loja..... 78
Figura 69. Tipo de taludes presentes en vías del cantón Loja..... 79
Figura 70. Estado de taludes naturales presentes en vías del cantón Loja..... 79
Figura 71. Estado de taludes intervenidos presentes en vías del cantón Loja..... 79
Figura 72. Tipo de terreno presente en vías del cantón Catamayo..... 95
Figura 73. Tipo de superficie presente en vías del cantón Catamayo..... 95
Figura 74. Estado de la superficie de lastre presente en vías del cantón Catamayo..... 95
Figura 75. Estado de la superficie de pavimento flexible presente en vías del cantón Catamayo 96
Figura 76. Estado de la superficie de suelo natural presente en vías del cantón Catamayo..... 96
Figura 77. Estado de la superficie mixta presente en vías del cantón Catamayo..... 96
Figura 78. Número de carriles presentes en vías del cantón Catamayo..... 97
Figura 79. Ancho de las vías presentes en el cantón Catamayo..... 97
Figura 80. Existencia de cunetas presentes en vías del cantón Catamayo..... 97
Figura 81. Tipo de cunetas presentes en vías del cantón Catamayo..... 98
Figura 82. Estado de cunetas en L presentes en vías del cantón Catamayo..... 98
Figura 83. Estado de cunetas en V presentes en vías del cantón Catamayo..... 98
Figura 84. Estado de cunetas en suelo natural presentes en vías del cantón Catamayo..... 99
Figura 85. Estado de cunetas tipo canal presentes en vías del cantón Catamayo..... 99
Figura 86. Estado de cunetas tipo bordillo presentes en vías del cantón Catamayo..... 99
Figura 88. Existencia de señalización horizontal presente en vías del cantón Catamayo..... 100
Figura 89. Tipo de señalización horizontal presente en vías del cantón Catamayo..... 100
Figura 90. Tipo de alcantarillas presentes en vías del cantón Catamayo..... 100
Figura 91. Material de alcantarilla presente en vías del cantón Catamayo..... 101
Figura 92. Material de alcantarilla tipo badén presente en vías del cantón Catamayo..... 101
Figura 93. Material de alcantarilla tipo bóveda presente en vías del cantón Catamayo..... 101
Figura 94. Material de alcantarilla tipo cajón presente en vías del cantón Catamayo..... 102
Figura 95. Material de alcantarilla tipo circular presente en vías del cantón Catamayo..... 102
Figura 96. Material de alcantarilla sin determinar presente en vías del cantón Catamayo..... 102
Figura 97. Estado del cuerpo de alcantarillas presentes en vías del cantón Catamayo..... 103
Figura 98. Tipo de cabezal inicial presente en alcantarillas del cantón Catamayo..... 103
Figura 99. Tipo de cabezal final presente en alcantarillas del cantón Catamayo..... 103
Figura 100. Estado del cabezal inicial presente en alcantarillas del cantón Catamayo..... 104
Figura 101. Estado del cabezal final presente en alcantarillas del cantón Catamayo..... 104
Figura 102. Capa de rodadura presente en puentes del cantón Catamayo..... 104

Figura 103. Estado de la superestructura de puentes presentes en el cantón Catamayo 105
Figura 104. Estado de la infraestructura de puentes presentes en el cantón Catamayo 105
Figura 105. Material de la protección lateral de puentes presentes en el cantón Catamayo 105
Figura 106. Estado de la protección lateral de hormigón en puentes presentes en el cantón Catamayo..... 106
Figura 107. Estado de la protección lateral metálica en puentes presentes en el cantón Catamayo 106
Figura 108. Estado de la protección lateral mixta en puentes presentes en el cantón Catamayo 106
Figura 109. Tipo de cunetas presentes en puentes del cantón Catamayo..... 107
Figura 110. Puntos críticos presentes en vías del cantón Catamayo 107
Figura 111. Tipo de taludes presentes en vías del cantón Catamayo 107
Figura 112. Estado de taludes naturales presentes en vías del cantón Catamayo 108
Figura 113. Estado de taludes intervenidos presentes en vías del cantón Catamayo 108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Atributos de las características generales de la vía 14
Tabla 2.- Atributos de las características de la vía 18
Tabla 3.- Atributos de las cunetas 22
Tabla 4.- Atributos de la señalización horizontal 23
Tabla 5.- Atributos de las alcantarillas 25
Tabla 6.- Atributos de los centros poblados 30
Tabla 7.- Atributos de las intersecciones 30
Tabla 8.- Atributos de las minas 32
Tabla 9.- Atributos de los puentes 34
Tabla 10.- Atributos de los puntos críticos 39
Tabla 11.- Atributos de la señalización vertical 41
Tabla 12.- Atributos de los taludes 43
Tabla 14. Codificación Provincial 50
Tabla 15. Codificación Cantonal de Loja 51
Tabla 16. Codificación Parroquias del Cantón Loja 52
Tabla 17. Codificación Parroquias del Cantón Catamayo 53
Tabla 18. Codificación Categoría de la Vía 54
Tabla 19. Registro fotográfico de alcantarillas en el cantón Loja 80
Tabla 20. Registro fotográfico de puentes en el cantón Loja 81
Tabla 21. Registro fotográfico de puntos críticos en el cantón Loja 83
Tabla 22. Registro fotográfico de taludes en el cantón Loja 84
Tabla 23. Registro fotográfico de alcantarillas en el cantón Catamayo 109
Tabla 24. Registro fotográfico de puentes en el cantón Catamayo 110
Tabla 25. Registro fotográfico de puntos críticos en el cantón Catamayo 112
Tabla 26. Registro fotográfico de taludes en el cantón Catamayo 114
Tabla 27. Propuesta de mejoramiento de alcantarillas 124
Tabla 28. Propuesta de mejoramiento de puentes 125
Tabla 29. Propuesta de mejoramiento de puntos críticos 126

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Con el transcurso de los años, se ha buscado dar un impulso significativo a la vialidad del país mediante diversos planes viales, siendo el más reciente el "Plan Vial Nacional 2025" el cual pretende generar una oportuna intervención de la red vial mediante la elaboración de inventarios viales de cada una de las provincias que conforman el Ecuador. Mencionados inventarios serán herramientas que permitirán obtener una descripción minuciosa de las condiciones físicas, geométricas y de diseño de todos los atributos que se encuentran presentes en una vía.

Como resultado de la investigación realizada en internet, no se encontró con exactitud en que año se realizó el primer inventario vial de la provincia de Loja. Pero, cabe mencionar que en 1993 se desarrolló un estudio e inventario vial de la provincia como plan de disertación previo a la obtención del título de ingeniero civil de los estudiantes de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL). Por otra parte, el Plan de Desarrollo Vial Integral de la Provincia de Loja 2019 registró que su red vial está compuesta por 4723.66 Km., los cuales se encuentran distribuidos para el cantón Loja con 606.76 Km. y para el cantón Catamayo con 326.02 Km. (CONGOPE, 2019)

De acuerdo a la información proporcionada por el Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE) y la Prefectura de Pichincha, en el año 2017 el CONGOPE inició una campaña cuyo enfoque radicaba en desarrollar planes viales en las 23 provincias del Ecuador, incluida la provincia de Loja. Por lo que, se contrató a empresas consultoras para su respectiva elaboración, pero no lograron inventariar la totalidad de las vías de las provincias, siendo competencia de cada una de las prefecturas realizar la respectiva actualización vial. (Herrera y Martínez, 2021)

A su vez, se debe mencionar el convenio interinstitucional celebrado entre el CONGOPE y la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) representada por sus estudiantes, quienes ayudarán de forma activa en el desarrollo del nuevo proyecto de actualización de inventarios viales de las veinticuatro provincias que constituyen el Ecuador, incluida la provincia de Loja.

1.2 Planteamiento del problema

El desarrollo de un territorio tanto a nivel social, cultural como económico depende principalmente de su red vial y de la calidad de las mismas. Es por esta razón, que el ingeniero a cargo debe tener en consideración aspectos técnicos fundamentales para el correcto diseño, construcción y mantenimiento de las carreteras. Para ello, es imprescindible contar con la información adecuada y actualizada tanto de las vías como de cada uno de los elementos que la conforman, de tal manera que permita brindar una comunicación y transitabilidad adecuadas (Caraguay Satama, 2015). El estudio de las vías y de cada uno de los elementos que la conforman se lo realiza mediante la elaboración de inventarios viales.

Considerando que la planificación, construcción y mantenimiento del sistema vial de ámbito provincial en un territorio, excluyendo las zonas urbanas, así como la planificación del desarrollo provincial mediante la elaboración de planes estratégicos, son algunas de las competencias y obligaciones de los consejos provinciales; se puede afirmar que contar con inventarios viales adecuados y actualizados se convierte en una herramienta imprescindible para estas instituciones en el cumplimiento de dichos objetivos. En otras palabras, la elaboración de inventarios viales se

convierte en una fuente de información con un gran valor técnico y en el punto de partida para la posterior realización de estudios de ingeniería más detallados, así como la elaboración de planes de conservación vial (Julián Rodrigo, 2011).

Con aquel antecedente, en el año 2017 el Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE) contrató a empresas consultoras para que se realicen inventarios viales en 23 provincias del Ecuador, incluida la provincia de Loja; con la información anterior, el CONGOPE entregó en el año 2019 al Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Loja el "PLAN DE DESARROLLO VIAL INTEGRAL DE LA PROVINCIA DE LOJA 2019". Sin embargo, las empresas consultoras no lograron inventariar el total de vías de las provincias, siendo competencia de cada una de las prefecturas realizar la actualización vial (CONGOPE, 2019).

Es evidente que para este año 2022 la información proporcionada por parte del CONGOPE no reflejará la realidad de la red vial debido a la continua modificación de los parámetros viales a causa de varios factores tales como: la apertura de nuevas vías, el cambio climático, la circulación vehicular, el crecimiento de la población, entre otros; además, la información levantada en el año 2017 no corresponde a la totalidad de la red vial de la provincia de Loja de aquel tiempo. Bajo estos argumentos, se puede evidenciar la necesidad de contar con una fuente de información adecuada y que refleje las condiciones actuales de la red vial de la provincia. Es por esta razón, que en el presente proyecto de disertación se llevó a cabo la realización de un inventario vial en la provincia de Loja, específicamente en los Cantones de Loja y Catamayo, con la finalidad de proporcionar a la prefectura de Loja y a las autoridades competentes una fuente de información actualizada y confiable que les permita a posteriori priorizar aquellas vías que requieran una intervención inmediata, así como generar propuestas de conservación e inversión vial.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar el inventario vial de las vías existentes en el cantón Loja y Catamayo pertenecientes a la provincia de Loja, utilizando como base la "Metodología de Inventario Vial" desarrollada por el CONGOPE y la Prefectura de Pichincha.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar las vías rurales levantadas y no levantadas por el CONGOPE en el inventario vial desarrollado en el año 2017.
- Definir los códigos de tramos de vías que serán inventariados en el cantón Loja y Catamayo pertenecientes a la provincia de Loja.
- Desarrollar un catálogo de atributos en donde se evidencien las vías que serán inventariadas.
- Generar la caracterización de las vías inventariadas presentando los resultados del inventario vial, a través de cuadros estadísticos, tablas y mapas.

1.4 Alcance

Elaborar el inventario vial de aproximadamente 500 Km. de la red vial perteneciente a las parroquias rurales de los Cantones Loja y Catamayo, provincia de Loja, que fueron levantadas y no levantadas en el inventario vial del año 2017, siguiendo los parámetros presentes en el catálogo

de atributos y la “Metodología para el levantamiento del inventario vial” desarrollada por el CONGOPE y la Prefectura de Pichincha. Por otra parte, se establecerá la caracterización de las vías inventariadas con el objetivo de aportar al desarrollo del convenio PUCE – CONGOPE, en la realización del “Proyecto de investigación de inventarios viales”. Así como, aportar con una fuente de información confiable y actualizada que le permitirá a la Prefectura de Loja generar planes de conservación e inversión vial.



Figura 1. Cantón Loja y sus parroquias inventariadas
Fuente: Elaboración propia

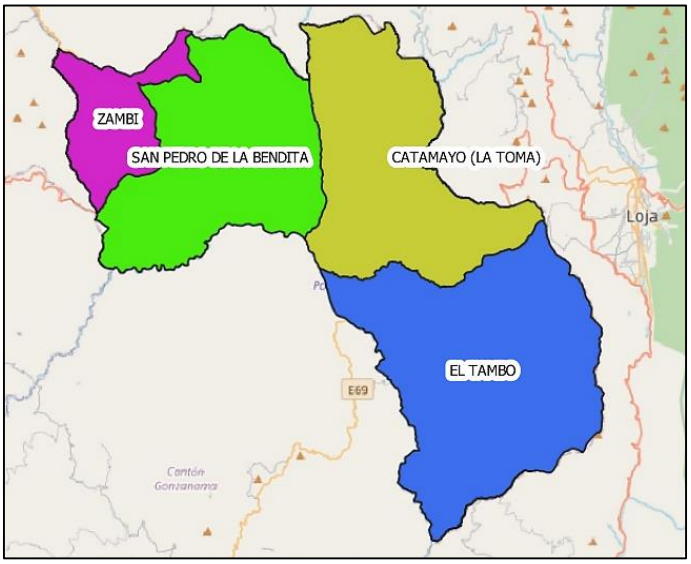


Figura 2. Cantón Catamayo y sus parroquias inventariadas
Fuente: Elaboración propia

1.5 Generalidades

1.5.1 Cantón Loja

El cantón Loja, también conocido como Inmaculada Concepción de Loja, es una entidad territorial ecuatoriana perteneciente a la provincia de Loja y cuya cabecera Cantonal es la ciudad de Loja. Mencionado cantón se encuentra dividido en dieciséis parroquias que se detallan a continuación: San Sebastián, Sucre, El Valle, Yangana, Malacatos, Vilcabamba, San Lucas, Quinara, El Cisne, Santiago, Jimbilla, Gualel, Taquil, Chuquiribamba, San Pedro de Vilcabamba y Chantaco. (Municipio de Loja, 2019)

1.5.1.1 Ubicación geográfica del cantón

El cantón Loja se encuentra ubicado al sur de la región Interandina del Ecuador, en la zona este de la provincia de Loja y exactamente en el valle de Cuxibamba, pequeña depresión, situada a 2100 m.s.n.m. y a 4 grados de latitud sur. (Marambio Chávez, 2009)

En cuanto, a los límites el cantón circunscribe:

- Al Norte con la provincia de El Oro y el cantón Saraguro.
- Al Sur y Este con la provincia de Zamora Chinchipe.
- Al Oeste con parte de la provincia de El Oro y los Cantones Catamayo, Gonzanamá y Quilanga.

(SENPLADES, 2012)

1.5.1.2 Reseña histórica del cantón

El cantón Loja fue fundado en dos instancias: la primera en 1546 bajo el liderazgo del Gral. Gonzalo Pizarro, quién renombró el valle de Catamayo (valle de Garrochamba) por La Zarza. La segunda y definitiva hace referencia que mencionado cantón fue instaurado por el Capt. Alonso de Mercadillo el 8 de diciembre de 1548, en el valle de Cuxibamba que quiere decir "Laguna sonriente" y está ubicada entre los ríos Malacatos y Zamora.

Cabe señalar que la independencia del cantón Loja constituyó un hito histórico para la cuenca de la Amazonía y la región de El Dorado. Por otro lado, en el año 1897 mencionado cantón fue la primera ciudad del Ecuador en tener energía eléctrica y en 1899 se inauguró el alumbrado eléctrico.

En el año 2000, el Prefecto Raúl Auquilla Ortega reveló que la fecha de creación del cantón fue el 25 de junio de 1824. Motivo por el cual, el 14 de noviembre de 2001 se decretó una ordenanza exponiendo que el 25 de junio de cada año se celebraría como el día de la provincia de Loja en honor a la fundación del cantón, mandato que entró en vigencia en todo el territorio jurisdiccional. (Torres Valarezo y Duche Fajardo, 2012)

1.5.1.3 Historia vial del cantón

En el primer mandato del presidente Gabriel García Moreno (1861-1865) la infraestructura vial de la provincia de Loja estaba muy por detrás del resto de provincias del país, pese que en este periodo se da inicio a la comunicación vial nacional. Es así, que la historia vial del cantón se

remonta en el año 1927 cuando jornaleros construyeron a base de pico y pala la carretera "Isidro Ayora" que pasa por Loja – Catamayo – Portovelo (Zaruma) – Piñas – Santa Rosa (Puerto Jelí, La Emerenciana) – Machala. (Naranjo Hidalgo, 2020)

Se da paso al sistema de mingas mediante el servicio obligatorio de caminos encabezada por los padres Ricardo Fernández, Jorge Guillermo Armijos y Francisco Valdivieso Alvarado con la construcción de vías a El Cisne, Celica y Guachanamá. Cabe mencionar que, el eje vial principal se representó por cuatro vías carrozables: la carretera a la Costa en la década de los años treinta, la carretera Loja – Cuenca a finales de la década de los años treinta, la carretera Loja – Zamora en 1954 y la carretera Loja – Macará durante la tercera administración del Dr. José María Velasco Ibarra (1952-1956). (Castillo Monge y Duarte Zaruma, 1993)

El diagnóstico vial del cantón Loja elaborado a finales del año 2003 establece 811.69 Km. que corresponden a la longitud total de la red vial, de los cuales 146.90 Km. son asfaltados, 323.50 Km. se encuentran lastrados y 341.29 Km. presentan como capa de rodadura tierra, cabe mencionar que no existen vías empedradas. (Ministerio de Obras Públicas / Unidad De Caminos Vecinales – H. Consejo Provincial De Loja-Juntas Parroquiales, 2004)

A continuación, se presentan las vías del cantón Loja clasificadas por parroquia y según su tipo de capa de rodadura:

No.	PARROQUIAS	TIPO DE DE RODADURA EN KM				TOTAL
		ASFALTADA	EMPEDRADA	LASTRADA	TIERRA	
1	SAN PEDRO DE VILCABAMBA	3.90	0.00	0.00	14.50	**18.40**
2	CHANTACO	0.00	0.00	7.00	6.40	**13.40**
3	SAN LUCAS	20.00	0.00	20.00	5.00	**45.00**
4	TAQUIL	12.50	0.00	25.00	52.00	**89.50**
5	EL CISNE	22.00	0.00	18.00	18.00	**58.00**
6	JIMBILLA	0.00	0.00	7.00	27.00	**34.00**
7	QUINARA	0.00	0.00	1.00	13.70	**14.70**
8	VILCABAMBA	7.00	0.00	45.60	0.00	**52.60**
9	GUALEL	0.00	0.00	10.00	13.00	**23.00**
10	SANTIAGO	7.00	0.00	8.00	26.00	**41.00**
11	CHUQUIRIBAMBA	0.00	0.00	31.50	18.20	**49.70**
12	MALACATOS	22.50	0.00	39.00	49.50	**111.00**
13	YANGANA	0.00	0.00	47.00	33.00	**80.00**
14	SUCRE	24.00	0.00	37.00	41.69	**102.69**
15	EL VALLE	8.00	0.00	20.70	5.30	**34.00**
16	SAN SEBASTIAN	20.00	0.00	6.70	18.00	**44.70**
TOTAL CANTONAL		**146.90**	**0.00**	**323.50**	**341.29**	**811.69**
PORCENTAJE		**18.10%**	**0.00%**	**39.86%**	**42.05%**	**100.00%**

Figura 3. Vías Cantonales por parroquias y tipo de superficie del cantón Loja
Fuente: Ministerio de Obras Públicas / Unidad De Caminos Vecinales – H. Consejo Provincial De Loja-Juntas Parroquiales, 2004

En la actualidad, la principal vía de acceso al cantón es la Panamericana que cruza de norte a sur y conduce hacia la provincia de Loja y el Oro. En cuanto a los caminos vecinales han tomado gran importancia ya que rodean extensos sectores productivos, motivo por el cual son considerados por la administración del Municipio.

1.5.2 Cantón Catamayo

El cantón Catamayo, también conocido como La Toma, "es una entidad territorial ecuatoriana perteneciente a la provincia de Loja. Su cabecera Cantonal es la ciudad de Catamayo; lugar donde se agrupa gran parte de su población. Dicho cantón se encuentra dividido en cinco parroquias que son: Guayquichuma, Zambi, San Pedro de la Bendita, Catamayo y El Tambo". (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Catamayo, 2018, pág. 4)

1.5.2.1 Ubicación geográfica del cantón

El cantón Catamayo es el más grande y fértil de los valles lojanos, con grandes riquezas minerales, agrícolas y pecuarias. Se encuentra ubicado a 36 Km. al noroeste de la ciudad de Loja bañado por el Río Catamayo, la cuenca hidrográfica más importante de la provincia, específicamente en el sector Sur Oriental de la provincia de Loja, dentro de las coordenadas 03º 58' 00" latitud Sur y 79º 21' 00" longitud Oeste. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Catamayo, 2018)

En lo que respecta a sus límites, el cantón circunscribe:

- Al Norte con la provincia de El Oro y el Cantón Loja.
- Al Sur con los Cantones Loja y Gonzanamá.
- Al Este con el cantón Loja.
- Al Oeste con los Cantones Chaguarpamba y Olmedo.

(Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Catamayo, 2018)

1.5.2.2 Reseña histórica del cantón

El origen y surgimiento de la población de Catamayo data desde el siglo XVI. Hasta mediados de dicho período, los primeros pobladores eran conocidos como los Zarzas quienes formaban una de las confederaciones más feroces del Reino de los Quitus. No fue hasta el año 1541 que la palabra Catamayo fue pronunciada por primera vez por los españoles cuando llegaron al valle de Garrochamba, cuya etimología proviene del dialecto Paltense y significa "Aquí el gran río". Dicho nombre fue asignado por los españoles cuando Alonso de Mercadillo fundó el valle de Garrochamba en agosto de 1546 (la ciudad de la Zarza), para que fuera el primer asentamiento y la primera fundación de la ciudad de Loja (Vivacatamayo, 2021).

En lo que respecta a los primeros asentamientos humanos en el valle de Catamayo, según el gobierno municipal de Catamayo, no hay criterios concordantes que puedan tener una definición exacta. Según el Dr. Uhle, de todas las ocupaciones al extremo sur del Ecuador, la etnia Maya sería la más primitiva. Sin embargo, este criterio no lo comparte el Dr. Pío Jaramillo, debido a que esta evidencia no fue encontrada en el cantón de Saraguro o el valle de Catamayo. (Gobierno Municipal de Catamayo & Consejo Provincial de Loja, 2004)

Por otro lado, con el pasar del tiempo a la antigua parroquia de Catamayo también se le empezó a conocer como "La Toma"; dicho nombre se origina debido a que hace varios años, todos los ríos de los Cantones vecinos, tales como Paltas, Calvas, Gonzanamá, entre otros, sufrieron una intensa sequía y la población aledaña tuvo la necesidad de llegar a este pueblo con la finalidad de tomar agua y abastecerse del líquido vital. De ahí la razón del porque muchos conocen a Catamayo como La Toma, incluso en la actualidad. (Vivacatamayo, 2021)

El 25 de mayo de 1931, Catamayo fue declarado oficialmente parroquia, cuyo gobernador de aquella época fue el Dr. Benjamín Ayora. Por consiguiente, el día el 18 de mayo de 1981 y mediante decreto oficial, la antigua parroquia de Catamayo se eleva oficialmente a cantón, cuya publicación en el registro oficial # 445 del mismo año establecía que la fiesta de Cantonización de Catamayo se la celebrará cada año, el día 22 de mayo. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Catamayo, 2018)

1.5.2.3 Historia vial del cantón

En el cantón Catamayo, y en general toda la provincia de Loja, el inicio de la historia vial data a partir del año 1927, cuando un grupo de campesinos comienzan a construir manualmente una carretera, en aquel tiempo a pico, pala y carretilla, que uniera la provincia de Loja con la Costa ecuatoriana, la denominada "Isidro Ayora" (Maldonado, 2020). Según varios historiadores, el inicio de la construcción de la primera carretera que sale de la ciudad de Loja rumbo a La Toma (Catamayo) fue impulsada por varios acontecimientos, entre los cuales se puede mencionar:

- La llegada a la ciudad de Loja en 1920 del primer automotor, de propiedad del Dr. Roberto Aguirre.
- La importante presencia política del Dr. Isidro Ayora Cueva (Loja, 1879 -Los Ángeles, 1978), prestigioso médico lojano radicado en Quito.
- El retorno del ingeniero civil Celín Arrobo Carrión, graduado con honores en la Universidad Central, quien regresaba a su provincia con inmensos deseos de retribuir la ayuda ofrecida.
- La presión popular a finales de la década de los años 20 reclamando una carretera de salida al exterior, rumbo a la costa ecuatoriana.

Tras estos acontecimientos, por fin se decide construir la primera carretera, la vía "Isidro Ayora", partiendo desde el cantón Catamayo, que uniría la provincia de Loja con las provincias de El Oro y Guayas. Dicha carretera consistiría en el ensanchamiento del antiguo camino de herradura San Pedro de la Bendita – Zambi – Chiguango – Río Ambocas – Río Amarillo – Piñas – Santa Rosa, cuya longitud se estimaba en 180 Km. de vía en aquella época (Maldonado, 2020).

Precisamente en 1926, cuando el Dr. Isidro Ayora asume la presidencia de la República, se aprueba la construcción de la vía en mención, y se le otorga el debido financiamiento. Esta carretera permitiría unir a Loja con Machala (Puerto Bolívar) y Guayaquil, a través del corto tramo de vía férrea (el promocionado Ferrocarril del Sur) que se construía hasta Piedras desde Puerto Bolívar, marcando un hito importante en la historia vial del cantón Catamayo. (Maldonado, 2020)

Ese mismo año se inicia la construcción de la vía "Isidro Ayora", la primera carretera de la provincia de Loja, con cientos de braceros lojanos contratados bajo la modalidad de destajo, dirigidos por técnicos de Obras Públicas. Gracias a la modalidad de destajo, sistema de trabajo vanguardista de aquella época, es tal el ritmo de trabajo que hasta 1930 la vía llega a Catamayo y a inicios de 1931 hasta San Pedro de la Bendita. Por consiguiente, el 31 de julio de 1937, la carretera abierta a pico y pala llega a Portovelo, provincia del Oro (Maldonado, 2020).

Por otro lado, es importante mencionar, dentro de la historia vial del cantón Catamayo, que el día 7 de junio de 1931, en la ciudad de Cariamanga, se crea la Junta Patriótica de Calvas, presidida por Juan de Dios Maldonado Paz. El principal objetivo de este movimiento fue reclamar por la desidia de los poderes centrales en cuanto a la atención vial, que hasta el año 1931 contaba únicamente con la angosta y corta carretera que unía a Loja con Catamayo. Es por esta razón, que organizan el trabajo de braceros para construir por cuenta propia la "Carretera del Sur" (vía Catamayo–Gonzanamá–Cariamanga–Macará) (Maldonado, 2020).

La anhelada "Carretera del Sur" llega a Cariamanga en agosto de 1950, pero se suspende la asignación presupuestaria para continuarla a Macará, lo que produce una singular protesta por parte de la población solicitando la reiniciación de los trabajos suspendidos y la asignación de tres

millones de sucres para concluir este tramo. No fue hasta la tercera administración del Dr. Velasco Ibarra (1952–1956), cuando también en el país se establece el Primer Plan Vial, que la solicitud del Comité y de la población es atendida, y el día 13 de enero de 1954 se firma el contrato de construcción de las carreteras Loja–La Toma–Cariamanga–Macará, por el monto de 47 millones de sucres, con la Compañía Ramón Fernández y la vía San Pedro de la Bendita - Las Chinchas–Catacocha–Macará con Ingenieros Nacionales Compañía Anónima, INCA por 46 millones de sucres (Maldonado, 2020).

En abril del año 1960, se inició la construcción de la vía que partía desde San Pedro de la Bendita a Las Chinchas. En este período, el cantón de Catamayo tuvo por primera vez carreteras asfaltadas: primero en el corto tramo Loja – La Toma (aeropuerto) – Las Chinchas, y luego hasta Macará. El 17 de diciembre del año siguiente se inauguró la anhelada "Panamericana" a Macará, asfaltada con una sencilla capa de una pulgada de espesor. Cabe mencionar que recién a finales del año 2017 se terminó el tramo Catamayo – Gonzanamá – Cariamanga – Macará, realizado con pequeñas rectificaciones y tratamiento de carpeta asfáltica flexible (7 cm de espesor) (Maldonado, 2020).

Tras el diagnóstico vial del cantón Catamayo elaborado a finales del año 2003 por el GAD municipal de Catamayo en conjunto con la prefectura de Loja, se estableció que las vías con capa de rodadura de asfalto se presentan en mayor longitud en la parroquia San Pedro de la Bendita con 30 Km., siguiéndole la parroquia Catamayo con 26 Km., Zambi con 6.6 Km. y la parroquia El Tambo con 4.5 Km, mientras que la parroquia Guayquichuma no cuenta con vías de este tipo (Gobierno Municipal de Catamayo & Consejo Provincial de Loja, 2004). A continuación, se presenta de manera más detallada las vías del cantón Catamayo clasificadas por parroquia y por tipo de superficie de pavimento:

No.	PARROQUIAS	TIPO DE DE RODADURA EN KM				TOTAL
		ASFALTADA	EMPEDRADA	LASTRADA	TIERRA	
1	CATAMAYO	26.00	0.00	26.10	48.80	100.90
2	EL TAMBO	4.50	0.00	30.40	121.50	156.40
3	GUAYQUICHUMA	0.00	0.00	27.00	12.70	39.70
4	SAN PEDRO	30.00	0.00	0.00	50.50	80.50
5	ZAMBI	6.60	0.00	23.00	14.30	43.90
TOTAL CANTONAL		67.10	0.00	106.50	247.80	421.40
PORCENTAJE		15.92%	0.00%	25.27%	58.80%	100.00%

Figura 4. Vías Cantonales por parroquias y tipo de superficie del cantón Catamayo
Fuente: Ministerio de Obras Públicas / Unidad De Caminos Vecinales – H. Consejo Provincial De Loja-Juntas Parroquiales, 2004

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Inventario Vial

2.1.1 Definición

El inventario vial se define como una herramienta que permite identificar la operabilidad y funcionalidad de una vía, a través de una minuciosa descripción que contemple sus condiciones físicas, geométricas y de diseño. Generalmente, el inventario se lo realiza a partir de un recorrido visual a lo largo del tramo de estudio lo que permite determinar las características y geometría de la vía, el estado superficial de la capa de rodadura y las obras complementarias. (Quintero González, 2011)

2.1.2 Importancia en el desarrollo vial de las provincias

Los inventarios viales constituyen instrumentos de gran envergadura ya que con la información recopilada durante el trabajo en campo se genera un diagnóstico real de la vía y las obras complementarias. A su vez, sirven como punto de partida para que las autoridades competentes de los gobiernos provinciales identifiquen de manera rápida y oportuna las acciones de conservación vial (proyectos de mantenimiento, reconstrucción o rehabilitación de la infraestructura vial) en conjunto con el presupuesto y la programación de tiempos estimados de ejecución. De esta manera, se podrá restaurar el nivel óptimo de transitabilidad en la vía al evitar cierres parciales o totales en la misma y daños estructurales tanto de la vía como sus obras complementarias. (Garrido Zapata y Matos Flores, 2020)

2.2 Sistemas de información geográfica empleados en el levantamiento y procesamiento de la información

Los sistemas de información geográfica, también conocidos como SIG por sus siglas, son herramientas ampliamente usadas en el ámbito de la geografía y en otras ciencias, en especial, en aquellas relacionadas con el ordenamiento territorial, así como en la resolución de problemas de carácter social, económico, cultural y ambiental (Lara López et al., s.f.).

A lo largo del tiempo han existido varias definiciones para los sistemas de información geográfica que se han efectuado desde distintos puntos de vista. Sin embargo, una las más aceptadas por la comunidad, es la propuesta por el National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA) de los Estados Unidos en el año 1990, la cual establece que: “Un SIG es un sistema de información compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación”.

A continuación, se detallan cada uno de los sistemas de información geográficos empleados, tanto en campo como en oficina, para el levantamiento y procesamiento de la información durante la realización del inventario vial en la provincia de Loja.

2.2.1 Software de Información Geográfica QGIS

El software QGIS, antiguamente conocido como Quantum GIS, es un sistema de información geográfico (SIG) de código abierto disponible para las plataformas Microsoft Windows, GNU/Linux, Mac OS, Unix y Android, que permite el procesamiento, análisis, modelamiento,

proyección, toma de decisiones, entre muchas otras cosas más, de todo tipo de información geoespacial (Tito, 2022).

El software QGIS es un proyecto desarrollado por Gary Sherman, inicialmente bajo el nombre de Quantum GIS, en el año 2002. Posterior a ello, en el año 2007 fue adoptado por la fundación OsGeo y en el año 2009 fue estrenada la primera versión de este software. Desde ese entonces, QGIS fue adquiriendo gran popularidad entre sus usuarios, de tal forma, que a día hoy cuenta con más de 200 colaboradores que han ayudado a desarrollar el software hasta la última versión que se conoce actualmente (Xunta de Galicia, 2018).

QGIS es una potente herramienta que proporciona a los usuarios una gama de funcionalidades a través de sus herramientas básicas y complementos. Entre las principales funcionalidades y características de este software se pueden mencionar:

- Visualización de datos geoespaciales en diferentes formatos y proyecciones, sin la necesidad de convertir a un formato común.
- Digitalización y creación de mapas, así como permitir explorar la información geoespacial a través de una interfaz gráfica.
- Creación, edición, administración y exportación tanto de modelos vectoriales como de modelos ráster en diferentes formatos que QGIS ofrece.
- Cuenta con una consola de Python integrada con la finalidad de permitir a los usuarios optimizar ciertas tareas o secuencias dentro de QGIS, así como la creación de scripts y complementos que permitan adaptarse a las necesidades de los usuarios.
- QGIS permite extender ciertas funcionalidades que se adapten a ciertas necesidades especiales a través de complementos extensibles y bibliotecas. Adicionalmente se pueden crear nuevas aplicaciones dentro de QGIS a través de los lenguajes de programación C++ y Python.
- Cuenta con una librería de complementos externos los cuales son proporcionados por la comunidad y continuamente se está actualizando.

(QGIS Development Team, 2016)



Figura 5. Interfaz gráfica de QGIS versión 2.2
Fuente: Tito, 2022

2.2.2 Aplicativo móvil “Mergin Maps: QGIS in pocket”

La aplicación móvil “Mergin Maps” (anteriormente conocida como Input) es una herramienta basada en software libre que permite la recolección de datos en campo, así como su respectiva sincronización con cualquier proyecto de QGIS. Este aplicativo móvil fue desarrollado por la empresa británica Lutra Consulting como una alternativa a QField, creando una aplicación desde cero y asegurando que también pueda funcionar en dispositivos con sistema operativo iOS, a diferencia de QField que actualmente solo funciona para sistemas operativos Android (Morales, 2020).

Mergin Maps está basado en QGIS, lo que significa que se puede configurar cualquier proyecto de manera sencilla desde una computadora. Adicionalmente, Mergin Maps cuenta con un servicio de almacenamiento en la nube, lo que permite a los usuarios poder sincronizar la información geoespacial obtenida en campo con cualquier proyecto de QGIS. Cabe mencionar, que este almacenamiento es limitado si se opta por utilizar este aplicativo móvil de manera gratuita.

A continuación, se detallan algunas las características más relevantes de Mergin Maps:

- Aplicativo móvil basado en software libre.
- Permite el levantamiento de información de cualquier tipo de entidad geométrica tales como puntos, líneas y polígonos.
- Cuenta con soporte para formularios personalizados en QGIS.
- Permite capturar archivos multimedia relacionados con la ubicación tales como audios, videos o fotos.
- Permite el trabajo en campo sin conexión, tanto en el levantamiento como en la edición de la información. Cualquier cambio realizado se lo sincroniza con la nube de Mergin una vez regrese la conectividad.
- Permite precargar mapas para su uso en campo sin conexión.
- Cuenta con soporte para GPS externos.
- Permite ajustar la precisión del GPS del móvil.
- La sincronización de proyectos con QGIS se lo hace sin cables únicamente utilizando Mergin Maps.

(Morales, 2020)

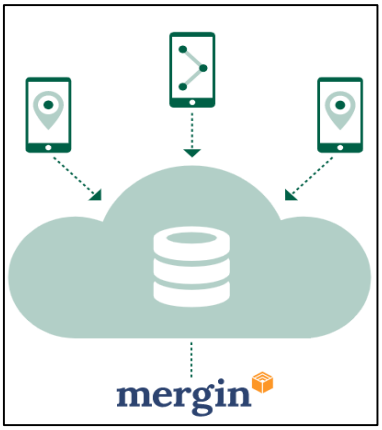


Figura 6. Esquema de sincronización y almacenamiento de la información en la nube de Mergin
Fuente: Morales, 2020

2.2.3 Aplicativo móvil "QField para QGIS"

Dentro del proyecto QGIS, se ofrece un grupo de aplicaciones para el manejo y procesamiento de información geoespacial, las cuales conforman lo que se conoce como un "ecosistema" dentro del contexto de los Sistemas de Información Geográfica. Este "ecosistema" está conformado por las siguientes aplicaciones: QGIS Desktop, QField, QGIS Webclient y QGIS Server (Alonso, 2016).

QField es un aplicativo móvil que permite trabajar con cualquier proyecto de QGIS en campo desde cualquier dispositivo móvil siempre y cuando cuente con un sistema operativo Android. Básicamente se trata de un proyecto Open Source desarrollado por OPENGIS.ch LLC, cuyo código fuente se lo puede encontrar en el repositorio de GitHub. A través de esta aplicación, el usuario puede abrir cualquier proyecto de Qgis desde un dispositivo móvil, recolectar información geoespacial en campo y trasladar dicha información de manera sencilla e intuitiva a oficina. Una de las principales ventajas que presenta este aplicativo móvil con respecto a Mergin Maps, es que no cuenta con un límite de almacenamiento para los proyectos que se pretenda trabajar, así como no requiere de conexión de internet para el levantamiento de información. Adicionalmente, para el traslado de información a oficina, gracias a la funcionalidad de QFieldSync de la aplicación, se lo puede hacer de forma sencilla a través de wifi, cable o red (Alonso, 2016).

Este aplicativo cuenta con una gran cantidad de funciones útiles para el levantamiento y procesamiento de la información tales como: edición de entidades geométrica y de sus respectivos atributos, digitalización online y offline, búsqueda de atributos, potentes formularios, cambio de temas, compatibilidad con GPS, integración de cámaras y mucho más. Entre las principales características de esta herramienta se pueden mencionar:

- Buen rendimiento: Gracias al motor de QGIS y las continuas optimizaciones realizadas a la aplicación, QField presente un buen rendimiento al trabajar, incluso con proyectos complejos.
- Intuitivo y amigable con el usuario: QField cuenta con una interfaz intuitiva y amigable con el usuario, lo que significa que es una herramienta fácil de utilizar.
- Edición de geometrías: QField simplifica el proceso de edición de cualquier entidad geométrica a través de una barra de herramientas adaptable que aparece solo cuando es necesario.
- Potentes herramientas de mapa dinámico: QField cuenta con potentes herramientas que permiten mostrar y ocultar cada una de las capas con las que se esté trabajando de manera individual, así como, mostrar la información más relevante según la tarea en cuestión.
- Soporte de GPS de alta precisión: En proyectos que requieran mejor precisión de GPS que la que nos proporciona nuestro dispositivo móvil como en proyectos de topografía catastral u otros tipos de digitalizaciones de alta precisión; QField permite conectarse de manera nativa a los servicios de Android con la finalidad de mejorar la ubicación proporcionada por dispositivos externos.
- Generación de archivos PDF: Otra de las bondades con las que cuenta QField es que permite generar archivos PDF de acuerdo con los diseños de impresión del software QGIS.
- Amplia variedad de formatos de datos GIS: Gracias a que QField utiliza QGIS en la configuración de mapas y formularios, esta aplicación es capaz de admitir una gran variedad de formatos de datos GIS.

- Sencilla sincronización del proyecto: QField cuenta con un complemento conocido como QField Sync que permite sincronizar los proyectos y los datos en los que se esté trabajando en la aplicación ya sea mediante WiFi, cable o red.

(Alonso, 2016)



Figura 7. QField: QGIS para dispositivos móviles
Fuente: (Alonso, 2016)

2.2.4 Aplicativo móvil "Geo Tracker – GPS Tracker"

Geo Tracker – GPS Tracker es un rastreador de GPS basado en sistemas de información geográfica y desarrollado Ilya Bogdanovich en el año 2013 para dispositivos móviles que cuenten con un sistema operativo Android. A través de este aplicativo móvil el usuario podrá registrar rutas, ubicaciones de GPS y verlas a través de servicios de mapas web como Google, Yandex u Open Street Map; así como guardar mapas con marcadores de localización (Bogdanovich, 2013). Entre las principales características de esta aplicación se puede mencionar:

- Registrar pistas de GPS en segundo plano con configuraciones de grabación flexibles.
- Visualizar rutas en el dispositivo móvil usando los servicios de Google, Yandex u Open Street Maps (OSM).
- Exportar e importar rutas grabadas en formato GPX o KM.L que pueden ser vistas fácilmente en Google Earth.
- Visualizar varias estadísticas de seguimiento en la aplicación, tales como: distancia, velocidad máxima y promedio, duración del registro, diferencia de elevación, distancia vertical, pendientes y algunos otros valores.
- Marcar las ubicaciones principales del mapa con notas de texto.
- Visualizar velocidad, elevación y longitud de la ruta en cierta ubicación con un toque largo en el mapa.

(Bogdanovich, 2013)

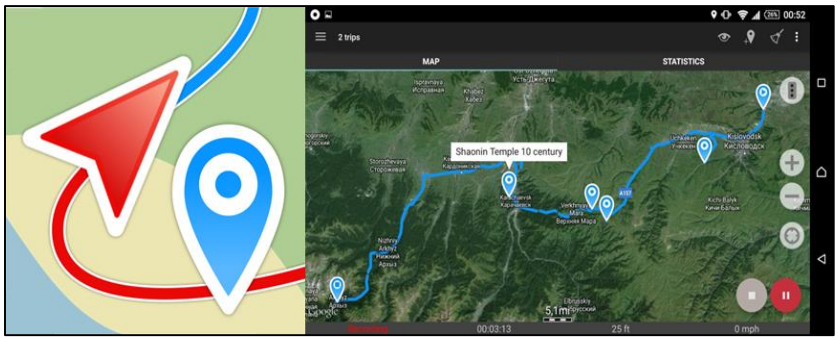


Figura 8. Geo Tracker - GPS Tracker para Android
Fuente: Elaboración propia

2.3 Catálogo de atributos viales

2.3.1 Entidades geométricas consideras como líneas

La entidad geométrica representada como línea se define como un objeto espacial cuya geometría consiste en dos o más vértices (el primer y último no son iguales) y se visualizan como segmentos rectos entre los vértices. (Garay y Agüero, 2013)

A continuación, se presentan las entidades geométricas consideradas como líneas:

2.3.1.1 Vías

Una vía o carretera se define como la adaptación de una capa de rodadura sobre la superficie terrestre presentando condiciones de ancho y pendiente que permiten la circulación de vehículos ya sea livianos o pesados para los cuales ha sido diseñada. (Crespo Villalaz, 2004).

Dentro del contexto de vías se han considerado dos tipos de objetos viales los cuales son: características generales de la vía y características de la vía. En cuanto, a la descripción de la vía meramente se basa en el registro de sus características como: coordenadas de inicio y fin de la carretera, clasificación según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), transitabilidad, etc. De igual manera, se inspecciona su geometría lo que conlleva la longitud del tramo de análisis, el ancho de la calzada, la evaluación del estado superficial de la capa de rodadura, etc.

2.3.1.1.1 Atributos de las características generales de la vía

Los atributos considerados para las características generales de la vía se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Atributos de las características generales de la vía

NOMBRE OBJETO	NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍA
CARACTERÍSTICAS GENERALES VÍA	***Gender dysphoria***	Número identificador en orden secuencial de la entidad geométrica.		
	CODPROV	Código de la provincia al que pertenece la entidad geométrica.		

	CODCAN	Código del cantón al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODPARR	Código de la parroquia al que pertenece la entidad geométrica.		
	NUMVIA	Código único identificador de la vía.		
	CATEGORIA	Número identificador del tipo de interconexión.	1	Provincia a provincia.
			2	Cantón a cantón.
			3	Parroquia rural a parroquia rural.
			4	Cabecera parroquial a asentamiento humano.
			5	Asentamiento humano a asentamiento humano.
			6	Estatal con cabecera Cantonal.
			7	Estatal con cabecera parroquial.
			8	Estatal con asentamiento humano.
			9	Otros.
	RESPONS	Nombres de las personas responsables del levantamiento de la información.		
	FECHA	Fecha en la que se realizó el levantamiento de la información.		
	ORIGEN	Lugar donde inicia la vía.		
	DESTINO	Lugar donde finaliza la vía.		
	CLASIFVIA	Clasificación de la vía según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).	PRIMARIA	Son vías pertenecientes a la red vial estatal.
			SECUNDARIA	Son vías colectoras a la red estatal, conectan cabeceras parroquiales.
			TERCIARIA	Son vías que se conectan a las vías secundarias, conectan asentamientos humanos.

			URBANA	Son vías para el polígono urbano, administradas por el GAD Cantonal.
	TIPOINTER	Tipo de interconexión al que pertenece la vía.	PROVINCIA A PROVINCIA	
			CANTÓN A CANTÓN	
			PARROQUIA RURAL A PARROQUIA RURAL	
			CABECERA PARROQUIAL A ASENTAMIENTO HUMANO	
			ASENTAMIENTO HUMANO A ASENTAMIENTO HUMANO	
			ESTATAL CON CABECERA CANTONAL	
			ESTATAL CON CABECERA PARROQUIAL	
			ESTATAL CON ASENTAMIENTO HUMANO	
			OTROS	
	ALTERMAT	Se indica si la vía es una ruta alterna a la red estatal.	T	Verdadero.
			F	Falso.
	PLANTTR	Se indica si la vía conduce a una planta de tratamiento de agua potable.	T	Verdadero.
			F	Falso.
	RELLENO	Se indica si la vía conduce a un relleno sanitario.	T	Verdadero.
			F	Falso.
	PROYSOC	Se indica si la vía conduce a proyectos de interés social como escuelas, ancianatos, albergues, hospitales, entre otros.	T	Verdadero.
			F	Falso.
	PROYEST	Se indica si la vía conduce a proyectos estratégicos como instalaciones de generación, captación, procesamiento y distribución de servicios básicos.	T	Verdadero.
			F	Falso.

	PROYSEG	Se indica si la vía conduce a sitios de seguridad nacional como límites nacionales, provinciales y Cantonales e instalaciones militares y policiales.	T	Verdadero.
			F	Falso.
	PROYPRO	Se indica si el camino conduce a proyectos productivos relacionados con el sector primario como la agricultura, ganadería, apicultura, acuicultura, pesca, explotación forestal, entre otros.	T	Verdadero.
			F	Falso.
	ASENTAMI	Número de centros poblados existentes junto a la vía.		
	COCLIMATI	Clima presente en el instante que se realiza el levantamiento de información.	SECO	Sin presencia de nubes y precipitaciones.
			SECO - NUBLADO	Sin presencia de precipitaciones.
			LLUVIOSO	Presencia de leves precipitaciones.
			LLUVIOSO - NUBLADO	Presencia de fuertes precipitaciones
	TRANSITABI	Número de meses en el año que la vía está en condiciones adecuadas de transitabilidad.		
	LONGI	Coordenadas de longitud geográfica del punto inicial de la vía.		
	LATI	Coordenadas de latitud geográfica del punto inicial de la vía.		
	LONGF	Coordenadas de longitud geográfica del punto final de la vía.		
	LATF	Coordenadas de latitud geográfica del punto final de la vía.		
	SHAPE_LENG	Longitud en kilómetros de la vía.		

Nota: Adaptado de “Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos” por CONGOPE, 2019, p.4.

2.3.1.1.2 Atributos de las características de la vía

Los atributos considerados para las características de las vías se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2.- Atributos de las características de la vía

NOMBRE OBJETO	NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍA
CARACTERÍSTICAS VÍA	***GID***	Número identificador en orden secuencial de la entidad geométrica.		
	CODPROV	Código de la provincia al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODCAN	Código del cantón al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODPARR	Código de la parroquia al que pertenece la entidad geométrica.		
	NUMVIA	Código único identificador de la vía.		
	CATEGORÍA	Número identificador del tipo de interconexión.	1	Provincia a provincia.
			2	Cantón a cantón.
			3	Parroquia rural a parroquia rural.
			4	Cabecera parroquial a asentamiento humano.
			5	Asentamiento humano a asentamiento humano.
			6	Estatal con cabecera Cantonal.
			7	Estatal con cabecera parroquial.
			8	Estatal con asentamiento humano.
			9	Otros.
	TIPOTERREN	Tipo del terreno en función de la inclinación media.	LLANO	Inclinación media menor o igual al 5%.
			ONDULADO	Inclinación media entre el 5% y el 15%.

			MONTAÑOSO	Inclinación media entre el 15% y el 25%.
			ESCARPADO	Inclinación media mayor al 25%
	TSUPERF	Tipo de capa de rodadura de la vía.	PAVIMENTO FLEXIBLE	Son aquellos que tienen una capa de rodadura formada por una mezcla bituminosa de asfalto altamente resistente a los ácidos, álcalis y sales.
			PAVIMENTO RÍGIDO	Son aquellos donde la capa de rodadura está formada por una losa de concreto hidráulico (agua, cemento, arena y grava), con o sin refuerzo estructural, apoyada sobre la subrasante de material granular.
			LASTRE	Son aquellas en las que la superficie de rodadura se compone de una capa de material granular con tamaño máximo dos y media pulgadas (2 1/2") y con proporción de finos, debidamente compactado.
			SUELO NATURAL	La capa de rodadura se compone del terreno natural del lugar, debidamente conformado.
			ADOQUINADO	Superficie conformada por adoquines de piedra labrada o de cemento moldeado.
			EMPEDRADO	Superficie conformada por piedras o cantos rodados.
			MIXTO	Presencia de varios tipos de capa de rodadura en el tramo de la vía.

			OTROS	Algún tipo de capa de rodadura no presente en este diccionario.
	ESUPERF	Inspección visual del estado en el que se encuentra la capa de rodadura de la vía.	BUENO	Poca superficie de desgaste del tráfico. Leve pérdida de la totalidad de la superficie. Excelente o buen drenaje.
			REGULAR	Moderado desgaste de la superficie y ligera aparición de grietas. Parches ocasionales y en buen estado. Drenaje regular.
			MALO	Se aprecia un agrietamiento severo, parches en mal estado, baches, pérdidas significativas de la superficie y grietas de cocodrilo.
	CARRILES	Número de carriles que conforman la calzada y el sentido de circulación de los mismos, definido por el ancho mínimo de carril según el MTOP.	CUATRO CARRILES BIDIRECCIONALES	Dos carriles en un sentido y dos carriles en otro.
			DOS CARRILES BIDIRECCIONALES	Un carril en un sentido y un carril en otro.
			DOS CARRILES UNIDIRECCIONALES	Dos carriles en un solo sentido.
			UN CARRIL BIDIRECCIONAL	Un solo carril con posibilidad de circulación en dos sentidos.
			UN CARRIL UNIDIRECCIONAL	Un carril en un solo sentido.
	ANCHOCA	Ancho de la calzada (parte de la capa de rodadura destinada para la circulación de vehículos) medida en metros.		
	ANCHOVI	Ancho de la capa de rodadura medida en metros, incluye calzada y espaldones.		
	SENHOR	Presencia de señalización horizontal en la vía.	T	Verdadero
			F	Falso

	SENVER	Presencia de señalización vertical en la vía.	T	Verdadero
			F	Falso
	NUMSENVER	Número de señalizaciones verticales existentes en la vía.		
	NUMINTERS	Número de intersecciones existentes en la vía.		
	NUPUENT	Número de puentes existentes en la vía.		
	NUMALCAN	Número de alcantarillas existentes en la vía.		
	NUMMINAS	Número de minas existentes en la vía.		
	NUMPUNTOCR	Número de puntos críticos existentes en la vía.		
	NUMTALUD	Número de taludes existentes en la vía.		
	LATI	Coordenadas de latitud geográfica del punto inicial de la vía.		
	LONGI	Coordenadas de longitud geográfica del punto inicial de la vía.		
	LATF	Coordenadas de latitud geográfica del punto final de la vía.		
	LONGF	Coordenadas de longitud geográfica del punto final de la vía.		
	OBSERV	Observaciones de texto libre.		

Nota: Adaptado de “Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos” por CONGOPE, 2019, p.6.

2.3.1.2 Cunetas

Las cunetas se definen como canales abiertos que se construyen a uno o ambos lados de una carretera (zonas de corte). Su función radica en interceptar el agua lluvia que escurre del talud de

corte, la corona de la vía y pequeñas áreas adyacentes con el objetivo de evacuar el agua a un drenaje natural u obra transversal. (T.A.M.S. - ASTEC, 2003)

2.3.1.2.1 Atributos de las cunetas

Los atributos considerados para las cunetas se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3.- Atributos de las cunetas

NOMBRE OBJETO	NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍA
CUNETA	***GID***	Número identificador en orden secuencial de la entidad geométrica.		
	CODPROV	Código de la provincia al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODCAN	Código del cantón al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODPARR	Código de la parroquia al que pertenece la entidad geométrica.		
	NUMVIA	Código único identificador de la vía.		
	CATEGORIA	Número identificador del tipo de interconexión.	1	Provincia a provincia.
			2	Cantón a cantón.
			3	Parroquia rural a parroquia rural.
			4	Cabecera parroquial a asentamiento humano.
			5	Asentamiento humano a asentamiento humano.
			6	Estatal con cabecera Cantonal.
			7	Estatal con cabecera parroquial.
			8	Estatal con asentamiento humano.
			9	Otros.
	LADO	Ubicación de la cuneta con respecto a la capa de rodadura.	UN COSTADO	Se encuentra a un solo costado de la capa de rodadura, ya sea a su derecha o a su izquierda.
			AMBOS	Se encuentra en los extremos de la capa de rodadura.
			CENTRO	Se encuentra en el centro de la calzada.
			OTROS	Otra ubicación no descrita en este diccionario.
	TIPO	Tipo de cuneta presente en la vía.	CUNETA CANAL	Zanja revestida de sección rectangular o trapezoidal.
			CUNETA EN L	Zanja revestida de sección triangular no simétrica.
			CUNETA EN V	Zanja revestida de sección triangular simétrica.

			CUNETA BORDILLO	Caz superficial que conduce el agua a modo de canal en lámina libre ubicado entre la capa de rodadura y un bordillo exterior.
			SUELO NATURAL	Zanja no revestida de cualquier sección geométrica.
			NO EXISTE	Ausencia de cunetas longitudinales.
	ESTADO	Inspección visual del estado y funcionalidad en el que se encuentra las cunetas.	BUENO	Cunetas bastante limpias, debidamente funcionales, adecuadas en su tamaño, longitud y ubicación.
			REGULAR	Cunetas con capacidad hidráulica insuficiente, presencia de estancamientos.
			MALO	No existen cunetas longitudinales definidas o son muy inadecuadas.
	LATI	Coordenadas de latitud geográfica del punto inicial de la vía.		
	LONGI	Coordenadas de longitud geográfica del punto inicial de la vía.		
	LATF	Coordenadas de latitud geográfica del punto final de la vía.		
	LONGF	Coordenadas de longitud geográfica del punto final de la vía.		
	OBSERV	Observaciones de texto libre.		

Nota: Adaptado de "Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos" por CONGOPE, 2019, p.12.

2.3.1.3 Señalización horizontal

La señalización horizontal se define como el conjunto de marcas viales constituidas por símbolos, letras y líneas que se encuentran sobre la capa de rodadura u otras estructuras del pavimento. Su función radica en conducir y regular el tránsito con la ayuda de otros dispositivos de control como la señalización vertical y otras demarcaciones. (INEN, 2011)

2.3.1.3.1 Atributos de la señalización horizontal

Los atributos considerados para la señalización horizontal se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 4.- Atributos de la señalización horizontal

NOMBRE OBJETO	NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍA
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	***GID***	Número identificador en orden secuencial		

		de la entidad geométrica.		
	CODPROV	Código de la provincia al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODCAN	Código del cantón al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODPARR	Código de la parroquia al que pertenece la entidad geométrica.		
	NUMVIA	Código único identificador de la vía.		
	CATEGORIA	Número identificador del tipo de interconexión.	1	Provincia a provincia.
			2	Cantón a cantón.
			3	Parroquia rural a parroquia rural.
			4	Cabecera parroquial a asentamiento humano.
			5	Asentamiento humano a asentamiento humano.
			6	Estatal con cabecera Cantonal.
			7	Estatal con cabecera parroquial.
			8	Estatal con asentamiento humano.
			9	Otros.
	TIPO	Tipo de la señalización horizontal promedio presente en la vía.	CONTINUA CON TACHAS	Línea longitudinal continúa en eje central de la calzada con presencia de tachas reflectivas.
			CONTINUA SIN TACHAS	Línea longitudinal continúa en eje central de la calzada.
			SEGMENTADA CON TACHAS	Línea longitudinal discontinua en eje central de la calzada con presencia de tachas reflectivas.
			SEGMENTADA SIN TACHAS	Línea longitudinal discontinúa en eje central de la calzada.
	LATI	Coordenadas de latitud geográfica del punto inicial de la vía.		
	LONGI	Coordenadas de longitud geográfica del punto inicial de la vía.		

	LATF	Coordenadas de latitud geográfica del punto final de la vía.		
	LONGF	Coordenadas de longitud geográfica del punto final de la vía.		
	OBSERV	Observaciones de texto libre.		

Nota: Adaptado de "Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos" por CONGOPE, 2019, p.14.

2.3.2 Entidades geométricas consideras como puntos

Las entidades geométricas consideradas como puntos corresponden a una de las 3 principales entidades geométricas para la representación y administración de información en un SIG. Los puntos se caracterizan porque permiten representar aquella información lo suficientemente pequeña para no poder ser representada como una línea o como un polígono, tales como: pozos, taludes, alcantarillas, estaciones, etc.

A continuación, se presentan las entidades geométricas consideradas como puntos, empleadas para la elaboración del catálogo de atributos viales:

2.3.2.1 Alcantarillas

Estructuras hidráulicas, no enmarcadas dentro de la definición de puentes, cuya finalidad es permitir un drenaje óptimo del caudal de diseño proveniente de aguas lluvias y escorrentía superficial. Por lo general, estas estructuras se encuentran por debajo de la vía situadas de forma transversal o diagonal al eje longitudinal de la misma. Los materiales comúnmente empleados durante la fabricación de las alcantarillas son: hormigón, metal, PVC, entre otras (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013)

2.3.2.1.1 Atributos de las alcantarillas

Los atributos considerados para las alcantarillas se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5.- Atributos de las alcantarillas

NOMBRE OBJETO	NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍA
ALCANTARILLA	***GID***	Número identificador en orden secuencial de la entidad geométrica.		
	CODPROV	Código de la provincia al que pertenece la entidad geométrica.		

	CODCAN	Código del cantón al que pertenece la entidad geométrica.		
	COPARR	Código de la parroquia al que pertenece la entidad geométrica.		
	NUMVIA	Código único identificador de la vía.		
	CATEGORIA	Número identificador del tipo de interconexión.	1	Provincia a provincia.
			2	Cantón a cantón.
			3	Parroquia rural a parroquia rural.
			4	Cabecera parroquial a asentamiento humano.
			5	Asentamiento humano a asentamiento humano.
			6	Estatal con cabecera Cantonal.
			7	Estatal con cabecera parroquial.
			8	Estatal con asentamiento humano.
			9	Otros.
	TIPO	Tipo del cuerpo de la alcantarilla presente en la vía.	CIRCULAR	Cuerpo de alcantarilla de sección circular.
			CAJÓN	Cuerpo de alcantarilla de sección rectangular.
			BADÉN	Cauce acondicionado sobre la superficie de la capa de rodadura de una vía para permitir el paso de una corriente de agua.
			BÓVEDA	Cuerpo de alcantarilla cuya sección está formada por el piso, dos paredes verticales que son las caras interiores de los estribos y sobre estas, un arco circular.
			OTROS	Cualquier otro tipo de sección del cuerpo de la alcantarilla que no conste en las antes mencionadas.
			SIN DETERMINAR	Imposibilidad de determinar la categoría de la entidad geométrica.
	MATERIAL	Se indica el tipo de material del cuerpo de la alcantarilla.	HORMIGÓN	Mezcla de áridos de especificada granulometría, y un agente ligante.
			METÁLICA	Planchas de acero corrugado con recubrimiento galvanizado o epóxico.

			PVC	Tubería de PVC lisa o corrugada para alcantarillado pluvial.
			MIXTA	Presencia de dos materiales distintos en el cuerpo de la alcantarilla.
			OTROS	Cualquier otro tipo de material utilizado en el cuerpo de la alcantarilla que no conste en los antes mencionados.
			SIN DETERMINAR	Imposibilidad de determinar la categoría de la entidad geométrica.
	ECUERPO	Se indica el estado del cuerpo de la alcantarilla.	BUENO	Ligera presencia de grietas o fisuras en el elemento. El cuerpo de la alcantarilla se encuentra en su totalidad. Sin presencia de hundimientos o aplastamientos de secciones del cuerpo de la alcantarilla. Adecuado mantenimiento del cuerpo de la alcantarilla. Cuerpo de la alcantarilla en condiciones adecuadas para garantizar el drenaje de aguas lluvias.
			MALO	Alta presencia de grietas o fisuras en el cuerpo de la alcantarilla. Existencia de fracturas con pérdida parcial o total de la tubería. Se observan hundimientos o aplastamientos de secciones del cuerpo de la alcantarilla. Mantenimiento inadecuado de la alcantarilla.
			SIN DETERMINAR	Imposibilidad de determinar la categoría de la entidad geométrica.
	LONGITUD	Se indica la longitud en metros del cuerpo de la alcantarilla.		
	CUANCHO	Registro del ancho del cuerpo de la alcantarilla.		
	CUALTO	Registro del alto del cuerpo de la alcantarilla.		
	CUADIAM	Registro del diámetro del cuerpo de la alcantarilla.		

	LAT	Coordenadas de longitud geográfica de la entidad geométrica.		
	LONGI	Coordenadas de latitud geográfica de la entidad geométrica.		
	ICABEZAL	Se indica la existencia del cabezal inicial de la alcantarilla.	T	Verdadero.
			F	Falso.
	FCABEZAL	Se indica la existencia del cabezal final de la alcantarilla.	T	Verdadero.
			F	Falso.
	TICABEZAL	Se indica el tipo del cabezal inicial de la alcantarilla.	CAJÓN	Cabezal inicial de la alcantarilla de sección rectangular vista en planta.
			ALETAS	Cabezal inicial de la alcantarilla de sección trapezoidal vista en planta.
			SIN DETERMINAR	Imposibilidad de determinar la categoría de la entidad geométrica.
	TFCABEZAL	Se indica el tipo del cabezal final de la alcantarilla.	CAJÓN	Cabezal final de la alcantarilla de sección rectangular vista en planta.
			ALETAS	Cabezal final de la alcantarilla de sección trapezoidal vista en planta.
			SIN DETERMINAR	Imposibilidad de determinar la categoría de la entidad geométrica.
	EICABEZAL	Se indica el estado del cabezal inicial de la alcantarilla.	BUENO	Ligera presencia de grietas o fisuras en el cabezal inicial de la alcantarilla. Ligera o nula presencia de efectos de socavación o erosión en el cabezal inicial de la alcantarilla. Mantenimiento adecuado del cabezal inicial de la alcantarilla. Cabezal inicial en condiciones adecuadas para garantizar el drenaje de aguas lluvias.
			MALO	Alta presencia de grietas o fisuras en el cabezal inicial de la alcantarilla. Exposición del acero de refuerzo del cabezal inicial. Se observa una alta presencia de socavación o erosión del

				concreto del cabezal inicial. Mantenimiento inadecuado del cabezal inicial de la alcantarilla.
			SIN DETERMINAR	Imposibilidad de determinar la categoría de la entidad geométrica.
	EFCABEZAL	Se indica el estado del cabezal final de la alcantarilla.	BUENO	Ligera presencia de grietas o fisuras en el cabezal final de la alcantarilla. Ligera o nula presencia de efectos de socavación o erosión en el cabezal final de la alcantarilla. Mantenimiento adecuado del cabezal final de la alcantarilla. Cabezal final en condiciones adecuadas para garantizar el drenaje de aguas lluvias.
			MALO	Alta presencia de grietas o fisuras en el cabezal final de la alcantarilla. Exposición del acero de refuerzo del cabezal final de la alcantarilla. Se observa una alta presencia de socavación o erosión del concreto del cabezal final. Mantenimiento inadecuado del cabezal final de la alcantarilla.
			SIN DETERMINAR	Imposibilidad de determinar la categoría de la entidad geométrica.
	OBSERV	Observaciones de texto libre.		
	IMAGEN	Imagen referencial de la entidad geométrica		

Nota: Adaptado de "Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos" por CONGOPE, 2019, p.11.

2.3.2.2 Centros poblados

Territorio nacional rural, reconocido bajo un nombre en específico y habitado con ánimo de permanencia. Los habitantes de estos poblados se encuentran relacionados entre sí por factores de carácter social, cultural, económico o histórico (Gobierno Regional de Ucayali, 2013). El criterio empleado para considerar un asentamiento humano como centro poblado dentro del inventario vial fue la presencia de sitios de interés social tales como iglesias, escuelas o parques.

2.3.2.2.1 Atributos de los centros poblados

Los atributos considerados para los centros poblados se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 6.- Atributos de los centros poblados

NOMBRE OBJETO	NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍA
CENTRO POBLADO	***GID***	Número identificador en orden secuencial de la entidad geométrica.		
	CODPROV	Código de la provincia al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODCAN	Código del cantón al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODPARR	Código de la parroquia al que pertenece la entidad geométrica.		
	NUMVIA	Código único identificador de la vía.		
	NOMBRE	Nombre del centro poblado.		
	LAT	Coordenadas de latitud geográfica de la entidad geométrica.		
	LONGI	Coordenadas de longitud geográfica de la entidad geométrica.		
	OBSERV	Observaciones de texto libre.		

Nota: Adaptado de "Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos" por CONGOPE, 2019, p.22.

2.3.2.3 Intersecciones

Área común donde dos o más vías se cruzan o convergen (Mata, 2015)

2.3.2.3.1 Atributos de las intersecciones

Los atributos considerados para las intersecciones se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7.- Atributos de las intersecciones

NOMBRE OBJETO	NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍA
INTERSECCIÓN	***GID***	Número identificador en orden secuencial de la entidad geométrica.		
	CODPROV1	Código de la provincia al que pertenece la primera entidad geométrica.		
	CODCAN1	Código del cantón al que pertenece la primera entidad geométrica.		
	CODPARR1	Código de la parroquia al que pertenece la primera entidad geométrica.		

	NUMVIA1	Código único identificador de la primera vía.		
	CATEGORIA1	Número identificador del tipo de interconexión de la primera vía.	1	Provincia a provincia.
			2	Cantón a cantón.
			3	Parroquia rural a parroquia rural.
			4	Cabecera parroquial a asentamiento humano.
			5	Asentamiento humano a asentamiento humano.
			6	Estatal con cabecera Cantonal.
			7	Estatal con cabecera parroquial.
			8	Estatal con asentamiento humano.
			9	Otros.
	CODPROV2	Código de la provincia al que pertenece la segunda entidad geométrica.		
	CODCAN2	Código del cantón al que pertenece la segunda entidad geométrica.		
	CODPARR2	Código de la parroquia al que pertenece la segunda entidad geométrica.		
	NUMVIA2	Código único identificador de la segunda vía.		
	CATEGORIA2	Número identificador del tipo de interconexión de la segunda vía.	1	Provincia a provincia.
			2	Cantón a cantón.
			3	Parroquia rural a parroquia rural.
			4	Cabecera parroquial a asentamiento humano.
			5	Asentamiento humano a asentamiento humano.
			6	Estatal con cabecera Cantonal.
			7	Estatal con cabecera parroquial.
			8	Estatal con asentamiento humano
			9	Otros.
	LAT	Coordenadas de latitud geográfica de la entidad geométrica.		
	LONGI	Coordenadas de longitud geográfica de la entidad geométrica.		
	OBSERV	Observaciones de texto libre.		

Nota: Adaptado de “Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos” por CONGOPE, 2019, p.17.

2.3.2.4 Minas

Sitio de explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la cual se extraen materiales pétreos, tales como rocas industriales, piedras de río, materiales granulares, áridos, entre otros (Wikipedia.org, 2006). Cabe señalar, que el levantamiento de minas en campo se lo realizaba únicamente de aquellas aledañas a las vías inventariadas, así como aquellas que se encontraran ubicadas en yacimientos ("Cantera") y junto a los ríos ("Mina").

2.3.2.4.1 Atributos de las minas

Los atributos considerados para las minas se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 8.- Atributos de las minas

NOMBRE OBJETO	NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍA
MINA	***GID***	Número identificador en orden secuencial de la entidad geométrica.		
	CODPROV	Código de la provincia al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODCAN	Código del cantón al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODPARR	Código de la parroquia al que pertenece la entidad geométrica.		
	NUMVIA	Código único identificador de la vía.		
	CATEGORIA	Número identificador del tipo de interconexión.	1	Provincia a provincia.
			2	Cantón a cantón.
			3	Parroquia rural a parroquia rural.
			4	Cabecera parroquial a asentamiento humano.
			5	Asentamiento humano a asentamiento humano.
			6	Estatal con cabecera Cantonal.
			7	Estatal con cabecera parroquial.
			8	Estatal con asentamiento humano.
			9	Otros.
	FUENTE	Fuente de explotación de la mina.	CANTERA	Fuente de extracción de los materiales pétreos en un yacimiento.
			MINA	Fuente de extracción de los materiales pétreos junto a un río.

	STATUS	Indica si cuenta con los permisos de funcionamiento por parte del municipio para la explotación minera.	CONCESIONADA	Cuenta con la concesión minera.
			NO CONCESIONADA	No cuenta con la concesión minera.
	MATERIAL	Material de explotación y venta de la mina.	ARCILLA	Material que pase el tamiz 200 (0,075mm).
			ARENA	Material que pase el tamiz N°4 (4,75mm) y se retenga en el tamiz 200 (0,075mm).
			BASE	El límite líquido de la fracción que pase el tamiz Nº 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%. La granulometría dependerá de la clase de base.
			SUBBASE	Coeficiente de desgaste máximo de 50% y la porción que pase el tamiz Nº 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%. La granulometría dependerá de la clase de subbase.
			CALIZA	Roca sedimentaria formada principalmente por carbonato de calcio y que se caracteriza por presentar efervescencia por

				acción de los ácidos diluidos en frío.
			LASTRE	Material granular con tamaño máximo de dos y media pulgadas (2 1/2") y con proporción de finos.
			LIGANTE	Material fino.
			MATERIAL GRANULAR	Material que se retenga en el tamiz 200 (0,075mm)
			RIPIO	Material que se retenga en el tamiz N° 4(4,75mm)
			PIEDRAS DE RÍO	Piedras naturales redondeadas por el paso constante del agua.
			SIN DETERMINAR	No presencia de personas que detallen el material de explotación.
	LAT	Coordenadas de latitud geográfica de la entidad geométrica.		
	LONGI	Coordenadas de longitud geográfica de la entidad geométrica.		
	OBSERV	Observaciones de texto libre.		
	IMAGEN	Imagen referencial de la entidad geométrica.		

Nota: Adaptado de "Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos" por CONGOPE, 2019, p.15.

2.3.2.5 Puentes

Estructura vial apta para el tráfico de vehículos u otras cargas móviles cuyo trazado, generalmente, se encuentra por encima de la superficie del terreno y cuya principal finalidad es superar obstrucciones o accidentes geográficos tales como ríos, depresiones, ferrocarriles, quebradas, canales, etcétera (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013).

2.3.2.5.1 Atributos de los puentes

Los atributos considerados para los puentes se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 9.- Atributos de los puentes

NOMBRE OBJETO	NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍA
PUENTE	***GID***	Número identificador en orden secuencial de la entidad geométrica.		

	CODPROV	Código de la provincia al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODCAN	Código del cantón al que pertenece la entidad geométrica.		
	COPARR	Código de la parroquia al que pertenece la entidad geométrica.		
	NUMVIA	Código único identificador de la vía.		
	CATEGORIA	Número identificador del tipo de interconexión.	1	Provincia a provincia.
			2	Cantón a cantón.
			3	Parroquia rural a parroquia rural.
			4	Cabecera parroquial a asentamiento humano.
			5	Asentamiento humano a asentamiento humano.
			6	Estatal con cabecera Cantonal.
			7	Estatal con cabecera parroquial.
			8	Estatal con asentamiento humano.
			9	Otros.
	NOMBRE	Nombre del Puente.		
	RIOQUEB	Registro del río o quebrada.		
	CAPARODAD	Se especifica el material que cubre el tablero del puente.	ASFALTO	Betún sólido, semisólido o líquido, de color entre negro o pardo oscuro, encontrado en depósitos naturales u obtenidos artificialmente como un residuo del petróleo.
			HORMIGÓN	Mezcla de áridos de especificada granulometría, y un agente ligante.
			LASTRE	Son aquellas en las que la superficie de rodadura se compone de una capa de material granular con tamaño máximo dos y media pulgadas (2 ½") y con proporción de finos, debidamente compactado.
			MADERA	Tableros u otros elementos de madera estructural tratada o no tratada con o sin preservativos.
			METAL	Planchas de acero que cumplan con los requisitos establecidos en la Norma INEN, para las

				calidades “Estructural” y “Estructural Soldable”.
			OTROS	Cualquier otro tipo de material empleado para la capa de rodadura del puente que no conste en los antes mencionados.
	TIPO	Tipo de cuneta presente en el puente.	CUNETA CANAL	Zanja revestida de sección rectangular o trapezoidal.
			CUNETA EN L	Zanja revestida de sección triangular no simétrica.
			CUNETA EN V	Zanja revestida de sección triangular simétrica.
			CUNETA BORDILLO	Caz superficial que conduce el agua a modo de lámina libre ubicado entre la capa de rodadura y un bordillo exterior.
			SUELO NATURAL	Zanja no revestida de cualquier sección geométrica.
			NO EXISTE	Ausencia de cunetas longitudinales.
	EXPROTLAB	Se indica la existencia de protecciones laterales.	T	Verdadero.
			F	Falso.
	PROTLATER	Se indica el tipo de material de las protecciones laterales.	HORMIGÓN	Protección lateral rígida de hormigón.
			MADERA	Tableros u otros elementos de madera estructural tratada o no tratada con o sin preservativos.
			METÁLICA	Constan de elementos metálicos tales como postes (elementos verticales) vallas vehiculares (elementos horizontales) y anclajes.
			MIXTA	Presencia de dos materiales distintos en las protecciones laterales.
			OTROS	Cualquier otro tipo de material empleado en las protecciones laterales del puente que no conste en los antes mencionados.
	ESTPROT	Se indica el estado de las protecciones laterales.	BUENO	No se observan deformaciones en las protecciones. Ligera o nula presencia de oxidación en el elemento. Baja o sin presencia de oxidación en el elemento.

				Las protecciones se encuentran en su totalidad. Baja o nula presencia de grietas.
			REGULAR	Presencia de pequeñas deformaciones en los elementos de la protección lateral. Menos del 50 % del elemento cubierto con oxidación. Presencia de orificios en partes del elemento a causa de la corrosión. Baja presencia de daños en algunos elementos de la protección lateral. Moderada presencia de grietas.
			MALO	Se observan grandes deformaciones en la protección lateral. Más del 50% del elemento se encuentra cubierto por oxidación. Algunas partes del elemento se han perdido por la corrosión. Pérdida parcial o total de algún elemento de la protección lateral. Alta presencia de grietas en el elemento.
	EVALINFR	Se indica el estado de los estribos del puente.	BUENO	Baja o nula presencia de grietas o fisuras. No se observa socavamiento o asentamientos en la cimentación del estribo. Baja o nula presencia de oxidación de las estructuras metálicas. Sin deterioro de la estructura del estribo.
			REGULAR	Moderada presencia de grietas o fisuras. Se observa inicios de socavamiento o asentamientos en la cimentación del estribo. Ligera presencia de oxidación de las estructuras metálicas. Ligero deterioro de la estructura del estribo.
			MALO	Alta presencia de grietas o fisuras en el elemento. Inestabilidad estructural del elemento por

				socavamiento o asentamientos. Alta presencia de oxidación de las estructuras metálicas. Alto deterioro de la estructura del estribo.
			SIN DETERMINAR	Imposibilidad de determinar la categoría de la entidad geométrica.
	EVALSUPES	Se indica el estado de la superestructura del puente.	BUENO	Poco desgaste de la capa de rodadura. No se observan deformaciones en el tablero del puente. Leve o nula presencia de grietas o fisuras en la superestructura. Leve o nula presencia de contaminantes o impurezas no deseados como vegetación en la superficie del puente.
			REGULAR	Moderado desgaste de la capa de rodadura. Presencia de pequeñas deformaciones del tablero del puente. Moderada presencia de grietas o fisuras. Moderada presencia de contaminantes o impurezas en la superficie del puente.
			MALO	Alto desgaste de la capa de rodadura. Se observan altas deformaciones y pandeo en el tablero del puente. Alta presencia de grietas o fisuras en el elemento. Alta presencia de contaminantes o impurezas en la superficie del puente.
	SENCARGA	Existencia de señalética vertical que indica la carga del puente.	T	Verdadero.
			F	Falso.
	CARGA	Carga soportada por el puente.		
	ANCHO	Se indica el ancho en metros de la capa de rodadura del puente.		
	ANCHOTOT	Se indica el ancho en metros del puente incluyendo el espacio de caminería, pasamanos y capa de rodadura.		
	LONGITUD	Se indica la longitud en metros entre juntas externas del puente.		

	LAT	Coordenadas de longitud geográfica de la entidad geométrica.		
	LONGI	Coordenadas de latitud geográfica de la entidad geométrica.		
	OBSERV	Observaciones de texto libre.		
	IMAGEN	Imagen referencial de la entidad geométrica.		

Nota: Adaptado de "Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos" por CONGOPE, 2019, p.9.

2.3.2.6 Puntos críticos

Zona que presenta deficiencias estructurales, ya sea en el diseño, construcción o en la operación de la vía; o cualquier otro tipo de deficiencias de carácter geológico o hidrológico que impidan la adecuada transitabilidad en la vía. Un análisis detallado y profesional de estos puntos críticos permite, mediante medidas de bajo costo, ofrecer soluciones para reducir los accidentes en las zonas donde se encuentran estos elementos.

2.3.2.6.1 Atributos de los puntos críticos

Los atributos considerados para los puntos críticos se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 10.- Atributos de los puntos críticos

NOMBRE OBJETO	NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍA
PUNTO CRÍTICO	***GID***	Número identificador en orden secuencial de la entidad geométrica.		
	CODPROV	Código de la provincia al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODCAN	Código del cantón al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODPARR	Código de la parroquia al que pertenece la entidad geométrica.		
	NUMVIA	Código único identificador de la vía.		
	CATEGORIA	Número identificador del tipo de interconexión.	1	Provincia a provincia.
			2	Cantón a cantón.
			3	Parroquia rural a parroquia rural.
			4	Cabecera parroquial a asentamiento humano.
			5	Asentamiento humano a asentamiento humano.

			6	Estatal con cabecera Cantonal.
			7	Estatal con cabecera parroquial.
			8	Estatal con asentamiento humano.
			9	Otros.
	TIPO	Clasificación del tipo de punto crítico.	GEOLÓGICO	Punto crítico causado por acciones propias del suelo y por procesos externos que repercuten sobre su superficie.
			HIDROGEOLÓGICO	Punto crítico ocasionado por la interacción entre agua y suelo.
			HIDROLÓGICO	Punto crítico causado por acción del agua.
			MANTENIMIENTO	Punto crítico ocasionado por falta de mantenimiento en la vía o en obras de arte adyacentes a la misma.
			OTROS	Otra clasificación no descrita en este diccionario.
	DESCRIP	Descripción a detalle del punto crítico.		
	INTERECOM	Breve intervención recomendada para dar solución al punto crítico y garantizar condiciones adecuadas de transitabilidad.		
	LAT	Coordenadas de latitud geográfica de la entidad geométrica.		
	LONGI	Coordenadas de longitud geográfica de la entidad geométrica.		
	OBSERV	Observaciones de texto libre.		
	IMAGEN	Imagen referencial de la entidad geométrica		

Nota: Adaptado de “Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos” por CONGOPE, 2019, p.18.

2.3.2.7 Señalización vertical

Estructuras instaladas adyacentes a la vía, generalmente placas fijadas sobre postes, que sirven como dispositivos de control de tráfico para poder comunicar a los usuarios cierto tipo de información mediante un símbolo, una palabra o una leyenda (León Flores, 2020). Cabe señalar, que el tipo de señalética vertical levantada en campo corresponde únicamente a señalización turística, debido a que estas eran de principal interés para la Prefectura de Loja.

2.3.2.7.1 Atributos de la señalización vertical

Los atributos considerados para la señalización vertical se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 11.- Atributos de la señalización vertical

NOMBRE OBJETO	NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍA
SEÑALIZACIÓN VERTICAL	***GID***	Número identificador en orden secuencial de la entidad geométrica.		
	CODPROV	Código de la provincia al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODCAN	Código del cantón al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODPARR	Código de la parroquia al que pertenece la entidad geométrica.		
	NUMVIA	Código único identificador de la vía.		
	CATEGORIA	Número identificador del tipo de interconexión.	1	Provincia a provincia.
			2	Cantón a cantón.
			3	Parroquia rural a parroquia rural.
			4	Cabecera parroquial a asentamiento humano.
			5	Asentamiento humano a asentamiento humano.
			6	Estatal con cabecera Cantonal.
			7	Estatal con cabecera parroquial.
			8	Estatal con asentamiento humano.
			9	Otros.
	TIPO	Descripción del tipo de señalización vertical.	TURÍSTICA	Guía al usuario suministrándole información necesaria sobre

				sitios de interés turístico.
			INFORMATIVA	Leyenda y/o símbolo, que guía al usuario en su trayecto por calles y carreteras. Puede informar sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene tener en consideración.
	LADO	Ubicación de la señalética vertical con respecto a la capa de rodadura.	UN COSTADO	Se encuentra a un solo costado de la capa de rodadura, ya sea a su derecha o a su izquierda.
			CENTRO	Se encuentra en el centro de la vía, generalmente sobre un parterre.
	LAT	Coordenadas de latitud geográfica de la entidad geométrica.		
	LONGI	Coordenadas de longitud geográfica de la entidad geométrica.		
	OBSERV	Observaciones de texto libre.		
	IMAGEN	Imagen referencial de la entidad geométrica.		

Nota: Adaptado de "Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos" por CONGOPE, 2019, p.13.

2.3.2.8 Taludes

Superficie de terreno inclinada, ya sea generada por causas antrópicas (talud) o generada por causas naturales (ladera), que conecta dos niveles distintos de superficie. Los taludes levantados para el inventario vial son aquellos que representan un riesgo a futuro para la integridad de la vía desde la perspectiva y criterio del técnico cargo.

2.3.2.8.1 Atributos de los taludes

Los atributos considerados para los taludes se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 12.- Atributos de los taludes

NOMBRE OBJETO	NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍA
TALUD	***GID***	Número identificador en orden secuencial de la entidad geométrica.		
	CODPROV	Código de la provincia al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODCAN	Código del cantón al que pertenece la entidad geométrica.		
	CODPARR	Código de la parroquia al que pertenece la entidad geométrica.		
	NUMVIA	Código único identificador de la vía.		
	CATEGORIA	Número identificador del tipo de interconexión.	1	Provincia a provincia.
			2	Cantón a cantón.
			3	Parroquia rural a parroquia rural.
			4	Cabecera parroquial a asentamiento humano.
			5	Asentamiento humano a asentamiento humano.
			6	Estatal con cabecera Cantonal.
			7	Estatal con cabecera parroquial.
			8	Estatal con asentamiento humano.
			9	Otros.
	TIPO	Descripción del tipo del talud.	INTERVENIDO	Superficie con relieve inclinado, que se conforma artificialmente.
			NATURAL	Masa de tierra que no es plana, si no que presenta una pendiente o cambios significativos de altura de forma natural.
	ESTADO	Estado aparente del talud.	ESTABLE	Alta presencia de vegetación sin presencia de surquillos.
			INESTABLE	Presencia de grietas de tracción, derrumbes y señales de erosión como surquillos o cárcavas. Poca o nula presencia de vegetación.
	LAT	Coordenadas de latitud geográfica de la entidad geométrica.		
	LONGI	Coordenadas de longitud geográfica de la entidad geométrica.		
	OBSERV	Observaciones de texto libre.		
	IMAGEN	Imagen referencial de la entidad geométrica.		

Nota: Adaptado de “Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos” por CONGOPE, 2019, p.16.

2.4 Procedimiento metodológico para el levantamiento y procesamiento de la información.

El procedimiento ejecutado para la realización del inventario vial en los Cantones Loja y Catamayo, provincia de Loja, está basado en la metodología desarrollada por el CONGOPE para el levantamiento del inventario vial. Esta variación con respecto a la metodología propuesta por el CONGOPE se debe principalmente a que se trató de generar un procedimiento que se adapte de mejor manera a las necesidades de la Prefectura de Loja. Dicho de otra forma, debido a la inconformidad del consejo provincial de Loja por los resultados del inventario vial desarrollado en el año 2017, se buscó generar un inventario vial completamente desde cero teniendo ciertas consideraciones en los objetos viales que debían ser levantados en campo. Esta metodología consta de seis pasos los cuales se detallarán a continuación:

2.4.1 Definición de los códigos de los tramos de las vías a inventariar

Para el levantamiento de información en los cantones Loja y Catamayo es necesario dividir a cada una de las vías levantadas en diferentes tramos que presente ciertas características en común, de tal manera que permitan generar un tratamiento y procesamiento de la información eficiente. Cada uno de estos tramos se definieron considerando si la vía llegaba de asentamiento humano a asentamiento humano, o en su defecto, si la vía presentaba una variación considerable en lo que respecta a la capa de rodadura o el ancho de la misma.

Por tal motivo es necesario definir un identificador único para cada uno de los tramos levantados que permita distinguirlos de una forma más sencilla. Esta codificación está constituida por los siguientes parámetros, los cuales se detallarán más adelante en el capítulo III:

- Código de la provincia.
- Código del cantón.
- Código de la parroquia.
- Número de tramo.
- Categoría o tipo de interconexión.

2.4.2 Creación de la base de datos en los Sistemas de Información Geográfico

La base de datos es una herramienta indispensable para el levantamiento de información a través de los aplicativos móviles. Mediante esta base de datos es posible definir en los Sistemas de Información Geográficos aquellas entidades geográficas y sus respectivos atributos relevantes que deberán ser levantados en campo.

Para la creación de la base de datos en los sistemas de información geográficos se utilizó como guía el diccionario de atributos viales desarrollado por el CONGOPE, al cual se le realizó ciertas modificaciones con la finalidad de levantar únicamente aquella información relevante para la Prefectura de Loja. El procedimiento efectuado para desarrollar la base de datos para su posterior empleo en campo se detalla a continuación:

- En conjunto con técnicos de la Prefectura de Loja y con la Unidad de Coordinación Territorial se desarrolló el diccionario de atributos viales de acuerdo a las necesidades del consejo provincial, tomando como base el diccionario de atributos elaborado por el CONGOPE.

- Se desarrolló una base de datos totalmente desde cero en el software QGIS en base al catálogo de atributos viales desarrollado por el CONGOPE en el año 2017 y al diccionario de datos elaborado previamente.
- Una vez creada la base de datos en el software QGIS, se subió y sincronizó dicha información con la aplicación "Mergin Maps: QGIS in pocket" a través de sus servicios en la nube. Este procedimiento se lo realizó cada uno de los días antes de salir a campo.

2.4.3 Planificación del levantamiento en territorio

Como parte de la metodología empleada para el levantamiento de información en territorio, fue necesario definir una planificación adecuada que permita optimizar el trabajo realizado en campo. Esta planificación se la realizó de la siguiente manera:

- Sobre una base geográfica o a través de servicios de mapas web, tales como Google u Open Street Map (OSM), se planificó en oficina los sectores, los tramos y sus respectivos ramales a levantarse en campo.
- En cuanto a la planificación de los sectores para el levantamiento de información, se realizó preferentemente por parroquias, y en caso de ser necesario se dividió a las parroquias en diferentes zonas dependiendo de la cantidad de vías a levantar.
- Por consiguiente, se levantaron inicialmente aquellos tramos que se encontraban más alejados del punto de partida, en este caso la ciudad de Loja, para posteriormente ir regresando nuevamente al origen.
- Primeramente, se levantaron aquellos tramos que son competencia de la Prefectura de Loja y que se encontraran más cercanos a vías principales o estatales.
- Por consiguiente, se levantaron cada uno de los ramales de los tramos anteriormente inventarios.
- Definido los sectores y tramos de vías a levantar, en oficina se desarrollaron mapas mediante el software QGIS que permitieran conocer y entender el territorio al momento de levantar la información en campo. En el Anexo C del presente trabajo se presentan algunos de los mapas desarrollados para el levantamiento de información en campo.
- Este procedimiento se lo realizaba cada día hasta completar cada una de las parroquias perteneciente a los Cantones de Loja y Catamayo.

2.4.4 Levantamiento de información en campo mediante los sistemas de información geográficos

El levantamiento de información en campo se lo realizó empleando los sistemas de información geográfica previamente descritos, así como fichas impresas elaboradas en oficina. A continuación, se detallará en qué casos fueron empleadas en campo cada una de estas herramientas.

- **Mergin Maps: QGIS in pocket:** Mediante este aplicativo móvil se levantaron aquellos elementos de la vía que puedan ser representados en los sistemas de información geográficos como puntos, tales como: alcantarillas, puntos críticos, centros poblados, taludes, etc. Para ello, era necesario primeramente contar con la base de datos de los objetos viales (previamente definido en el software QGIS) en un proyecto de Mergin.
- **Geo Tracker – GPS Tracker:** Esta aplicación fue empleada únicamente para el levantamiento de las rutas recorridas en campo. La información levantada correspondía,

dentro del contexto de los sistemas de información geográficos, a aquellas entidades geométricas que pueden ser consideradas como líneas, tales como: cunetas, señalización horizontal, características generales de la vía, etc. Cabe mencionar que dichas entidades geométricas debían ser primeramente procesadas y editadas en oficina.

- **QField para QGIS:** Pese a las grandes ventajas que presenta esta aplicación para el levantamiento de información de entidades geométricas consideradas como puntos, no se la utilizó para esta tarea. Por el contrario, este aplicativo móvil fue empleado principalmente como guía referencial en el levantamiento de información en campo (a través de la información del anterior inventario vial realizado por el CONGOPE en el año 2017), de tal manera que permita mostrar las ubicaciones de ciertos objetos viales que debían ser levantados en territorio.
- **Fichas impresas:** Adicionalmente a los aplicativos móviles empleados en campo, se elaboraron una serie de fichas para cada uno de los objetos viales a inventariarse en territorio, de tal manera que sirvan como evidencia del trabajo realizado, así como una ayuda tanto en el levantamiento como en el procesamiento y edición de la información en oficina. En el Anexo B del presente trabajo se podrán visualizar algunas de las fichas realizadas para cada uno de los objetos viales levantados en campo.

2.4.5 Descarga de la información levantada

Tras el levantamiento de la información en territorio mediante cada una de las herramientas previamente descritas en el apartado anterior, se deberán trasladar los datos recolectados en los aplicativos móviles al software QGIS ya sea mediante WiFi, cable, red, etc., para su posterior procesamiento en oficina. Cabe mencionar, que la información levantada en territorio deberá estar debidamente georreferenciada, etiquetada y registrada fotográficamente.

2.4.6 Edición y procesamiento de la información

La edición y procesamiento de la información levantada en campo se lo realiza con la finalidad de generar una base de datos actualizada y confiable que sirva como herramienta para la prefectura de Loja en la planificación y desarrollo socioeconómico de la provincia. El proceso para la edición y procesamiento de la información consiste en lo siguiente:

- Descarga de la información levantada en campo a través de los aplicativos móviles utilizados (Mergin Maps para puntos y GeoTracker para líneas) al software QGIS.
- Para las entidades geométricas representadas como puntos, la edición y procesamiento de la información consistía en cotejar la información descargada de Mergin Maps con la información levantada a través de las fichas impresas. Adicionalmente, se verificaba que no existan errores ortográficos, tipográficos o cualquier otro tipo de error.
- Para las entidades geométricas representadas como líneas, la edición y procesamiento de la información consistía en verificar que la geometría de las rutas levantadas coincida con la información que presentaban los distintos servicios de mapas web, tales como Google u Open Street Map. Por consiguiente, se dividían las vías en sus respectivos tramos en base al criterio previamente explicado, y se llenaba la información de cada uno de sus atributos de acuerdo con los datos recopilados en las fichas impresas.
- Una vez procesada la información, se la unifica en una sola base de datos.
- Se realiza la caracterización de la red vial a través de cuadros estadísticos, tablas y mapas de tal manera que permitan representar de manera simplificada la información obtenida.

CAPÍTULO 3: TRABAJO EN CAMPO Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.1 Identificación de las vías levantadas y no levantadas en el inventario vial del año 2017

3.1.1 Vías levantadas en el año 2017

La Geodatabase proporcionada por parte del CONGOPE refleja que en el año 2017 el cantón Loja y con mayor exactitud las parroquias: Yangana, Quinara, Vilcabamba y San Pedro de Vilcabamba suman un total de 103.64 Km. de red vial, los cuales se muestran a continuación:

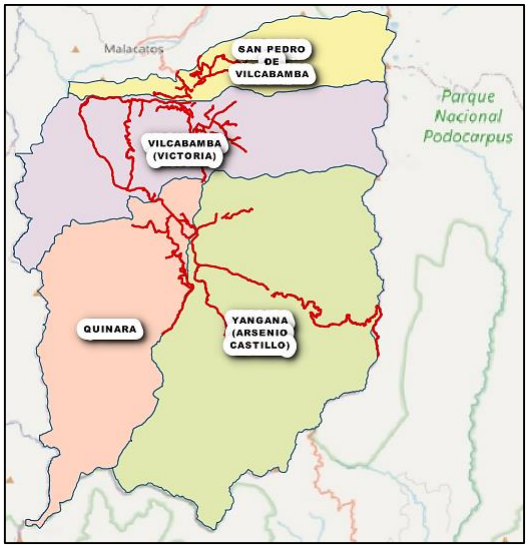


Figura 9. Red vial de las parroquias: Yangana, Quinara, Vilcabamba y San Pedro de Vilcabamba, pertenecientes al cantón Loja en el año 2017
Fuente: Elaboración propia

En la sección de Anexos, Tabla A. Vías levantadas del cantón Loja por parte del CONGOPE en el año 2017, se presenta la información pertinente de los tramos inventariados.

Por otro lado, en el mismo año el cantón Catamayo y específicamente las parroquias: El Tambo, La Toma, San Pedro de la Bendita y Zambi abarcan un total de 294.17 Km. de red vial, que se muestran a continuación:

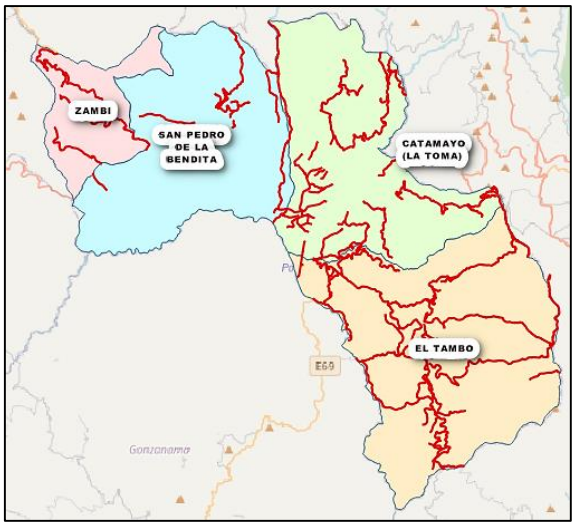


Figura 10. Red vial de las parroquias: El Tambo, La Toma, San Pedro de la Bendita y Zambi, pertenecientes al cantón Catamayo en el año 2017
Fuente: Elaboración propia

En la sección de Anexos, Tabla B. Vías levantadas del cantón Catamayo por parte del CONGOPE en el año 2017, se presenta la información pertinente de los tramos inventariados.

3.1.2 Vías no levantadas en el año 2017

A través del inventario vial realizado en el presente año se pudo determinar que las parroquias inventariadas del cantón Loja cuentan con 60.40 Km. de red vial no inventariada, que se muestran en la siguiente figura:

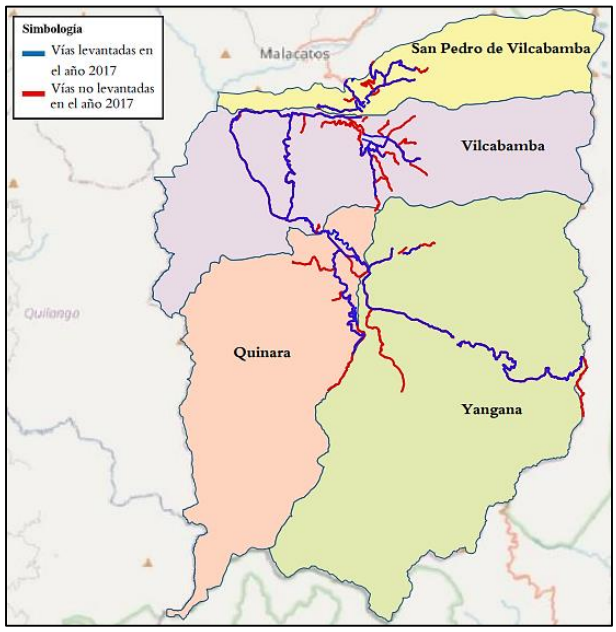


Figura 11. Red vial de las parroquias: Yangana, Quinara, Vilcabamba y San Pedro de Vilcabamba, pertenecientes al cantón Loja en el año 2022
Fuente: Elaboración propia

En la sección de Anexos, Tabla C. Vías no levantadas del cantón Loja inventariadas en el presente año, se presenta la información pertinente de los tramos inventariados.

En cuanto a las parroquias inventariadas del cantón Catamayo, se presentan 47.81 Km. de red vial no inventariada, que se muestra en la siguiente figura:

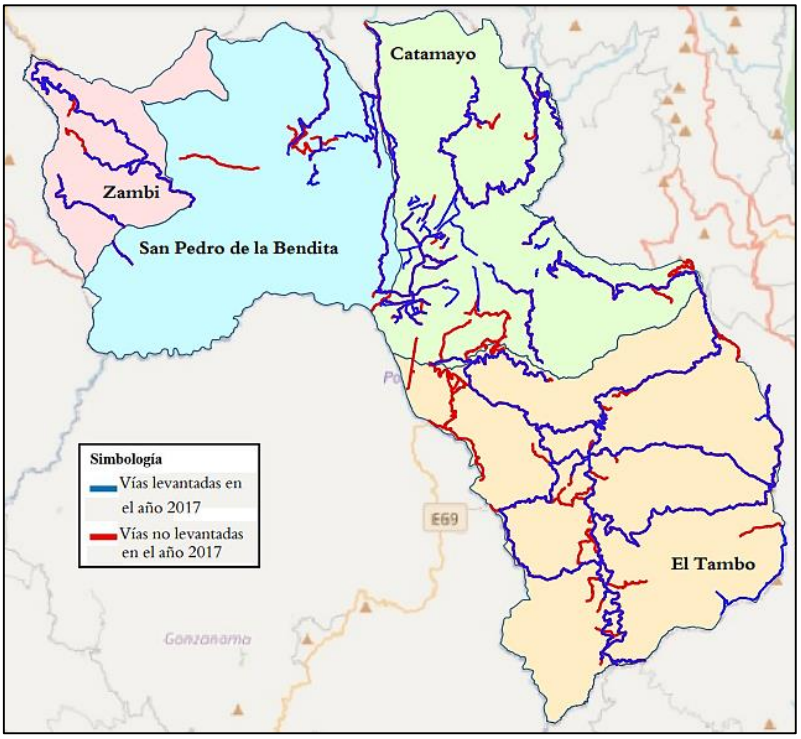


Figura 12. Red vial de las parroquias: El Tambo, La Toma, San Pedro de la Bendita y Zambi, pertenecientes al cantón Catamayo en el año 2022
Fuente: Elaboración propia

En la sección de Anexos, Tabla D. Vías no levantadas del cantón Catamayo inventariadas en el presente año, se presenta la información pertinente de los tramos inventariados.

3.2 Definición de códigos de tramos de vías a inventariar

Generar un estándar para la codificación de cada uno de los tramos de vías levantados en campo permite generar un tratamiento y procesamiento de la información eficiente, además de facilitar los procesos de automatización y sistematización de la información. El formato de codificación empleado para identificar los tramos de vías será:

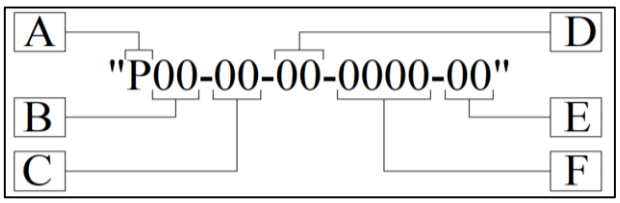


Figura 13. Formato de Codificación
Fuente: Elaboración propia

Donde:

- A: Hace referencia a la institución a cargo del levantamiento de la información, es este caso, dado que el levantamiento de información del sistema vial de las zonas rurales de la provincia son competencias de los GAD provinciales, por tanto, la letra empleada para la codificación será la letra P.
- B: Representa el código de la provincia establecido a nivel nacional por el INEC.
- C: Representa el código del catón.
- D: Representa el código de la parroquia.
- E: Hace referencia al número de tramo levantado en campo.
- F: Representa el número identificador del tipo de interconexión o categoría de la vía.

3.2.1 Codificación provincias

El código de la provincia utilizado será el correspondiente al establecido por la División Político – Administrativa (DPA) y actualizado por el INEC para la codificación de las provincias del Ecuador. De acuerdo con este instituto, la codificación de las provincias consiste en:

- Cada una de las provincias del Ecuador tendrán dos dígitos.
- La codificación de las provincias será en orden alfabético con excepción de las provincias fundadas después del establecimiento de este criterio, las cuales son: Sucumbíos, Galápagos, Orellana, Santo Domingo de los Tsáchilas y Santa Elena. El código de estas provincias será el inmediato superior al de la última provincia codificada
- Para zonas no identificadas, la codificación empleada corresponde al digito “90”.

(Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2018)

Teniendo cuenta estas consideraciones, la codificación para cada una de las provincias del Ecuador de acuerdo con la División Político – Administrativa (DPA) se detalla en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 13. Codificación Provincial

Provincia	Código
Azuay	01
Bolívar	02
Cañar	03
Carchi	04
Cotopaxi	05
Chimborazo	06
El Oro	07
Esmeraldas	08
Guayas	09
Imbabura	10
Loja	11
Los Ríos	12
Manabí	13
Morona Santiago	14
Napo	15
Pastaza	16

Pichincha	17
Tungurahua	18
Zamora Chinchipe	19
Galápagos	20
Sucumbíos	21
Orellana	22
Santo Domingo de los Tsáchilas	23
Santa Elena	24
Zona no delimitada	90

Nota: Adaptado de "Marco Maestro de Muestreo Multipropósito" por INEC, 2018, p.8.

El código correspondiente a la provincia de Loja es el número "11", tal como se observa en la tabla mostrada anteriormente. Por tal motivo, se empleará dicho código para la codificación de cada uno de los atributos viales levantados en campo en el presente inventario vial.

3.2.2 Codificación cantones

El código del cantón utilizado será el correspondiente al establecido por la División Político – Administrativa (DPA) para la codificación de cantones del Ecuador. De acuerdo con este instituto, la codificación de los cantones consiste en lo siguiente:

- Se emplearán dos dígitos para la codificación de cantones
- Se asignará el código 01 únicamente para el cantón cuya cabecera cantonal es también capital provincial.
- Para el resto de los cantones se los ordenará alfabéticamente y se les asignará el código que continúa la secuencia en forma ascendente.
- De igual forma que en el caso de provincias, para aquellos cantones creados después de la fecha de establecimiento de este criterio de codificación; se asignará el código inmediatamente superior al último código asignado a los cantones de la provincia.

(Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2018)

A continuación, se detalla la codificación de cada uno de los Cantones pertenecientes a la provincia de Loja dado que es la provincia donde se realizará presente inventario vial.

Tabla 14. Codificación Cantonal de Loja

Cantón	Código
Loja	01
Calvas	02
Catamayo	03
Celica	04
Chaguarpamba	05
Espíndola	06
Gonzanamá	07
Macará	08
Paltas	09
Puyango	10
Saraguro	11

Sozoranga	12
Zapotillo	13
Pindal	14
Quilanga	15
Olmedo	16

Nota: Adaptado de "Códigos Provinciales Cantonales y Parroquiales" por Censo Nacional de Instituciones Educativas, 2011, p.7.

3.2.3 Codificación parroquias

El código de la parroquia utilizado será el correspondiente al establecido por la División Político – Administrativa (DPA) para la codificación de parroquias del Ecuador. El criterio para la codificación de parroquias consiste en lo siguiente:

- Para parroquias urbanas y para la cabecera Cantonal se empleará el código número "50".
- Las parroquias rurales se ordenan alfabéticamente, y se asigna una codificación en orden secuencial a partir del código "51". Para parroquias fundadas después de la implementación de este criterio de codificación, se les asignarán los códigos inmediatamente superiores al último código asignado a las parroquias rurales.
- Cabe señalar que, de acuerdo con la DPA, a las parroquias urbanas de un cantón se les asignará una codificación que va desde los dígitos "01" hasta el "49", siendo la cabecera Cantonal el código "50". Sin embargo, para diferentes investigaciones y proyectos realizados, se han asignado a las parroquias urbanas, de igual forma, el código "50".

(Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2018)

Dado que el presente inventario vial está enfocado únicamente en los Cantones de Loja y Catamayo de la provincia de Loja; a continuación, se detalla la codificación de las parroquias tanto urbanas como rurales pertenecientes a estos Cantones. Cabe señalar que el inventario vial desarrollado fue únicamente de las parroquias rurales de los Cantones debido a que estas son competencia de la prefectura de Loja.

Tabla 15. Codificación Parroquias del Cantón Loja

Parroquias	Código
Loja	50
El Sagrario	01
San Sebastián	02
Sucre	03
Valle	04
Chantaco	51
Chuquiribamba	52
El Cisne	53
Gualel	54
Jimbilla	55
Malacatos	56
San Lucas	57
San Pedro de la Bendita	58
Santiago	59

Taquil	60
Vilcabamba	61
Yangana	62
Quinara	63

Nota: Adaptado de “Códigos Provinciales Cantonales y Parroquiales” por Censo Nacional de Instituciones Educativas, 2011, p.7.

Tabla 16. Codificación Parroquias del Cantón Catamayo

Parroquias	Código
Catamayo	50
Catamayo	01
San José	02
El Tambo	51
Guayquichuma	52
San Pedro de la Bendita	53
Zambi	54

Nota: Adaptado de “Códigos Provinciales Cantonales y Parroquiales” por Censo Nacional de Instituciones Educativas, 2011, p.7.

3.2.4 Número de vía

El número de la vía o número de tramo representa un identificador único de cuatro dígitos para cada uno de los tramos de vía levantados en campo. Para la asignación de este código a cada uno de los tramos de vía inventariados, se aplicó el siguiente criterio:

- Se inicia la codificación en el cantón donde se encuentra ubicada la capital de la provincia, en este caso, corresponde al cantón Loja.
- Para los tramos de vías pertenecientes al resto de Cantones, se ordenarán alfabéticamente los mismos y se continuará la codificación en orden secuencial.
- Los tramos se codifican en orden secuencial por parroquias, empezando la codificación por la cabecera Cantonal, para después proseguir con el resto de las parroquias de Norte a Sur.
- Para asignar la codificación a los tramos de vía de cada una de las parroquias de cada cantón, se empezó por las vías situadas más al norte de la parroquia y se continuó hacia el sur en sentido horario. Además, se buscó codificar inicialmente los ramales principales y por consiguiente sus ramales secundarios.

3.2.5 Categoría

La categoría de la vía representa un código de dos dígitos el cual indica el tipo de interconexión de la carretera. A continuación, se detallan cada uno de los códigos del tipo de interconexión de la vía:

Tabla 17. Codificación Categoría de la Vía

Código	Descripción
01	Provincia a provincia.
02	Cantón a cantón
03	Parroquia rural a parroquia rural.
04	Cabecera parroquial a asentamiento humano.
05	Asentamiento humano a asentamiento humano.
06	Estatal con cabecera Cantonal.
07	Estatal con cabecera parroquial.
08	Estatal con asentamiento humano.
09	Otros.

Nota: Adaptado de "Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos" por CONGOPE, 2019, p.16.

3.3 Elaboración de catálogo de atributos viales

3.3.1 Extracción de atributos de la Geodatabase

La base de datos empleada en los sistemas de información geográfica para el levantamiento de información se lo desarrolló en conjunto con técnicos del GAD provincial y con la Unidad de Coordinación Territorial, a cargo de la Arq. Mayra Acaro, tomando como base el catálogo de atributos viales desarrollado por el CONGOPE en el año 2017. Estas modificaciones al catálogo original, para la generación de una nueva base de datos, se las desarrollaron en función de las necesidades de la prefectura de Loja, debido a que en el inventario vial original no se logró completar la totalidad de la red vial, así como por la existencia de inconsistencias en la información y por la desactualización de la misma.

Para la elaboración de la base de datos de objetos viales se empleó el software QGIS. Para ello, partiendo de la Geodatabase original desarrollada por el CONGOPE en el año 2017, se extrajeron cada una de sus capas vectoriales al software GIS. La información extraída muestra los resultados del inventario vial efectuado en el año 2017, tal como se observa a continuación:

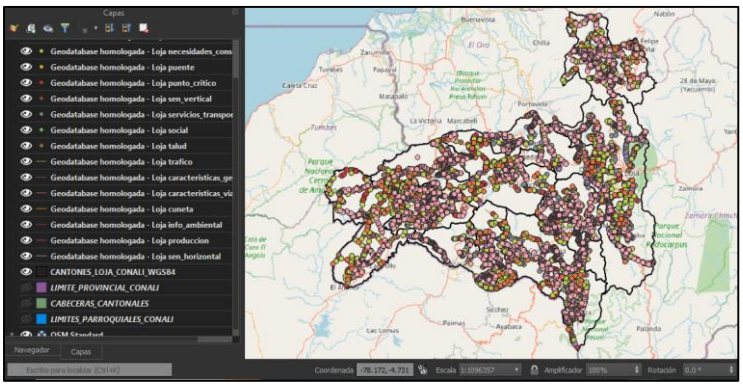


Figura 14. Extracción de capas vectoriales de la provincia de Loja
Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Sistema de referencia de coordenadas

Antes de proceder con la generación de la base de datos, se debe verificar que se esté trabajando en el sistema de coordenadas correcto. En este caso, el sistema de coordenadas empleado corresponde a la proyección del mundialmente usado sistema de coordenadas geodésicas WGS 84 (World Geodetic System 84) a un sistema de coordenadas cartesiano, también conocido como UTM (Universal Transversa de Mercator). Se emplea la proyección UTM por una cuestión de practicidad, así como por el hecho de que las coordenadas están expresadas en metros (latitud y longitud), lo que facilita los cálculos de longitud y superficie.

De acuerdo con la proyección UTM, la Tierra es dividida en 60 husos horarios, de los cuales, el Ecuador se extiende sobre los husos 17 y 18. Por tanto, para la provincia de Loja ubicada al sur del país, el huso horario o zona, según la proyección UTM, corresponde a la Zona 17 Sur, cuyo ID único requerido por el software QGIS es EPSG:32717. Esta configuración en el software QGIS se la encuentra en las propiedades del proyecto, en el apartado de sistema de referencia de coordenadas.

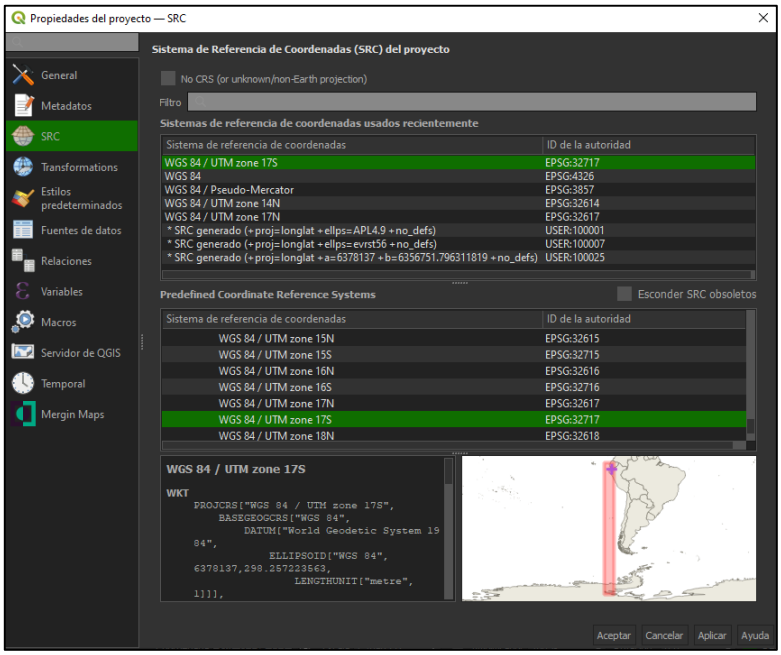


Figura 15. Configuración del Sistema de Referencia de Coordenadas en el Software QGIS
Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Generación de la base de datos para el levantamiento de la información

El diccionario de atributos viales desarrollado en conjunto con la prefectura de Loja y el cual será empleado para la elaboración de la base de datos en el software QGIS, se detalló previamente en el capítulo 2. En dicho apartado se puede visualizar cada uno de los objetos viales que serán levantados en territorio, así como cada uno de los atributos que lo conforman con sus respectivas categorías, definiciones y descripciones.

Por consiguiente, partiendo de la Geodatabase desarrollada por el CONGOPE en el año 2017, se desarrolla la base de datos en el software QGIS para su posterior empleo en el levantamiento de información en campo. Cabe mencionar, que la base de datos que se generará en el software QGIS

será completamente desde cero, debido a las necesidades de la prefectura por generar información actualizada.

Una vez extraídos los objetos viales del anterior inventario vial y configurado el sistema de referencias de coordenadas en el software QGIS, se procederá a generar la base de datos vacía utilizando el diccionario de atributos viales, el cual fue descrito detalladamente en el capítulo II. Para ello, primeramente, será necesario descartar aquellas capas vectoriales que no consten dentro del diccionario. Adicionalmente, se deberá crear una capa de archivo shape adicional correspondiente al objeto vial de centros poblados, debido a que no consta en la Geodatabase desarrollada por el CONGOPE.

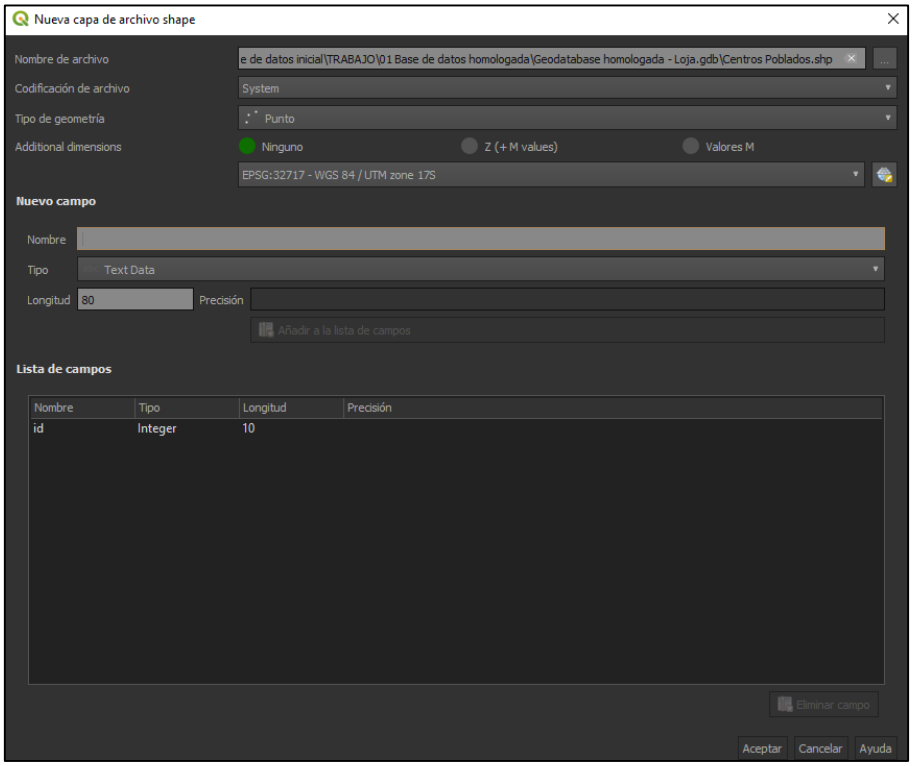


Figura 16. Creación del objeto vial "Centros Poblados"
Fuente: Elaboración propia

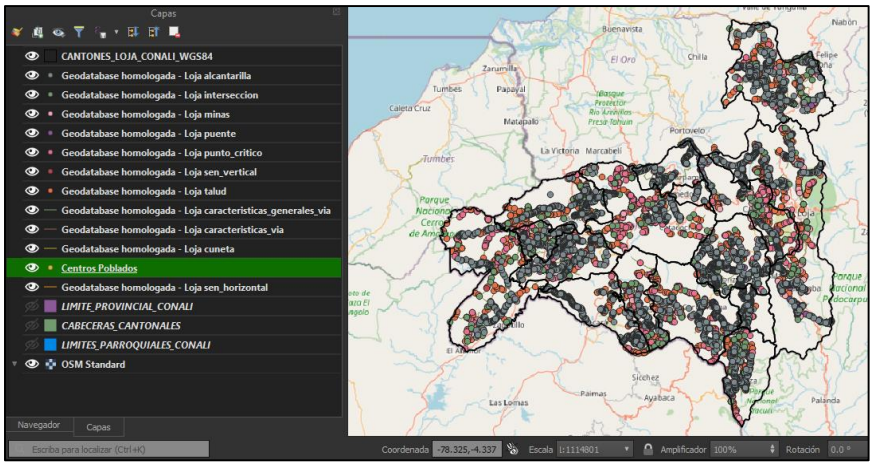


Figura 17. Capas de objetos viales requeridas para el levantamiento de información en campo
Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso consistirá en eliminar cada uno de los registros de información recopilados por el CONGOPE en el año 2017 de cada uno de los objetos viales en el software QGIS, con la finalidad de generar una base de datos completamente vacía.

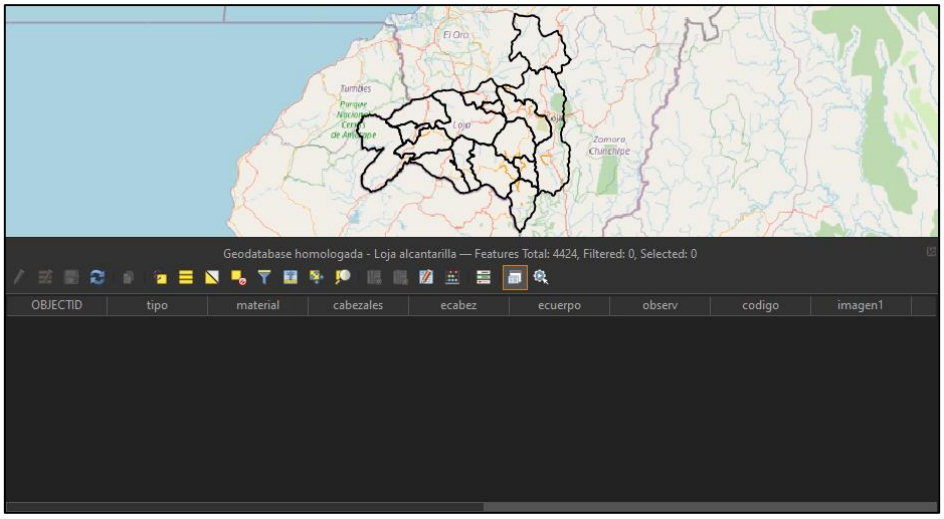


Figura 18. Eliminación de registros de información de los objetos viales
Fuente: Elaboración propia

Para finalizar con la generación de la base de datos en el software QGIS, se modificarán los atributos de cada una de las capas vectoriales de acuerdo con el diccionario de datos, de tal manera, que sean completamente similares. Para ello, se empleará la herramienta "Rehacer campos" de la caja de herramientas de procesos del software QGIS. A través de esta herramienta se podrá modificar cada uno de los atributos de los objetos viales.

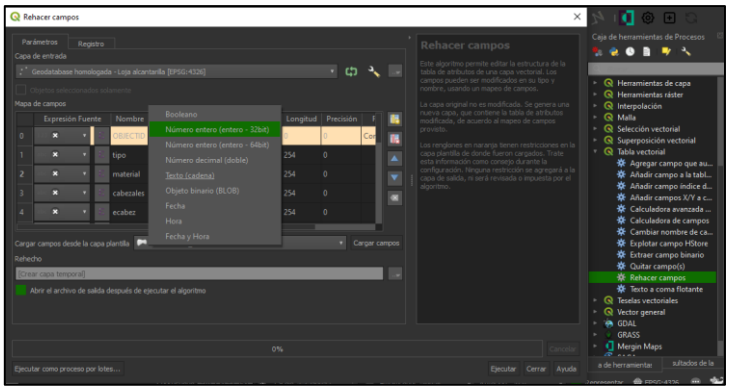


Figura 19. Modificación de los atributos de las capas vectoriales
Fuente: Elaboración propia

De esta manera se obtendrá la base de datos completamente vacía con los atributos requeridos de acuerdo con el diccionario de datos. Esta base de datos vacía servirá como herramienta más adelante para el levantamiento de información en campo a través de los aplicativos móviles.

3.3.4 Exportación de la base de datos al aplicativo móvil "Mergin Maps: QGIS in pocket"

Con el objetivo de levantar y actualizar la información recopilada en campo, es imperativo exportar la base de datos vacía, elaborada con anterioridad, a los aplicativos móviles. Sin embargo, cabe destacar que la base de datos que se exportará a los aplicativos móviles, en este caso Mergin Maps, contendrá únicamente aquellos objetos viales considerados como puntos. Para el caso de líneas, la base de datos generada se la empleará únicamente en el procesamiento y edición de la información en oficina, la cual será explicada más adelante.

Para la exportación de la base de datos al aplicativo móvil Mergin Maps, se empleará el complemento "Mergin" del software QGIS, el cual permite sincronizar los proyectos desarrollados con los servicios de Mergin Maps en la nube. Es importante mencionar que para poder utilizar este complemento es necesario contar con una cuenta en Mergin Maps; y dependiendo del tipo de cuenta creada el límite de almacenamiento en los servicios de Mergin podrá ser de 100 MB para el caso de una cuenta gratuita, o de hasta 10 GB para el caso de una suscripción.



Figura 20. Complemento "Mergin" para el software QGIS
Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, se debe generar un nuevo proyecto en el software QGIS en el que conste la base de datos vacía con únicamente los objetos viales que corresponden a puntos, tales como: alcantarillas, taludes, centros poblados, etc. Dicho proyecto será exportado al aplicativo móvil Mergin Maps para el levantamiento de información en campo. Para ello, se deberá iniciar sesión con la cuenta de Mergin en el software QGIS, y posteriormente utilizar las herramientas de sincronización de proyectos de QGIS con los servicios de Mergin Maps, ya sea creando un nuevo proyecto desde cero o sincronizando el proyecto actual de QGIS a la nube de Mergin.

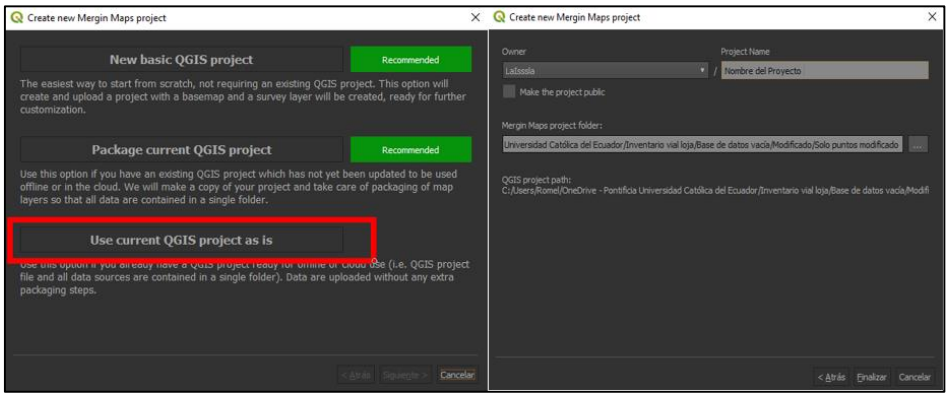


Figura 21. Sincronización de proyectos de QGIS con los servicios de Mergin Maps
Fuente: Elaboración propia

De esta forma se podrá sincronizar cualquier proyecto de QGIS con los servicios de Mergin Maps, siempre y cuando dicho proyecto no supere en tamaño el límite permitido. Para finalizar, a través del aplicativo móvil Mergin Maps, iniciando sesión con la cuenta creada en Mergin, se podrá abrir el proyecto previamente sincronizado desde QGIS, de tal forma, que sirva como herramienta en campo para el levantamiento de información.

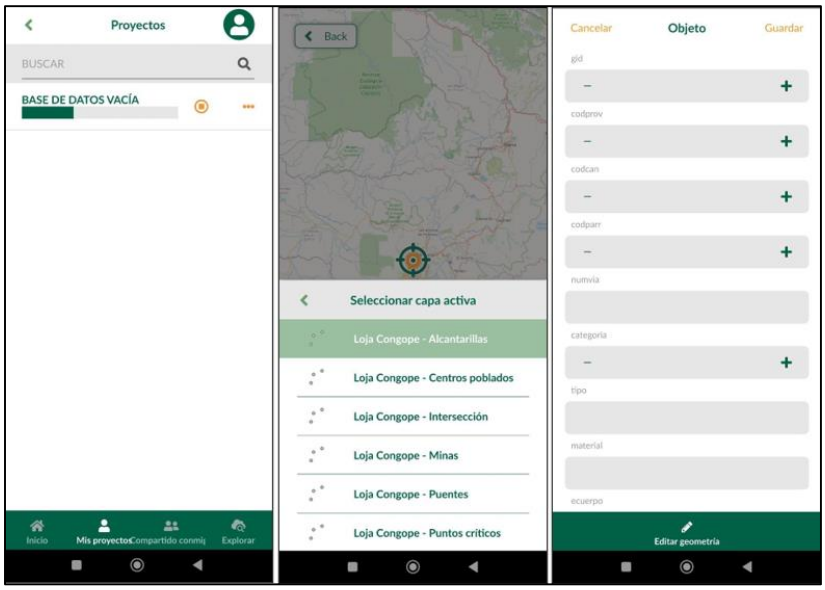


Figura 22. Descarga de la base de datos al aplicativo móvil Mergin Maps
Fuente: Elaboración propia

De esta manera se podrá emplear la base de datos vacía generada en el software QGIS para el levantamiento de información en campo a través del aplicativo móvil Mergin Maps. Cabe mencionar que este procedimiento de exportación a los servicios de Mergin Maps en la nube se lo realizó cada uno de los días de salida al campo. De igual forma, una vez finalizada la recopilación de información en el aplicativo móvil se deberá sincronizar nuevamente con los servicios de Mergin Maps, para su posterior procesamiento y edición en oficina a través del software QGIS.

3.4 Levantamiento de la información en campo

3.4.1 Objetos viales considerados como líneas

El levantamiento de los tramos recorridos en campo se lo realiza a través del aplicativo móvil "Geo Tracker – GPS Tracker", teniendo en cuenta los siguientes pasos:

1. Se activa el acceso a la ubicación del dispositivo móvil a utilizar.
2. Se ingresa al aplicativo móvil, antes mencionado, en un lugar que presente buena señal de internet para que de esta manera se pueda cargar el mapa por donde se va a localizar las vías a inventariar.
3. Se inicia con el tramo a inventariar dirigiéndose a la opción de Inicio grabación (botón circular blanco que se encuentra en la esquina inferior derecha) y se procura mantener el teléfono en una sola posición para que de esta manera exista mayor un grado de precisión.
4. Cuando se observe una intersección en la vía se debe dirigir a la opción de Pausa grabación (botón en forma invertida del signo igual de color blanco que se encuentra en la esquina inferior derecha). Lo que se pretende es dejar de grabar momentáneamente el nuevo tramo para enseguida retomarlo con el botón circular blanco.



Figura 23. Uso en campo del aplicativo móvil "Geo Tracker – GPS Tracker"
Fuente: Elaboración propia

5. Se graba solo un archivo KML (Keyhole Markup Language) de todos los tramos inventariados en un día ya que facilita el procesamiento de la información en oficina.

3.4.2 Objetos viales considerados como puntos

El levantamiento en campo de los elementos viales que son representados como puntos se lo realiza a través del aplicativo móvil "Mergin Maps: QGIS in pocket", tomando en cuenta los siguientes pasos:

1. Se sube la base de datos vacía, previamente elaborada en oficina, al mencionado aplicativo móvil todos los días que se desarrollen las salidas a campo y se le asigna como nombre del archivo la fecha que se realiza el levantamiento.
2. Se activa el acceso a la ubicación del dispositivo móvil a utilizar.
3. Se ingresa al "Mergin Maps: QGIS in pocket" para dirigirse a la opción Proyectos y se escoge el archivo que previamente se subió al aplicativo.
4. Se selecciona la opción GPS para localizar la ubicación de la entidad geométrica a inventariar en el mapa.
5. Cuando se encuentre objetos viales definidos como puntos tales como alcantarillas, puntos críticos, centros poblados, taludes, señalización vertical, intersecciones, puentes y minas se debe dirigir a la opción Registrar para luego seleccionar la capa con la que se va a trabajar, se especifica con mayor detenimiento la ubicación de la entidad geométrica y se elige la opción Añadir punto. Acto seguido se despliegan todos los atributos dispuestos para el objeto vial encontrado que se deben llenar con la información pertinente y finalmente se aplasta la opción Guardar.

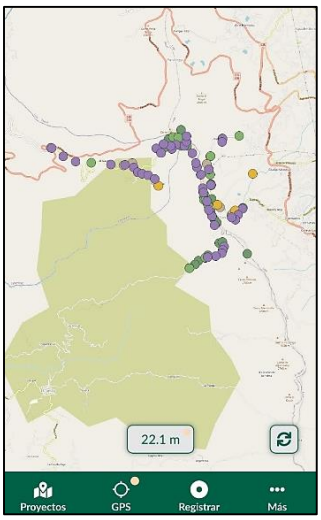


Figura 24. Uso en campo del aplicativo móvil "Mergin Maps: QGIS in pocket"
Fuente: Elaboración propia

3.5 Tratamiento de la información en oficina

3.5.1 Objetos viales considerados como líneas

En cuanto al trabajo desarrollado en oficina se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Se abre el archivo KML de todos los tramos inventariados en un día en el software QGIS mediante la opción de Añadir capa vectorial.
2. Se exporta el archivo KML en formato ESRI Shapefile, el cual deberá presentar el sistema de coordenadas geográficas EPSG: 32717 – WGS 84 / UTM Zona 17 Sur y la codificación debe ser UTF – 8. Cabe mencionar que UTF-8 hace mención a un tipo de codificación que permite mostrar el contenido del texto correctamente decodificado, sin ningún tipo de error ni caracteres extraños.
3. En caso de presentarse algún tipo de inconsistencia en la geometría de la capa vectorial se puede emplear la herramienta Corregir geometrías que se encuentra en ubicada en la Caja de herramientas de proceso.
4. Se debe corregir las líneas a través de cualquier servicio de mapa web, preferiblemente con Google Satélite por su precisión, de tal manera que vayan siguiendo la vía inventariada. Para ello, se empleará la Herramienta de vértice que es proporcionada por el software QGis.

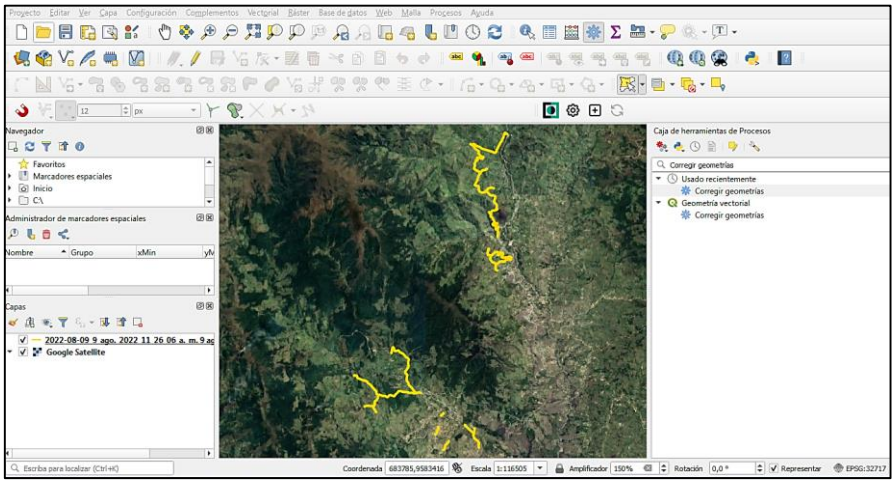


Figura 25. Tramos inventariados en formato KML
Fuente: Elaboración propia

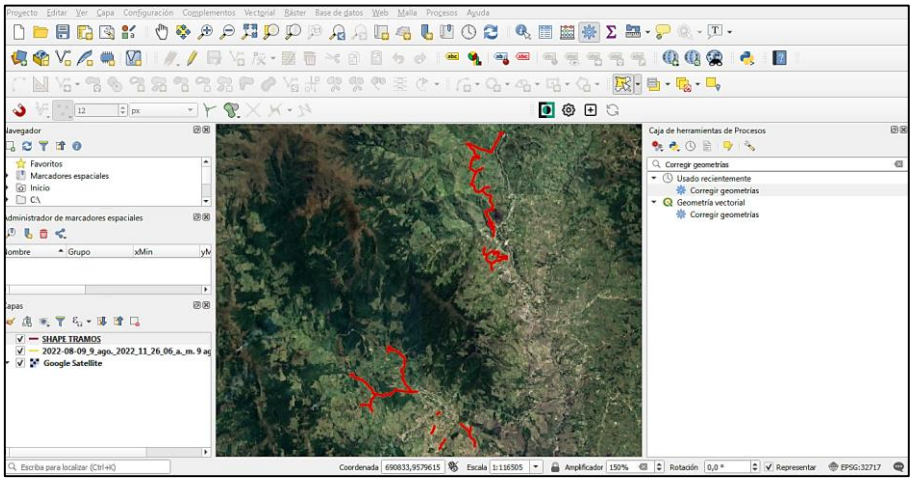


Figura 26. Tramos inventariados en formato ESRI Shapefile
Fuente: Elaboración propia

5. Producto de las inconsistencias generadas en el levantamiento de la información en campo con el aplicativo móvil se debe verificar que los tramos inventariados presenten continuidad en su geometría. Para ello, se empleará las herramientas de autoensamblado.
6. Para mayor facilidad y manteniendo un orden se decide trabajar las vías inventariadas uniendo los tramos levantados de cada día hasta completar la semana con la ayuda de la herramienta Combinar capas vectoriales. De esta manera se logra que todos los tramos queden como una sola línea y en sí en un solo archivo formato ESRI Shapefile.
7. Después de unir las capas vectoriales por semanas, con la finalidad de generar los tramos de vía se deberá explotar la capa vectorial mediante la herramienta Explotar líneas. Como resultado, cada uno de los tramos quedan divididos en varias líneas, por lo que se debe formar el tramo señalando cada una de las líneas que lo conforman mediante la herramienta Combinar objetos espaciales seleccionados. De esta manera se van formando los tramos de cada semana.

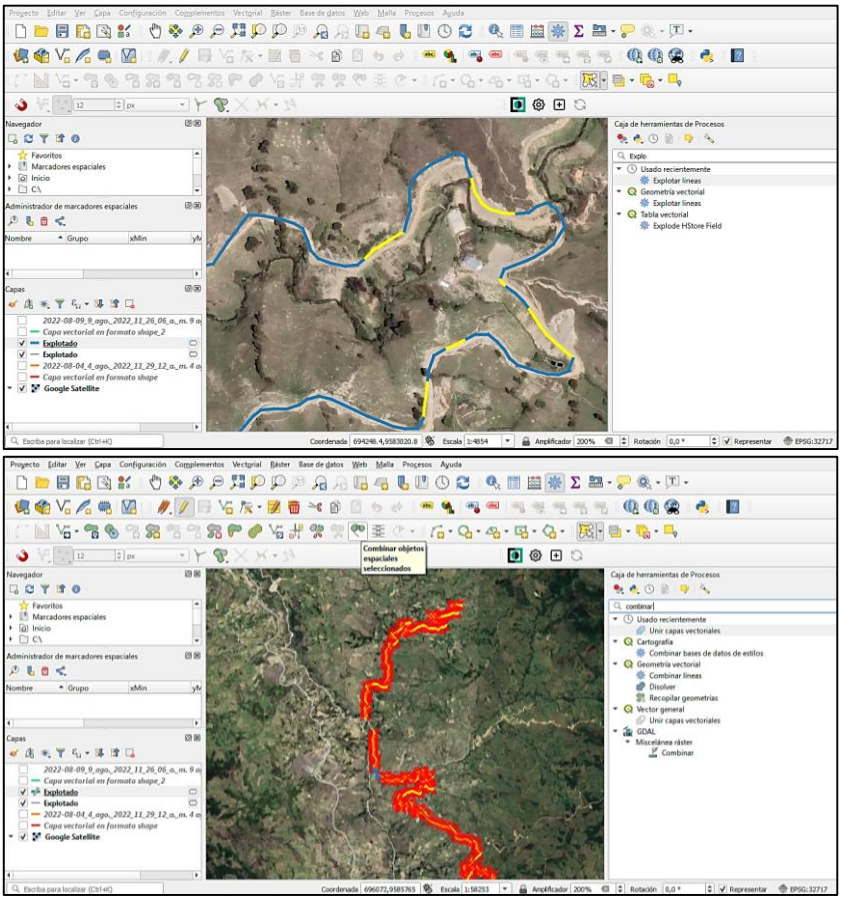


Figura 27. Herramienta Explotar líneas en el software QGIS
Fuente: Elaboración propia

8. Posteriormente, se tiene una sola capa vectorial de la semana ya separada por tramos y esta a su vez va a ser combinada con la base de datos vacía, la cual se detalló previamente en el apartado anterior, a través de la herramienta Combinar capas vectoriales. Este proceso se lo realiza con la finalidad de generar la información para el catálogo de atributos viales.

9. El archivo formato ESRI Shapefile final debe ser copiado cuatro veces para los objetos viales: características generales vía, características vía, cunetas y señalización horizontal. Se debe llenar la tabla de atributos de cada objeto con la información recopilada en las fichas impresas. Cabe mencionar que se debe borrar los tramos que no posean cunetas y señalización horizontal.
10. Finalmente, se genera una sola base de datos que contenga todos los tramos inventariados en campo.

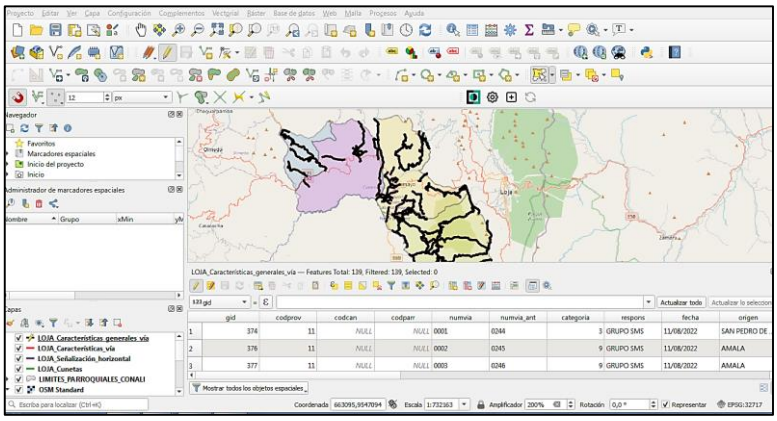


Figura 28. Objetos viales constituidos como líneas y tabla de atributos en el software QGis
Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Objetos viales considerados como puntos

En lo que respecta al procesamiento de información de los objetos viales considerados como puntos, se efectuó el siguiente procedimiento:

1. Se sube la información levantada en campo a la nube del "Mergin Maps: QGIS in pocket".
2. Se ingresa desde la computadora a la nube del "Mergin Maps: QGIS in pocket" para descargar el archivo y poder abrirlo en el software QGIS.
3. Se coteja si la información descargada del "Mergin Maps: QGIS in pocket" con la información levantada a través de las fichas impresas es la correcta. Si existe algún tipo de inconsistencia se puede verificar la información levantada mediante las fotos tomadas a los objetos viales en campo, así como con su respectiva ubicación dada por el dispositivo móvil.

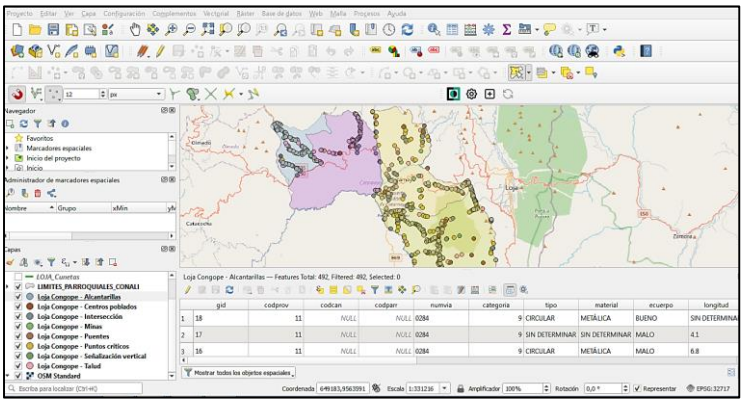


Figura 29. Objetos viales constituidos como puntos y tabla de atributos en el software QGis
Fuente: Elaboración propia

4. Se procesa la tabla de atributos de cada objeto vial mediante la elaboración de scripts generados en Phyton, a través del editor de funciones de la calculadora de campos de QGIS. Este proceso se realiza con la finalidad de automatizar y sistematizar ciertas tareas como la corrección de errores de tipo ortográfico y tipográfico, así como la completación de información en ciertos campos.
5. Finalmente, se genera una sola base de datos que contenga todos los objetos viales considerados como puntos que fueron inventariados en campo.

3.6 Exportación de las tablas de atributos

Una vez finalizado el procesamiento de la información levantada en campo, así como la elaboración del catálogo de atributos viales en el software QGis, se procede a exportar en formato xslx las tablas de atributos de cada uno de los objetos viales, ya sean considerados como líneas o puntos, con el objetivo de generar la caracterización de la red vial con mayor facilidad. Dicha caracterización se presentará a través de tablas estadísticas, diagramas de barras y mapas, los cuales se detallarán en el capítulo IV.

CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados que se muestran a continuación fueron desarrollados a través de la información que se encuentra en el siguiente link: https://puceeduec-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/sadiaz_puce_edu_ec/EmrlnLm-ZndCugVJU2HGWlgB2e-7a-YyMi0PjLO_Ujnx4w?e=aKTOia

4.1 Cantón Loja

4.1.1 Diagrama de barras

4.1.1.1 Características de la vía

TIPO DE TERRENO CANTÓN LOJA		
TERRENO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
LLANO	5.16	3.45%
MONTAÑOSO	40.42	27.05%
ONDULADO	103.84	69.50%
TOTAL	**149.42**	**100.00%**

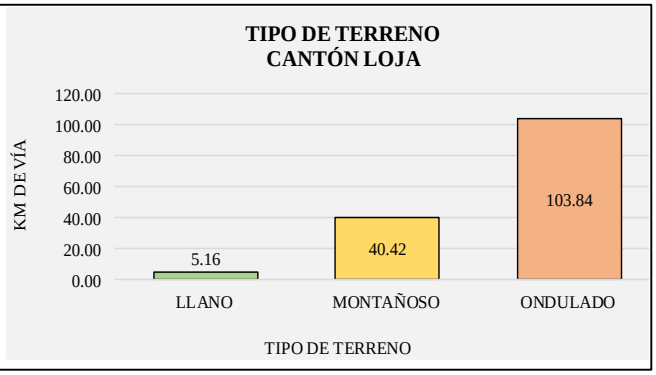


Figura 30. Tipo de terreno presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

TIPO DE SUPERFICIE CANTÓN LOJA		
SUPERFICIE	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
LASTRE	62.98	42.15%
PAVIMENTO FLEXIBLE	22.32	14.94%
PAVIMENTO RÍGIDO	4.84	3.24%
SUELO NATURAL	43.96	29.42%
SUPERFICIE MIXTA	15.32	10.25%
TOTAL	**149.42**	**100.00%**

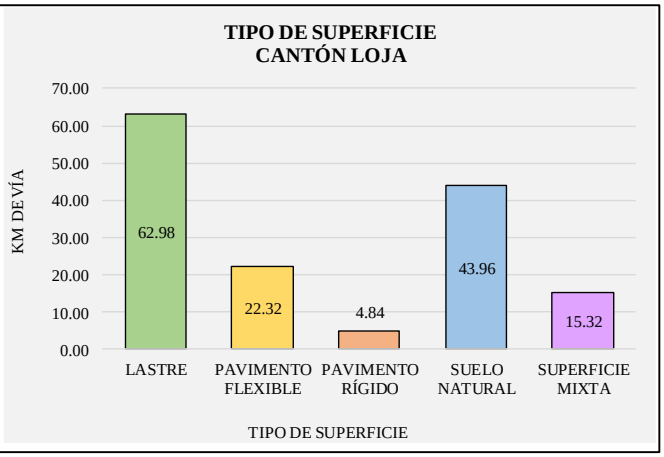


Figura 31. Tipo de superficie presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE LA SUPERFICIE DE LASTRE CANTÓN LOJA		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	17.34	27.53%
REGULAR	40.92	64.97%
MALO	4.72	7.49%
TOTAL	**62.98**	**100.00%**

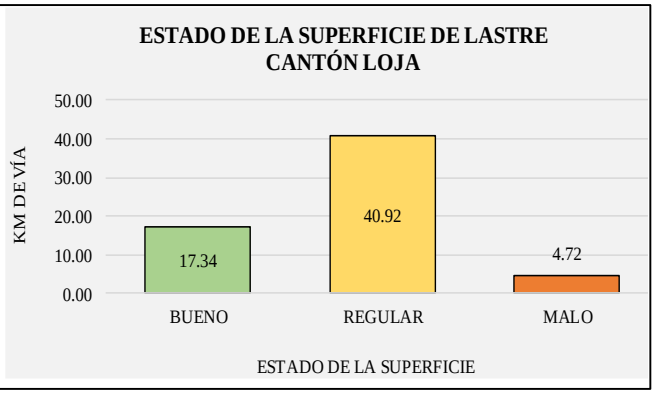


Figura 32. Estado de la superficie de lastre presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE LA SUPERFICIE DE PAVIMENTO FLEXIBLE - CANTÓN LOJA		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	0.00	0.00%
REGULAR	20.81	93.24%
MALO	1.51	6.76%
TOTAL	**22.32**	**100.00%**

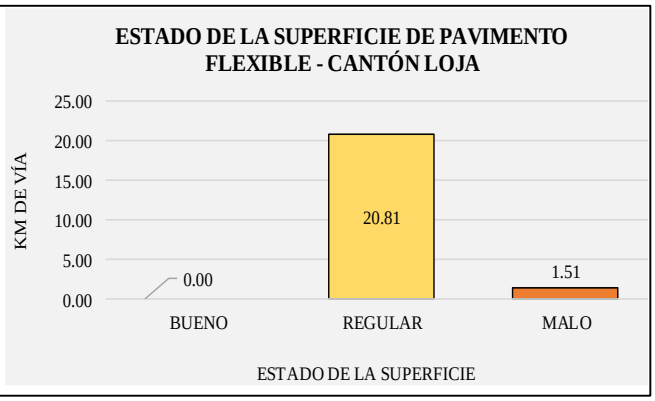


Figura 33. Estado de la superficie de pavimento flexible presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE LA SUPERFICIE DE PAVIMENTO RÍGIDO CANTÓN LOJA		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	4.84	100.00%
REGULAR	0.00	0.00%
MALO	0.00	0.00%
TOTAL	**4.84**	**100.00%**

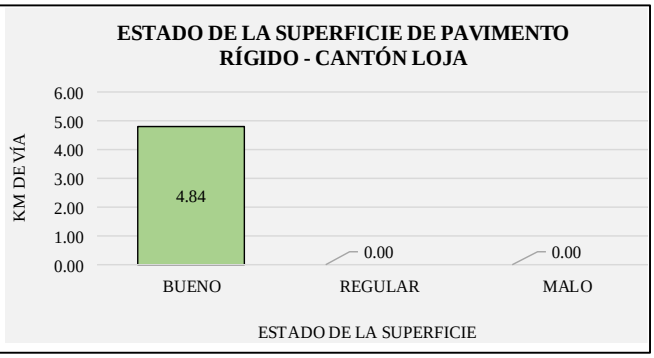


Figura 34. Estado de la superficie de pavimento rígido presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE LA SUPERFICIE DE SUELO NATURAL CANTÓN LOJA		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	6.77	15.40%
REGULAR	19.04	43.30%
MALO	18.15	41.30%
TOTAL	**43.96**	**100.00%**

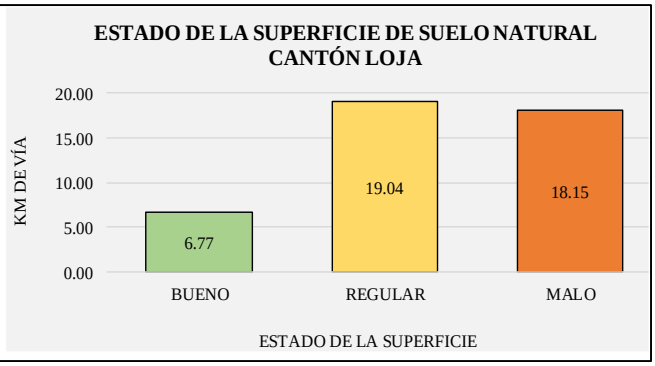


Figura 35. Estado de la superficie de suelo natural presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE LA SUPERFICIE MIXTA CANTÓN LOJA		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	0.00	0.00%
REGULAR	12.90	84.16%
MALO	2.43	15.84%
TOTAL	**15.32**	**100.00%**

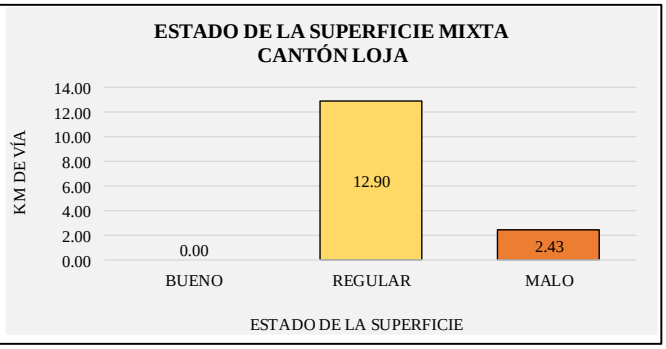


Figura 36. Estado de la superficie mixta presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

NÚMERO DE CARRILES CANTÓN LOJA		
TIPO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
DOS CARRILES BIDIRECCIONALES	24.70	16.53%
UN CARRIL BIDIRECCIONAL	124.71	83.47%
TOTAL	**149.42**	**100.00%**

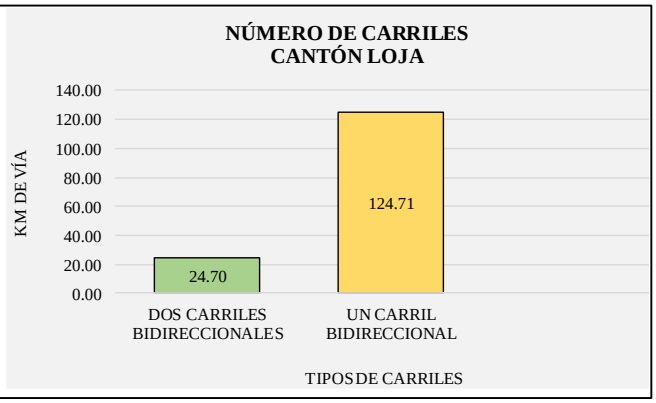


Figura 37. Número de carriles presentes en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ANCHOS DE VÍA CANTÓN LOJA		
ANCHO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
2 m - 3 m	29.39	19.67%
3 m - 4 m	64.66	43.28%
4 m - 5 m	24.32	16.28%
5 m - 6 m	26.21	17.54%
6 m - 7 m	4.84	3.24%
TOTAL	**149.42**	**100.00%**

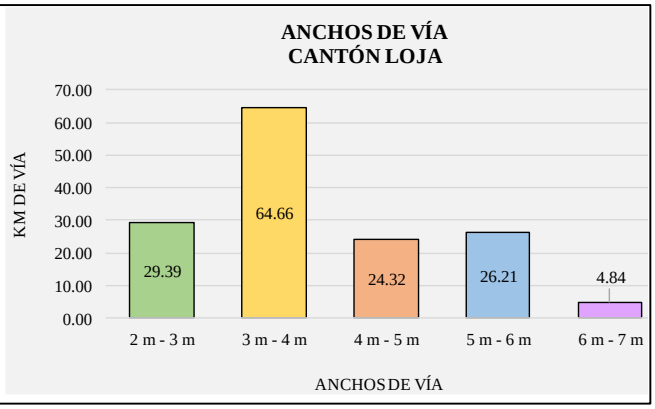


Figura 38. Ancho de las vías presentes en el cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2 Cunetas

EXISTENCIA DE CUNETAS EN LA VÍA CANTÓN LOJA		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
PRESENCIA DE CUNETAS	60.29	40.35%
AUSENCIA DE CUNETAS	89.13	59.65%
TOTAL	**149.42**	**100.00%**

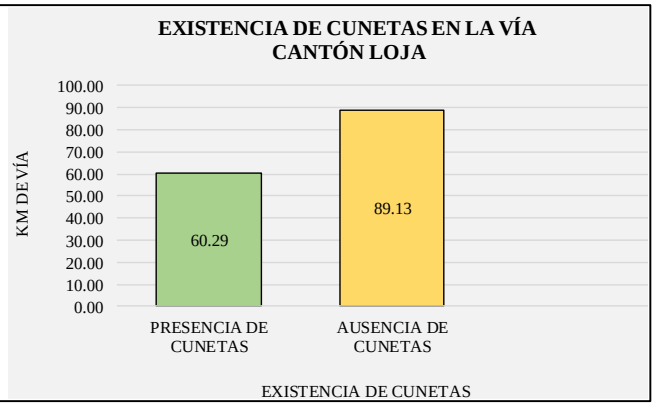


Figura 39. Existencia de cunetas presentes en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

TIPO DE CUNETAS EN LA VÍA CANTÓN LOJA		
TIPO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
CUNETA EN L	26.37	43.74%
CUNETA EN V	1.38	2.29%
SUELO NATURAL	32.54	53.97%
TOTAL	**60.29**	**100.00%**

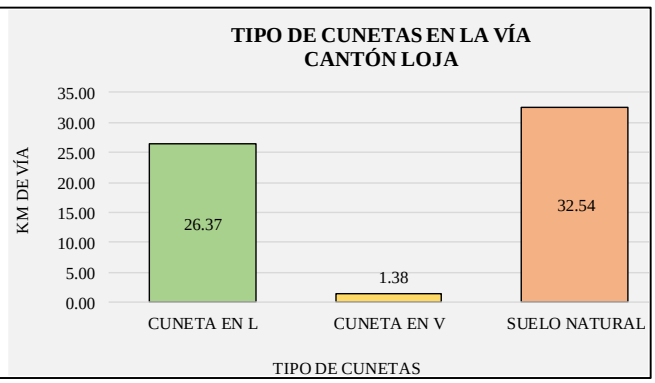


Figura 40. Tipo de cunetas presentes en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE CUNETA EN L CANTÓN LOJA		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	21.53	81.66%
REGULAR	4.84	18.34%
MALO	0.00	0.00%
TOTAL	**26.37**	**100.00%**

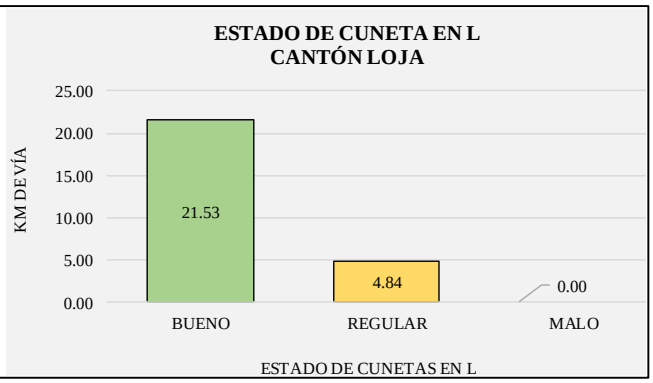


Figura 41. Estado de cunetas en L presentes en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE CUNETA EN V CANTÓN LOJA		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	0.00	0.00%
REGULAR	1.38	100.00%
MALO	0.00	0.00%
TOTAL	**1.38**	**100.00%**

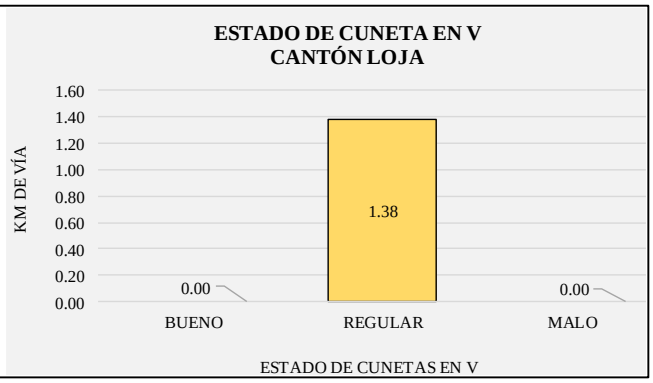


Figura 42. Estado de cunetas en V presentes en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE CUNETA DE SUELO NATURAL CANTÓN LOJA		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	0.32	0.98%
REGULAR	27.42	84.26%
MALO	4.80	14.75%
TOTAL	**32.54**	**100.00%**

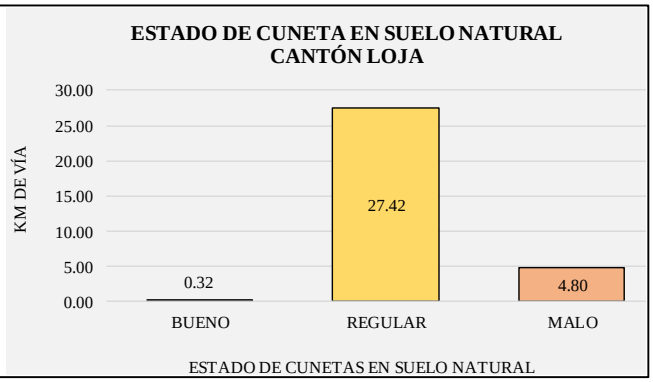


Figura 43. Estado de cunetas en suelo natural presentes en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3 Señalización horizontal

EXISTENCIA DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL CANTÓN LOJA		
EXISTENCIA	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
PRESENCIA DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	21.41	14.33%
AUSENCIA DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	128.01	85.67%
TOTAL	**149.42**	**100.00%**

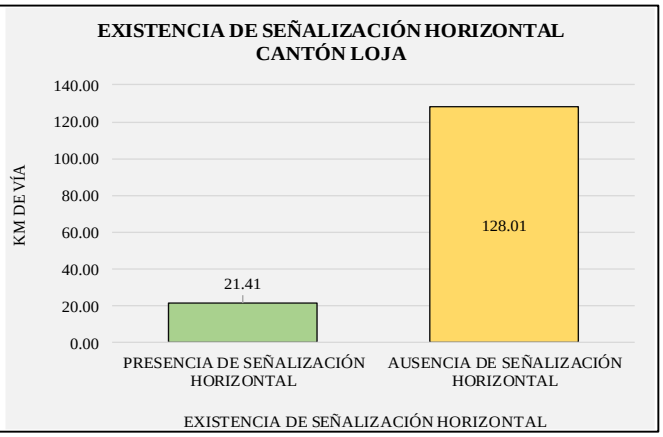


Figura 44. Existencia de señalización horizontal presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

TIPO DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL CANTÓN LOJA		
TIPO DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
CONTINUA SIN TACHAS	16.58	77.42%
SEGMENTADA SIN TACHAS	4.84	22.58%
TOTAL	**21.41**	**100.00%**

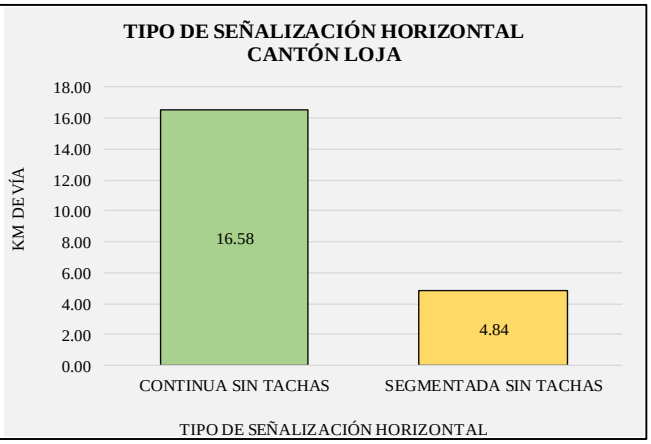


Figura 45. Tipo de señalización horizontal presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4 Alcantarillas

TIPO DE ALCANTARILLAS CANTÓN LOJA		
TIPO	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
BADÉN	15	7.69%
BÓVEDA	4	2.05%
CAJÓN	17	8.72%
CIRCULAR	147	75.38%
SIN DETERMINAR	12	6.15%
TOTAL	**195**	**100.00%**

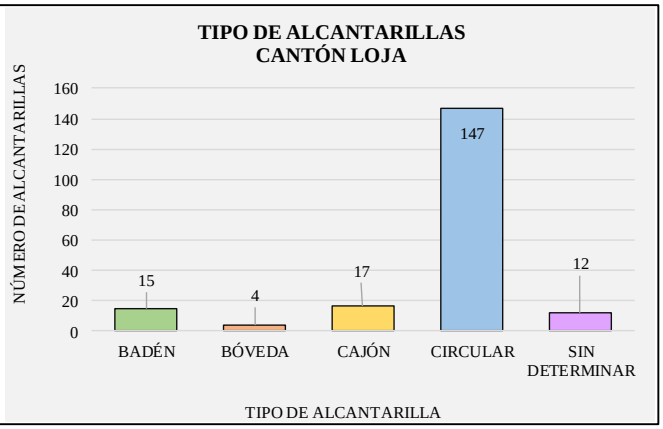


Figura 46. Tipo de alcantarillas presentes en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE ALCANTARILLA CANTÓN LOJA		
MATERIAL	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	46	23.59%
METÁLICA	125	64.10%
MIXTO	4	2.05%
PVC	7	3.59%
SIN DETERMINAR	13	6.67%
TOTAL	**195**	**100.00%**

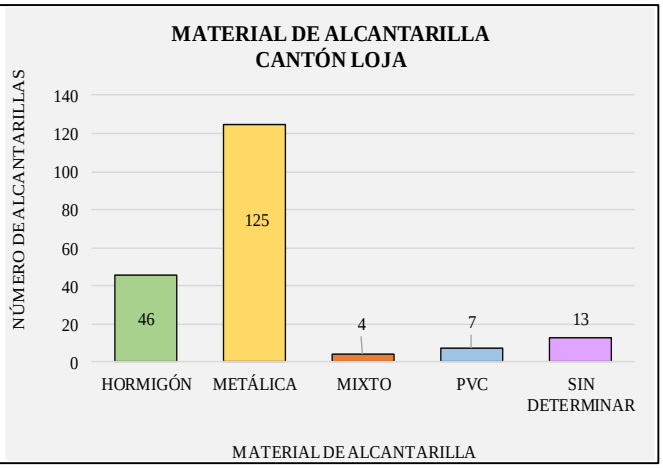


Figura 47. Material de alcantarilla presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE ALCANTARILLA TIPO BADÉN CANTÓN LOJA		
MATERIAL	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	15	100.00%
METÁLICA	0	0.00%
MIXTO	0	0.00%
PVC	0	0.00%
TOTAL	**15**	**100.00%**

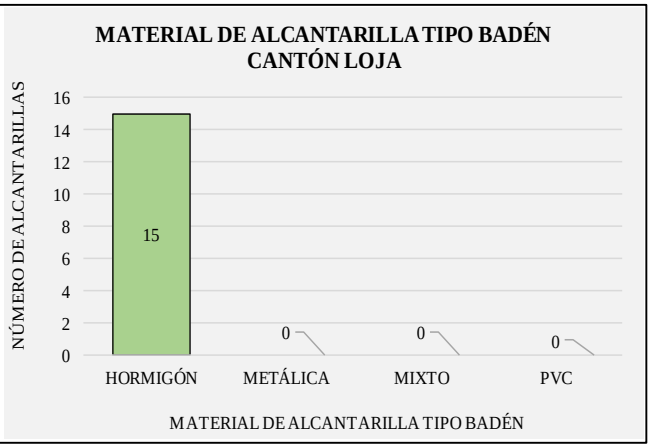


Figura 48. Material de alcantarilla tipo badén presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE ALCANTARILLA TIPO BÓVEDA CANTÓN LOJA		
MATERIAL	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	0	0.00%
METÁLICA	0	0.00%
MIXTO	4	100.00%
PVC	0	0.00%
TOTAL	**4**	**100.00%**

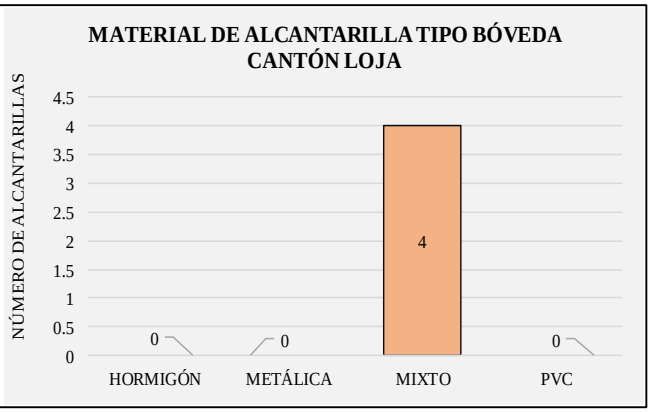


Figura 49. Material de alcantarilla tipo bóveda presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN CANTÓN LOJA		
MATERIAL	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	17	100.00%
METÁLICA	0	0.00%
MIXTO	0	0.00%
PVC	0	0.00%
TOTAL	**17**	**100.00%**

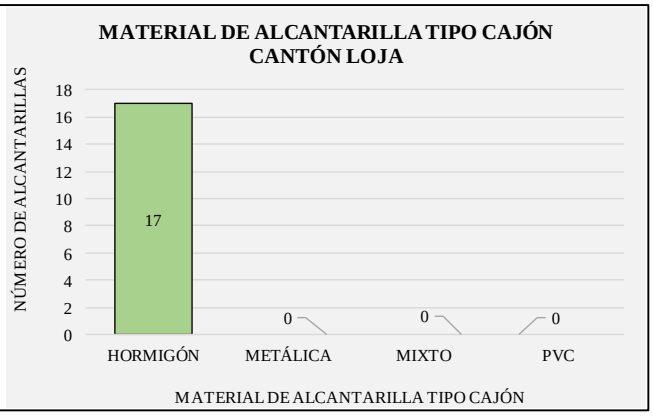


Figura 50. Material de alcantarilla tipo cajón presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE ALCANTARILLA TIPO CIRCULAR CANTÓN LOJA		
MATERIAL	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	14	9.52%
METÁLICA	125	85.03%
MIXTO	0	0.00%
PVC	7	4.76%
SIN DETERMINAR	1	0.68%
TOTAL	**147.00**	**100.00%**

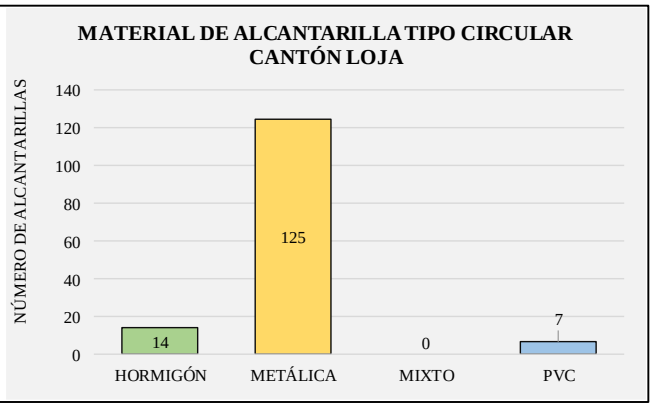


Figura 51. Material de alcantarilla tipo circular presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE ALCANTARILLA SIN DETERMINAR CANTÓN LOJA		
MATERIAL	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	0	0.00%
METÁLICA	0	0.00%
MIXTO	0	0.00%
PVC	0	0.00%
SIN DETERMINAR	12	100.00%
TOTAL	**12**	**0.00%**

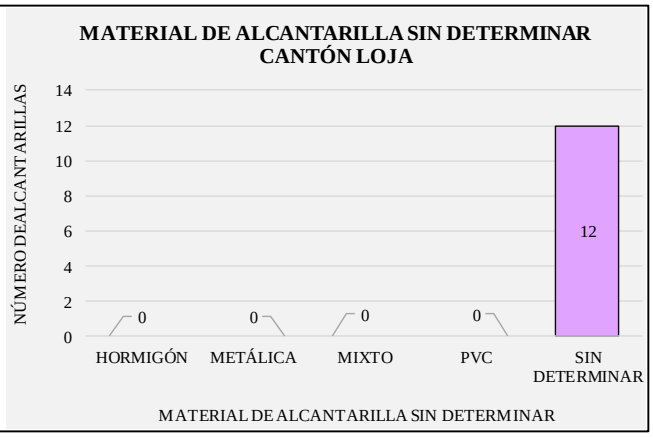


Figura 52. Material de alcantarilla sin determinar presente en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DEL CUERPO DE LA ALCANTARILLA CANTÓN LOJA		
ESTADO	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
BUENO	119	61.03%
MALO	64	32.82%
SIN DETERMINAR	12	6.15%
TOTAL	**195**	**100.00%**

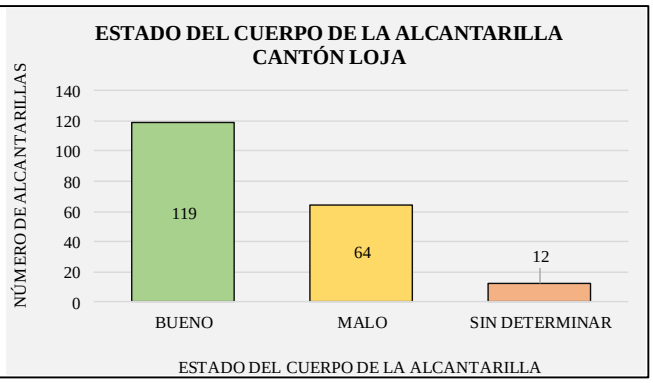


Figura 53. Estado del cuerpo de alcantarillas presentes en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

TIPO DE CABEZAL INICIAL CANTÓN LOJA		
TIPO	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
ALETAS	117	60.00%
CAJÓN	57	29.23%
SIN DETERMINAR	4	2.05%
AUSENCIA DE CABZAL	17	8.72%
TOTAL	**195**	**100.00%**

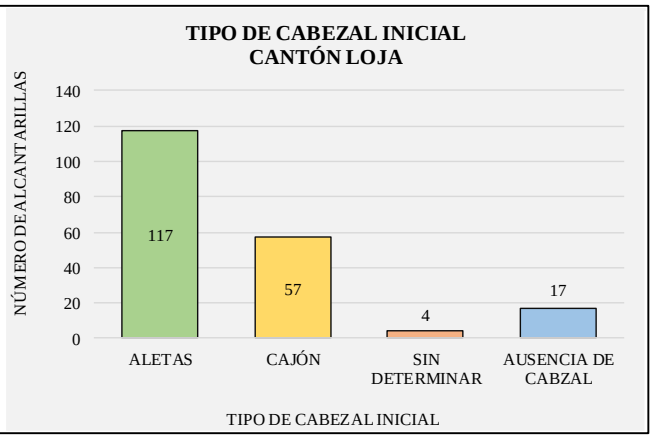


Figura 54. Tipo de cabezal inicial presente en alcantarillas del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

TIPO DE CABEZAL FINAL CANTÓN LOJA		
TIPO	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
ALETAS	142	72.82%
CAJÓN	2	1.03%
SIN DETERMINAR	17	8.72%
AUSENCIA DE CABEZAL	34	17.44%
TOTAL	**195**	**100.00%**

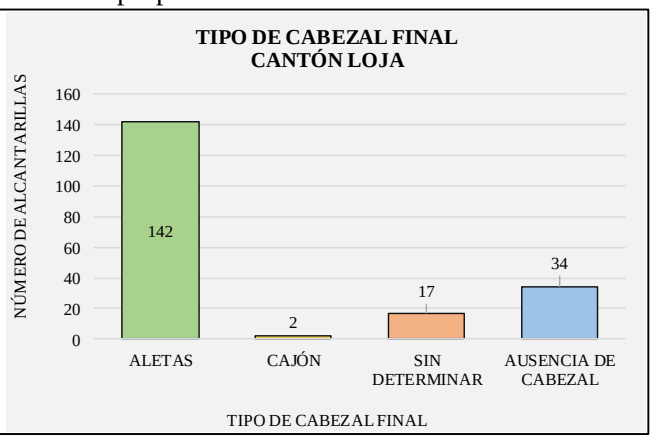


Figura 55. Tipo de cabezal final presente en alcantarillas del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO CABEZAL INICIAL CANTÓN LOJA		
ESTADO	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
BUENO	131	67.18%
MALO	33	16.92%
SIN DETERMINAR	14	7.18%
AUSENCIA DE CABEZAL	17	8.72%
TOTAL	**195**	**100.00%**

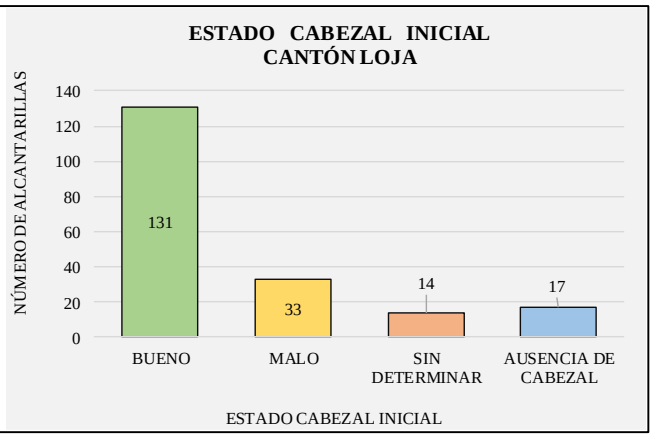


Figura 56. Estado del cabezal inicial presente en alcantarillas del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO CABEZAL FINAL CANTÓN LOJA		
ESTADO	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
BUENO	108	55.38%
MALO	20	10.26%
SIN DETERMINAR	33	16.92%
AUSENCIA DE CABEZAL	34	17.44%
TOTAL	**195**	**100.00%**

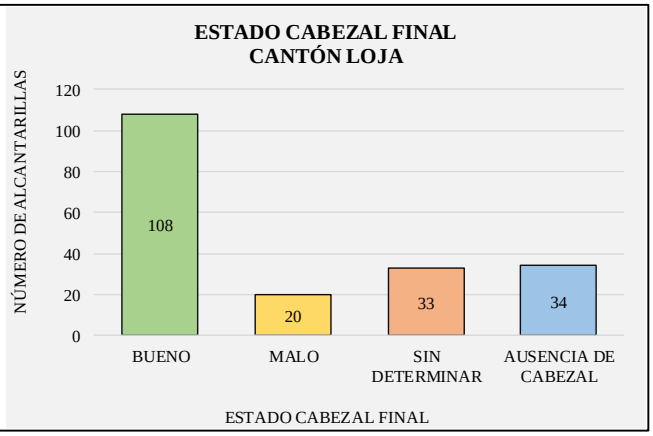


Figura 57. Estado del cabezal final presente en alcantarillas del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.5 Puentes

CAPA DE RODADURA DEL PUENTE CANTÓN LOJA		
TIPO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	5	45.45%
MADERA	2	18.18%
METAL	1	9.09%
OTROS	3	27.27%
TOTAL	**11**	**100.00%**

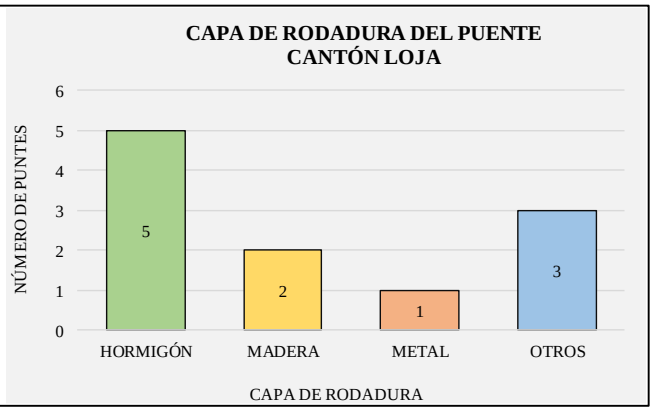


Figura 58. Capa de rodadura presente en puentes del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CANTÓN LOJA		
ESTADO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
BUENO	10	90.91%
REGULAR	1	9.09%
MALO	0	0.00%
TOTAL	**11**	**100.00%**

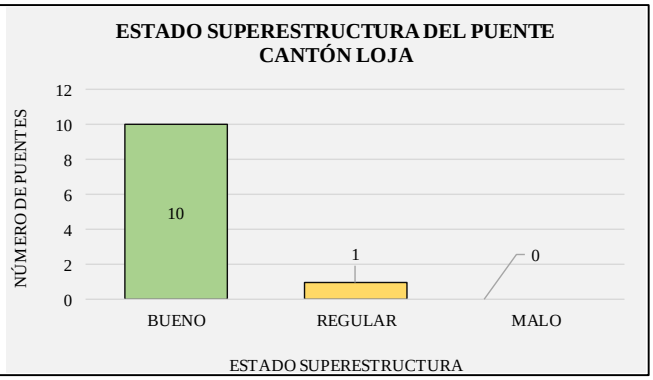


Figura 59. Estado de la superestructura de puentes presentes en el cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO INFRAESTRUCTURA DEL PUENTE CANTÓN LOJA		
ESTADO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
BUENO	9	81.82%
REGULAR	2	18.18%
MALO	0	0.00%
TOTAL	**11**	**100.00%**

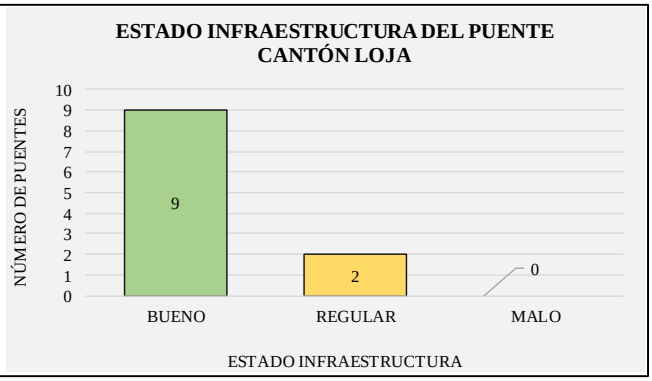


Figura 60. Estado de la infraestructura de puentes presentes en el cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE LA PROTECCIÓN LATERAL CANTÓN LOJA		
MATERIAL	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	1	9.09%
MADERA	3	27.27%
METÁLICA	5	45.45%
MIXTO	2	18.18%
TOTAL	**11**	**100.00%**

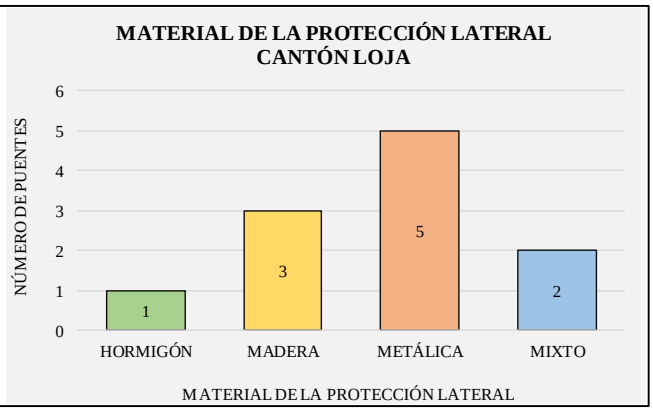


Figura 61. Material de la protección lateral de puentes presentes en el cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO PROTECCIONES LATERALES DE HORMIGÓN - CANTÓN LOJA		
ESTADO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
BUENO	1	100.00%
REGULAR	0	0.00%
MALO	0	0.00%
TOTAL	**1**	**100.00%**

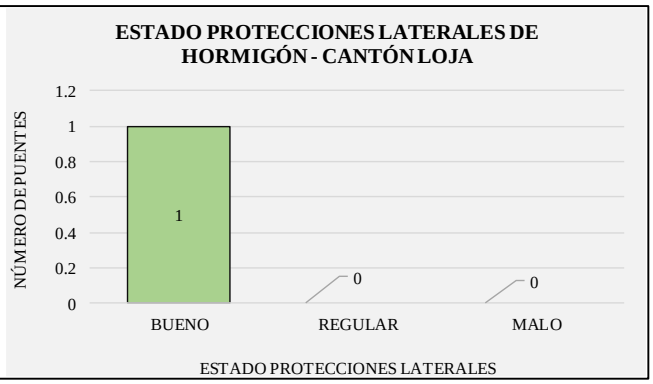


Figura 62. Estado de la protección lateral de hormigón en puentes presentes en el cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO PROTECCIONES LATERALES DE MADERA - CANTÓN LOJA		
ESTADO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
BUENO	3	100.00%
REGULAR	0	0.00%
MALO	0	0.00%
TOTAL	**3**	**100.00%**

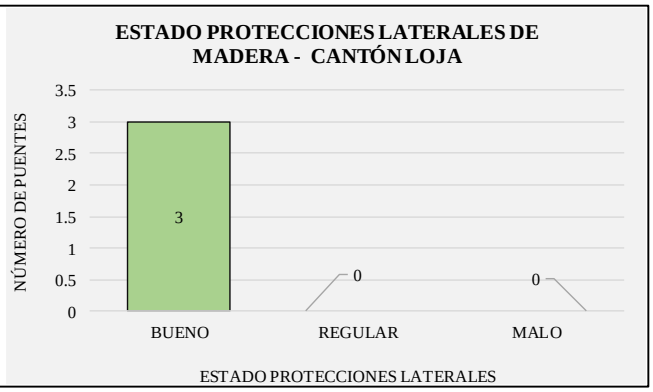


Figura 63. Estado de la protección lateral de madera en puentes presentes en el cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO PROTECCIONES LATERALES METÁLICAS - CANTÓN LOJA		
ESTADO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
BUENO	3	60.00%
REGULAR	0	0.00%
MALO	2	40.00%
TOTAL	**5**	**100.00%**

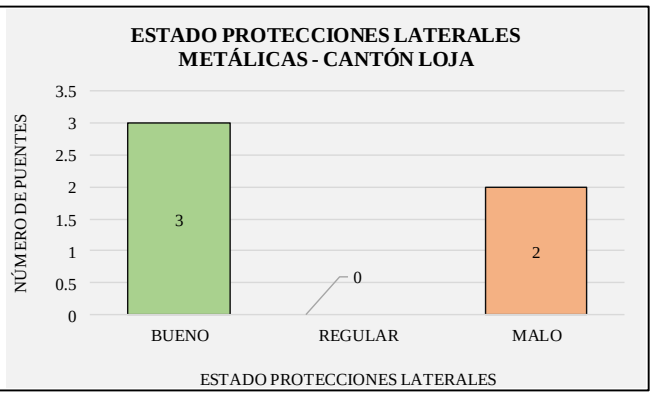


Figura 64. Estado de la protección lateral metálica en puentes presentes en el cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO PROTECCIONES LATERALES MIXTAS CANTÓN LOJA		
ESTADO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
BUENO	1	20.00%
REGULAR	1	20.00%
MALO	0	0.00%
TOTAL	**2**	**40.00%**

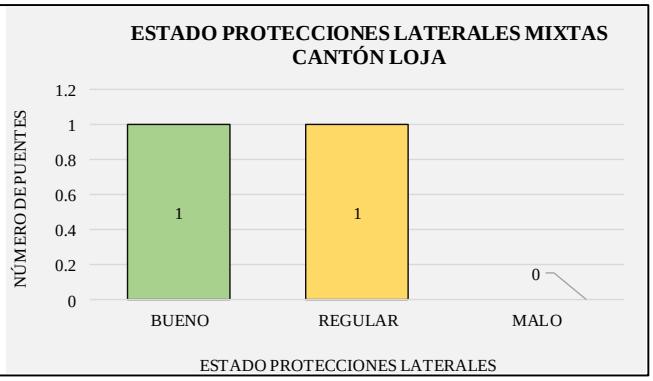


Figura 65. Estado de la protección lateral mixta en puentes presentes en el cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

TIPO DE CUNETA PRESENTE EN PUENTE CANTÓN LOJA		
TIPO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
TIPO BORDILLO	1	9.09%
NO EXISTE	10	90.91%
TOTAL	**11**	**100.00%**

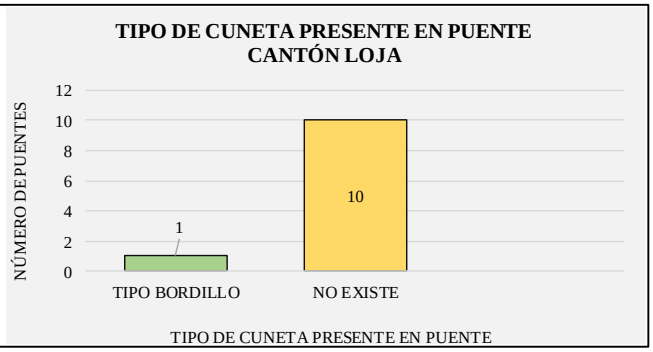


Figura 66. Tipo de cunetas presentes en puentes del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.6 Puntos críticos

PUNTOS CRÍTICOS PRESENTES EN VÍA CANTÓN LOJA		
TIPO	**# PTOS. CRÍTICOS**	**PORCENTAJE**
GEOLÓGICO	6	18.18%
HIDROGEOLÓGICO	21	63.64%
HIDROLÓGICO	6	18.18%
TOTAL	**33**	**100.00%**

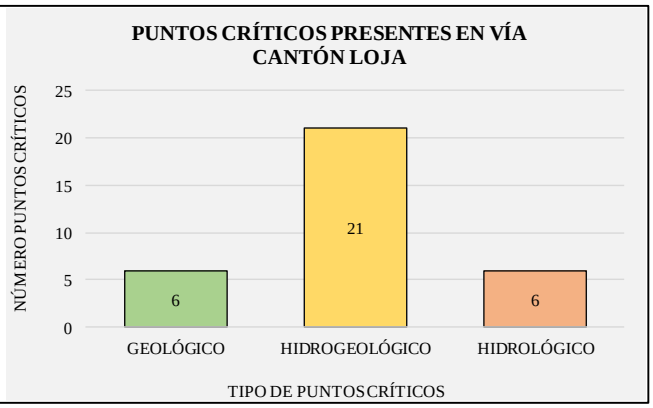


Figura 67. Puntos críticos presentes en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.7 Talud

TIPO DE TALUDES PRESENTES EN VÍA CANTÓN LOJA		
TIPO	**# TALUDES**	**PORCENTAJE**
NATURAL	15	93.75%
INTERVENIDO	1	6.25%
TOTAL	**16**	**100.00%**

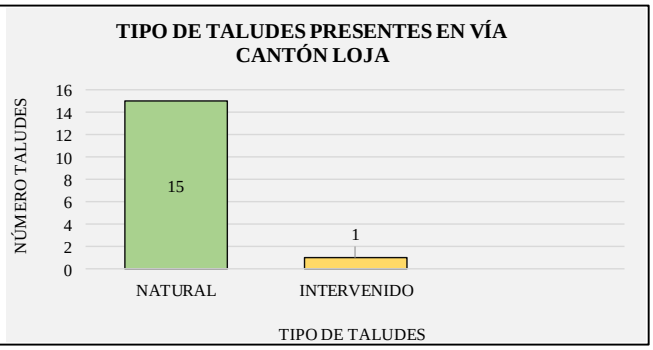


Figura 68. Tipo de taludes presentes en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DEL TALUD NATURAL CANTÓN LOJA		
ESTADO	**# TALUDES**	**PORCENTAJE**
ESTABLE	0	0.00%
INESTABLE	15	100.00%
TOTAL	**15**	**100.00%**

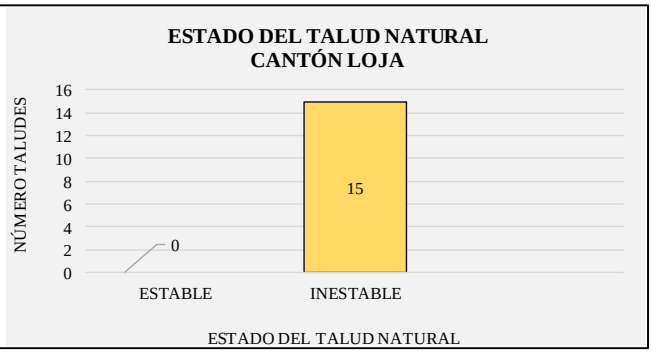


Figura 69. Estado de taludes naturales presentes en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DEL TALUD INTERVENIDO CANTÓN LOJA		
ESTADO	**# TALUDES**	**PORCENTAJE**
ESTABLE	0	0.00%
INESTABLE	1	100.00%
TOTAL	**1**	**100.00%**

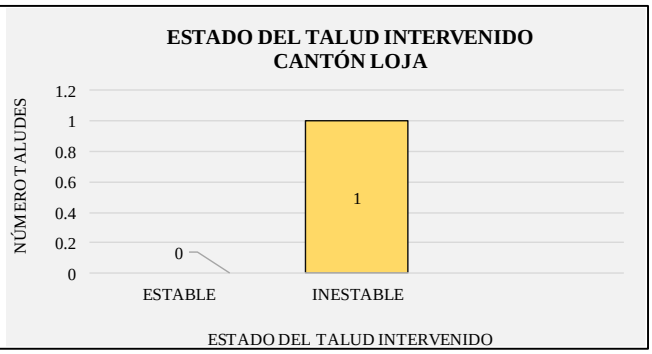


Figura 70. Estado de taludes intervenidos presentes en vías del cantón Loja
Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Registro fotográfico

4.1.2.1 Alcantarillas

Tabla 18. Registro fotográfico de alcantarillas en el cantón Loja

Código de vía	Identificador del objeto vial	Tipo	Material	Estado del cuerpo	Cabezal inicial	Cabezal final	Estado cabezal inicial	Estado cabezal final	Observación	Fotografía
P11-01-62-0030-07	06	Circular	Hormigón	Bueno	Cajón	Aletas	Bueno	Bueno	Extremo inicial se encuentra dentro de propiedad privada.	
P11-01-62-0041-09	27	Circular	Metálica	Malo	Aletas	Aletas	Malo	Malo	Obstrucción de alcantarilla.	

P11-01-62-0041-09	03	Sin det.	Sin. det	Sin. det	Sin. det	Sin. det	Sin. det	Sin. det	Extremo inicial y final de la alcantarilla tapado. Imposible medir.	

Nota: Elaboración propia

4.1.2.2 Puentes

Tabla 19. Registro fotográfico de puentes en el cantón Loja

Código de vía	Identificador del objeto vial	Protección lateral	Estado protección lateral	Estado super - estructura	Fotografía superestructura	Estado infra - estructura	Fotografía infraestructura
P11-01-61-0029-09	01	Madera	Bueno	Regular		Bueno	

P11-01-63-0033-04	01	Metálica	Malo	Bueno		Bueno	
P11-01-61-0017-04	01	Mixta	Regular	Bueno		Regular	

Nota: Elaboración propia

4.1.2.3 Puntos críticos

Tabla 20. Registro fotográfico de puntos críticos en el cantón Loja

Código de vía	Identificador del objeto vial	Tipo	Fotografía	Descripción
P11-01-61-0016-09	01	Geológico		Obstrucción de la vía por material de la ladera.
P11-01-62-0041-09	01	Hidrogeológico		Riesgo de colapso de la mesa de la vía por deslizamiento de la ladera inferior.

P11-01-61-0020-07	01	Hidrológico		Sitio de drenaje de aguas lluvia proveniente de la quebrada.

Nota: Elaboración propia

4.1.2.4 Talud

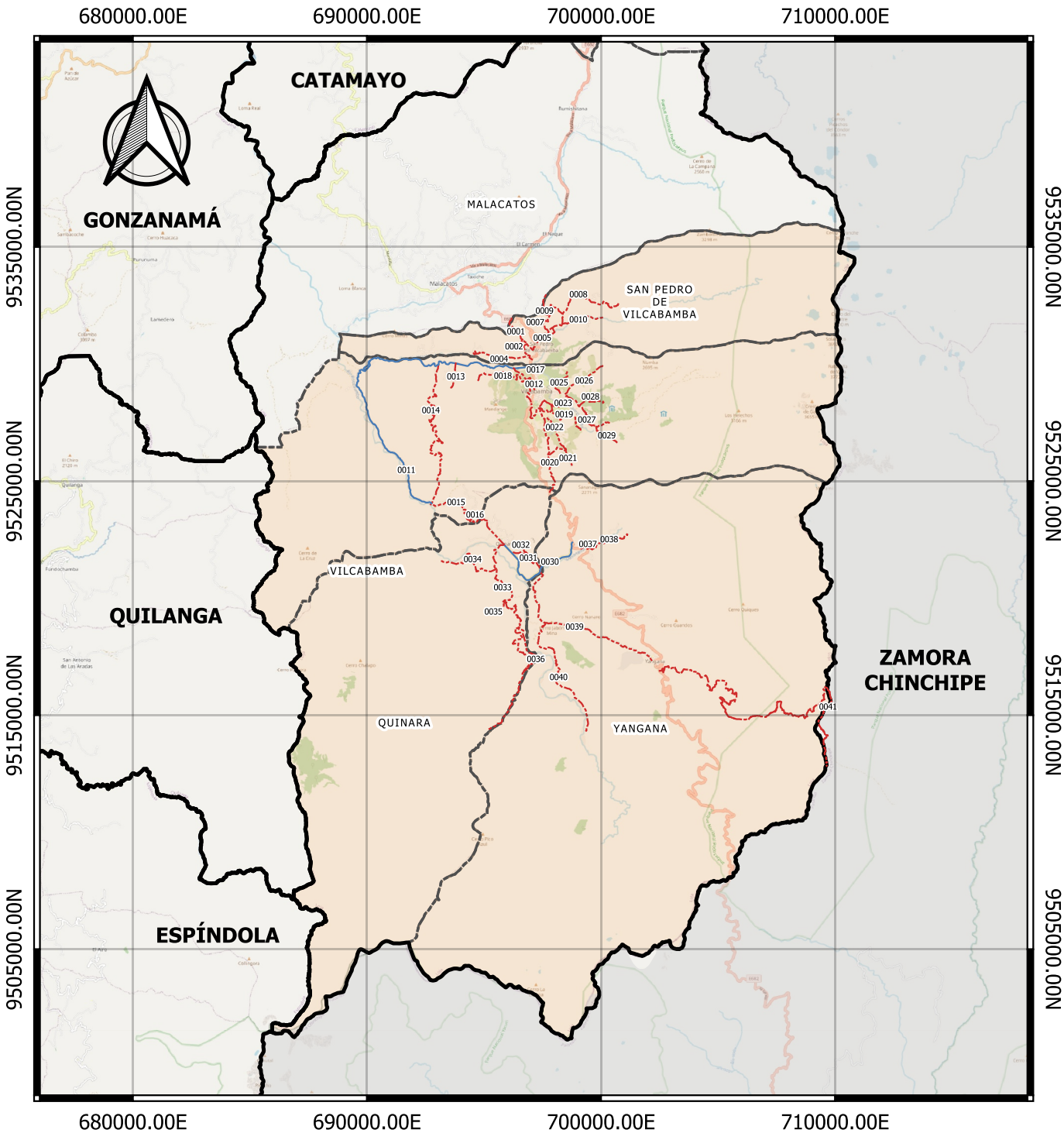
Tabla 21. Registro fotográfico de taludes en el cantón Loja

Código de vía	Identificador del objeto vial	Tipo	Estado	Fotografía
P11-01-58-0005-04	01	Natural	Inestable	

P11-01-62-0041-09	01	Intervenido	Inestable	

Nota: Elaboración propia

4.1.3 Representación cartográfica de las vías y sus atributos





LEYENDA

- Vías Secundarias
- Vías Terciarias
- Límite Parroquial
- Límite Cantonal
- Límite Provincial

0 2.5 5 7.5 10 km

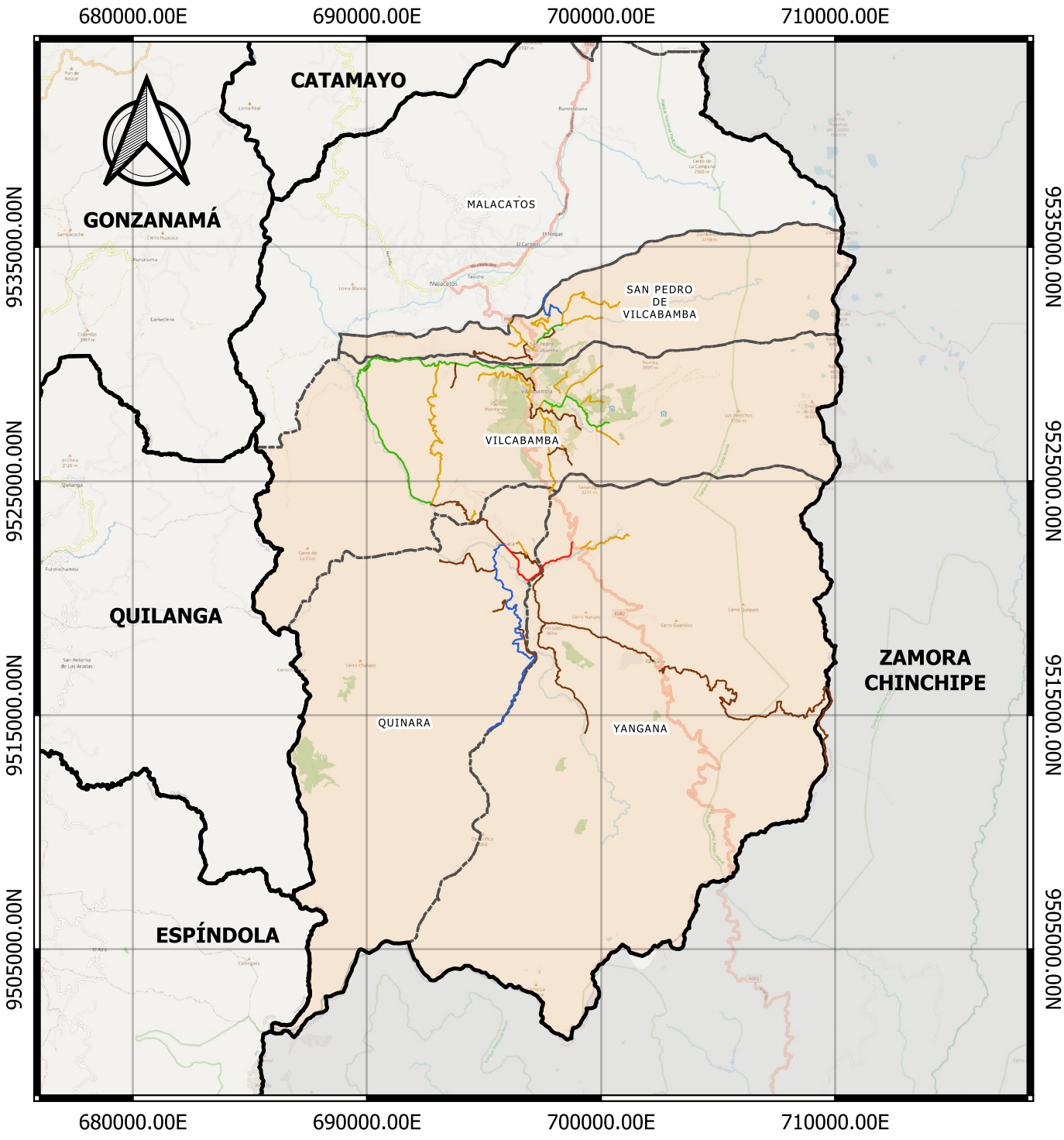
Escala:
1 : 250 000

CANTÓN LOJA FASE III
MAPA DE RED VIAL AÑO 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 1/1	





LEYENDA

- Lastre
- Pavimento Flexible
- Pavimento Rígido
- Suelo Natural
- Mixto
- Límite Parroquial
- Límite Cantonal
- Límite Provincial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

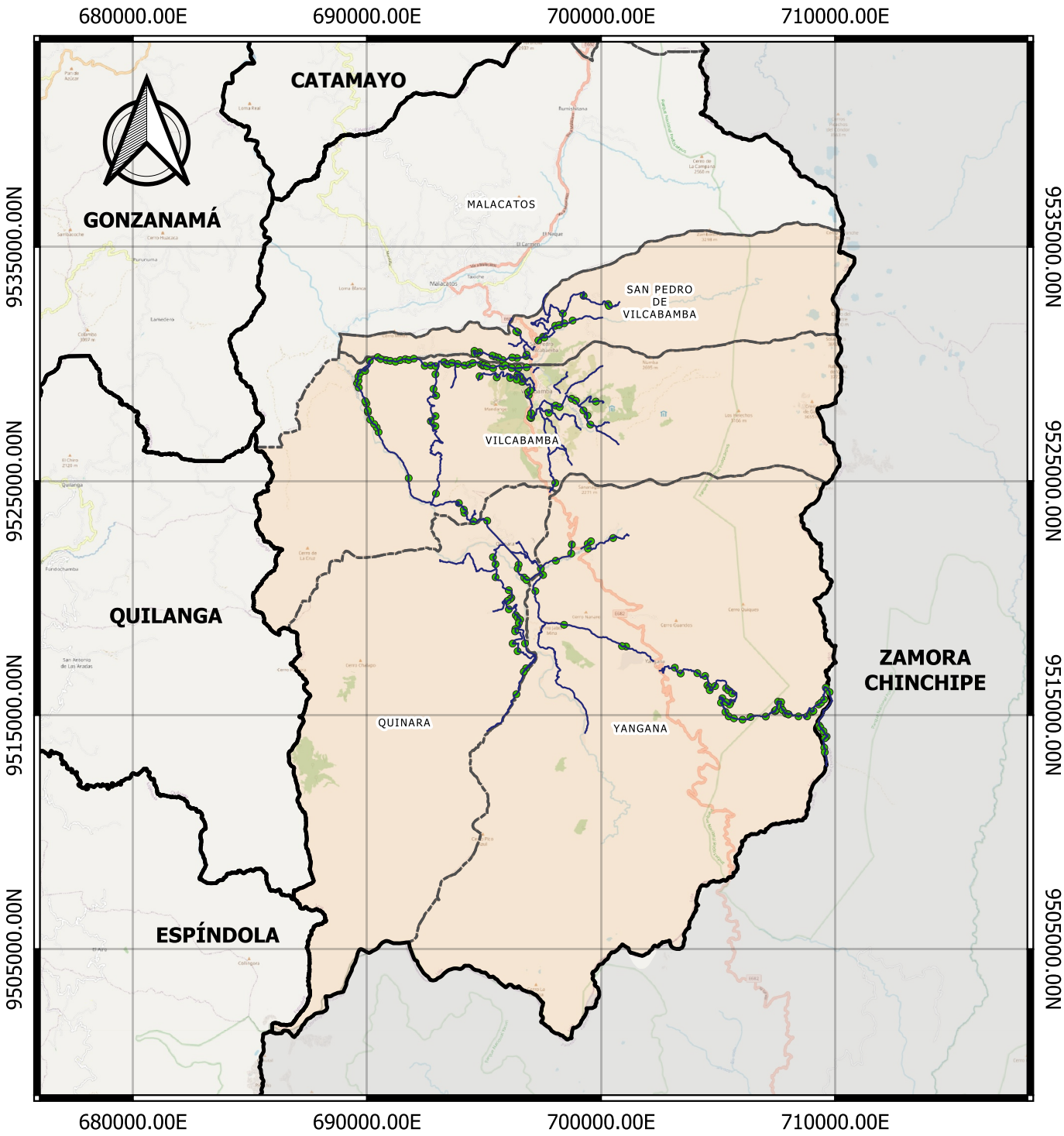
CANTÓN LOJA FASE III

MAPA DE VÍAS POR TIPO DE SUPERFICIE 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 1/1	





LEYENDA

- Alcantarillas
- Vías
- Límite Parroquial
- Límite Cantonal
- Límite Provincial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

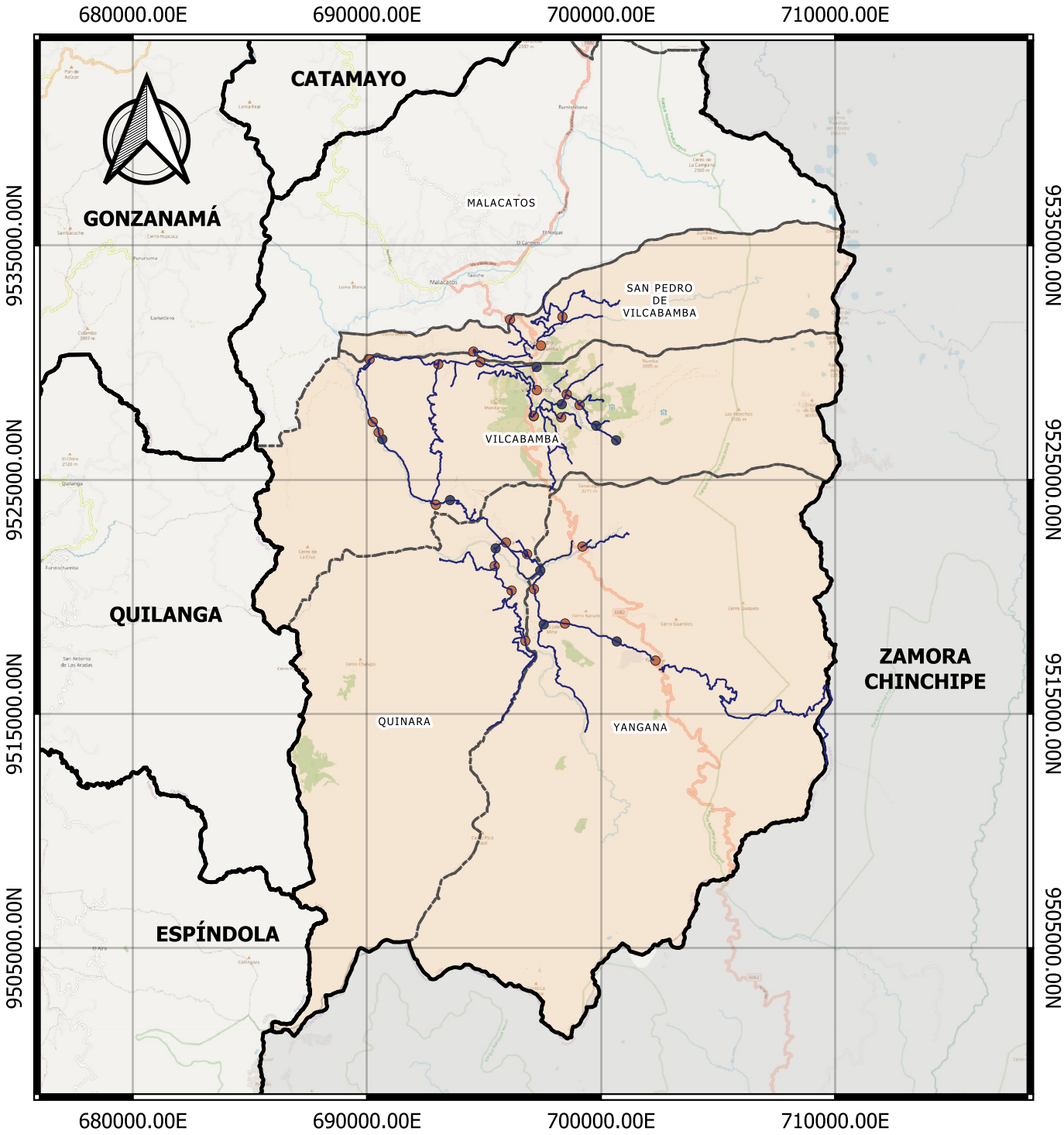
CANTÓN LOJA FASE III

MAPA DE OBJETOS VIALES ALCANTARILLAS 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 1/7	





LEYENDA

- Centros Poblados
- Puentes
- Vías
- Límite Parroquial
- Límite Cantonal
- Límite Provincial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

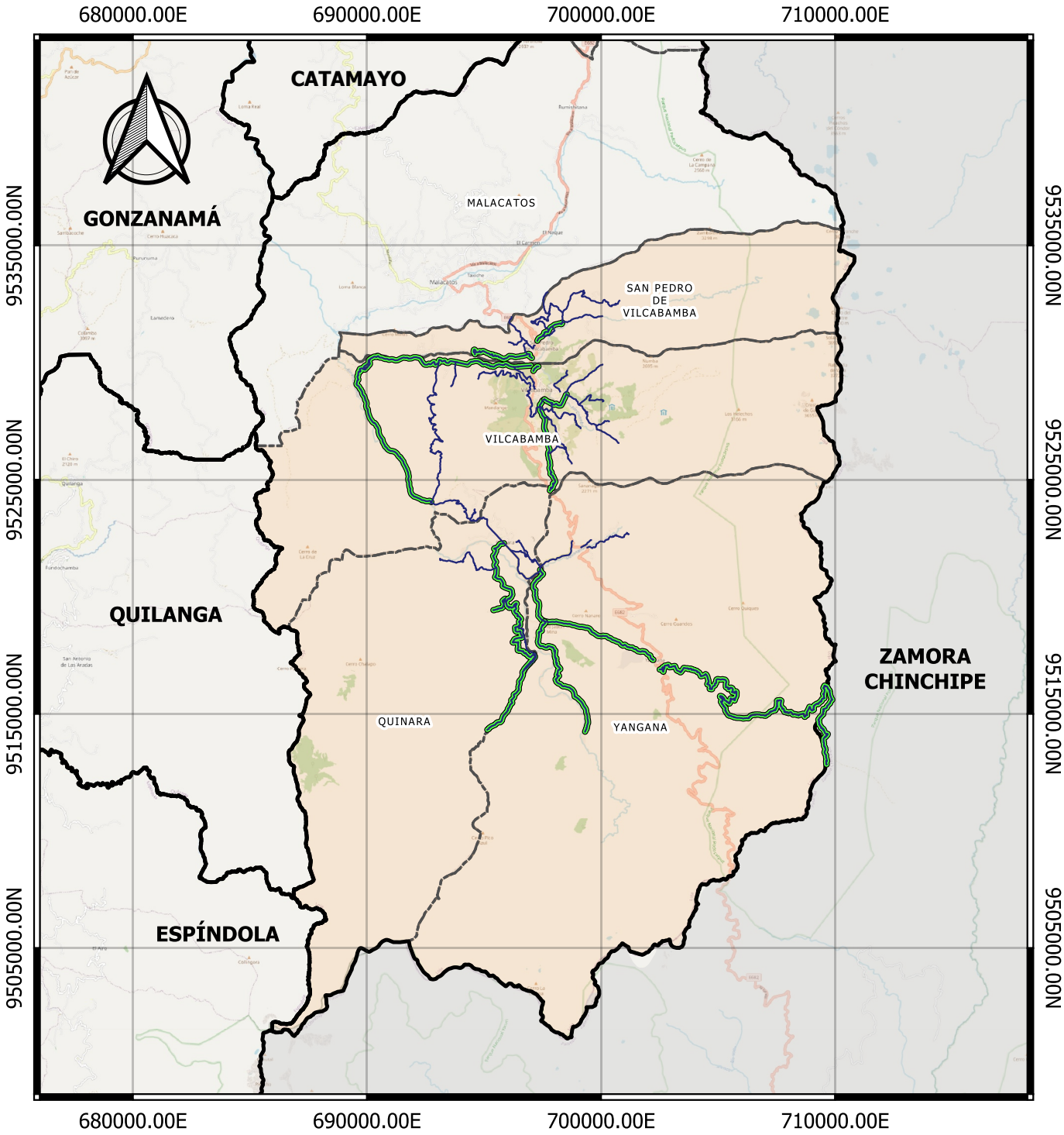
CANTÓN LOJA FASE III

MAPA DE OBJETOS VIALES CENTROS POBLADOS Y PUENTES 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 2/7	





LEYENDA

- Cunetas
- Vías
- Límite Parroquial
- Límite Cantonal
- Límite Provincial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

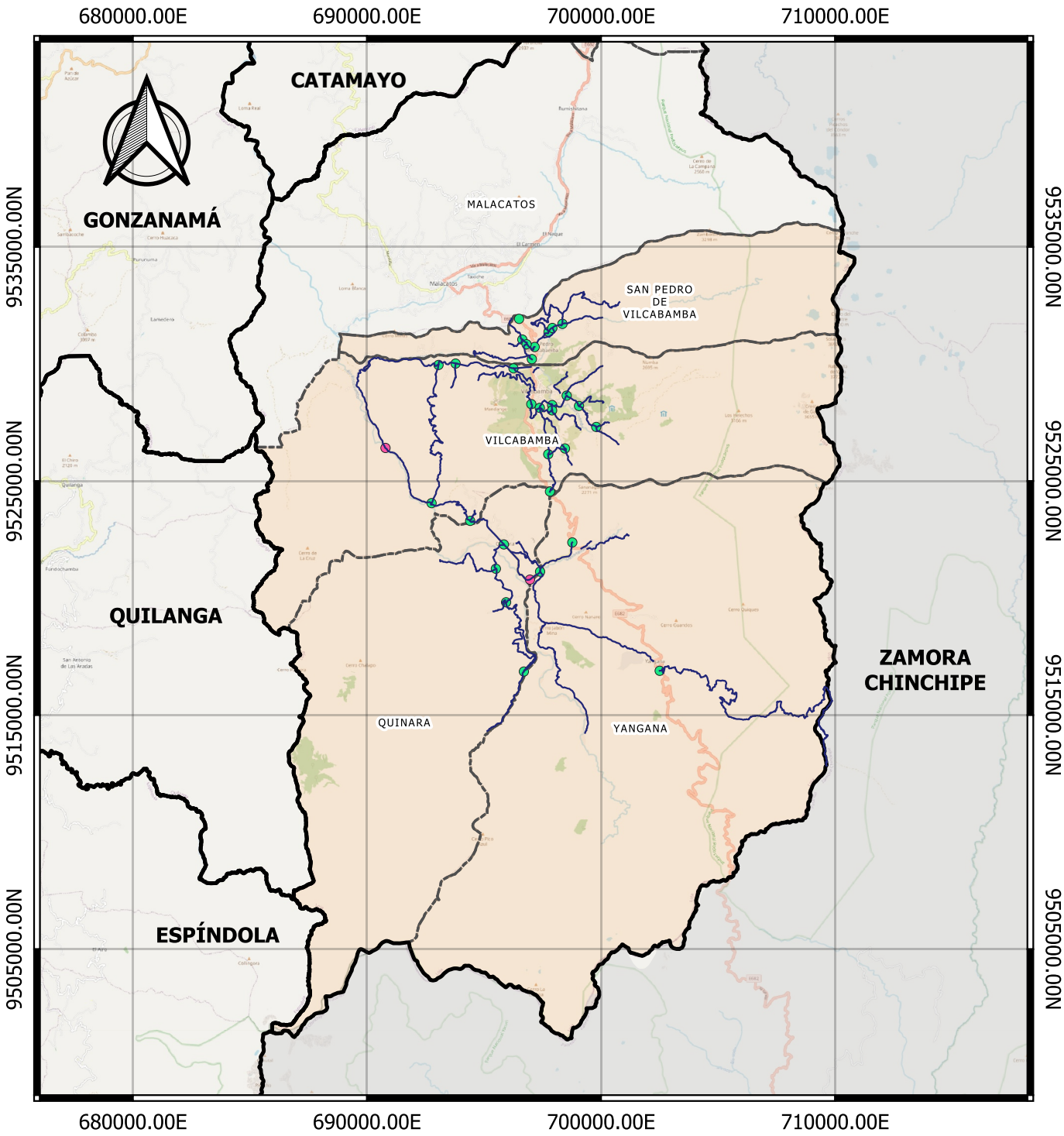
CANTÓN LOJA FASE III

MAPA DE OBJETOS VIALES CUNETAS 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 3/7	





LEYENDA

- Intersección
- Minas
- Vías
- Límite Parroquial
- Límite Cantonal
- Límite Provincial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

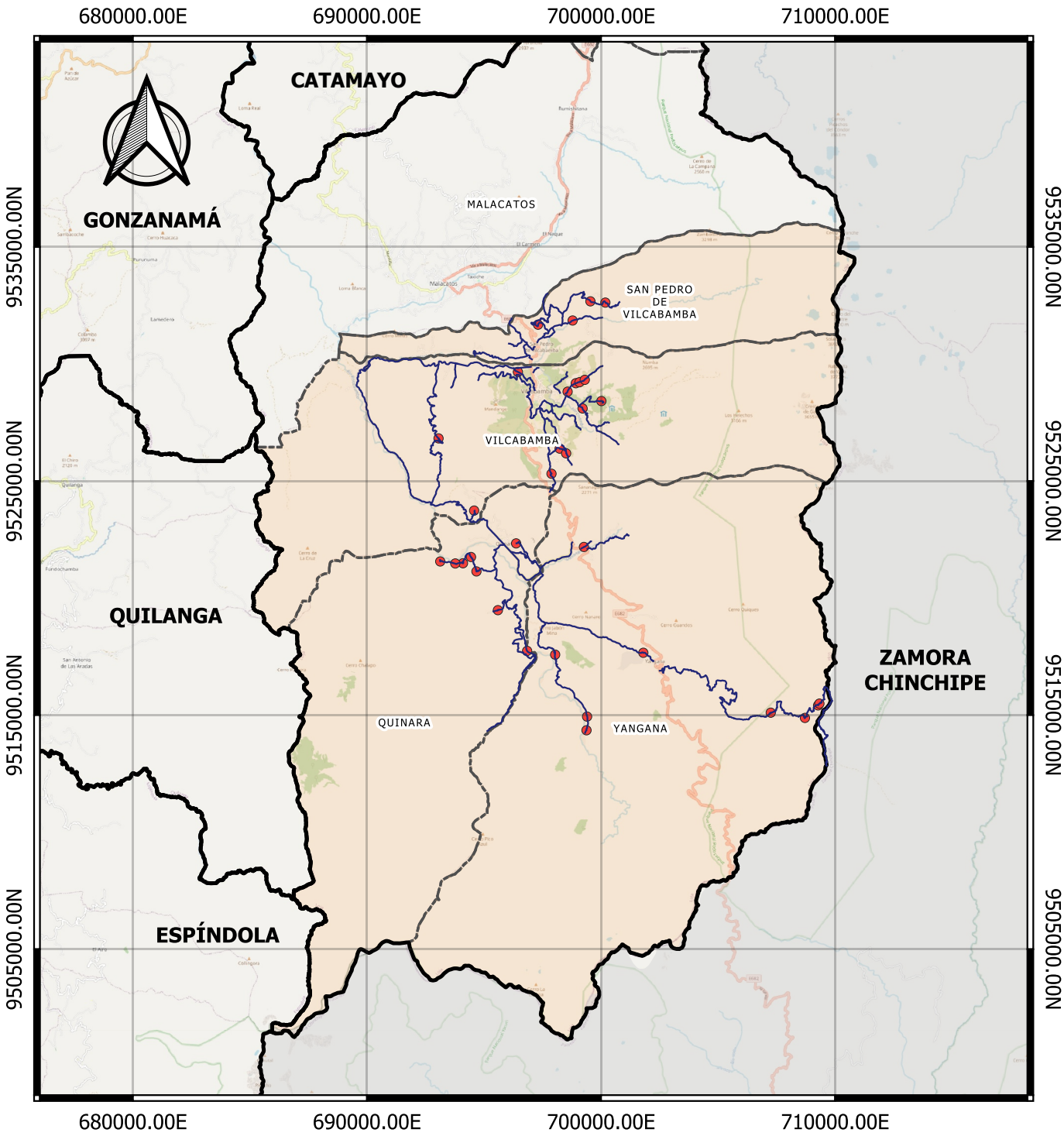
CANTÓN LOJA FASE III

MAPA DE OBJETOS VIALES MINAS E INTERSECCIONES 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 4/7	





LEYENDA

- Puntos Críticos
- Vías
- Límite Parroquial
- Límite Cantonal
- Límite Provincial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

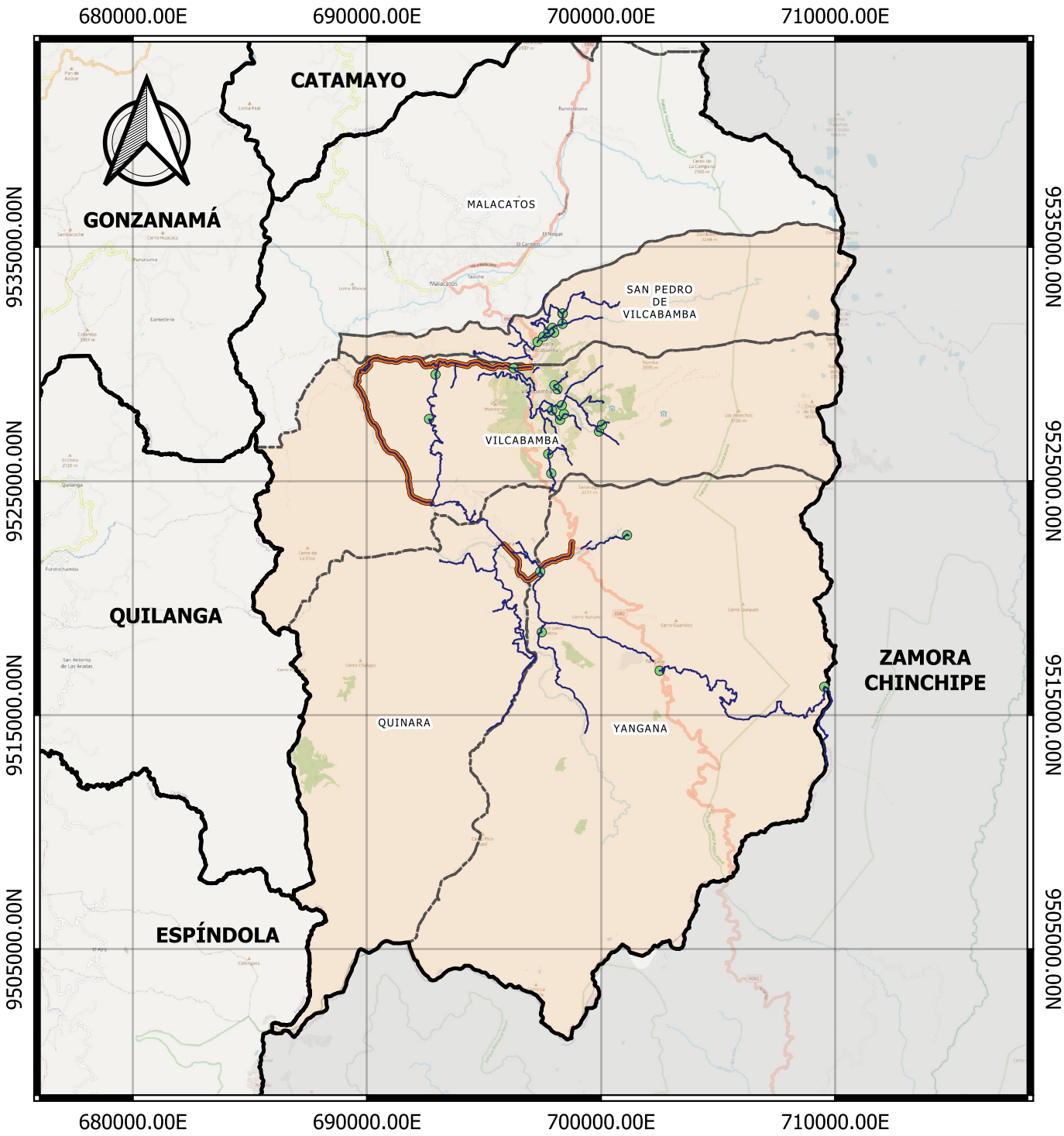
CANTÓN LOJA FASE III

MAPA DE OBJETOS VIALES PUNTOS CRÍTICOS 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 5/7	





LEYENDA

- Señalización Vertical
- Señalización Horizontal
- Vías
- Límite Parroquial
- Límite Cantonal
- Límite Provincial

0 2.5 5 7.5 10 km

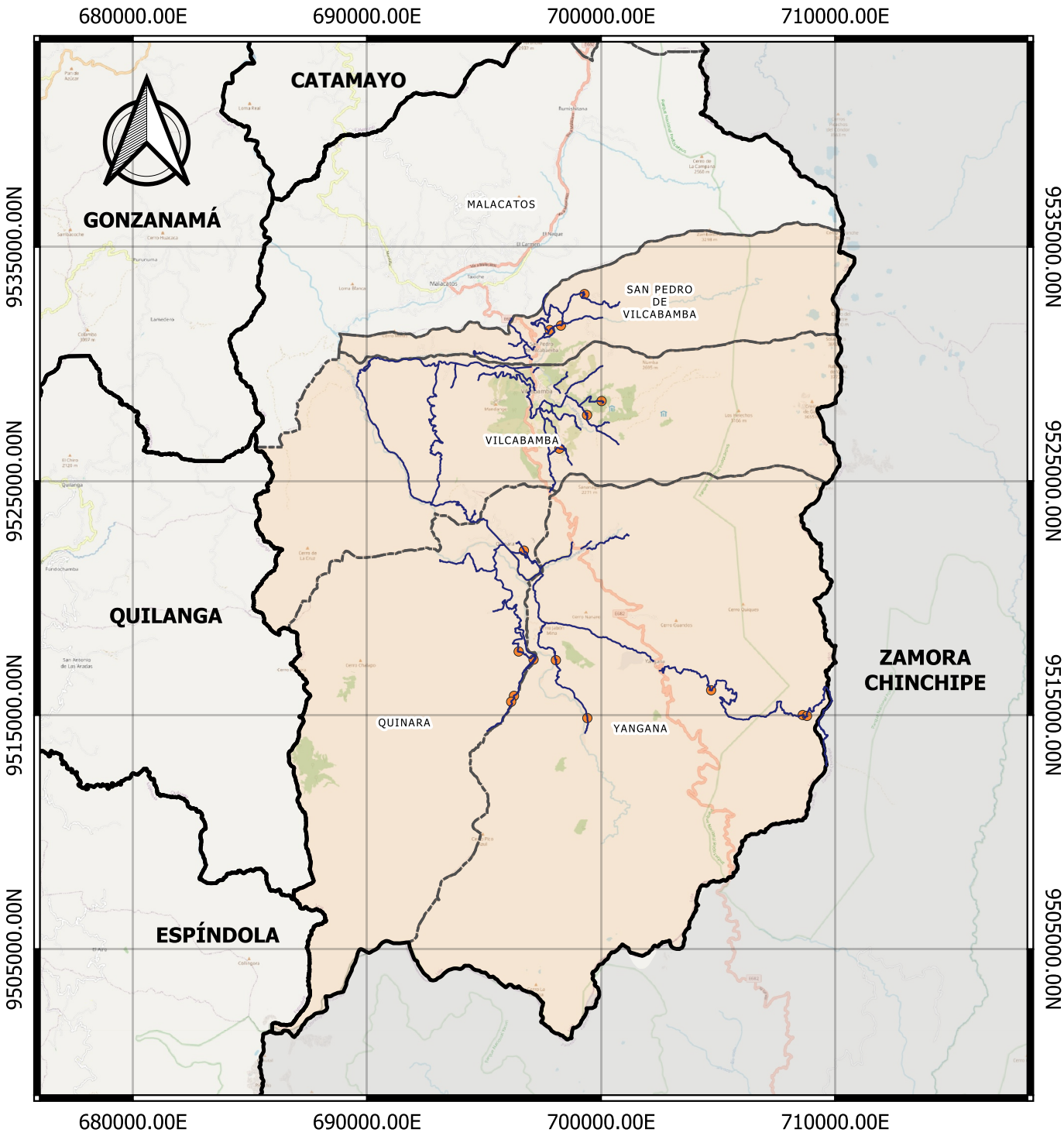
Escala:
1 : 250 000

CANTÓN LOJA FASE III
MAPA DE OBJETOS VIALES SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 6/7	





LEYENDA

- Talud
- Vías
- Límite Parroquial
- Límite Cantonal
- Límite Provincial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

CANTÓN LOJA FASE III

MAPA DE OBJETOS VIALES TALUDES 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 7/7	

4.2 Cantón Catamayo

4.2.1 Diagramas de barras

4.2.1.1 Características de la vía

TIPO DE TERRENO CANTÓN CATAMAYO		
TERRENO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
LLANO	25.37	7.36%
MONTAÑOSO	51.92	15.06%
ONDULADO	267.49	77.58%
TOTAL	**344.77**	**100.00%**

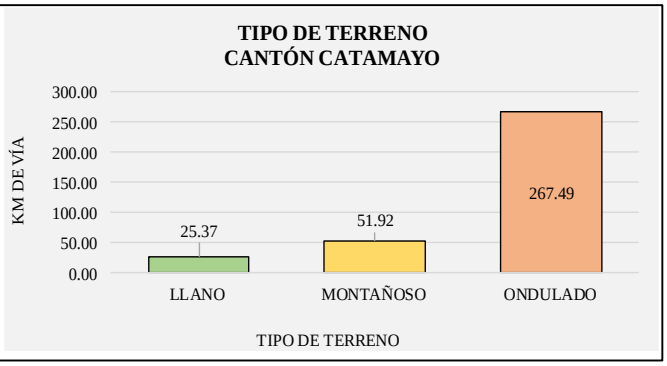


Figura 71. Tipo de terreno presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

TIPO DE SUPERFICIE CANTÓN CATAMAYO		
SUPERFICIE	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
LASTRE	228.89	66.39%
PAVIMENTO FLEXIBLE	56.12	16.28%
PAVIMENTO RÍGIDO	0.00	0.00%
SUELO NATURAL	46.63	13.53%
SUPERFICIE MIXTA	13.12	3.81%
TOTAL	**344.77**	**100.00%**

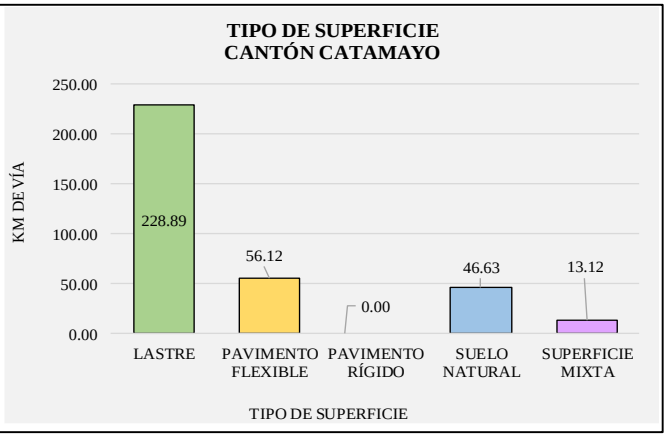


Figura 72. Tipo de superficie presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE LA SUPERFICIE DE LASTRE CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	49.81	21.76%
REGULAR	141.67	61.89%
MALO	37.41	16.34%
TOTAL	**228.89**	**100.00%**

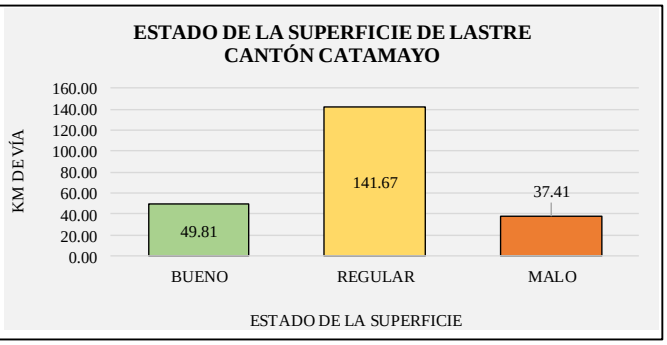


Figura 73. Estado de la superficie de lastre presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE LA SUPERFICIE DE PAVIMENTO FLEXIBLE - CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	40.73	75.71%
REGULAR	7.74	14.39%
MALO	5.33	9.91%
TOTAL	**53.80**	**100.00%**

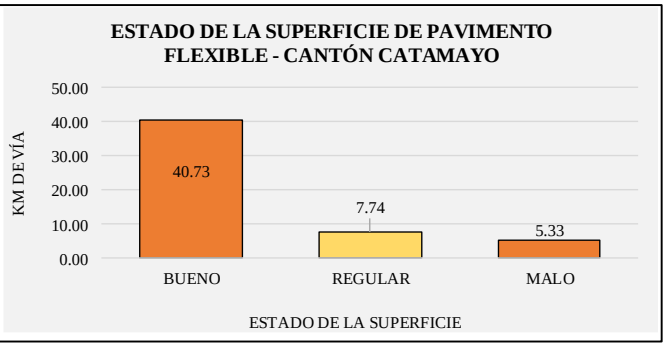


Figura 74. Estado de la superficie de pavimento flexible presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE LA SUPERFICIE DE SUELO NATURAL CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	0.76	1.64%
REGULAR	15.92	34.50%
MALO	29.47	63.86%
TOTAL	**46.14**	**100.00%**

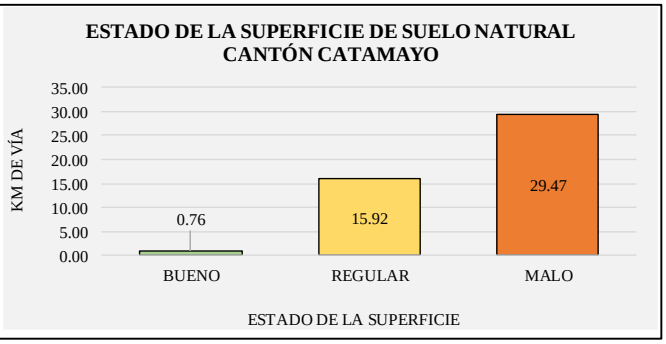


Figura 75. Estado de la superficie de suelo natural presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE LA SUPERFICIE MIXTA CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	2.87	21.86%
REGULAR	5.61	42.75%
MALO	4.64	35.38%
TOTAL	**13.12**	**100.00%**

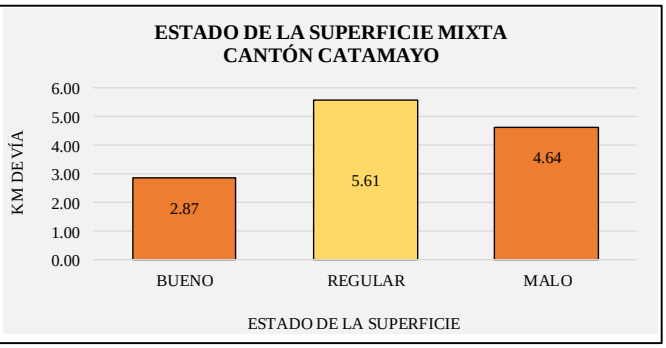


Figura 76. Estado de la superficie mixta presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

NÚMERO DE CARRILES CANTÓN CATAMAYO		
TIPO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
DOS CARRILES BIDIRECCIONALES	40.87	12.70%
UN CARRIL BIDIRECCIONAL	280.83	87.30%
TOTAL	**321.69**	**100.00%**

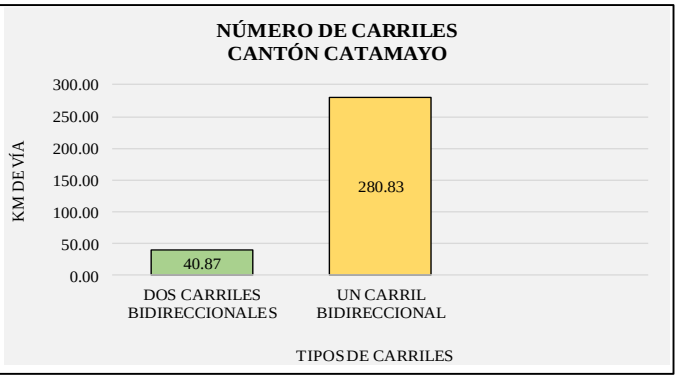


Figura 77. Número de carriles presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ANCHOS DE VÍA CANTÓN CATAMAYO		
ANCHO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
2 m - 3 m	255.56	77.54%
3 m - 4 m	67.09	20.36%
4 m - 5 m	6.95	2.11%
5 m - 6 m	0.00	0.00%
TOTAL	**329.59**	**100.00%**

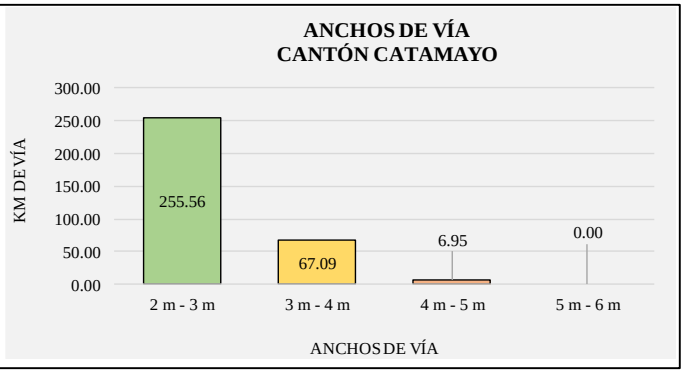


Figura 78. Ancho de las vías presentes en el cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2 Cunetas

EXISTENCIA DE CUNETAS EN LA VÍA CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
PRESENCIA DE CUNETAS	234.44	71.13%
AUSENCIA DE CUNETAS	95.16	28.87%
TOTAL	**329.59**	**100.00%**

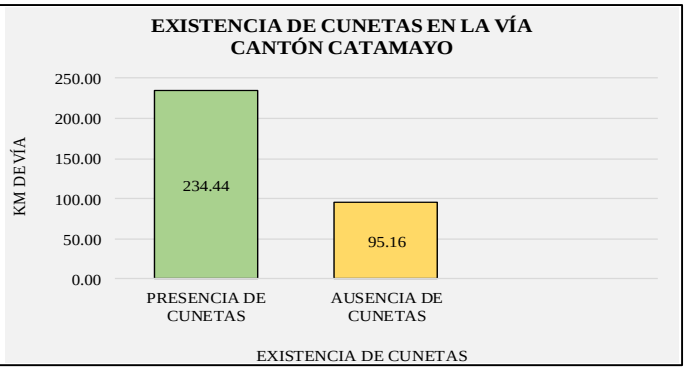


Figura 79. Existencia de cunetas presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

TIPO DE CUNETAS EN LA VÍA CANTÓN CATAMAYO		
TIPO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
CUNETA EN L	28.00	11.94%
CUNETA EN V	11.43	4.88%
SUELO NATURAL	178.00	75.93%
TIPO CANAL	16.05	6.84%
TIPO BORDILLO	0.95	0.41%
TOTAL	**234.44**	**92.75%**

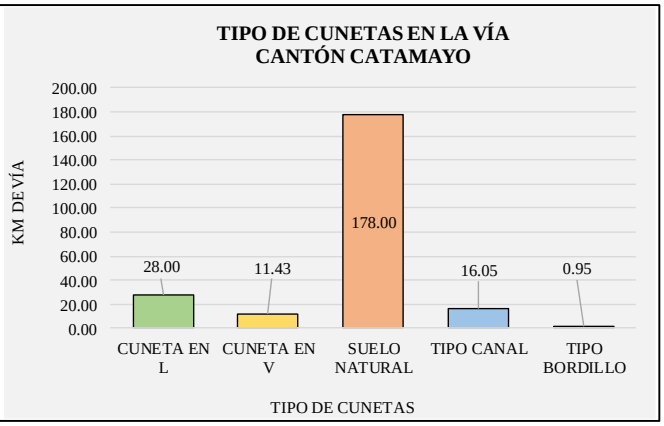


Figura 80. Tipo de cunetas presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE CUNETA EN L CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	0.00	0.00%
REGULAR	28.00	100.00%
MALO	0.00	0.00%
TOTAL	**28.00**	**100.00%**

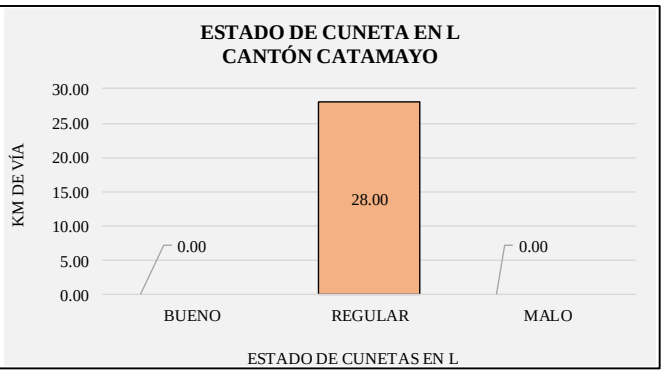


Figura 81. Estado de cunetas en L presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE CUNETA EN V CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	8.05	70.44%
REGULAR	0.00	0.00%
MALO	3.38	29.56%
TOTAL	**11.43**	**100.00%**

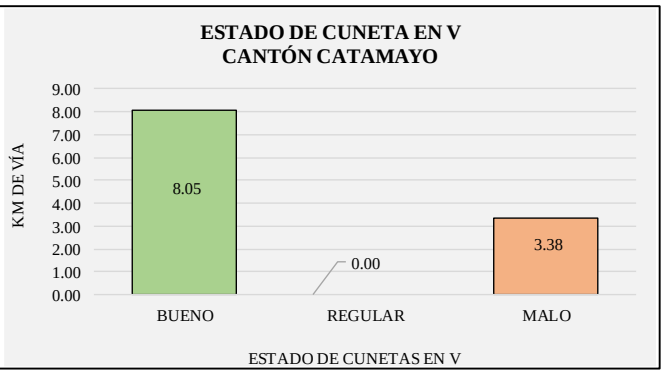


Figura 82. Estado de cunetas en V presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE CUNETA DE SUELO NATURAL CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	0.00	0.00%
REGULAR	122.83	69.00%
MALO	55.17	31.00%
TOTAL	**178.00**	**100.00%**

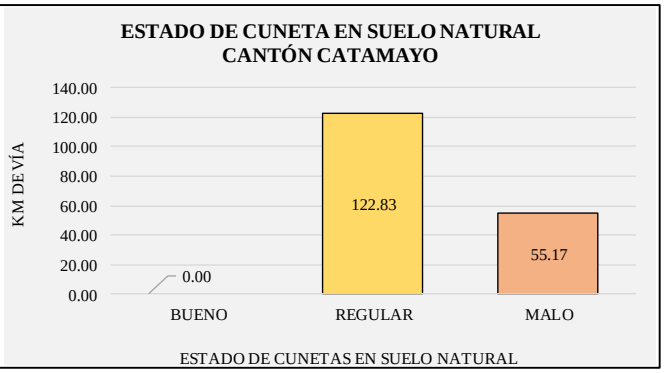


Figura 83. Estado de cunetas en suelo natural presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE CUNETA TIPO CANAL CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	5.20	32.40%
REGULAR	1.56	9.74%
MALO	9.28	57.86%
TOTAL	**16.05**	**100.00%**

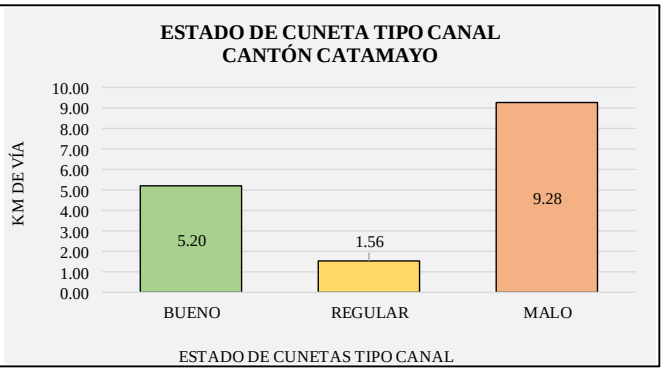


Figura 84. Estado de cunetas tipo canal presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DE CUNETA TIPO BORDILLO CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
BUENO	0.95	0.53%
REGULAR	0.00	0.00%
MALO	0.00	0.00%
TOTAL	**0.95**	**0.53%**

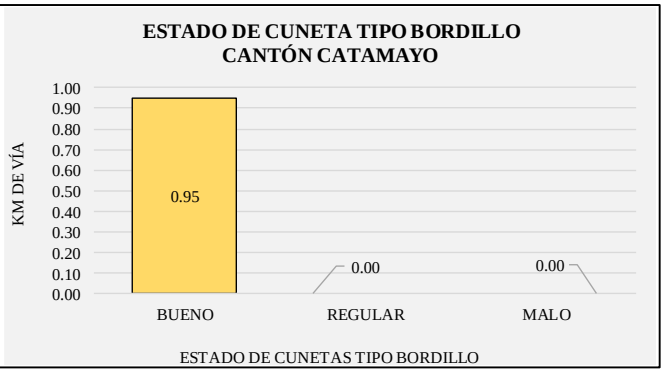


Figura 85. Estado de cunetas tipo bordillo presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

4.2.1.3 Señalización horizontal

EXISTENCIA DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL CANTÓN CATAMAYO		
EXISTENCIA	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
PRESENCIA DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	31.95	9.27%
AUSENCIA DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	312.83	90.73%
TOTAL	**344.77**	**100.00%**

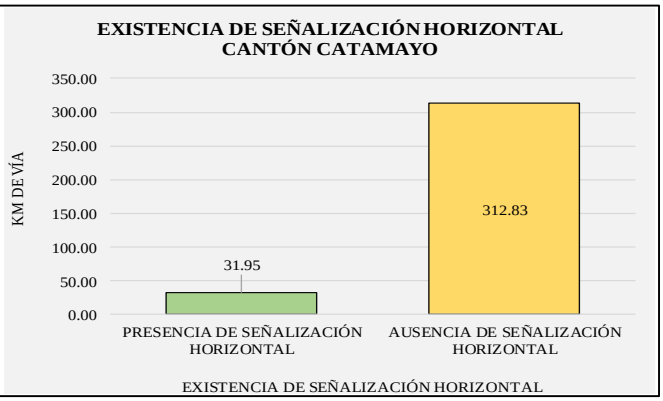


Figura 86. Existencia de señalización horizontal presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

TIPO DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL CANTÓN CATAMAYO		
TIPO DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	**KM DE VÍA**	**PORCENTAJE**
CONTINUA CON TACHAS	8.05	25.21%
CONTINUA SIN TACHAS	22.94	71.81%
SEGMENTADA SIN TACHAS	0.95	2.98%
TOTAL	**31.95**	**100.00%**

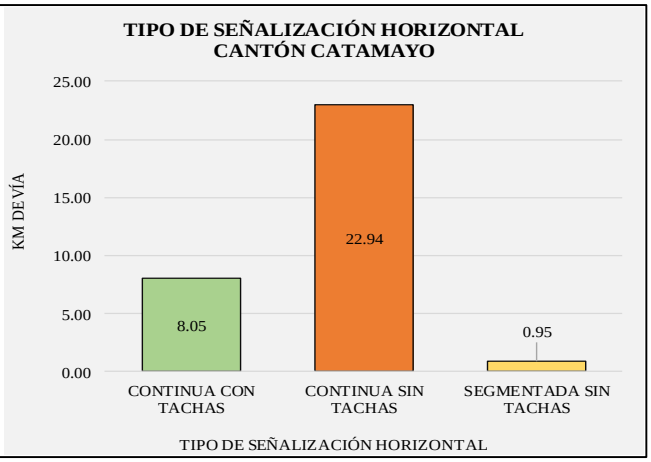


Figura 87. Tipo de señalización horizontal presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

4.2.1.4 Alcantarillas

TIPO DE ALCANTARILLAS CANTÓN CATAMAYO		
TIPO	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
BADÉN	4	1.35%
BÓVEDA	1	0.34%
CAJÓN	21	7.07%
CIRCULAR	249	83.84%
METÁLICA	0	0.00%
SIN DETERMINAR	22	7.41%
TOTAL	**297**	**100.00%**

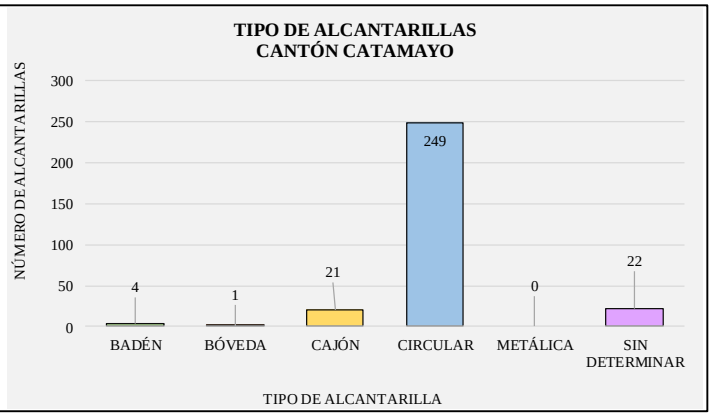


Figura 88. Tipo de alcantarillas presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE ALCANTARILLA CANTÓN CATAMAYO		
MATERIAL	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	45	15.15%
METÁLICA	211	71.04%
MIXTO	1	0.34%
PVC	17	5.72%
SIN DETERMINAR	23	7.74%
TOTAL	**297**	**100.00%**

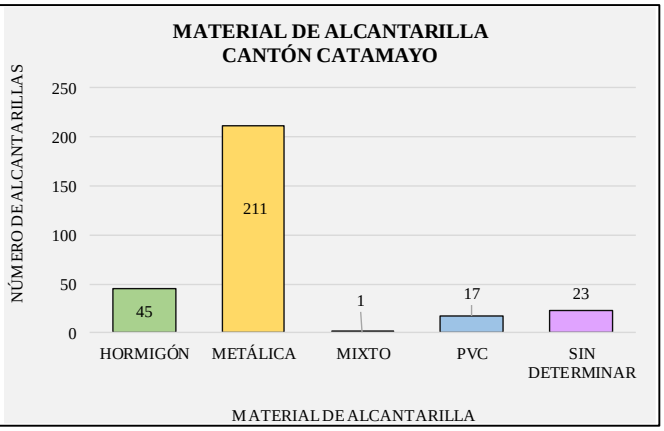


Figura 89. Material de alcantarilla presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE ALCANTARILLA TIPO BADÉN CANTÓN CATAMAYO		
MATERIAL	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	4	100.00%
METÁLICA	0	0.00%
MIXTO	0	0.00%
PVC	0	0.00%
TOTAL	**4**	**100.00%**

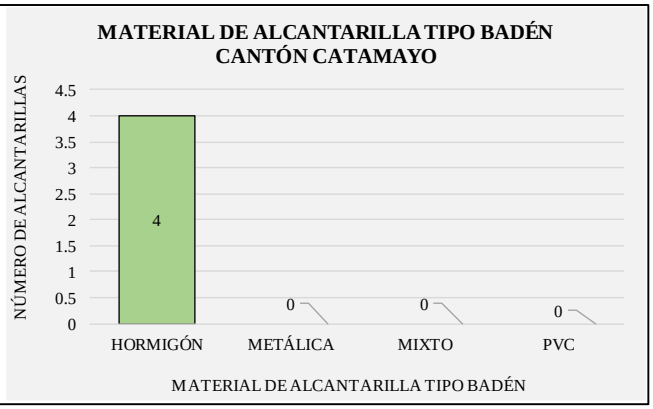


Figura 90. Material de alcantarilla tipo badén presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE ALCANTARILLA TIPO BÓVEDA CANTÓN CATAMAYO		
MATERIAL	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	1	100.00%
METÁLICA	0	0.00%
MIXTO	0	0.00%
PVC	0	0.00%
TOTAL	**1**	**100.00%**

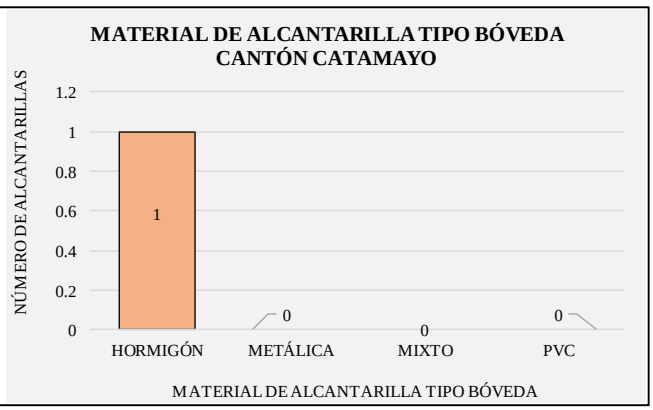


Figura 91. Material de alcantarilla tipo bóveda presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE ALCANTARILLA TIPO CAJÓN CANTÓN CATAMAYO		
MATERIAL	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	21	100.00%
METÁLICA	0	0.00%
MIXTO	0	0.00%
PVC	0	0.00%
TOTAL	**21**	**100.00%**

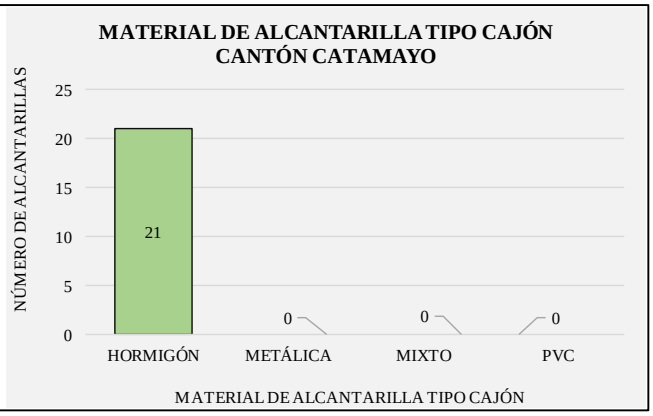


Figura 92. Material de alcantarilla tipo cajón presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE ALCANTARILLA TIPO CIRCULAR CANTÓN CATAMAYO		
MATERIAL	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	19	7.63%
METÁLICA	211	84.74%
MIXTO	1	0.40%
PVC	17	6.83%
SIN DETERMINAR	1	0.40%
TOTAL	**249.00**	**100.00%**

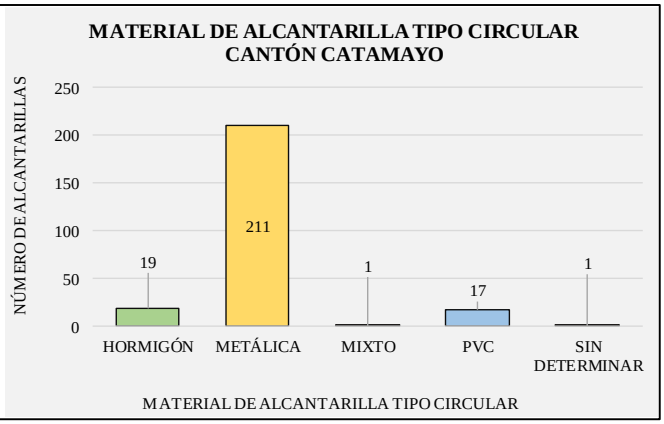


Figura 93. Material de alcantarilla tipo circular presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE ALCANTARILLA SIN DETERMINAR CANTÓN CATAMAYO		
MATERIAL	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	0	0.00%
METÁLICA	0	0.00%
MIXTO	0	0.00%
PVC	0	0.00%
SIN DETERMINAR	22	100.00%
TOTAL	**22**	**100.00%**

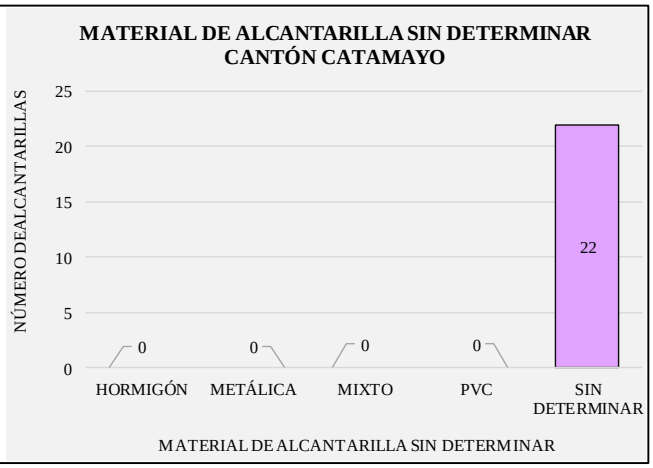


Figura 94. Material de alcantarilla sin determinar presente en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DEL CUERPO DE LA ALCANTARILLA CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
BUENO	170	57.24%
MALO	105	35.35%
SIN DETERMINAR	22	7.41%
TOTAL	**297**	**100.00%**

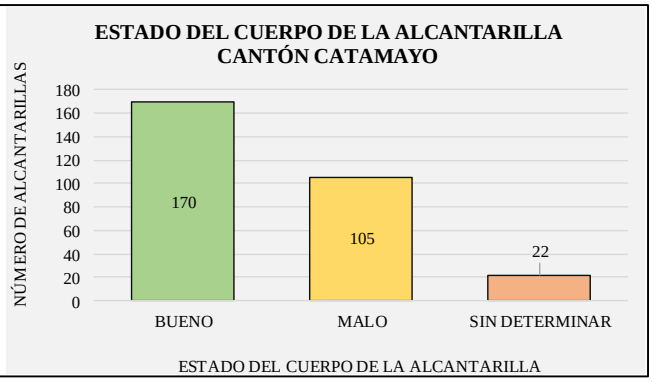


Figura 95. Estado del cuerpo de alcantarillas presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

TIPO DE CABEZAL INICIAL CANTÓN CATAMAYO		
TIPO	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
ALETAS	139	46.80%
CAJÓN	80	26.94%
SIN DETERMINAR	16	5.39%
AUSENCIA DE CABZAL	62	20.88%
TOTAL	**297**	**100.00%**

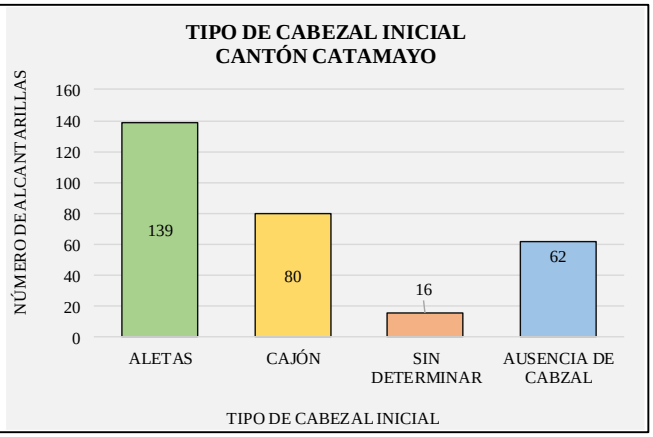


Figura 96. Tipo de cabezal inicial presente en alcantarillas del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

TIPO DE CABEZAL FINAL CANTÓN CATAMAYO		
TIPO	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
ALETAS	204	68.69%
CAJÓN	7	2.36%
SIN DETERMINAR	15	5.05%
AUSENCIA DE CABEZAL	71	23.91%
TOTAL	**297**	**100.00%**

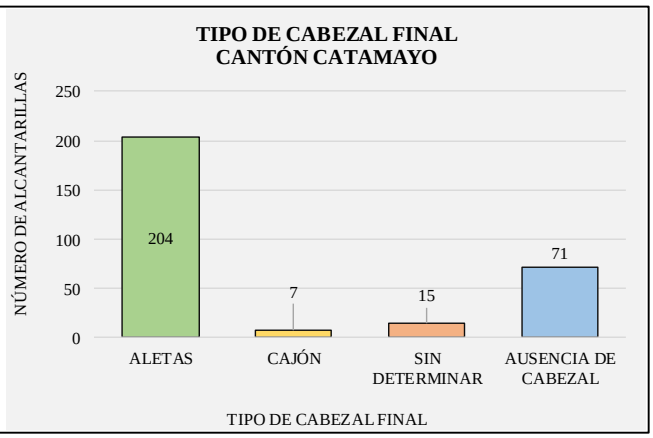


Figura 97. Tipo de cabezal final presente en alcantarillas del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO CABEZAL INICIAL CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
BUENO	175	58.92%
MALO	30	10.10%
SIN DETERMINAR	30	10.10%
AUSENCIA DE CABEZAL	62	20.88%
TOTAL	**297**	**100.00%**

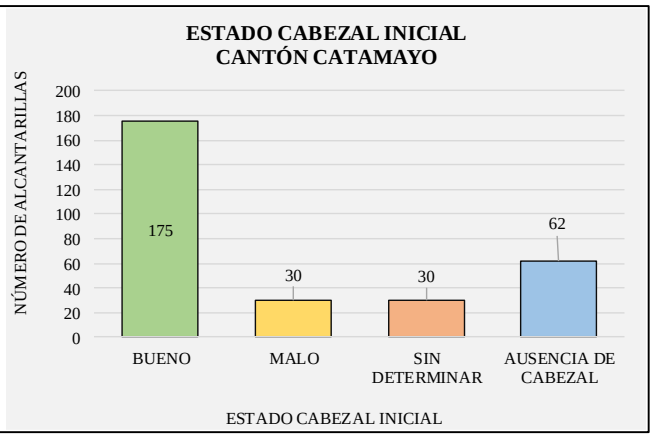


Figura 98. Estado del cabezal inicial presente en alcantarillas del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO CABEZAL FINAL CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**# ALCANT.**	**PORCENTAJE**
BUENO	172	57.91%
MALO	24	8.08%
SIN DETERMINAR	30	10.10%
AUSENCIA DE CABEZAL	71	23.91%
TOTAL	**297**	**100.00%**

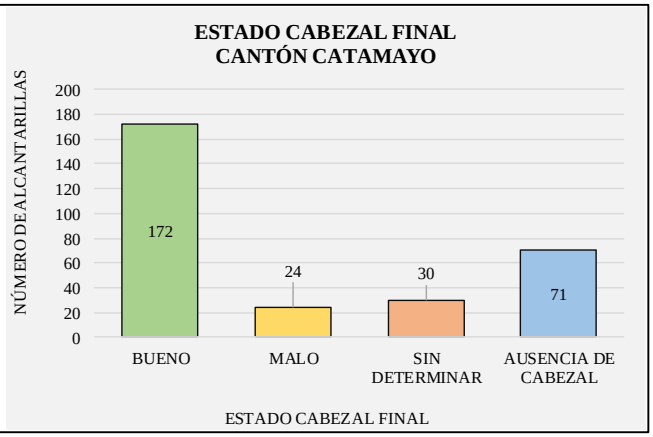


Figura 99. Estado del cabezal final presente en alcantarillas del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

4.2.1.5 Puentes

CAPA DE RODADURA DEL PUENTE CANTÓN CATAMAYO		
TIPO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	6	46.15%
MADERA	1	7.69%
METAL	1	7.69%
ASFALTO	5	38.46%
TOTAL	**13**	**100.00%**

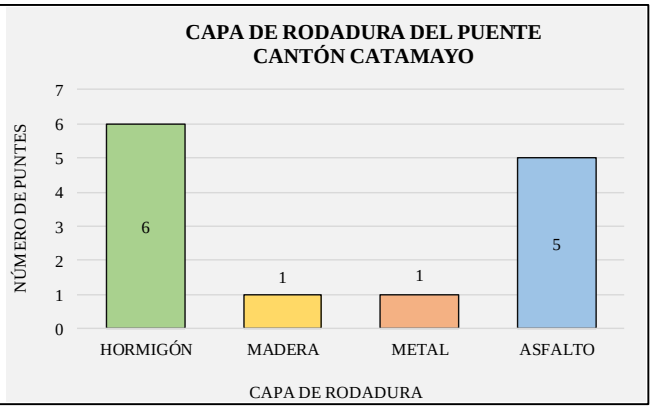


Figura 100. Capa de rodadura presente en puentes del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
BUENO	8	61.54%
REGULAR	3	23.08%
MALO	2	15.38%
TOTAL	**13**	**100.00%**

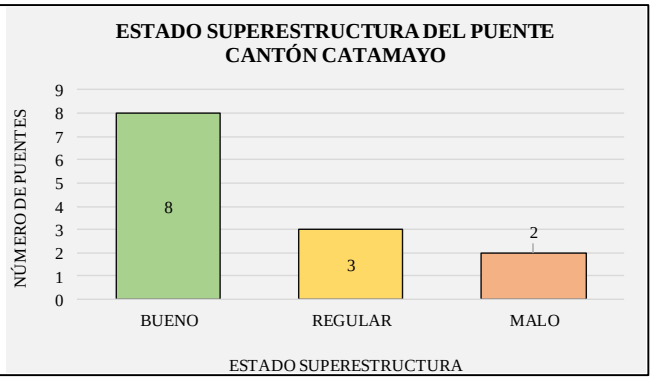


Figura 101. Estado de la superestructura de puentes presentes en el cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO INFRAESTRUCTURA DEL PUENTE CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
BUENO	9	69.23%
REGULAR	3	23.08%
MALO	1	7.69%
TOTAL	**13**	**100.00%**

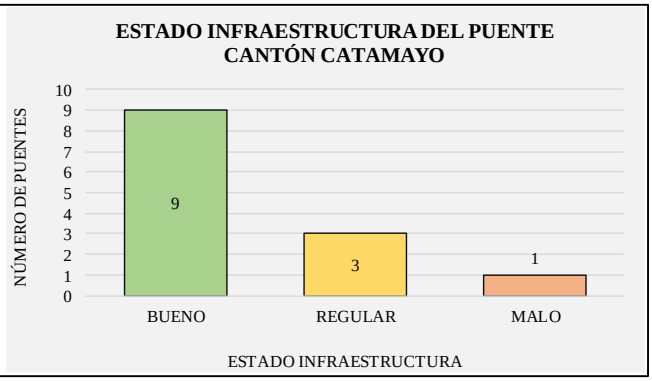


Figura 102. Estado de la infraestructura de puentes presentes en el cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

MATERIAL DE LA PROTECCIÓN LATERAL CANTÓN CATAMAYO		
MATERIAL	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
HORMIGÓN	5	38.46%
MADERA	0	0.00%
METÁLICA	1	7.69%
MIXTO	4	30.77%
NO EXISTE	3	23.08%
TOTAL	**13**	**100.00%**

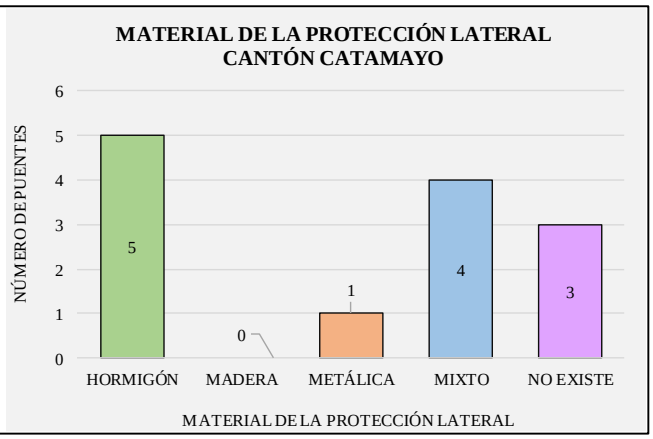


Figura 103. Material de la protección lateral de puentes presentes en el cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO PROTECCIONES LATERALES DE HORMIGÓN - CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
BUENO	0	0.00%
REGULAR	3	60.00%
MALO	2	40.00%
TOTAL	**5**	**100.00%**

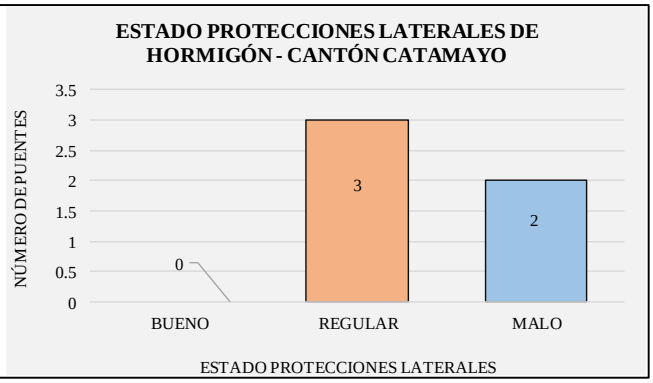


Figura 104. Estado de la protección lateral de hormigón en puentes presentes en el cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO PROTECCIONES LATERALES METÁLICAS - CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
BUENO	1	100.00%
REGULAR	0	0.00%
MALO	0	0.00%
TOTAL	**1**	**100.00%**

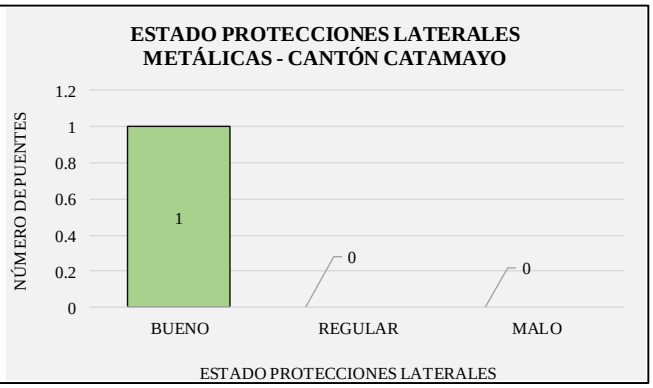


Figura 105. Estado de la protección lateral metálica en puentes presentes en el cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO PROTECCIONES LATERALES MIXTAS CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
BUENO	3	300.00%
REGULAR	0	0.00%
MALO	1	100.00%
TOTAL	**4**	**400.00%**

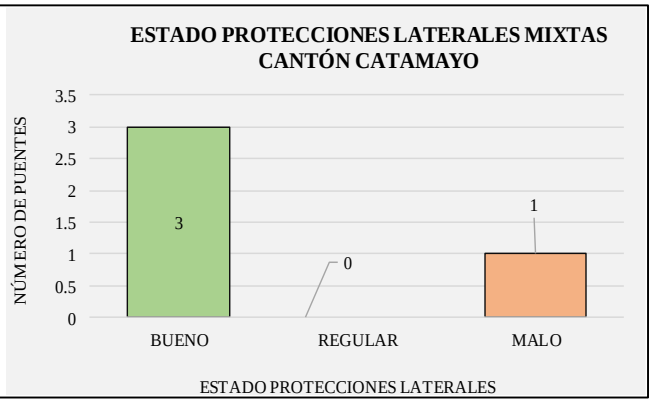


Figura 106. Estado de la protección lateral mixta en puentes presentes en el cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

TIPO DE CUNETA PRESENTE EN PUENTE CANTÓN CATAMAYO		
TIPO	**# PUENTES**	**PORCENTAJE**
TIPO BORDILLO	7	53.85%
NO EXISTE	6	46.15%
TOTAL	**13**	**100.00%**

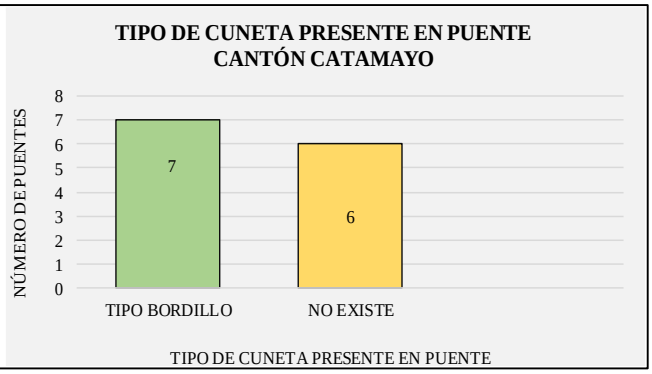


Figura 107. Tipo de cunetas presentes en puentes del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

4.2.1.6 Puntos críticos

PUNTOS CRÍTICOS PRESENTES EN VÍA CANTÓN CATAMAYO		
TIPO	**# PTOS. CRÍTICOS**	**PORCENTAJE**
GEOLÓGICO	34	25.00%
HIDROGEOLÓGICO	52	38.24%
HIDROLÓGICO	38	27.94%
MANTENIMIENTO	12	8.82%
TOTAL	**136**	**100.00%**

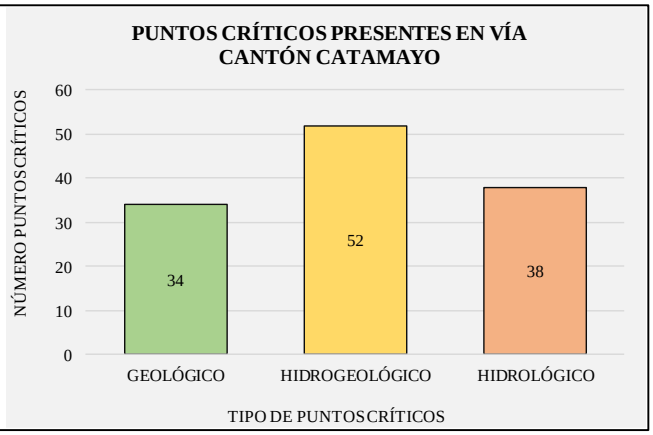


Figura 108. Puntos críticos presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

4.2.1.7 Talud

TIPO DE TALUDES PRESENTES EN VÍA CANTÓN CATAMAYO		
TIPO	**# TALUDES**	**PORCENTAJE**
NATURAL	144	96.00%
INTERVENIDO	6	4.00%
TOTAL	**150**	**100.00%**

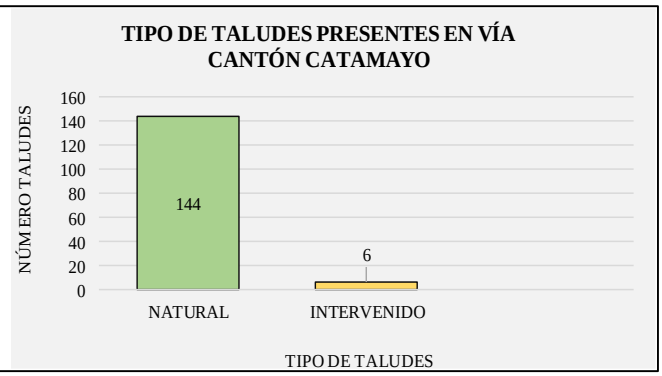


Figura 109. Tipo de taludes presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DEL TALUD NATURAL CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**# TALUDES**	**PORCENTAJE**
ESTABLE	11	7.64%
INESTABLE	133	92.36%
TOTAL	**144**	**100.00%**

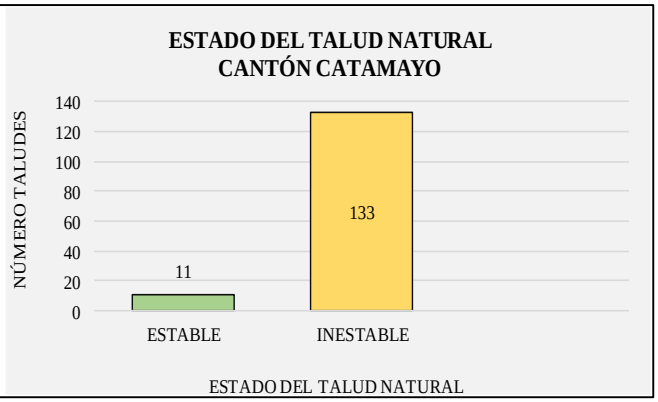


Figura 110. Estado de taludes naturales presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

ESTADO DEL TALUD INTERVENIDO CANTÓN CATAMAYO		
ESTADO	**# TALUDES**	**PORCENTAJE**
ESTABLE	2	33.33%
INESTABLE	4	66.67%
TOTAL	**6**	**100.00%**

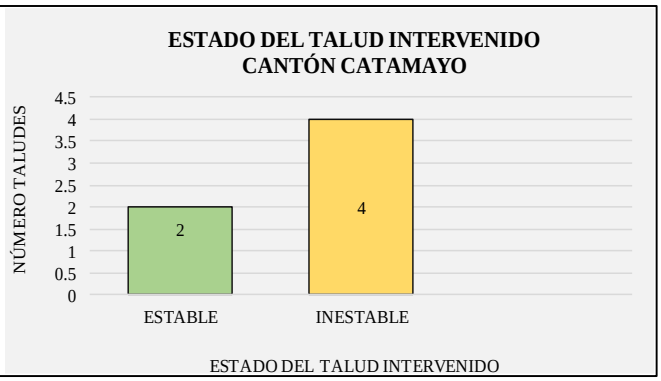


Figura 111. Estado de taludes intervenidos presentes en vías del cantón Catamayo
Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Registro fotográfico

4.2.2.1 Alcantarillas

Tabla 22. Registro fotográfico de alcantarillas en el cantón Catamayo

Código de vía	Identificador del objeto vial	Tipo	Material	Estado del cuerpo	Cabezal inicial	Cabezal final	Estado cabezal inicial	Estado cabezal final	Observación	Fotografía
P11-03-51-0042-06	09	Circular	Metálica	Bueno	Cajón	Aletas	Bueno	Bueno	Se encuentra a lado de un punto crítico. Difícil acceso por la maleza.	
P11-03-50-0045-09	02	Cajón	Hormigón	Bueno	Cajón	Aletas	Malo	Malo	Sin observación.	

P11-03-51-0134-03	03	Sin det.	Sin det.	Sin det.	Sin det.	Aletas	Sin det..	Sin det.	Alcantarilla inaccesible	

Nota: Elaboración propia

4.2.2.2 Puentes

Tabla 23. Registro fotográfico de puentes en el cantón Catamayo

Código de vía	Identificador del objeto vial	Protección lateral	Estado protección lateral	Estado super - estructura	Fotografía superestructura	Estado infra - estructura	Fotografía infraestructura
P11-03-51-0121-03	01	Mixta	Bueno	Bueno		Bueno	

P11-03-51-0103-07	02	Hormigón	Malo	Bueno		Regular	
P11-03-50-0073-05	01	Hormigón	Regular	Regular		Bueno	

Nota: Elaboración propia

4.2.2.3 Puntos críticos

Tabla 24. Registro fotográfico de puntos críticos en el cantón Catamayo

Código de vía	Identificador del objeto vial	Tipo	Fotografía	Descripción
P11-03-50-0043-09	01	Geológico		Obstrucción de la vía por material de la ladera.
P11-03-50-0047-09	03	Hidrogeológico		Erosión de la superficie de la ví-a por escorrentía superficial.

P11-03-53-0091-09	01	Hidrológico		Sitio de drenaje de aguas lluvia proveniente de la quebrada.
P11-03-51-0136-09	05	Mantenimiento		Socavamiento del relleno de la vía por mal funcionamiento de la alcantarilla.

Nota: Elaboración propia

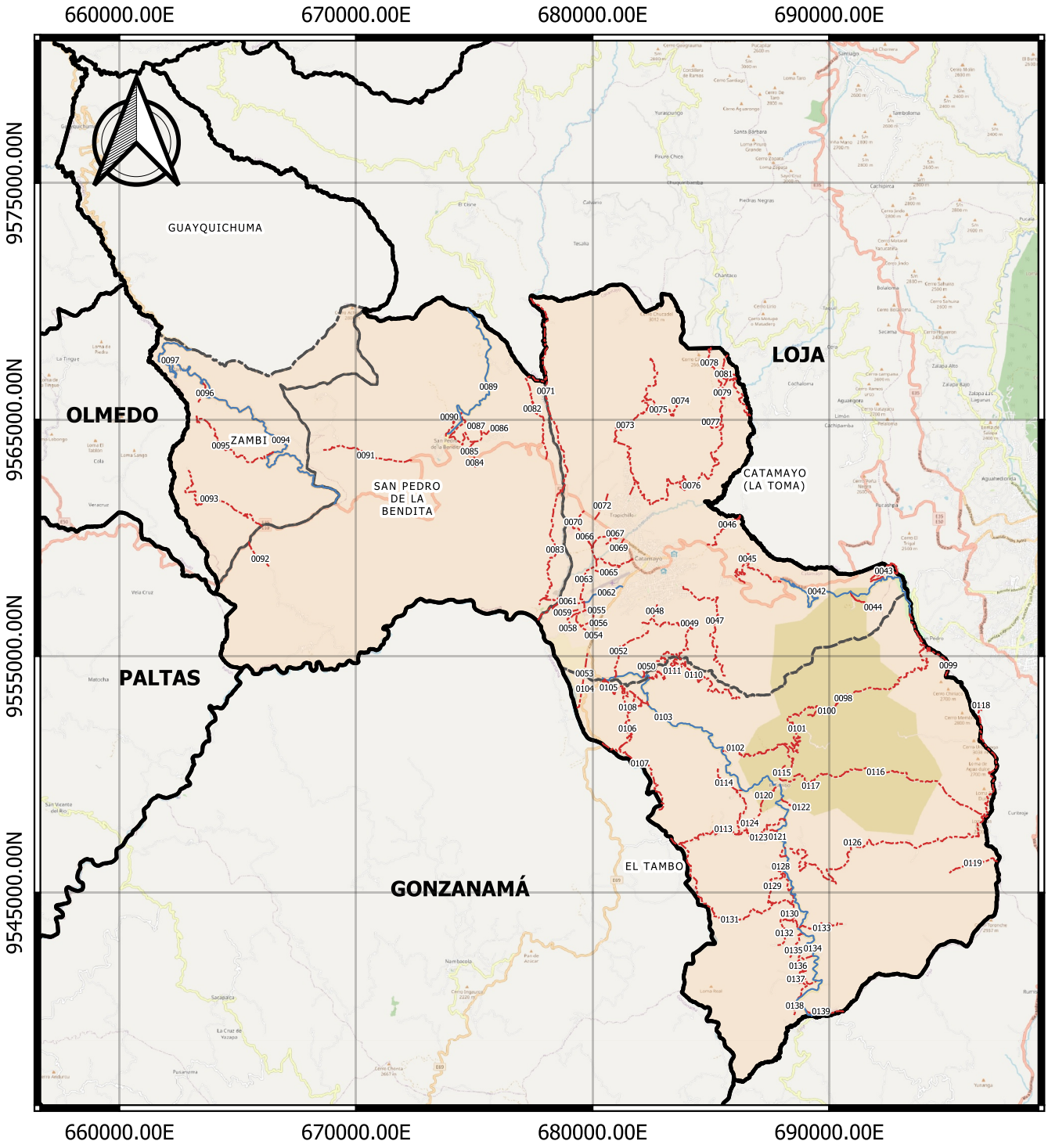
4.2.2.4 Talud

Tabla 25. Registro fotográfico de taludes en el cantón Catamayo

Código de vía	Identificador del objeto vial	Tipo	Estado	Fotografía
P11-03-53-0083-08	01	Natural	Estable	
P11-03-50-0071-08	01	Intervenido	Inestable	

Nota: Elaboración propia

4.2.3 Representación cartográfica de las vías y sus atributos





LEYENDA

- Vías Secundarias
- Vías Terciarias
- Límite Cantonal
- Límite Parroquial

0 2.5 5 7.5 10 km

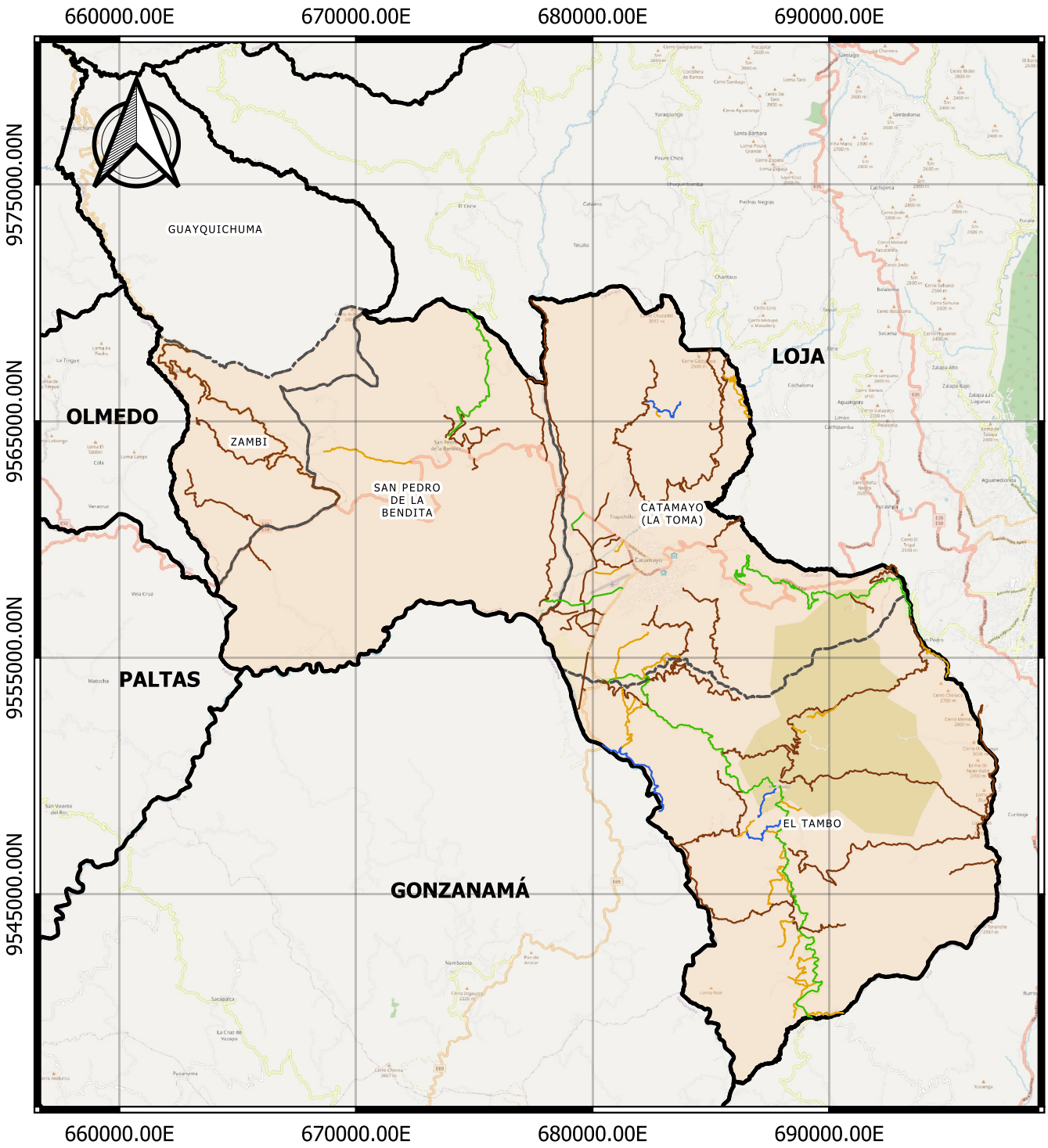
Escala:
1 : 250 000

CANTÓN CATAMAYO FASE I
MAPA DE RED VIAL AÑO 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 1/1	





LEYENDA

- Lastre
- Pavimento Flexible
- Pavimento Rígido
- Suelo Natural
- Mixto
- Límite Cantonal
- Límite Parroquial

0 2.5 5 7.5 10 km

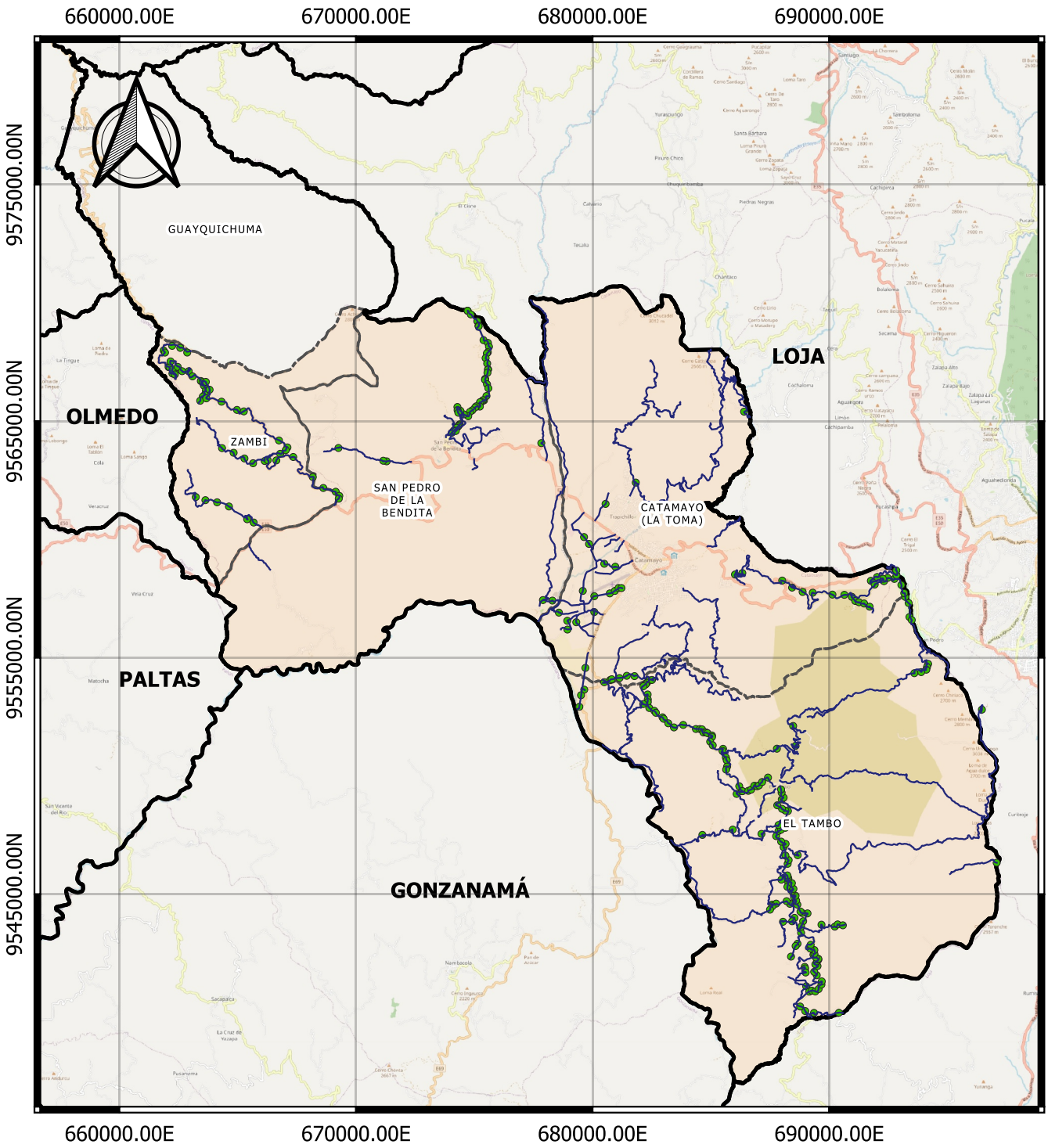
Escala:
1 : 250 000

CANTÓN CATAMAYO FASE I
MAPA DE VÍAS POR TIPO DE SUPERFICIE 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 1/1	





LEYENDA

- Alcantarillas
- Vías
- Límite Cantonal
- Límite Parroquial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

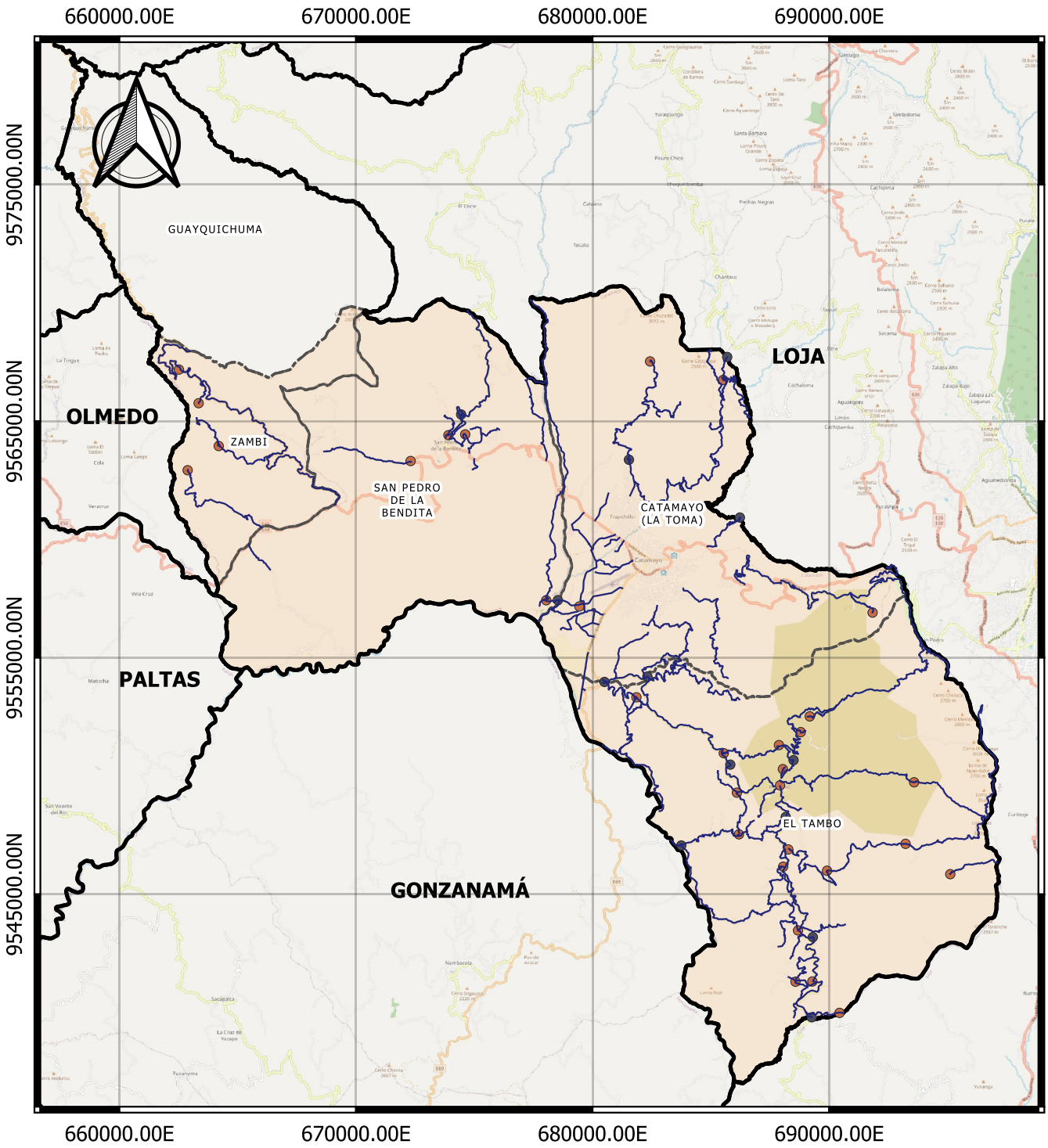
CANTÓN CATAMAYO FASE I

MAPA DE OBJETOS VIALES ALCANTARILLAS 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 1/7	





LEYENDA

- Centros Poblados
- Puentes
- Vías
- Límite Cantonal
- Límite Parroquial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

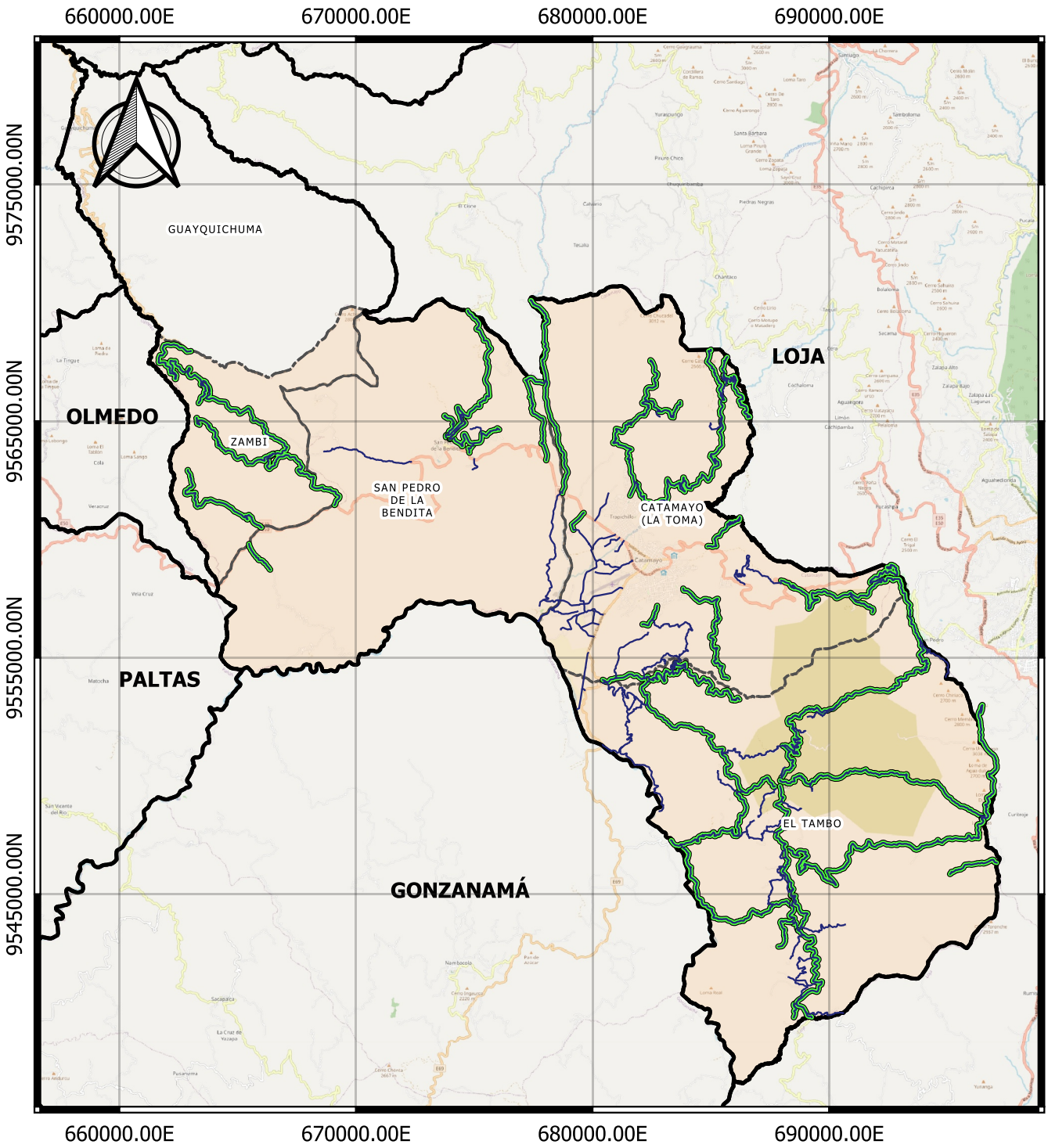
CANTÓN CATAMAYO FASE I

MAPA DE OBJETOS VIALES CENTROS POBLADOS Y PUENTES 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 2/7	





LEYENDA

- Cunetas
- Vías
- Límite Cantonal
- Límite Parroquial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

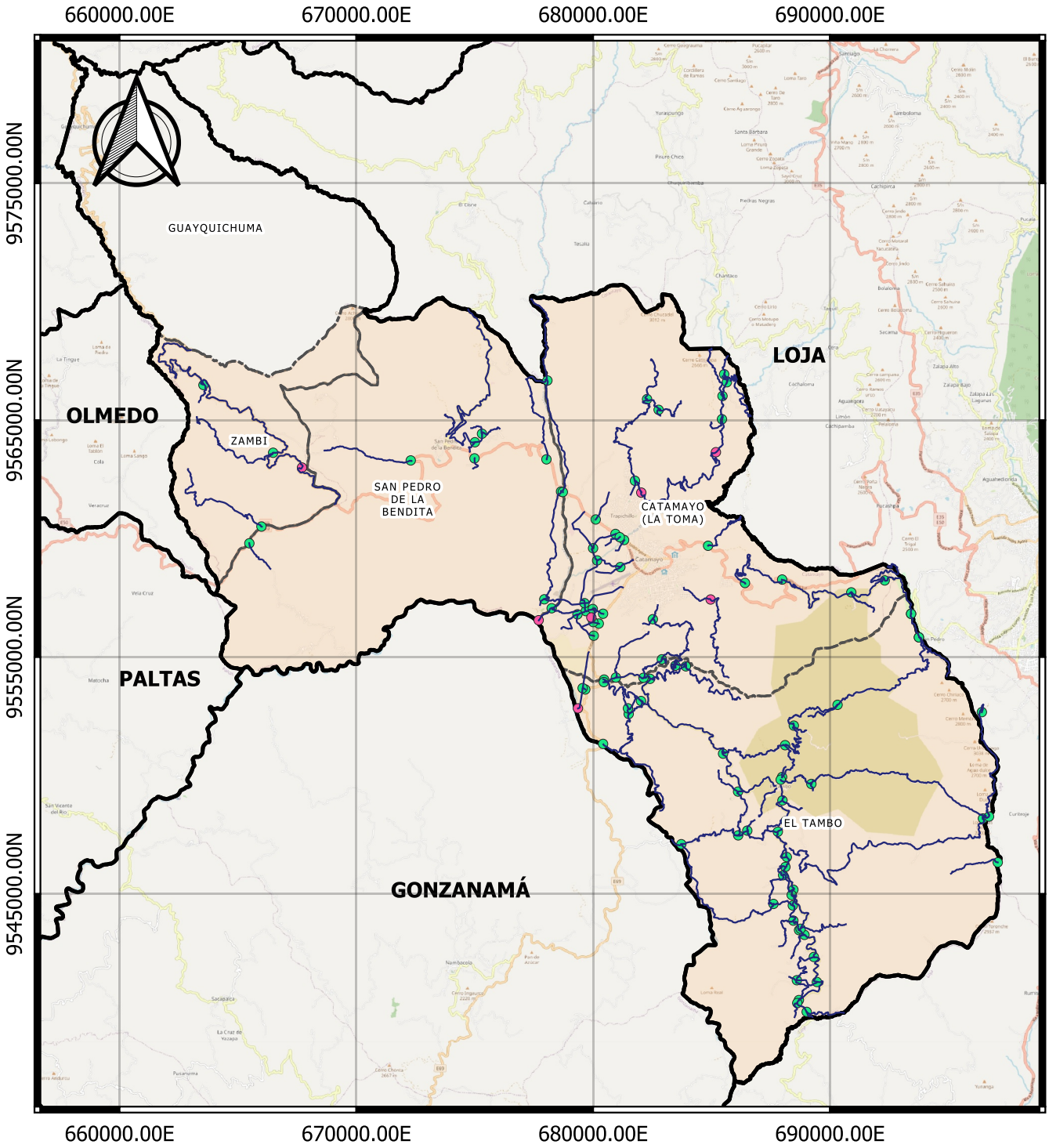
CANTÓN CATAMAYO FASE I

MAPA DE OBJETOS VIALES CUNETAS 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 3/7	





LEYENDA

- Intersección
- Minas
- Vías
- Límite Cantonal
- Límite Parroquial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

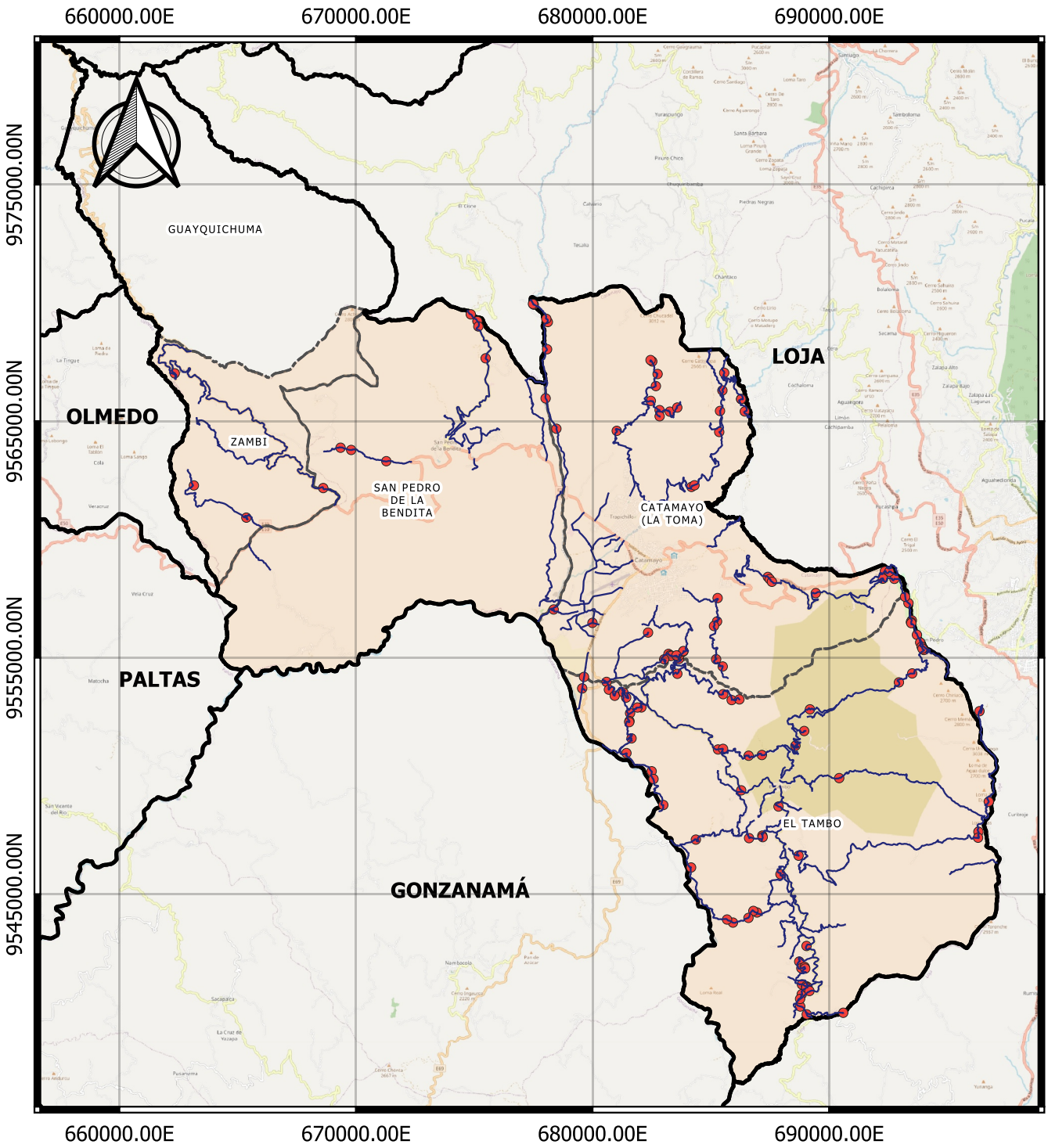
CANTÓN CATAMAYO FASE I

MAPA DE OBJETOS VIALES MINAS E INTERSECCIONES 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 4/7	





LEYENDA

- Puntos Críticos
- Vías
- Límite Cantonal
- Límite Parroquial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

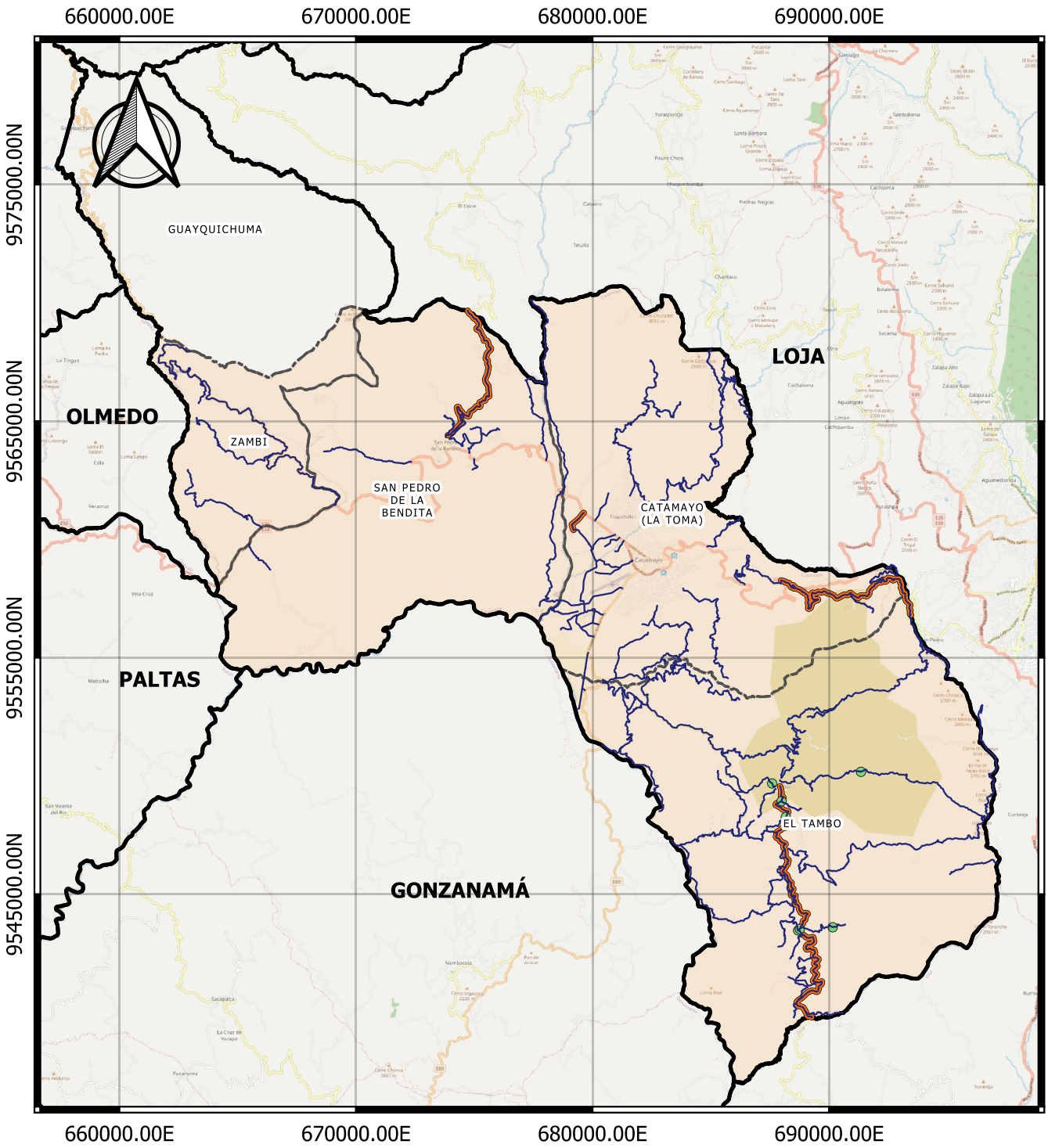
CANTÓN CATAMAYO FASE I

MAPA DE OBJETOS VIALES PUNTOS CRÍTICOS 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 5/7	





LEYENDA

- Señalización Vertical
- Señalización Horizontal
- Vías
- Límite Cantonal
- Límite Parroquial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

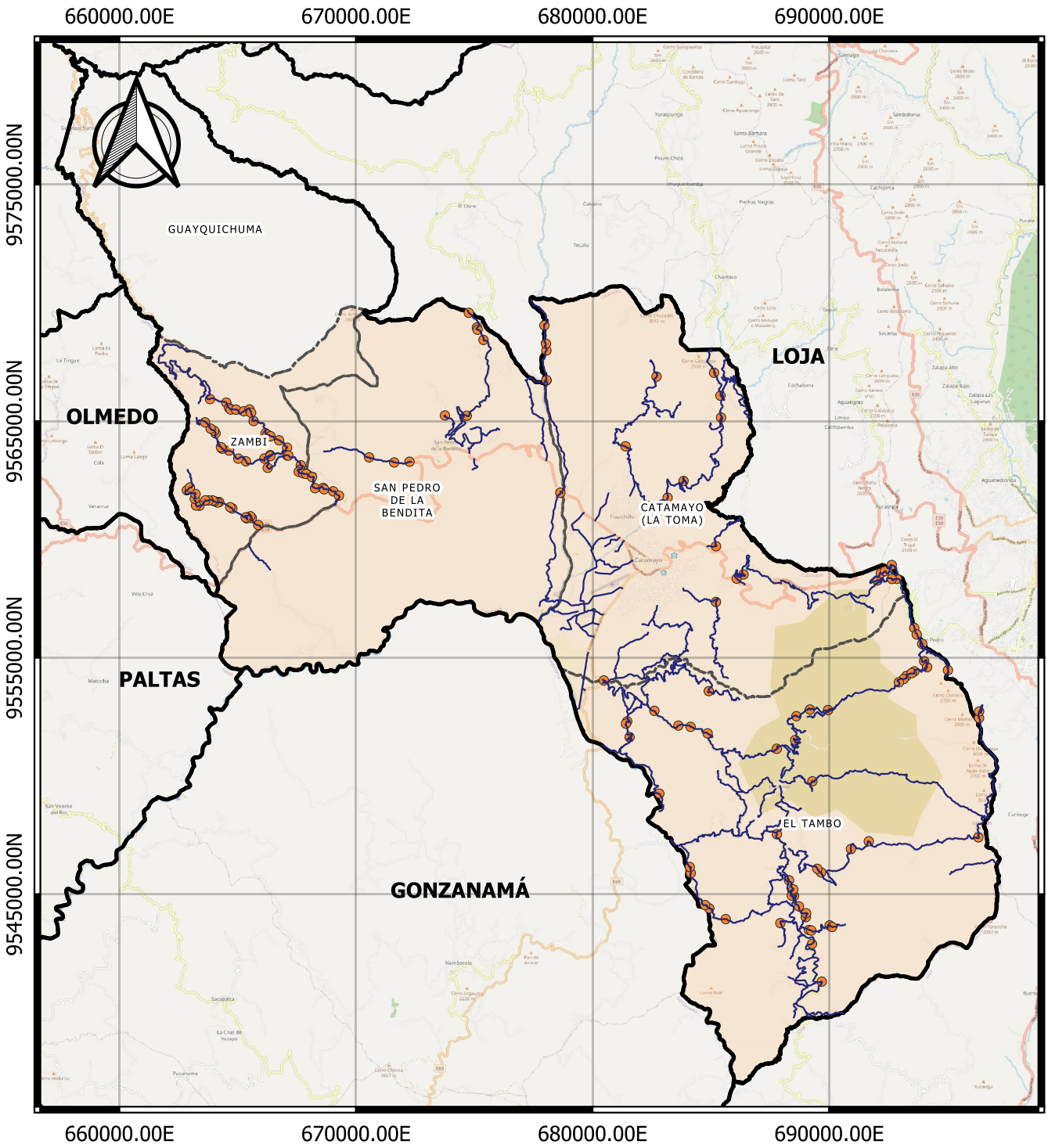
CANTÓN CATAMAYO FASE I

MAPA DE OBJETOS VIALES SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 6/7	





LEYENDA

- Talud
- Vías
- Límite Cantonal
- Límite Parroquial

0 2.5 5 7.5 10 km

Escala:
1 : 250 000

CANTÓN CATAMAYO FASE I

MAPA DE OBJETOS VIALES TALUDES 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ELABORADO POR:
Santiago Díaz y Martina Vaca

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 84	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur
FUENTE DE BASE DE DATOS: CONGOPE	FECHA: Octubre de 2022
# DE MAPA: 7/7	

CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE ATRIBUTOS VIALES

Una vez finalizado el inventario vial se pudo identificar en específico tres objetos viales que requieren de una intervención temprana enfocada en actividades de construcción y mantenimiento de carácter preventivo y correctivo, con la finalidad de mejorar la transitabilidad de los usuarios de las vías. Los objetos viales que requieren de una atención oportuna se detallan a continuación:

5.1 Alcantarillas

Tabla 26. Propuesta de mejoramiento de alcantarillas

Alcantarillas			Observación	Propuesta de mejoramiento
Código de la vía	**Identificador del objeto vial**	**Imagen**		
P11-01-63-0033-04	06		El extremo inicial de la alcantarilla circular metálica se encuentra completamente obstruido por vegetación y material de la ladera	Realizar una limpieza del cabezal inicial y un mantenimiento total a la alcantarilla
P11-03-54-0095-05	03		El diámetro de la alcantarilla de hormigón es insuficiente para caudales previstos en períodos de lluvia. Obstrucción parcial por material de ladera en el extremo inicial de la alcantarilla	Reemplazar la alcantarilla por que cuente con un diámetro mayor, y generar un plan de mantenimiento adecuado para evitar obstrucciones en la alcantarilla
P11-03-51-0134-03	03		Colapso del cabezal final de la alcantarilla, y desprendimiento crítico de la vía.	Reposición total de la alcantarilla y de la estructura de pavimento.
P11-03-53-0061-05	01		Obstrucción parcial en el extremo inicial de la alcantarilla circular metálica por material de ladera y vegetación. Cabezal inicial de la alcantarilla destruido.	Reposición del cabezal inicial y limpieza del cuerpo de la alcantarilla.
P11-01-61-0011-08	17		Empozamiento de agua en el extremo final de la alcantarilla debido a que no cuenta con un correcto diseño de evacuación de las aguas lluvias.	Generar un buen sistema de evacuación de aguas lluvia hacia cuerpos receptores mediante la implementación de bajantes o canaletas.

Nota: Elaboración propia

5.2 Puentes

Tabla 27. Propuesta de mejoramiento de puentes

PUENTES			Observación	Propuesta de mejoramiento
Código de vía	**Identificador del objeto vial**	**Imagen**		
P11-03-51-0131-05	01		La superestructura no cuenta con ningún tipo de protección lateral.	Implementación de protecciones laterales de tipo rígido ya que son fáciles de reconstruir y resisten mayor fuerza en comparación con las barreras deformables en el caso que se produzcan impactos vehiculares.
P11-01-63-0033-04	01		Se observa acumulación de agua subsuperficial en la infraestructura del puente, específicamente en los estribos.	Colocación de geocompuestos que generen un drenaje previsible. De tal manera, que el geotextil y el núcleo del polímero detengan las partículas de tierra mientras que permiten que el agua entre en el núcleo del drenaje y sea trasferida hasta la salida.
P11-01-61-0015-04	01		Presencia de fisuras en la infraestructura del puente producto de la sedimentación del material fino arrastrado por el caudal del río.	Ejecución de un plan de mantenimiento correctivo para extender la vida útil de la infraestructura mediante inyecciones de resina epóxica. Cabe mencionar que primero se debe corregir la causa del daño.
P11-01-62-0039-09	01		Presencia de maleza en la superestructura.	Ejecución de un plan de mantenimiento preventivo rutinario que conlleve actividades como: limpieza de desagües, eliminación de maleza, tratamientos superficiales, etc.
P11-01-63-0039-09	02		Presencia de baches en la capa de rodadura producto de un drenaje insuficiente.	Implementación de drenaje longitudinal, cunetas, con la finalidad de captar y transportar el agua a un desagüe.

Nota: Elaboración propia

5.3 Puntos críticos

Tabla 28. Propuesta de mejoramiento de puntos críticos

Puntos Críticos			Observación	Propuesta de mejoramiento
Código	**Identificador del objeto vial**	**Imagen**		
P11-03-51-0042-06	01		Desprendimiento crítico de la estructura de pavimento causado como consecuencia del colapso de la alcantarilla	Reposición total de la alcantarilla y de la estructura de pavimento, e implementar un muro de talud inferior
P11-01-62-0040-09	02		Empozamiento de agua y erosión de la superficie de la vía debido a la escorrentía superficial.	Construcción de badén que permita el paso del flujo de agua que atraviesa la vía
P11-03-51-0106-05	03		Zona de drenaje natural de aguas lluvias y escorrentía superficial proveniente de la quebrada.	Implementar alcantarilla para evitar los efectos de erosión del agua sobre la vía.
P11-01-63-0036-05	01		Socavamiento de la estructura de la vía debido al flujo natural del río	Construir un muro de gaviones o escolleras para controlar la socavación de la estructura de la vía.
P11-03-51-0098-04	02		Riesgo potencial de colapso de la estructura de la vía por deslizamiento de la ladera inferior	Implementar alcantarilla para reducir los efectos del agua sobre la vía, o implementar un muro de talud inferior

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Tras la finalización del inventario vial realizado en la provincia de Loja, específicamente en los cantones de Loja fase III y Catamayo fase I, se levantaron un total de 494.16 Km. de la red vial, de los cuales 149.42 Km. corresponde al cantón Loja y 344.77 Km. al cantón Catamayo.
- En el cantón Loja se ha podido identificar que, de la totalidad de kilómetros de vías inventariadas, el 42.15 % (62.98 Km.) de estas presentan una superficie de rodadura tipo lastre, el 29.42 % (43.96 Km.) son de suelo natural, el 14.94 % (22.32 Km.) son de pavimento flexible, el 10.25 % (15.32 Km.) son de superficie mixta y el 3.24 % (4.84 Km.) corresponde a pavimento rígido.
- En cuanto al cantón Catamayo, se determinó que las vías con capa de rodadura lastrada se encuentran en mayor longitud con un 66.39 % (228.89 Km.), le sigue las de pavimento flexible con un 16.28 % (56.12 Km.), las de suelo natural con un 13.53 % (46.63 Km.) y las de superficie mixta con un 3.81 % (13.12 Km.); por otro lado, no hay presencia de vías en pavimento rígido.
- Se pudo evidenciar que tanto para el cantón Loja como Catamayo predominan aquellas vías en estado regular, mientras que las vías en estado malo se presentan en menor proporción. Esto se puede atribuir principalmente a varios factores externos como: efectos del cambio climático, falta de mantenimiento vial, inadecuados procesos de rehabilitación vial, etc.
- La codificación empleada para los tramos de las vías inventariadas no fue adoptada por la Prefectura de Loja ya que no se logró inventariar la totalidad de la red vial de la provincia, por lo que el código empleado es de carácter provisional y está sujeto a futuras modificaciones.
- Del catálogo de atributos viales elaborado se pudo determinar que se levantaron un total de 492 alcantarillas, de las cuales 289 se encuentran en buen estado, siendo las alcantarillas de tipo circular metálica las que se presentan en mayor cantidad. Cabe mencionar que mayormente se emplean este tipo de alcantarillas debido a sus grandes ventajas en cuanto a durabilidad, economía y resistencia.
- En el inventario vial realizado se levantaron un total de 24 puentes, de los cuales la gran mayoría se encuentran en un rango de funcionamiento óptimo. Sin embargo, es de vital importancia efectuar actividades de mantenimiento periódicas para mantener una

adecuada transitabilidad ante la incidencia de riesgos como socavamientos, sismos, crecidas de ríos, etc.

- Los puntos críticos levantados en campo, con un total de 169 puntos, se enfocaron principalmente en aquellas situaciones que representen un riesgo potencial, tanto para la integridad de la vía como la de sus usuarios, ya sea a corto o largo plazo, siendo los de tipo hidrogeológico los que se presentan en mayor cantidad con 73 puntos.
- De los 166 taludes inventariados en territorio, se determinó que más del 90% son de tipo natural e inestable, lo que refleja la poca intervención por parte de la Prefectura de Loja en lo que respecta a la estabilización de los mismos.
- La caracterización de la red vial desarrollada mediante cuadros estadísticos y tablas, así como la generación de mapas representan una herramienta indispensable para la Prefectura de Loja. A través de este inventario vial se pretende proporcionar al Consejo Provincial una fuente de información actualizada y confiable que le permita desarrollar planes de conservación e inversión vial, así como priorizar aquellas vías que requieran de una intervención inmediata.

6.2 Recomendaciones

- Dado que la gran mayoría de las vías inventariadas se encuentran en un estado regular y malo se recomienda al Consejo Provincial de Loja realizar una evaluación de daños en las vías correspondientes, con el objetivo de priorizar aquellas que requieran de una intervención oportuna. De tal manera, que permita a futuro el desarrollo de planes de inversión en proyectos de conservación vial, tales como proyectos de mantenimiento, reconstrucción o rehabilitación de la infraestructura vial.
- Para garantizar el buen funcionamiento de las alcantarillas y evitar el deterioro de las mismas se recomienda realizar actividades de mantenimiento de carácter rutinario. Así como el reemplazo de aquellas alcantarillas que no presentan un sistema de drenaje adecuado como consecuencia de su diámetro insuficiente, siendo en su gran mayoría las tuberías de PVC.
- Debido a la gran cantidad de taludes inestables presentes a lo largo de la red vial de la provincia de Loja, el mantenimiento rutinario de taludes se debe convertir en una actividad de carácter prioritario que permita garantizar el adecuado funcionamiento de la vía, así como brindar seguridad y comodidad a sus usuarios.
- Es importante realizar una actualización constante de la información levantada en el inventario vial, especialmente en la construcción de nuevas vías u obras

complementarias. De tal manera que permita contar siempre con información que refleje la condición actual de las vías y, por tanto, simplificar el trabajo de futuros inventarios viales.

- Con la finalidad de facilitar el cumplimiento de las competencias de la Prefectura de Loja para el desarrollo socioeconómico y vial de la provincia, es de orden imperativo que la información recopilada en el presente trabajo de titulación no quede almacenada únicamente en el repositorio de la universidad, si no que sea empleada y actualizada periódicamente por los organismos responsables.

REFERENCIAS

Alonso, D. (2016). QField: QGIS para dispositivos móviles. Mapping GIS: https://mappinggis.com/2019/04/qfield-qgis-para-dispositivos-moviles/

Bogdanovich, I. (2013). *About Geo Tracker*. Geo - Tracker: https://geo-tracker.org/about/

Caraguay Satama, J. L. (2015). *Inventario de la red vial de la provincia de Zamora Chinchipe.*

Castillo Monge, M. V., & Duarte Zaruma, J. E. (1993). *Estudio e inventario vial de la provincia de Loja*. Trabajo de titulación de Ingeniería Civil, Universidad Técnica Particular de Loja , Facultad de Ingeniería Civil, Loja. https://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/21348

Censo Nacional de Instituciones Educativas. (2011). *Códigos Provinciales Cantonales y Parroquiales.*

CONGOPE. (2019). *Homologación de las BBDD todas las Provincias. Diccionario de la Base de Datos.*

CONGOPE. (2019). *PLAN DE DESARROLLO VIAL INTEGRAL DE LA PROVINCIA DE LOJA 2019.* Loja. http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/Loja-plan-vial-integral.pdf

Crespo Villalaz, C. (2004). *Vías de comunicación: Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos.* México: Limusa. https://books.google.com.mx/books?id=TVogJOYf7pgC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false

Garay , D., & Agüero, J. (2013). *Introducción a los SIG Software QGIS.* La Rioja: Ediciones INTA. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_intro_qgis2.10_eea_la_rioja.pdf

Garrido Zapata, G. D., & Matos Flores, Á. E. (2020). *PROPUESTA DE MODELO DE INVENTARIO VIAL PARA IMPLEMENTAR UN PLAN DE CONSERVACIÓN VIAL EN LA RED DEPARTAMENTAL DE BAJO VOLUMEN.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Ricardo Palma, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Lima.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Catamayo. (2018). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Catamayo Actualización - 2018.* Catamayo. https://catamayo.gob.ec/wp-content/uploads/rendicioncuentas/2020/pdyot_2018.pdf

Gobierno Municipal de Catamayo & Consejo Provincial de Loja. (2004). *Plan Vial del Cantón Catamayo.*

Gobierno Regional de Ucayali. (2013). *CATEGORIZACIÓN DE CENTROS POBLADOS.* GERENCIA REGIONAL DE PLANIFICACIÓN, PRESUPUESTO Y ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL.

Herrera, E., & Martínez, M. (2021). *METODOLÍA INVENTARIO VIAL.* Quito: Prefectura de Pichincha.

INEN. (2011). *SEÑALIZACIÓN VIAL PARTE 2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.* Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2:2011, Quito. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n_horizontal.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2018). *Marco Maestro de Muestreo Multipropósito.* https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Multiproposito/201812_Marco_Maestro_de_Muestreo_Multiproposito.pdf

Julián Rodrigo, Q. G. (2011). *Inventarios viales y categorizaci • n de la red vial en estudios de Ingeniería de Tránsito y Transporte.* Revista Facultad de Ingenier • a, UP.

Lara López, E., Posada, S. C., & Navarro Moreno, J. G. (s.f.). *LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.* Universidad de Sevilla. http://imsturex.unex.es/MUIETSIG/TEMA1.pdf

León Flores, M. S. (2020). *DISEÑO GEOMÉTRICO DEFINITIVO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO –PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 12 + 000 – 16 + 000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILÍ Y PANGUA DE LA PROVNICIA DE COTOPAXI.* Universidad Técnica de Ambato. http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/1327/1/Machuca_Castro_Gustavo_Javier.pdf

Maldonado, N. (2020). Breve historia de la vialidad de las provincias de Loja y Zamora-Chinchipe (Siglo XX e inicios del XXI) [Versión PDF]. *Revista de la Sección Académica de Ciencias Naturale, I*(1), 139-191.

Marambio Chávez, J. P. (Noviembre de 2009). PROYECTO DE DESCENTRALIZACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE DROGAS EN LOS PAÍSES ANDINOS. *Análisis Situacional y Conclusiones de 14 Estudios Realizados en Ecuador sobre la Percepción del Uso y Consumo de Drogas, Realizados entre Marzo y Noviembre del 2009*. http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/savia/PDF/Analisis%20final-%20ecuador.pdf

Mata, P. (2015). *DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS.* Trabajo de Tesis, Universidad del Azuay, Cuenca. https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5901/1/12221.pdf

Ministerio de Obras Públicas / Unidad De Caminos Vecinales – H. Consejo Provincial De Loja-Juntas Parroquiales. (2004). *Plan Vial del Cantón Loja.* Loja.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). *ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI - 12* (Vol. 3). Quito, Ecuador: Subsecretaría de Infraestructura del Transporte. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf

Morales, A. (2020). *Mergin Maps: toma de datos en campo y sincronización con QGIS*. MappingGIS: https://mappinggis.com/2022/07/merginmaps-toma-de-datos-en-campo-y-sincronizacion-con-qgis/

Municipio de Loja. (2019). *LOJA*. Municipio de Loja: https://www.loja.gob.ec/contenido/loja

Naranjo Hidalgo, D. (2020). NATURALEZA. (P. R. Guamán, Ed.) *Revista de la Sección Académica de CC.NN. de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Benjamín Carrión, Núcleo de Loja*.

National Center for Geographic Information and Analysis. (1990). *Geographical Information Systems: An Introduction.* Prentice Hall.

QGIS Development Team. (2016). *Guía de usuario de QGIS - Características*. Documentación para QGIS 2.14: https://docs.qgis.org/2.14/es/docs/user_manual/index.html

Quintero González, J. R. (2011). Inventarios viales y categorización de la red vial en estudios de Ingeniería. *Revista Facultad de Ingeniería UPTC, 20*, 65-77.

SENPLADES. (2012). *GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1:25.000.* Loja. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA7/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/LOJA/LOJA/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_loja_infraestructura.pdf

T.A.M.S. - ASTEC. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras - 2003* (Consorcio de Consultores "LOUIS BERGER INTERNACIONAL, INC. - PROTECVIA CIA. LTDA. ed.). Quito. https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

Tito, B. (2022). *QGIS que es y para que sirve: todo lo que debes saber*. Ingeniería Ambiental: https://ingenieriaambiental.net/qgis-que-es-y-para-que-sirve/

Torres Valarezo, J. F., & Duche Fajardo, G. E. (2012). *Monografía del cantón Loja, provincia de Loja*. Trabajo de tesis, Universidad Técnica Particular de Loja, Hotelería y Turismo, Loja. https://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/4696

Vivacatamayo. (2010). *Datos históricos del cantón Catamayo*. Revista virtual vivacatamayo.org: https://vivacatamayo.org/datos-historicos-del-canton-catamayo/2/

Vivacatamayo. (30 de Abril de 2021). *Una Breve Historia del Nombre Catamayo, y de Uno de sus Ríos con el Mismo Nombre, Comúnmente Llamado El Boquerón*. Revista virtual vivacatamayo.org: https://vivacatamayo.org/editorial-una-breve-historia-del-nombre-catamayo-y-de-uno-de-sus-rios-con-el-mismo-nombre-comunmente-llamado-el-boqueron/

Wikipedia.org. (2006). *Cantera*. Wikipedia.org: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Cantera&oldid=146602688

Xunta de Galicia. (2018). *QGIS: Solución de Sistema de Información Geográfica con Software Libre*. Mancomun: https://www.mancomun.gal/es/artigo-tic/qgis-solucion-de-sistema-de-informacion-xeografica-con-software-libre/

ANEXOS

Los anexos empleados para el presente trabajo de titulación se encuentran en el siguiente enlace: https://puceeduec-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/sadiaz_puce_edu_ec/EmrlnLm-ZndCugVJU2HGWlgB2e-7a-YyMi0PjLO_Ujnx4w?e=aKTOia