PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

"INVENTARIO VIAL DE LAS PARROQUIAS RURALES DEL CANTÓN LATACUNGA PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

AUTOR:

FABIÁN ISRAEL VIERA HEREDIA

DIRECTOR:

ING. WILSON CANDO

QUITO DM, DICIEMBRE 2022

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios, a la Virgen María de la Medalla Milagrosa y a los ángeles presentes en mi vida por protegerme, guiarme y darme sabiduría para alcanzar mis objetivos. A mis padres Fabián y Magdy por todo el amor, sabiduría y motivación que me brindan, por brindarme la educación necesaria para crecer y por enseñarme a perseverar. A mi hermano Joco por ser un gran compañero de vida. A mi abuelita Laury por su amor incondicional, por su cuidado y atención. A toda mi familia por compartir conmigo gratos momentos y por darme apoyo incondicional en todo momento. A mis amigos por haber crecido juntos en nuestra vida personal y profesional. A mis profesores por su contribución en mi desarrollo intelectual y personal.

DEDICATORIA.

Con amor y gratitud dedico este trabajo de disertación a mi familia, especialmente a mis padres, mi hermano, a mi abuelita Laury, a mi tío Carlos y a mi abuelito Alberto, gracias por mostrarme que, con amor y determinación, los sueños se hacen realidad.

Fabián Israel

ÍNDICE DE CONTENIDO

1 CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN. 1
1.1 Antecedentes. 1
1.2 Planteamiento del problema. 2
1.3 Alcance. 3
1.4 Objetivos 4
1.4.1 Objetivo general 4
1.4.2 Objetivos específicos 4
1.5 Generalidades 4
1.5.1 Reseña histórica del cantón Latacunga. 4
1.5.2 Ubicación geográfica del cantón Latacunga. 6
1.5.3 Ubicación geográfica de las parroquias rurales Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló. 7
2 CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 8
2.1 Inventario vial. 8
2.1.1 Definición de inventario vial. 8
2.1.2 Importancia de la elaboración de inventarios viales. 8
2.2 Elementos y atributos de la infraestructura vial a inventariar. 8
2.2.1 Vías / caminos. 9
2.2.2 Cunetas 15
2.2.3 Señalización vertical. 18
2.2.4 Señalización horizontal. 21
2.2.5 Alcantarillas. 23
2.2.6 Puentes. 28
2.2.7 Punto crítico. 34
2.2.8 Talud. 35
3 CAPÍTULO 3: INVENTARIO VIAL DE LAS PARROQUIAS RURALES ALÁQUEZ, JOSEGUANGO BAJO Y MULALÓ DEL CANTÓN LATACUNGA PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE COTOPAXI. 38
3.1 Identificación de las vías rurales no levantadas por el CONGOPE en el inventario vial del año 2017. 38
3.2 Definición de códigos de tramos de vías a inventariar. 41

3.3 Elaboración de catálogo de atributos viales para su utilización en el inventario vial. 41
3.4 Planificación y levantamiento del inventario vial. 42
3.4.1 Reuniones de trabajo con la Prefectura de Cotopaxi. 42
3.4.2 Planificación. 44
3.4.3 Cronograma de actividades para la ejecución del inventario vial. 44
3.4.4 Elaboración de formato para la toma de datos en campo. 46
3.4.5 Elaboración de mapas para recorrido en el campo. 47
3.5 Inventario y trabajos en campo. 47
3.5.1 Grabación de tracks. 47
3.5.2 Toma de waypoints de coordenadas de posición de los atributos. 48
3.5.3 Medición de las características geométricas. 49
3.5.4 Procedimiento de medición del gálibo del puente. 49
3.5.5 Toma de datos del estado de los elementos viales. 50
3.5.6 Registro fotográfico de los atributos y condiciones de las vías. 50
3.5.7 Grabación de video de las rutas inventariadas. 51
3.6 Descarga de la información levantada, trabajo de gabinete. 52
3.6.1 Transferencia y almacenamiento de fotos y videos. 52
3.6.2 Transferencia de la información del GPS al computador. 52
3.6.3 Procedimiento para transferencia y procesamiento de archivos del GPS a computador. 52
3.7 Edición y procesamiento de la información. 53
3.7.1 Waypoints. 53
3.7.2 Tracks. 56
4 CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS. 56
4.1 Diagrama de información de las vías inventariadas. 56
4.1.1 Tipo de capa de rodadura. 56
4.1.2 Estado de la capa de rodadura 57
4.1.3 Tipos de carriles de las vías. 59
4.1.4 Ancho de las vías. 60
4.2 Diagramas de información de cunetas. 60
4.2.1 Tipo de cuneta. 60
4.2.2 Estado de las cunetas. 61

4.3 Diagramas de la información de la señalización vertical. 63
4.3.1 Tipo de señalización vertical. 63
4.3.2 Estado de la señalización vertical. 63
4.4 Diagramas de información de la señalización horizontal. 65
4.4.1 Tipo de señalización horizontal. 65
4.4.2 Estado de la señalización horizontal. 66
4.5 Diagramas de información de las alcantarillas. 67
4.5.1 Tipo de alcantarilla. 67
4.5.2 Material de la alcantarilla de acuerdo a su geometría. 68
4.6 Diagrama de información de los puentes. 70
4.6.1 Material de la capa de rodadura de los puentes. 70
4.6.2 Estado de la superestructura de los puentes. 70
4.6.3 Estado de la infraestructura de los puentes. 71
4.6.4 Riesgo de socavación. 71
4.6.5 Materiales de las protecciones laterales. 72
4.7 Diagramas de información de los puntos críticos. 74
4.7.1 Tipos de puntos críticos. 74
4.8 Diagramas de información de taludes. 75
4.8.1 Tipo de talud. 75
4.8.2 Estado de los taludes tipo intervenido. 75
4.9 Registro fotográfico de los puentes e identificación de riesgos de socavación. 76
4.10 Mapas. 84
4.10.1 Vías inventariadas. 84
4.10.2 Cunetas inventariadas. 85
4.10.3 Señalización vertical inventariada. 86
4.10.4 Señalización horizontal inventariada. 87
4.10.5 Alcantarillas inventariadas. 88
4.10.6 Puentes inventariados 89
4.10.7 Puntos críticos inventariados. 90
4.10.8 Taludes inventariados. 91
4.10.9 Accesos a propiedades privadas 92
5 CAPÍTULO 5: PLAN DE MEJORAMIENTO DE ATRIBUTOS VIALES. 93
5.1 Tramos de vías. 93

5.2 Alcantarillas. 93
5.3 Puentes. 94
5.4 Puntos críticos. 97
5.4.1 Puntos críticos por diseño geométrico. 97
5.4.2 Puntos críticos de tipo hidrogeológico. 101
5.4.3 Puntos críticos de tipo hidrológicos. 102
5.5 Taludes. 104
6 CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 104
6.1 Conclusiones. 104
6.2 Recomendaciones. 118
7 BIBLIOGRAFÍA 119

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Mapa de la Categorización de la Red Vial de la Provincia de Cotopaxi. (CONGOPE, 2019)..... 3

Figura 2. Ubicación del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi. (Elaboración Propia) 6

Figura 3. Ubicación de las parroquias: Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló. (Elaboración propia)..... 7

Figura 4. Vía de pavimento flexible. (Elaboración propia)..... 9

Figura 5. Cuneta en L en la vía Santa Rita – Parque Nacional Cotopaxi. (Elaboración propia) 16

Figura 6. Señalización vertical regulatoria de velocidad máxima 20 Km/h y preventiva de giro a la izquierda. (Elaboración propia)..... 19

Figura 7. Señalización horizontal, línea central continua sin tachas y líneas de borde de calzada. (Elaboración propia)..... 21

Figura 8. Elementos de una alcantarilla. Elaboración propia en base a: (haroldylp, 2019) y (H, Alex, 2018)..... 24

Figura 9. Partes de un puente. Elaboración propia en base a: (Construcción Sostenible, 2020) y Diccionario de la base de datos, CONGOPE, 2022. 28

Figura 10. Colapso de la capa de rodadura por causas hidrológicas. (Elaboración propia) 34

Figura 11. Partes de un talud. Elaboración propia en base a: (Itcenco, 2021) 36

Figura 12. Delimitación de áreas a inventariar. Parroquias Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló. (Elaboración propia) 39

Figura 13. Mapa inventario vial CONGOPE año 2017, cantón Latacunga, parroquias. Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló, 301,85 km. (Elaboración Propia)..... 40

Figura 14. Vías nuevo levantamiento en inventario 2022 (rojo), vías inventario CONGOPE 2017 (negro), parroquias rurales Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló. (Elaboración propia) 40

Figura 15. Simbología de elementos y atributos viales. (Elaboración propia)..... 42

Figura 16. Mapa de la categorización vial Nivel 1 (Prefectura de Cotopaxi) 43

Figura 17. Vía Nivel 1 (amarillo), vías de inventario CONGOPE 2017 (negro), en las parroquias rurales Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló. (Elaboración propia) 44

Figura 18. Formato para toma de datos en campo. (Elaboración propia) 46

Figura 19. GPS Garmin Map 64sx. (Elaboración propia) 46

Figura 20. Tracks de vías inventariadas en la parroquia Aláquez. (Elaboración propia) 47

Figura 21. Waypoints de atributos de infraestructura vial inventariadas en la parroquia Aláquez. (Elaboración propia)..... 48

Figura 22. Medición del gálibo de un puente. (Elaboración propia) 50

Figura 23. Foto de elementos viales tomada con aplicación celular NoteCam Pro. (Elaboración propia) 51

Figura 24. Captura de imagen de la grabación de video. (Elaboración propia) 51

Figura 25. Software DNRGPS. (Elaboración propia) 53

Figura 26. Transferencia de datos de GPS a computadora con DNRGPS. (Elaboración propia)..... 53

Figura 27. Archivo Excel del total de atributos inventariados. (Elaboración propia) 54

Figura 28. Archivos Excel de cada tipo de atributo. (Elaboración propia) 54

Figura 29. Convertir los archivos ".xlsx" a tipo ".csv" (Comma-Separated Values) para poderlos importar a QGIS. (Elaboración propia) 55

Figura 30. Importar del archivo tipo ".csv" al QGIS. (Elaboración propia) 55

Figura 31. Tabla de atributos de características de vía. (Elaboración propia)..... 56

Figura 32. Comparación de inventarios CONGOPE 2017 - Inventario 2022. (Elaboración propia)..... 105

Figura 33. Inventario vial 2022 de las parroquias rurales Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló del cantón Latacunga perteneciente a la provincia de Cotopaxi. (Elaboración propia) 106

Figura 34. Mapa del Inventario vial 2022 de las parroquias rurales Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló del cantón Latacunga perteneciente a la provincia de Cotopaxi. (Verde- actualización del CONGOPE); (azul- nuevo levantamiento). (Elaboración propia)..... 107

Figura 35. Comparación de vías inventariadas en el año 2022, en relación al inventario realizado por el CONGOPE en el año 2017. (Elaboración propia)..... 108

Figura 36. Vías inventariadas en el año 2022 en referencia al inventario del CONGOPE del 2017. (Elaboración propia)..... 109

Figura 37. Ingreso cerrado a vías en propiedades privadas. (Elaboración propia)..... 110

Figura 38. Waypoints de accesos a vías de propiedades privadas. (los waypoints de amarillo, corresponden a los sitios referidos en la figura 36). (Elaboración propia)..... 111

Figura 39. Códigos asignados a las vías inventariadas en 2022. (Elaboración propia)..... 111

Figura 40. Puente 09 (sector de Chitan), sin protecciones laterales debido a acumulación de sedimentos en su capa de rodadura (Elaboración propia) 116

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Atributos de las características generales de la vía. 9

Tabla 2. Atributos de las características de la vía. 11

Tabla 3. Tipos de capa de rodadura. 13

Tabla 4. Atributos de una cuneta. 16

Tabla 5. Tipos de cunetas. 17

Tabla 6. Atributos de la señalización vertical. 19

Tabla 7. Tipos de señalización vertical 20

Tabla 8. Atributos de la señalización horizontal. 21

Tabla 9. Tipos de señalización horizontal. 22

Tabla 10. Atributos de una alcantarilla 23

Tabla 11. Tipos de alcantarillas. 25

Tabla 12. Materiales que constituyen las alcantarillas 26

Tabla 13. Atributos de un puente 29

Tabla 14. Atributos de un punto crítico. 34

Tabla 15. Atributos de un talud 35

Tabla 16. Elementos que influyen en la integridad de los taludes. 37

Tabla 17. Codificación de vías a inventariar. 41

Tabla 18. Código de atributos para inventario 2022. 49

Tabla 19. Comparación de vías e infraestructura vial asociada entre el inventario vial 2022 y el realizado por el CONGOPE en el año 2017. 105

Tabla 20. Tipo de capa de rodadura de las vías inventariadas. 112

Tabla 21. Estado de la capa de rodadura de las vías inventariadas. 112

Tabla 22. Determinación del gálibo (G) de los puentes, en base a H1 y H2. 114

Tabla 23. Altura H2 de puentes sin protección lateral. 115

1 CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.

1.1 Antecedentes.

La provincia de Cotopaxi cuenta con una red vial e infraestructura vial asociada que han sido planificadas, diseñadas, construidas y mantenidas a lo largo de los años por ingenieros civiles, estos profesionales investigan y desarrollan metodologías y estrategias para identificar las rutas más óptimas para el transporte de personas y bienes entre localidades.

Los inventarios viales se realizan con la finalidad de proporcionar datos para informar a la legislatura sobre el estado de las obras de construcción vial, así como cuantificarlos y así poder gestionar y planificar el patrimonio vial. (Vermont, 1949)

A lo largo del tiempo, en el Ecuador se desarrollaron varios planes viales para intervenir en la red vial para las diferentes localidades, uno de los cuales fue el "Plan Vial Maestro" en 1973. (Jiménez, sf)

En el año 1987, se realizó el "INVENTARIO VIAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI" como tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero civil de los estudiantes de la PUCE. (Aleaga, Gálvez, & Fernández, 1987)

En el año 2015, el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi GADPC, elaboró el Inventario Vial de la provincia de Cotopaxi, donde se encontró un total de vías en la zona rural de 7252,57 Km. (GADPC, 2021).

En el año 2017, de acuerdo a información proporcionada por el Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE) y la Prefectura de Pichincha, el CONGOPE inició una campaña para realizar planes viales en las 23 provincias del Ecuador, para ello, se contrató a empresas consultoras para que se realicen inventarios viales en las 23 provincias en las que estaba incluido la provincia de Cotopaxi. 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. (Herrera & Martínez, Metodología Inventario Vial, 2021).

De acuerdo al inventario vial realizado por el CONGOPE en el año 2017, en la provincia de Cotopaxi, se registró un total de 3079,45 km, excluyendo la vialidad en las parroquias urbanas y zona amanzanadas de la provincia. (CONGOPE, 2019).

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador PUCE tiene un convenio con el CONGOPE para realizar el "Proyecto de investigación de inventarios viales", en base al convenio mencionado, se ha planteado la necesidad de realizar el "Inventario vial de las parroquias rurales del cantón Latacunga perteneciente a la provincia de Cotopaxi.", para contribuir con la actualización del inventario vial de la provincia de Cotopaxi.

1.2 Planteamiento del problema.

El Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi GADPC, tiene la competencia de planificar y ejecutar proyectos de vialidad para cada uno de los cantones de la provincia, además de realizar el mantenimiento de la red vial y su infraestructura vial asociada. (GADPC, 2021). Dicha institución debe conocer el estado actual de la red vial y su infraestructura vial asociada, para que puedan realizar estudios de ingeniería de tránsito y transporte, y con ello realicen una adecuada planificación y gestión del mantenimiento de las vías, además de la construcción de las obras de infraestructura vial.

El último inventario que se realizó de la provincia de Cotopaxi corresponde al realizado por el CONGOPE en el año 2017 con ayuda de empresas consultoras, estas empresas consultoras no lograron inventariar el total de vías de la provincia, siendo competencia de cada una de las prefecturas realizar la actualización vial. (Herrera & Martínez, Metodología Inventario Vial, 2021)

Para el año actual 2022, año en el que se realiza este trabajo, ha cambiado el estado del sistema de la red vial, debido a factores como el clima, el tráfico y cambios de tipo de capa de rodadura; se han desarrollado más proyectos de obras viales, para satisfacer los requerimientos debidos al crecimiento poblacional.

Por estas razones, es necesario elaborar el "Inventario vial de las parroquias rurales del cantón Latacunga perteneciente a la provincia de Cotopaxi", para contribuir con la actualización del inventario vial, y además para que las autoridades competentes puedan priorizar las obras viales que requieren intervención inmediata, garantizando así una adecuada infraestructura vial que facilite la movilidad, promoviendo el desarrollo económico y social, y mejorando la calidad de vida de la población.

1.3 Alcance.

Se realizará el inventario vial de aproximadamente 410 Km de las vías públicas y rurales, además de su infraestructura vial asociada, de las parroquias rurales Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló del cantón Latacunga perteneciente a la provincia de Cotopaxi, mediante la actualización y el levantamiento de nueva información en base al inventario vial que elaboró el CONGOPE en el año 2017, de acuerdo y con la caracterización del Diccionario de la Base de Datos - Características Físicas de la Vía del CONGOPE y la "Metodología para levantamiento del inventario vial" empleada por el CONGOPE y la Prefectura de Pichincha, para generar una base de datos georreferenciada y actualizada; colaborando así al desarrollo del convenio PUCE – CONGOPE en la implementación de "Proyecto de investigación de inventarios viales".

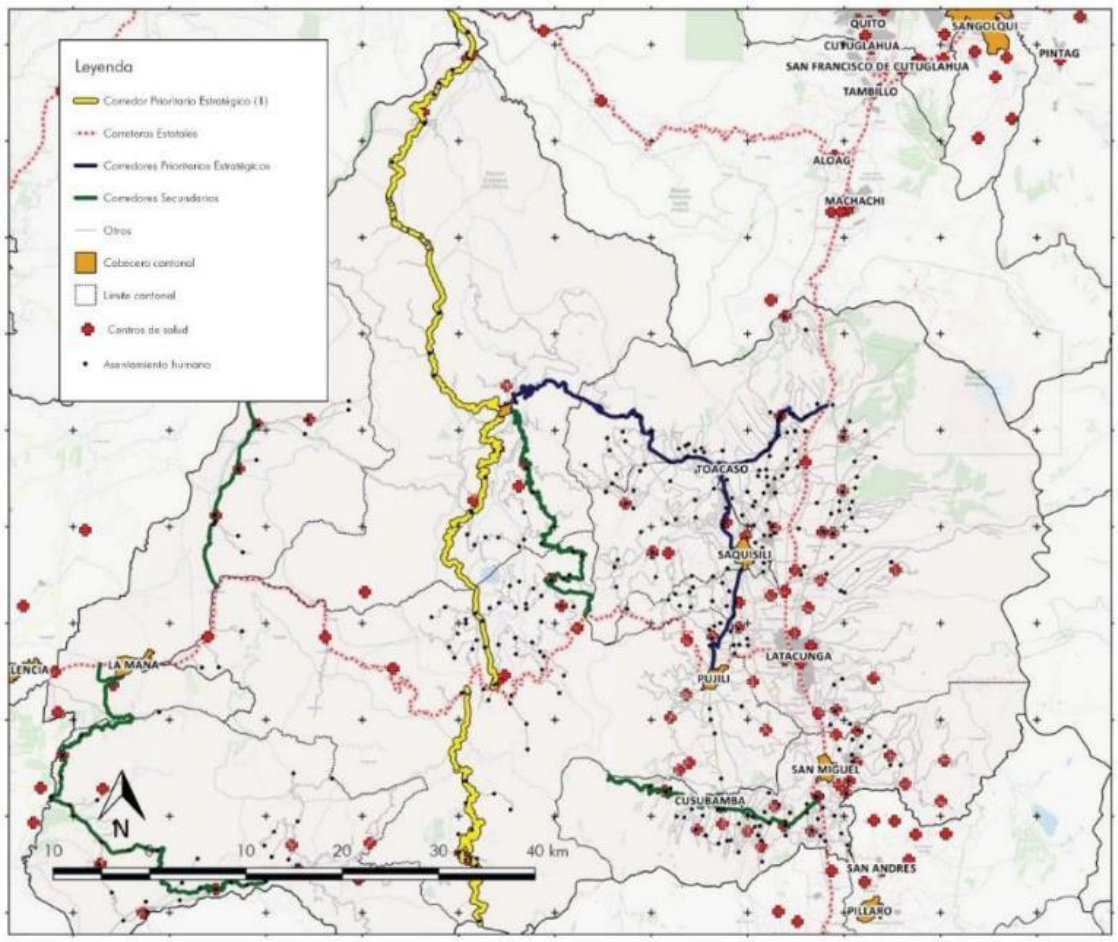


Figura 1. Mapa de la Categorización de la Red Vial de la Provincia de Cotopaxi. (CONGOPE, 2019)

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Elaborar el inventario vial de los elementos y atributos de la infraestructura vial de carácter público y rural de las parroquias rurales Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló del cantón Latacunga, perteneciente a la provincia de Cotopaxi mediante la utilización de la "metodología de inventario vial" empleada por el CONGOPE y la Prefectura de Pichincha.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar e inventariar las vías no levantados por el CONGOPE en el inventario vial de la provincia de Cotopaxi del año 2017.
- Actualizar la base de datos de los elementos y atributos de las obras de infraestructura vial inventariados y no inventariados por el CONGOPE en el inventario vial de la provincia de Cotopaxi del año 2017.
- Definir los códigos de tramos de vías e infraestructura vial asociada, que se van a inventariar en el sector rural de las parroquias Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló del cantón Latacunga.
- Georreferenciar los elementos de infraestructura vial.
- Medir las dimensiones de los elementos que conforman la infraestructura vial.
- Diagnosticar visualmente la característica física y el estado actual de los elementos de la infraestructura vial.
- Elaborar y llenar formatos para toma de datos en campo con la información de la georreferenciación, datos geométricos y el diagnóstico visual de los elementos de infraestructura vial.
- Presentar los resultados del inventario vial mediante la elaboración de mapas, cuadros estadísticos y tablas.

1.5 Generalidades.

1.5.1 Reseña histórica del cantón Latacunga.

Los territorios llamados de San Vicente Mártir (que incluían la actual provincia de Tungurahua y vastas tierras de la región oriental), inicialmente formaron parte de la provincia de Pichincha, pero fueron erigidos como provincia de Cotopaxi el 1 de abril de

1851, durante el gobierno del Sr. Diego Noboa. (Avilés Pino, 2016). El cantón Latacunga, fue creado el 25 de junio de 1824, su cabecera cantonal es la ciudad del mismo nombre. (Cotopaxi, 2014).

La historia vial de la provincia se remonta a datos existentes del Camino del Inca, que cruzaba el callejón interandino de norte a sur, estableciendo el sistema de transporte Inca. (Gálvez Bolaños, Alega Almeida, & Fernández Portilla , 1987)

La colonia trajo consigo la evolución de la red de comunicación nacional, pero no su desarrollo a gran escala, pues solo se establecen caminos para el tránsito de peatones y animales (caminos de herradura) que solo sirvieron para propósitos de explotación de la corona española. (Gálvez Bolaños, Alega Almeida, & Fernández Portilla , 1987)

La vida republicana comenzó a establecer lo que luego se convertiría en las principales rutas de transporte de norte a sur, hasta cuando los presidentes más visionarios del país impulsan construcción de las primeras carreteras y vías férreas. (Gálvez Bolaños, Alega Almeida, & Fernández Portilla , 1987)

Se puede sostener que la carretera Panamericana fue la primera vía interprovincial de la que se desprendieron los primeros ramales que conectaban localidades vecinas. (Gálvez Bolaños, Alega Almeida, & Fernández Portilla , 1987)

El primer plan vial nacional del país incluyó como proyecto fundamental la construcción de la Carretera Panamericana en su tramo Quito-Latacunga y la apertura de las carreteras Latacunga-Quevedo, Quevedo-La Maná y Latacunga-Zumbagua. (Gálvez Bolaños, Alega Almeida, & Fernández Portilla , 1987)

Después de eso, según el Informe de Terminación del Segundo Programa Vial Nacional (1964-1971) realizado por TIPPETTS-ABBET-MC CARTHY-STRATION, no hubo obras mayores, se menciona las carreteras Latacunga-Quevedo y Quevedo-La Maná, siendo estas de grava. El proyecto quinquenal en mención tiende fundamentalmente a unir las regiones de la Sierra y Costa. También se debe mencionar la reparación y resello de las carreteras Quito-Latacunga y Chasqui-Latacunga-Zumbagua, dado su deterioro en el transcurso del tiempo y el crecimiento inesperado del parque automotor. (Gálvez Bolaños, Alega Almeida, & Fernández Portilla , 1987)

1.5.2 Ubicación geográfica del cantón Latacunga.

El presente inventario vial se realizó en la parte nor-oriental del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi, en las parroquias rurales: Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló.

El cantón Latacunga es la capital de la Provincia de Cotopaxi, se encuentra ubicada en la parte Sur-Este del territorio provincial, entre las coordenadas UTM 762000 y 769000 Este y 9904000 y 9981000 Norte; su altitud va desde los 2700 hasta 3000 m.s.n.m. (Latacunga, s.f.); su extensión territorial es de 5287 km^2 y sus límites territoriales son los siguientes: al Norte con la provincia de Pichincha y cantón Sigchos; al Sur con los cantones Pujilí y Salcedo; al Este con la provincia de Napo y al Oeste con los cantones Sigchos, Pujilí y Saquisilí. (Sánchez Acosta, 2022)



Figura 2. Ubicación del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi. (Elaboración Propia)

El cantón Latacunga cuenta con 15 parroquias, 10 parroquias rurales: Mulaló, Joseguango Bajo, Aláquez, Belisario Quevedo, Toacaso, Guaytacama, Poaló, Pastocalle, Tanicuchi y la Parroquia Once de Noviembre, y 5 parroquias urbanas: La Matriz, Eloy Alfaro, San Buenaventura, Juan Montalvo e Ignacio Flores. (Sánchez Acosta, 2022).

1.5.3 Ubicación geográfica de las parroquias rurales Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló.



Figura 3. Ubicación de las parroquias: Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló. (Elaboración propia)

1.5.3.1 Parroquia Aláquez.

La parroquia rural Aláquez tiene una superficie de 142 kilómetros cuadrados. Se encuentra a 9.1 kilómetros de distancia de la cabecera provincial con una altitud que va desde los 2700 a 3500 metros sobre el nivel del mar. (Aláquez, 2011).

La parroquia Aláquez está delimitada de la siguiente manera: al norte con las parroquias Joseguango Bajo y Mulaló, al sur con las parroquias San Buenaventura y Juan Montalvo, al este con la Provincia de Napo, al oeste con la parroquia Guaytacama. (Granja Ponce, 2015)

1.5.3.2 Parroquia Joseguango Bajo.

La parroquia rural Joseguango Bajo tiene una extensión de 174.828 ha. (Granja Ponce, 2015).

La parroquia Joseguango Bajo está delimitada de la siguiente manera: al norte con la parroquia Mulaló, al sur con la parroquia Aláquez, al este colinda con las parroquias de Aláquez y Mulaló, al oeste con la parroquia Guaytacama. (Granja Ponce, 2015).

1.5.3.3 Parroquia Mulaló.

La parroquia rural Mulaló tiene un territorio que comprende 436 km2, su cabecera parroquial está a 3000 msnm. (Granja Ponce, 2015).

La parroquia Mulaló está delimitada de la siguiente manera: al norte con el cantón Mejía y la parroquia Pastocalle, al sur por las parroquias de Aláquez y Joseguango Bajo, al este por la provincia de Napo, al oeste por las parroquias Tanicuchi y Guaytacama. (Granja Ponce, 2015).

2 CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1 Inventario vial.

2.1.1 Definición de inventario vial.

El inventario vial se define como una serie de registros sistemáticos, ordenados y actualizados de la red vial y de los elementos que son objeto de estudio enfatizando su localización, sus características visuales y físicas, y su estado en relación al funcionamiento de los mismos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2015).

2.1.2 Importancia de la elaboración de inventarios viales.

Los inventarios viales se usan para elaborar: diagnósticos de la red vial, caracterización vial, desarrollo de la planificación vial (Proyección vial de ejes estratégicos, disposición vial de eje secundarios, organización vial de vías terciarias), programación de mantenimiento, previsión de intervenciones e inversiones. (Herrera & Martínez, Metodología Inventario Vial, 2021).

2.2 Elementos y atributos de la infraestructura vial a inventariar.

Los elementos y atributos de la infraestructura vial que se van a inventariar son: vía/camino, cunetas, señalización vertical, señalización horizontal, alcantarillas, puentes, puntos críticos y taludes.

2.2.1 Vías / caminos.

Las vías son estructuras construidas con la finalidad de que en estas transiten vehículos, peatones, ciclistas y todos los componentes de la movilidad terrestre, su importancia radica en que permiten conectar los diferentes puntos de diferentes localidades de un área en específico. (Terrestre, 2018).

Sobre la vía existe una superficie denominada la superficie de rodadura, la cual es la capa final superior sobre la cual transitan los vehículos; por estar en contacto directo con el medio debe ser la capa más resistente, de mejor acabado y en constante mantenimiento. (Yánez, 2021)



Figura 4. Vía de pavimento flexible. (Elaboración propia)

2.2.1.1 **Atributos de las características generales de la vía.**

Para la actualización de la base de datos se utilizarán los siguientes atributos para definir las características propias de cada vía.

Tabla 1. Atributos de las características generales de la vía.

NOMBRE ATRIBUTO	**DEFINICIÓN**	**DESCRIPCIÓN DEL DOMINIO**
GID	Número identificador en orden secuencial	
CODIGO	Código de la vía	
RESPONSABLE	Se indica el nombre del responsable del levantamiento de los datos	
FECHA	Se registra la fecha del levantamiento de datos	
PROV	Se indica la provincia de donde parte y a donde conduce el camino o la vía	
CANTON	Se indica el nombre del Cantón de donde parte y a donde conduce el camino o la vía	

PARROQUIA	Se indica el nombre de la Parroquia de donde parte y a donde conduce el camino o la vía	
NUMCAMINO	Se registra el número del camino en orden secuencial	
NUM_TRA	Se registra el número de subtramo que forma parte de la misma vía en orden secuencial	
TIPO INTERCONEXION	Se indica el tipo de interconexión al que pertenece la vía.	ASENTAMIENTO HUMANO A ASENTAMIENTO HUMANO
		CABECERA PARROQUIAL RURAL A ASENTAMIENTO HUMANO
		CANTON A CANTON
		ESTATAL CON ASENTAMIENTO HUMANO
		ESTATAL CON CABECERA CANTONAL
		ESTATAL CON CABECERA PARROQUIAL
		ESTATAL CON CABECERA PROVINCIAL
		ESTATALES
		OTROS
		PARROQUIA RURAL A PARROQUIA RURAL
		PROVINCIA A PROVINCIA
ORIGEN	Se indica el lugar donde se inicia la vía	
DESTINO	Se indica el lugar donde se finaliza la vía	
ASENTAMI	Se registra el número de asentamientos en el recorrido de la vía	
COORDENADAS	Se incluyen la longitud y latitud inicial y final de la vía	
ALTERMAT	Se indicará si el camino es una ruta alterna a la red estatal	F
		T
PLANTTR	Se indicará si el camino conduce a la planta de tratamiento de agua potable	F
		T
RELLENO	Se indicará si el camino conduce relleno sanitario	F
		T
PROYSOC	Se indicará si el camino conduce al sitio donde se ejecutan proyectos sociales	F
		T
PROYEST	Se indicará si el camino conduce a sitios estratégicos	F
		T
PROYSEG	Se indicará si el camino conduce a sitios de seguridad nacional	F
		T
PROYPRO	Se indicará si el camino conduce al sitio donde se ejecutan proyectos productivos	F
		T

COCLIMATI	Se registrará el clima de mayor periodo durante el año	LLUVIOSO
		LLUVIOSO - NUBLADO
		SECO
		SECO - NUBLADO

Tomada de "Información de las características físicas de la vía", Diccionario de la base de datos, CONGOPE, 2022, p.4

2.2.1.2 Atributos de las características de la vía.

Tabla 2. Atributos de las características de la vía.

NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN DEL DOMINIO
GID	Número identificador en orden secuencial	
CODIGO	Código de la vía	
ORIGEN	Se indica el lugar donde se inicia la vía	
DESTINO	Se indica el lugar donde se finaliza la vía	
TIPOTERRENO		LLANO
		MONTAÑOSO
		ONDULADO
		OTROS
		SIN DETERMINAR
COORDENADAS	Se incluyen la longitud y latitud inicial y final	
NUMEROCAMINO	Se registra el número del camino en orden secuencial	
NUMEROSUBCAMINO	Se registra el número de subtramo que forma parte de la misma vía en orden secuencial	
TSUPERF	Se indica el tipo de capa de rodadura de la vía	ADOQUIN
		D-T BITUMINOSO
		EMPEDRADO
		LASTRE
		MIXTO
		PAVIMENTO FLEXIBLE
		PAVIMENTO RIGIDO
		SUELO NATURAL
		TIERRA
		OTRO
		SIN DETERMINAR
ESUPERF	Se indica el estado de la capa superficial de la vía	BUENO
		REGULAR
		MALO
		SIN DETERMINAR

LONGITUD	Se registra la longitud marcada por el odómetro desde el inicio hasta el final	
ANCHOCA	Se registra el ancho de calzada	
ANCHOVI	Se registra el ancho real del camino, que es la distancia entre los puntos externos de la vía incluyendo espaldones	
USO	Se indica el derecho de vía	AGRICOLA
		BOSQUE
		INFRAESTRUCTURA
		MALEZA
		OTRO
		PASTOS
		CUERPO DE AGUA
		INFRAESTRUCTURA FISICA
		SIN DETERMINAR
CARRILES	Se indica el tipo de carriles de la vía	CUATRO CARRILES BIDIRECCIONALES
		DOS CARRILES BIDIRECCIONALES
		DOS CARRILES UNIDIRECCIONALES
		UN CARRIL BIDIRECCIONAL
		UN CARRIL UNIDIRECCIONAL
		SIN DETERMINAR
VELPROM	Se registra la velocidad promedio de la vía	
NUMCURV	Se registra el número de curvas/Km	
DISTVIS	Se registra la distancia de visibilidad tomando en cuenta los obstáculos permanentes	
NUMINTERS	Se registra el número de intersecciones de la vía	
ESENHORI	Se indica el estado de la señalización horizontal (Signos, leyendas, avisos)	BUENO
		MALO
		REGULAR
		SIN DETERMINAR
ESENVERT	Se indica el estado de la señalización vertical (Signos, leyendas, avisos)	BUENO
		MALO
		REGULAR
		SIN DETERMINAR
NUPUENT	Se registra el número total de puentes	
NUMALCAN	Se registra el número total de alcantarillas	

NUMMINAS	Se registra el número total de minas	
NUMPUNTOCRI	Se registra el número total de puntos críticos	
NUMSEN	Se registra el número total de señales	
NUMSERVICIO	Se registra el número total de servicios	
UMTALUD	Se registra el número total de taludes	
NUMASENT	Se registra el número total de asentamientos	
POBLACION	Se registra el número total de habitantes de cada uno de los asentamientos	
VIVIENDAS	Se registra el número total de viviendas existentes en los asentamientos	
OBSERV	Observaciones de texto libre	
IMAGEN	Nombre de la imagen referenciada al atributo	

Tomada de "Información de las características físicas de la vía", Diccionario de la base de datos, CONGOPE, 2022, p.6

2.2.1.3 Tipos de capa de rodadura.

Tabla 3. Tipos de capa de rodadura.

Tipo	**Descripción**	
Adoquín	Capa de rodadura formada por elementos macizos de piedra u hormigón prefabricados, con paredes verticales, que se ajustan bien unos contra otros. [a]	 Fuente propia
D-T Bituminoso	Tipo de capa formada por dos capas de material bituminoso que se aplican de forma consecutiva sobre la base, se construye a partir de asfalto y otros materiales, como arena y polvo de piedra triturada, mezclados con un agente aglutinante, como el aceite de asfalto, se diferencia del pavimento flexible en que el pavimento flexible está compuesto por una sola capa de material bituminoso. [b]	 j

Empedrado	Capa formada por piedras como guijarros, cantos rodados, las cuales están bien sujetas con capas de cemento o arena. [c]	 Fuente propia
Lastre	Capa formada por material granular de grava y arena. [d]	 Fuente propia
Mixto	Capa formada por empedrado y lastre. [e]	 Fuente propia
Pavimento Flexible	Capa formada por mezcla de agregado grueso, agregado fino, relleno mineral y asfalto. [f]	 Fuente propia
Pavimento Rígido	Capa de rodadura estabilizada con hormigón: mezcla de agregados, agua y cemento Portland, con una considerable resistencia a la compresión mayor a 300 kg/cm^2. [g]	 k

Suelo natural	Se prepara con maquinaria en el mismo suelo del lugar donde se asienta. [h]	 Fuente propia
Tierra	Capa formada por el terreno natural de donde se asienta, sin utilización de maquinaria. [i]	 Fuente propia

Nota. [a, g, k] *(Yánez, 2021),* [b, f] *(Fomento, s.f.),* [c] *(Fernández, 2016),* [d, e] *(Yang, 2013),* [h, i, j] *(Garnica, Gómez, & Sesma, 2002)*

2.2.1.4 Estado de la superficie de la capa de rodadura

Existen tres aspectos que permiten definir el estado de la superficie de la capa de rodadura:

- **Bueno:** Se encuentra en buen estado, no presenta daños de magnitud importante. (Manual de Inventarios Viales, 2016).
- **Regular:** Los daños son moderados, sin embargo, no se compromete la movilidad vehicular. (Manual de Inventarios Viales, 2016).
- **Malo:** Los daños son severos, comprometen la movilidad vehicular. (Manual de Inventarios Viales, 2016).

2.2.2 Cunetas

Son zanjas o canales dispuestas de manera longitudinal, que se ubican en ambos costados o a un solo lado de las vías; el agua pasa a estas desde la calzada y se traslada a otra localización, por lo general se coloca en lugares en donde existen taludes de corte o en lugares en donde las precipitaciones son altas. (Orna, 2018).



Figura 5. Cuneta en L en la vía Santa Rita – Parque Nacional Cotopaxi. (Elaboración propia)

2.2.2.1 Atributos de una cuneta.

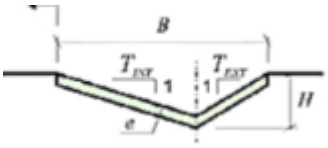
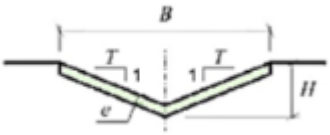
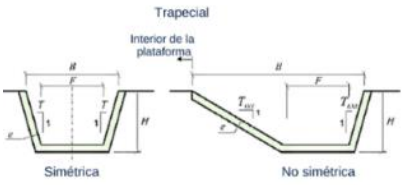
Tabla 4. Atributos de una cuneta.

NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN DEL DOMINIO
GID	Número identificador en orden secuencial	
LADO	Se especifica el lado en la que se encuentra la cuneta	AMBOS
		CENTRO
		DERECHA
		IZQUIERDA
ESTADO	Se indica el estado aparente del atributo	BUENO
		MALO
		REGULAR
		SIN DETERMINAR
TIPO	Descripción del tipo de cuneta	CUNETA CANAL
		CUNETA EN L
		CUNETA EN V
		CUNETAS TRAPECIALES
		SUELO NATURAL
		NO EXISTE
COORDENADAS	Se incluyen la longitud y latitud inicial y final	
OBSERV	Observaciones de texto libre	
CODIGO	Código de la vía	

Tomada de "Información de las características físicas de la vía", Diccionario de la base de datos, CONGOPE, 2022, p.12

2.2.2.2 Tipos de cunetas

Tabla 5. Tipos de cunetas.

Tipo de cuneta	Descripción	Imagen
Canal	La sección transversal de la misma es semicircular. [a]	 f
L	La sección transversal de la misma es triangular asimétrica. [b]	 g
V	La sección transversal es triangular simétrica. [c]	 h
Trapecial	La sección transversal es trapezoide. [d]	 i
Suelo natural	Está constituida por suelo natural. [e]	 Elaboración propia

Nota. [a, b, c, f, g, h, i.] *(CIDHMA, 2019),* [d, e.] *(Millones, 2017)*

2.2.2.3 Estado de cuneta

Para definir el estado de la cuneta se toma en consideración su conformación, siendo esta de suelo o con revestimiento.

2.2.2.3.1 Estado de una cuneta con revestimiento.

- **Buena:** No existe necesidad de reparación, se encuentra en un estado correcto. (Manual de Inventarios Viales, 2016).
- **Regular:** Los elementos revertidos se encuentran quebrados en menos que el 30%. (Manual de Inventarios Viales, 2016).
- **Mala:** Los elementos revertidos se encuentran quebrados en más del 30% de la longitud de la cuneta. (Manual de Inventarios Viales, 2016).

2.2.2.3.2 Estado de una cuneta de suelo.

- **Buena:** No existe necesidad de reparación, se encuentra en un estado correcto. (Manual de Inventarios Viales, 2016).
- **Regular:** Existen problemas de erosión pero que no llegan a afectar a la funcionalidad de la cuneta. (Manual de Inventarios Viales, 2016).
- **Mala:** Tiene problemas de erosión que afectan a la funcionalidad de la cuneta y por ende a la estabilidad de la carretera. (Manual de Inventarios Viales, 2016).

2.2.3 **Señalización vertical.**

La señalización vertical es aquella que se basa en la colocación de estructuras o dispositivos, con la finalidad de lograr controlar el tráfico mediante la comunicación de información por medio de leyendas con símbolos o bien por medio de palabras. (Miranda, Intriago, Sánches, & Santos, 2009).



Figura 6. Señalización vertical regulatoria de velocidad máxima 20 Km/h y preventiva de giro a la izquierda. (Elaboración propia)

2.2.3.1 **Atributos de la señalización vertical.**

Tabla 6. Atributos de la señalización vertical.

NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN DEL DOMINIO
GID	Número identificador en orden secuencial	
LADO	Se especifica el lado en la que se encuentra la señal vertical	AMBOS
		CENTRO
		DERECHA
		IZQUIERDA
ESTADO	Se indica el estado aparente del atributo	BUENO
		MALO
		REGULAR
		SIN DETERMINAR
TIPO	Descripción del tipo de señalización vertical	INFORMATIVA
		PREVENTIVA
		REGULATORIA
		SIN DETERMINAR
COORDENADAS	Se incluyen la longitud y latitud	
OBSERV	Observaciones de texto libre	
CODIGO	Código de la vía	
IMAGEN	Nombre de la imagen referenciada al atributo	

Tomada de "Información de las características físicas de la vía", Diccionario de la base de datos, CONGOPE, 2022, p.13.

2.2.3.2 **Tipos de señalización vertical.**

Tabla 7. Tipos de señalización vertical

Tipo de señalización vertical	**Descripción**	**Imagen referencial**
Regulatoria	Son señales verticales que sirven para notificar sobre acciones prioritarias referentes a prohibiciones de manejo, restricciones, obligaciones, y regularizaciones existentes sobre el uso de las vías en cuestión. [a]	 d
Preventiva	Señales verticales que advierten a los usuarios de las vías sobre la naturaleza de la vía y la existencia de situaciones imprevistas que se presentan en el relieve de la vía. [b]	 e
Informativa	Permiten orientar a los usuarios del sistema vial en relación a lugares turísticos, lugares de recreación, servicios de transporte, etc. [c]	 f

Nota. [a, b, c, d, e, f.] *(CCIMA, 2019)*

2.2.3.3 Estado de la señalética vertical informativa, preventiva y regulatoria.

- **Buena:** La señalética se encuentra en estado óptimo y cumple su función a totalidad. (Manual de Inventarios Viales, 2016).
- **Regular:** La señalética se encuentra ligeramente dañada y cumple su función con cierta dificultad. (Manual de Inventarios Viales, 2016).

- **Mala:** La señalética tiene un estado precario y es muy difícil que cumpla con su función debido a su difícil visualización. (Manual de Inventarios Viales, 2016).

2.2.4 Señalización horizontal.

La señalización horizontal es aquella que se sitúa sobre la calzada, las estructuras de la vía o los bordes de las mismas; tienen la finalidad de orientar y de facilitar el tránsito vehicular de forma normal, además poseen las características de ser reflectivas y deben tener una iluminación apropiada. (Miranda, Intriago, Sánches, & Santos, 2009)



Figura 7. Señalización horizontal, línea central continua sin tachas y líneas de borde de calzada. (Elaboración propia)

2.2.4.1 Atributos de la señalización horizontal.

Tabla 8. Atributos de la señalización horizontal.

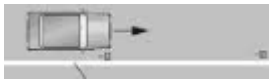
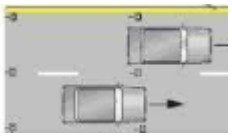
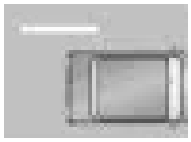
NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN DEL DOMINIO
GID	Número identificador en orden secuencial	
LADO	Se especifica el lado en la que se encuentra la señalización horizontal	AMBOS
		CENTRO
		DERECHA
		IZQUIERDA
ESTADO	Se indica el estado aparente del atributo	BUENO
		MALO
		REGULAR
		SIN DETERMINAR

TIPO	Descripción del tipo de señalización horizontal	CONTINUA CON TACHAS
		CONTINUA SIN TACHAS
		SEGMENTADAS CON TACHAS
		SEGMENTADAS SIN TACHAS
COORDENADAS	Se incluyen la longitud y latitud inicial y final	
OBSERV	Observaciones de texto libre	
CODIGO	Código de la vía	

Tomado de "Información de las características fisicas de la vía", Diccionario de la base de datos, CONGOPE, 2022, p.14.

2.2.4.2 Tipos de señalización horizontal.

Tabla 9. Tipos de señalización horizontal.

Tipo	**Descripción**	**Representación gráfica**
Continua con tachas	Se encuentran formadas por líneas continuas que tienen tachas a los costados, representa la incapacidad de rebasar. [a]	 e
Continua sin tachas	Formada por líneas sin tachas a sus costados, representa la incapacidad de rebasar. [b]	 f
Segmentadas con tachas	Son líneas entrecortadas que cuentan con tachas a los costados, en estas se puede rebasar. [c]	 g
Segmentadas sin tachas	Líneas entrecortadas que no cuentan con tachas a los costados, representa la capacidad de rebasar en la vía. [d]	 h

Nota. [a, b, c, d, e, f, g, h.] *(Ministerio De Transporte y Obras Públicas, 2012)*

2.2.4.3 Estado de la señalización horizontal.

- **Bueno:** Tanto las marcas como las tachas son visibles y no tienen problema alguno. (Manual de Inventarios Viales, 2016).

- **Regular:** Las marcas son visibles, pero tienen cierto grado de daño; las tachas son ausentes o se encuentran dañadas en menos del 30% de su medición longitudinal. (Manual de Inventarios Viales, 2016).
- **Malo:** Las marcas son difícilmente visible; las tachas son ausentes y se encuentran dañadas o ausentes en más del 30% de su medición longitudinal. (Manual de Inventarios Viales, 2016).

2.2.5 Alcantarillas.

Las alcantarillas son estructuras hidráulicas que se localizan entre las intersecciones de redes de drenaje natural con las redes viales; la funcionalidad de las mismas es permitir el paso de cierto caudal por estas permitiendo así una vialidad óptima en las carreteras sin que estas vean su integridad comprometida por el paso del caudal. Esta estructura es un conducto cerrado que puede ser sometido a cierta presión en el caso de ser formada por tubos o bien puede ser formada en relación a un canal, similar a los vertedores; de acuerdo a su funcionalidad o su geometría, pueden ser de tipo baden, cajón, circular o span. (Castro, Cribillero, & Zavaleta, 2013)

2.2.5.1 Atributos de una alcantarilla.

Tabla 10. Atributos de una alcantarilla

NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN DEL DOMINIO
GID	Número identificador en orden secuencial	
MATERIAL	Se especifica el material del cuerpo de la alcantarilla	HORMIGÓN
		LADRIDLLO
		METÁLICA
		MIXTO
		PVC
		SIN DETERMINAR
TIPO	Descripción del tipo de alcantarilla	BADEN
		CAJON
		CUNETA EN V
		CIRCULAR
		SPAN
		SIN DETERMINAR

LONGITUD	Se indica la longitud en metros del atributo	
CUANCHO	Registro del ancho del cuerpo de la alcantarilla	
CUDIAM	Registro del diámetro del cuerpo de la alcantarilla	
CABEZALES	Se indica si existe o no cabezales	T
		F
ECABEZ	Se indica el estado de los cabezales de la alcantarilla	BUENO
		MALO
		REGULAR
		SIN DETERMINAR
ECUERPO	Se indica el estado del cuerpo de la alcantarilla	BUENO
		MALO
		REGULAR
		SIN DETERMINAR
COORDENADAS	Se incluyen la longitud y latitud	
OBSERV	Observaciones de texto libre	OBSERVACIONES
CODIGO	Código de la vía	CÓDIGO
IMÁGENES	Nombre de las imágenes referenciadas al atributo	

Tomado de "Información de las características físicas de la vía", Diccionario de la base de datos, CONGOPE, 2022, p.11.

2.2.5.2 Elementos de una alcantarilla.



Figura 8. Elementos de una alcantarilla. Elaboración propia en base a: (haroldylp, 2019) y (H, Alex, 2018)

2.2.5.3 Tipos de alcantarillas.

Tabla 11. Tipos de alcantarillas.

Tipo de alcantarilla	Descripción	Imagen referencial.
Badén	Es un drenaje construido de forma que el nivel de la rasante de la carretera coincide con el nivel del fondo del cauce del curso natural que intercepta su alineamiento, el cual permite el paso del cauce que se presenta con mayor intensidad en periodos lluviosos. [a]	  e
Cajón	Es aquel que está formado por una sección constante, formada por paredes arriba o tapa, a los lados o laterales y de fondo, en ocasiones puede presentar cartelas en la esquina. [b]	 Elaboración propia
Circular	Formada por tubos. [c]	 Elaboración propia

Span	Alcantarilla constituida por la unión de una serie de tuberías. [d]	 Elaboración propia

Nota. [a.] (H, Alex, 2018), [b.] (Herbas, 2018), [c, d.] (Hernández, 2019); [e.] (Yánez, 2021)

2.2.5.4 Materiales de las que están constituidas las alcantarillas:

Los materiales con los que se construyen las alcantarillas son: el hormigón, PVC, el ladrillo, metal y otras que están constituidas por materiales varios que se consideran como de material mixto. (INLO, 2022)

El material empleado en cuestión varía de acuerdo a una serie de factores que pueden influir en la durabilidad de los mismos como la corrosión, el tiempo de vida útil, el costo, la temperatura, las condiciones geológicas del terreno de la construcción, y los requisitos de la seguridad.

Tabla 12. Materiales que constituyen las alcantarillas

Material	**Característica**	**Representación**
Hormigón	El alcantarillado puede ser de dos tipos PCCP (tubería cilíndrica de hormigón pretensado) en el caso de ser necesarias tuberías que resistan gran fuerza y presión y RCP (concreto reforzado) para las líneas de gravedad, presentan una serie de características como la fuerza puesto que es una de las más fuertes, es un material no inflamable y posee una larga vida útil. [a]	 Elaboración propia

Plástico (PVC)	Los plásticos usados más comúnmente en la creación de tuberías para alcantarillado son el PVC (polivinilo) y el PE (polietileno), este material tiene características como la resistencia que presenta ante el ataque de ciertos compuestos como ácidos, compuestos orgánicos y químicos, son termoestables, son fuertes, algo flexibles y livianos. [b]	 Elaboración propia
Hierro	Es un tipo de tubería constituida por metal, en este caso hierro fundido mezclado con otros elementos en pequeñas proporciones para generar más resistencia a los impactos, una mayor vida útil, resistencia a la ductilidad y a la corrosión. [c]	 Elaboración propia
Ladrillo	Pieza de arcilla rectangular que se coloca superpuesta una sobre otra para generar la forma de la alcantarilla. [d]	 e

Nota. [a, b, c, d, e.] *(INLO, 2022)*

2.2.5.5 Estado de la alcantarilla

Podemos encontrar la siguiente clasificación del estado de la alcantarilla de acuerdo a sus características:

- **Buena:** La alcantarilla posee su luz sin obstrucción, y el flujo del caudal a través del mismo ocurre con normalidad pudiendo ocupar la sección completa. (Manual de Inventarios Viales, 2016)
- **Regular:** La alcantarilla posee su luz obstruida de forma parcial, el flujo del caudal a través de la alcantarilla ocurre solo en parte de la alcantarilla. (Manual de Inventarios Viales, 2016)
- **Mala:** La alcantarilla posee una luz completamente obstruida y el caudal no puede transcurrir a través de la alcantarilla. (Manual de Inventarios Viales, 2016)

2.2.6 Puentes.

Los puentes son obras de infraestructura vial cuya finalidad es la de superar obstáculos propios de la topografía de la región como por ejemplo ríos, cruzar carreteras, quebradas, o para soporte de estructuras como tuberías, petróleo, etc. (Castro P. , 2022)

2.2.6.1 Partes de un puente.

Los componentes de un puente son: la superestructura la cual es un tablero que tiene la finalidad de soportar las estructuras que transmiten las cargas y pesos al tablero de apoyo, y la infraestructura la cual soporta a la superestructura y disipa el peso al terreno. (Rodríguez Serquén, 2017)



Figura 9. Partes de un puente. Elaboración propia en base a: (Construcción Sostenible, 2020) y Diccionario de la base de datos, CONGOPE, 2022.

2.2.6.2 Atributos de un puente.

A continuación, se enlistan y definen los atributos de un puente de acuerdo al Diccionario de la Base de Datos - Características Físicas de la Vía del CONGOPE, empleado para la elaboración de este inventario vial:

Tabla 13. Atributos de un puente.

NOMBRE ATRIBUTO	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN DEL DOMINIO
GID	Número identificador en orden secuencial	
CAPARODAD	Se especifica el material que cubre el tablero del puente	ASFALTO
		HORMIGÓN
		LASTRE
		MADERA
		METAL
		SIN DETERMINAR
TIPO	Descripción del tipo de alcantarilla	BADEN
		CAJON
		CUNETA EN V
		CIRCULAR
		SPAN
		SIN DETERMINAR
CODP	Código del puente	
NOMBRE	Nombre del puente	
RIOQUEB	Registro del río o quebrada	
GALIBO	Se indica la altura desde la parte inferior del tablero hasta la cota superior del espejo del agua o el fondo de la quebrada	
ANCHO	Se indica el ancho de la capa de rodadura del puente	
ANCHOTOT	Se indica el ando del puente incluyendo el espacio de caminería, pasamanos y capa de rodadura	
LONGITUD	Se indica la longitud en metros entre juntas externad del puente	
PROTLATER	Se indica el tipo de material de las protecciones laterales	HORMIGÓN
		MADERA
		MATALICA
		MIXTA

		NINGUNA
		OTRO
ESTPROT	Se indica el estado de las protecciones laterales	BUENO
		MALO
		REGULAR
		SIN DETERMINAR
EVALINFR	Se indica la evaluación de la infraestructura.	BUENO
		MALO
		REGULAR
		SIN DETERMINAR
EVALSUPES	Se indica la evaluación de la superestructura	BUENO
		MALO
		REGULAR
		SIN DETERMINAR
CARGA	Se muestra la carga efectiva de acuerdo con el parque automotor de la vía	
SENCARGA	Se indica si existe señalización de la carga en el puente	T
		F
COORDENADAS	Se incluyen la longitud y latitud	COORDENADAS
OBSERV	Observaciones de texto libre	OBSERVACIONES
CODIGO	Código de la vía	CÓDIGO
IMAGEN	Nombre de la imagen referenciada al atributo	IMÁGENES

Tomado de "Información de las características físicas de la vía", Diccionario de la base de datos, CONGOPE, 2022, p.9.

2.2.6.3 Estado de los componentes de un puente.

- **Bueno:** Posee un deterioro menospreciable, requiere de mantenimiento de prevención y las actividades que transcurren sobre el mismo se realizan de manera óptima. (Terán, Cicero, García, Ruiz, & Valle, 2008).
- **Regular:** Presenta deterioro que afecta el tránsito normal con cierta gravedad, requiere de reparaciones menores a los daños causados por diferentes causas como desprendimientos o socavaciones. (Terán, Cicero, García, Ruiz, & Valle, 2008).

- **Malo:** El deterioro es marcado, requiere de reparación inmediata y las actividades sobre el mismo transcurren con dificultad notable. (Terán, Cicero, García, Ruiz, & Valle, 2008).

2.2.6.4 Capa de rodadura del puente.

La capa de rodadura del puente es la parte superior del puente que soporta el peso del tráfico vehicular y está diseñada para resistir los impactos y el desgaste producido por el tráfico; la capa de rodadura puede estar constituida de diferentes materiales como asfalto, hormigón, lastre, metal o madera, dependiendo de las necesidades y condiciones del puente. Una buena capa de rodadura debe ser capaz de resistir el desgaste causado por factores externos como el clima y el agua; por lo tanto, es importante mantener la capa de rodadura en buenas condiciones para garantizar la seguridad y durabilidad del puente. (U.S. Department of Commerce, 2015).

2.2.6.5 Estado de la superestructura.

La superestructura de un puente es la parte superior del mismo, que incluye la capa de rodadura, los pilares y los arcos que soportan el peso del puente y del tráfico vehicular. La superestructura debe estar diseñada y construida de manera sólida y resistente para soportar el peso y el desgaste causados por el tráfico y el clima. (U.S. Department of Commerce, 2015).

La condición de la superestructura del puente se puede determinar mediante inspección visual. Cuando se encuentran problemas en la superestructura, es importante que se realicen las reparaciones y mejoras adecuadas para garantizar la seguridad y durabilidad del puente, la inspección incluye una inspección visual de la superestructura del puente en busca de signos de daño o desgaste como grietas, deformaciones, corrosión u otros signos de daño en los pilares, arcos y capas superficiales del puente. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2019).

2.2.6.6 Estado de la infraestructura.

La infraestructura del puente incluye todas las partes del puente que soportan y transfieren el peso del tráfico, y todas las partes del puente hasta los cimientos y el suelo. (U.S. Department of Commerce, 2015).

El estado de la infraestructura del puente puede evaluarse mediante inspecciones visuales. Estas evaluaciones ayudan a identificar problemas o debilidades en la infraestructura del puente como grietas, deformaciones, corrosión u otros signos de daño. (U.S. Department of Commerce, 2015).

La inspección visual de la infraestructura del puente, se realiza para buscar signos de daño o desgaste como grietas, deformaciones, corrosión u otros signos de daño en la estructura subyacente y los cimientos del puente. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2019).

2.2.6.7 Riesgo de socavación.

Del estudio realizado por el ingeniero Guzmán, de 72 casos de fallas de puentes en Ecuador reportadas desde el año 2000 hasta 2022, de los que el 47% de los casos examinados corresponden a puentes de hormigón, el 40% a estructuras de acero y el 13% restante a puentes de madera. Las causas más comunes del colapso de un puente son las crecientes de ríos, sobrecargas e impactos. Las inundaciones y la socavación contribuyeron a la mayor frecuencia de fallas, representando el 46 % de todas las fallas. Las sobrecargas de puentes y las fuerzas de impacto lateral de camiones y barcos representan el 25 % de las fallas totales. Otras causas principales frecuentes son el diseño, los detalles, la construcción, el mantenimiento y eventos sísmicos. (Marín, 2022)

La socavación ocurre cuando el agua erosiona los cimientos de un puente, debilitando su estructura y aumentando el riesgo de colapso, esto puede deberse a varios factores, como cambios en los niveles del agua debido a la construcción de represas o aumento del flujo de agua debido a las fuertes lluvias. (Marín, 2022).

Para prevenir la socavación, los ingenieros civiles deben considerar el riesgo de socavación al diseñar y construir puentes; esto podría incluir el uso de materiales resistentes a la erosión como el acero y la construcción de pilares de mayor sección para soportar la estructura del puente, también es importante realizar inspecciones periódicas para detectar cualquier indicio de socavación y realizar reparaciones o refuerzos si es necesario. (Marín, 2022)

2.2.6.8 Materiales de las protecciones laterales.

En Ecuador se utilizan varios materiales para la construcción de protecciones laterales en los puentes para garantizar la seguridad de los usuarios y proteger la estructura del puente de posibles daños, uno de los materiales más utilizados es el hormigón, que se utiliza para construir muros de contención y protecciones laterales de los puentes; otra opción muy común es el acero que se utiliza para las barandillas y las protecciones laterales, además, en algunos casos se utilizan materiales como la madera y la piedra. (Pérez, 2019).

2.2.6.9 Estado de las protecciones laterales de hormigón.

El estado actual de las protecciones laterales de hormigón de los puentes en Ecuador es muy importante porque estas protecciones juegan un papel vital en la seguridad de transeúntes y vehículos

Se utilizan diferentes métodos y técnicas para determinar el estado de estas protecciones, uno de ellos son las inspecciones visuales, este método permite detectar posibles brechas de seguridad o debilidades y tomar medidas para corregirlas antes de que causen problemas graves. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2019).

Una vez comprobado el estado de las protecciones laterales de hormigón del puente, se pueden tomar las medidas necesarias para evitar daños o deficiencias, estas medidas pueden incluir la reparación o sustitución de dispositivos de protección, así como la implementación de medidas de endurecimiento para aumentar su resistencia y durabilidad. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2019).

2.2.6.10 Estado de las protecciones laterales metálicas.

Se evalúa el estado de las estructuras metálicas, incluido el grado de oxidación, deformación o fractura de los elementos metálicos. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2019).

2.2.6.11 Estado de las protecciones laterales mixtas.

Ciertos puentes tienen sistemas de protección lateral mixta que combina elementos rígidos y flexibles para adaptarse a las diferentes condiciones de la topografía. (Pérez, J, 2020)

Se pueden utilizar varios métodos para determinar el estado de protección lateral mixta de los puentes, uno de ellos es la inspección visual de los respectivos puentes para evaluar el estado de los elementos protectores rígidos y flexibles. (Pérez, J, 2020)

2.2.7 Punto crítico.

El punto crítico es aquel lugar de la vía en el que existen condiciones o incidentes que pudiesen causar situaciones de morbilidad o mortalidad puesto que representa un lugar de alta peligrosidad. (Martinez & Olivares, 2012)



Figura 10. Colapso de la capa de rodadura por causas hidrológicas. (Elaboración propia)

2.2.7.1 Atributos de un punto crítico.

Tabla 14. Atributos de un punto crítico.

NOMBRE ATRIBUTO	**DEFINICIÓN**	**DESCRIPCIÓN DEL DOMINIO**
GID	Número identificador en orden secuencial	
TIPO	Descripción del tipo de punto crítico	DISEÑO GEOMETRICO
		GEOLOGICOS
		HIDROGEOLOGICOS
		HIDROLOGICOS
		MANTENIMIENTO
		OTROS
COORDENADAS	Se incluyen la longitud y latitud	
OBSERV	Observaciones de texto libre	
CODIGO	Código de la vía	

IMAGEN	Nombre de la imagen referenciada al atributo	

Tomado de "Información de las características físicas de la vía", Diccionario de la base de datos, CONGOPE, 2022, p.18.

2.2.7.2 Tipos de puntos críticos.

Los puntos críticos varían en su clasificación de acuerdo a su origen siendo estos:

- Geológicos.
- Por un mal mantenimiento (de la calzada, por mal mantenimiento de drenajes, de iluminación, de separadores, por la presencia de daños por obstrucción de la vía).
- Por su diseño geométrico inadecuado (carencia de reductores de velocidad, anchos de carril inapropiados, falta de espacios para los peatones como pasos cebra, radios de giro con dimensiones inadecuadas, inadecuada distancia de visibilidad, bermas angostas, etc.)
- Hidrogeológicos
- Hidrológicos.

(Martinez & Olivares, 2012).

2.2.8 Talud.

Los taludes son las masas de suelo que se encuentran de manera inclinada con respecto a la horizontal del terreno en donde se encuentra. (Estrada & Soberanis, 2014).

2.2.8.1 Atributos de un talud.

Tabla 15. Atributos de un talud

NOMBRE ATRIBUTO	**DEFINICIÓN**	**DESCRIPCIÓN DEL DOMINIO**
GID	Número identificador en orden secuencial	
ESTADO	Se indica el estado aparente del atributo	BUENO
		MALO
		REGULAR
		SIN DETERMINAR
TIPO	Descripción del tipo de talud	INTERVENIDO
		NATURAL
COORDENADAS	Se incluyen la longitud y latitud	
OBSERV	Observaciones de texto libre	

CODIGO	Código de la vía	
IMAGEN	Nombre de la imagen referenciada al atributo	

Tomado de "Información de las características físicas de la vía", Diccionario de la base de datos, CONGOPE, 2022, p.16.

2.2.8.2 Partes de un talud.



Figura 11. Partes de un talud. Elaboración propia en base a: (Itcenco, 2021)

2.2.8.3 Tipos de talud.

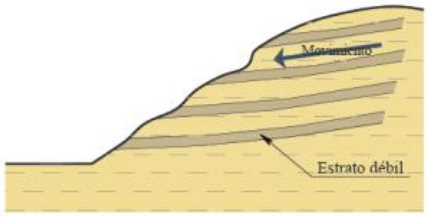
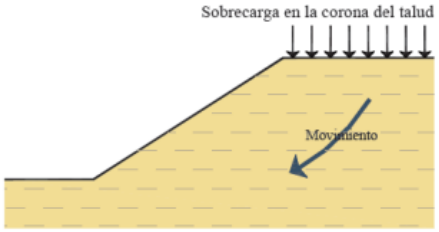
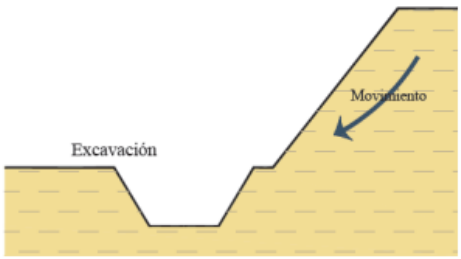
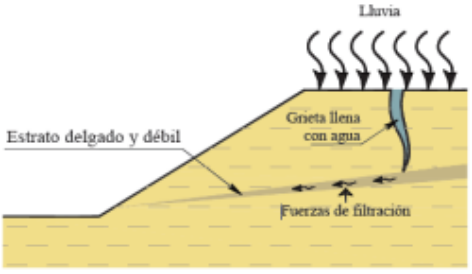
Los taludes pueden ser tanto artificiales como naturales; en el caso de los taludes artificiales son aquellos que son creados de manera externa a la naturaleza por la actividad humana por medio de excavaciones, rellenos, etc., con la finalidad de crear carreteras, presas o infraestructura varia; por otro lado, los taludes naturales son aquellos que son originados de forma natural por medio de agentes geológicos que actúan en la formación de los mismos. (Estrada & Soberanis, 2014)

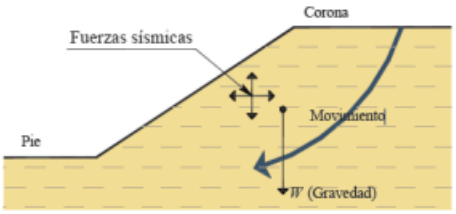
2.2.8.4 Elementos que influyen en la integridad de los taludes.

Existe una serie de elementos que influyen en la integridad o estabilidad de los taludes, esto ocurre por dos factores, el primero es la disminución de la resistencia al esfuerzo cortante o por un incremento de los esfuerzos actuantes en el talud.

Los factores que influyen en la integridad de los taludes son:

Tabla 16. Elementos que influyen en la integridad de los taludes.

Elemento	Descripción	Representación
Aspectos geológicos	El tipo de suelo, la estratigrafía, el nivel de agua subterránea y la pendiente del talud. [a]	 g
Cargas externas	Cargas externas incrementan las fuerzas que actúan en la masa del suelo. [b]	 h
Erosión	Ocasionada generalmente por agua y viento, esto modifica la geometría del talud y por ende los esfuerzos a los que se somete. [c]	 i
Excavaciones o rellenos:	Actividades de construcción llevadas a cabo en el pie del talud lo que modifica la condición de esfuerzos a la cual se somete. [d]	 j
Lluvia	Satura el suelo que forma el talud, por consiguiente, incrementa el peso al cual se somete incrementando así el esfuerzo cortante, el agua ingresa a grietas y sumado a la erosión puede provocar la falla de este. [e]	 k

Sismos	Generan un incremento de fuerzas dinámicas y por consiguiente incrementan los esfuerzos cortantes que reducen la resistencia al esfuerzo cortante de las fuerzas estáticas a las que está sometido el talud, debilitando así al suelo y generando el fenómeno de licuación por el cual se incrementa la presión de los poros de los taludes formado por materiales granulares. [f]	 l

Nota. [a.] *(Meehan, 2017);* [b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l.] *(Estrada & Soberanis, 2014)*

3 CAPÍTULO 3: INVENTARIO VIAL DE LAS PARROQUIAS RURALES ALÁQUEZ, JOSEGUANGO BAJO Y MULALÓ DEL CANTÓN LATACUNGA PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

3.1 Identificación de las vías rurales no levantadas por el CONGOPE en el inventario vial del año 2017.

La información de la red vial y su infraestructura vial asociada de la provincia de Cotopaxi proporcionada por el CONGOPE, se delimitó a las áreas a inventariar, es decir, a las parroquias Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló, mediante las capas de divisiones político – administrativas, obtenidas en la página web del Instituto Geográfico Militar (IGM).



Figura 12. Delimitación de áreas a inventariar. Parroquias Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló. (Elaboración propia)

Mediante la importación a QGIS de la base de datos del CONGOPE del inventario del año 2017 de la provincia de Cotopaxi y el uso del mapa base OpenStreetMap (OSM), se analizó la información de los elementos y atributos de la infraestructura vial de las parroquias Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi; identificándose las vías inventariadas por el CONGOPE en el año 2017, que corresponden a 301.85 Km de vías.

Para identificar las vías no levantadas en el inventario del CONGOPE, se utilizó el mapa base OpenStreetMap (OSM), y el mapa base Google Satellite cargados previamente en QGIS superponiendo las capas; obteniéndose como resultado que las vías por levantarse corresponden aproximadamente a 140 km.

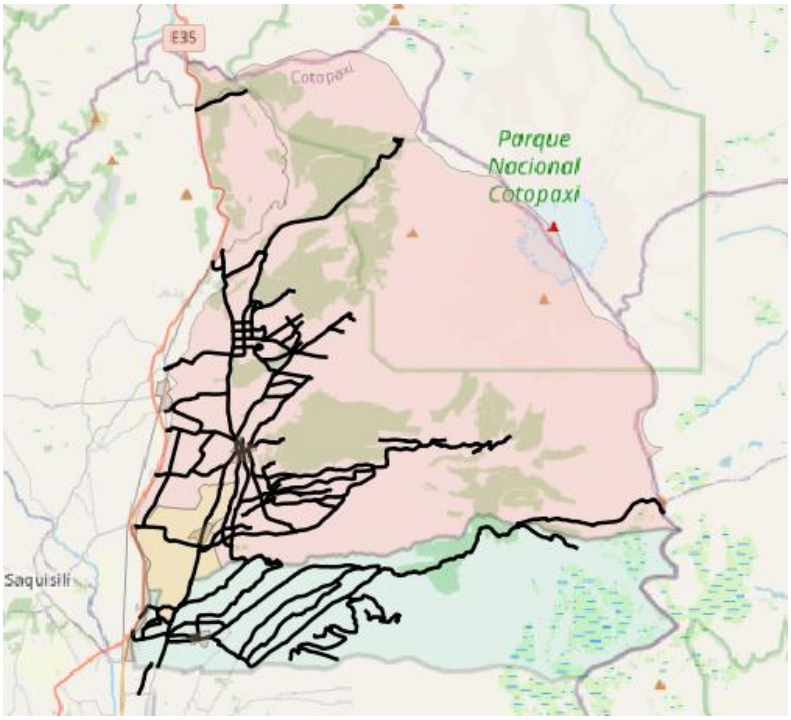


Figura 13. Mapa inventario vial CONGOPE año 2017, cantón Latacunga, parroquias. Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló, 301,85 km. (Elaboración Propia)

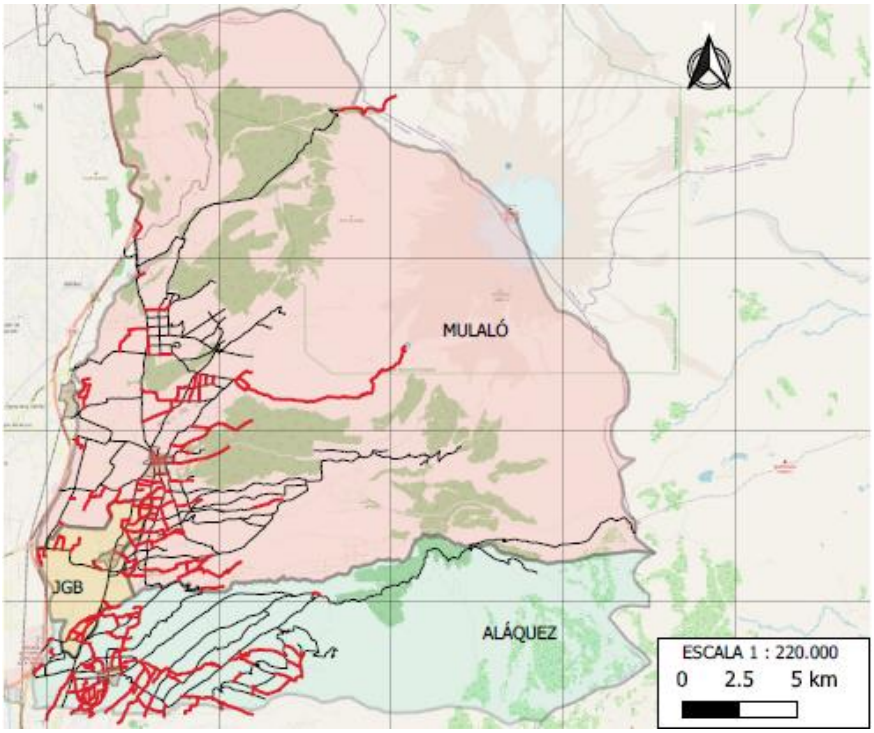


Figura 14. Vías nuevo levantamiento en inventario 2022 (rojo), vías inventario CONGOPE 2017 (negro), parroquias rurales Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló. (Elaboración propia)

3.2 Definición de códigos de tramos de vías a inventariar.

Para codificar las vías a inventariar, se siguió la metodología del CONGOPE, lo que implicó numerar el tramo principal y los subtramos de acuerdo al tipo de capa de rodadura desde el inicio hasta el final de la vía; luego, se retorna al inicio de la vía, realizando el procedimiento anterior, asignando el número de vía consecutivo secuencial a los ramales existentes en la vía (estos ramales se convierten en los tramos principales) siguiendo el mismo proceso hasta regresar al inicio de la vía.

Tabla 17. Codificación de vías a inventariar.

TRAMO	SUBTRAMO	CÓDIGO DE VÍA
1	1	1.01
	2	1.02
	N	1. N
2	1	2.01
	2	2.02
	N	2. N
3	1	3.01
	2	3.02
	N	3. N
N	1	N.01
	2	N.02
	N	N.N

(Elaboración propia)

3.3 Elaboración de catálogo de atributos viales para su utilización en el inventario vial.

Se utiliza el mismo formato que tiene el CONGOPE basado en el Diccionario de la Base de Datos del CONGOPE, se elaboraron varias capas (shapes) en QGIS correspondiente a cada uno de los atributos a inventariar, además, se determina la simbología a emplearse.

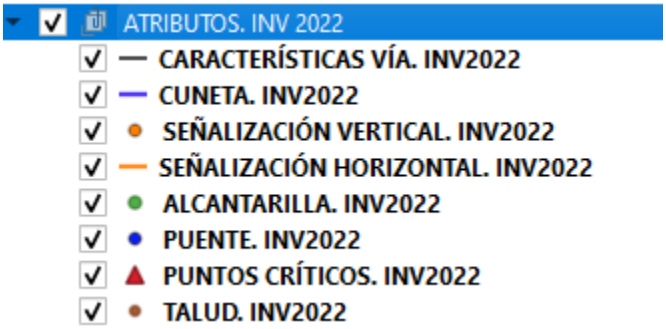


Figura 15. Simbología de elementos y atributos viales. (Elaboración propia)

3.4 Planificación y levantamiento del inventario vial.

3.4.1 Reuniones de trabajo con la Prefectura de Cotopaxi.

En reunión de coordinación con técnicos de la Prefectura de Cotopaxi, se dio a conocer que la Prefectura tiene la categorización de vías, dentro de la cual se tiene a la vía denominada Nivel 1, que es una vía alterna a la E35 frente a una posible erupción del volcán Cotopaxi. La vía Nivel 1 corresponde al tramo comprendido desde el sector de Santa Rita (ingreso al Parque Nacional Cotopaxi) de la parroquia Mulaló del cantón Latacunga, hasta la parroquia Mulliquindil del cantón Salcedo; con tramos de primer orden con pavimento flexible en las parroquias Belisario Quevedo y La Matriz, mientras que en las parroquias de Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló, la vía es de segundo orden, lastrado y de suelo natural.

En base a lo anterior, los técnicos de la Prefectura sugirieron que el inventario vial para las parroquias rurales Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló, se haga tomando como referencia a la vía denominada Nivel 1, que corresponde al tramo desde Santa Rita en la parroquia de Mulaló, hasta el sector de San Marcos en la parroquia Aláquez. Por lo tanto, se acogió la recomendación de los técnicos de la Prefectura y se planificó realizar el inventario vial, tomando como referencia a la vía Nivel 1, en sentido Norte – Sur, desde Santa Rita en parroquia Mulaló, hasta el sector de San Marcos en la parroquia Aláquez.

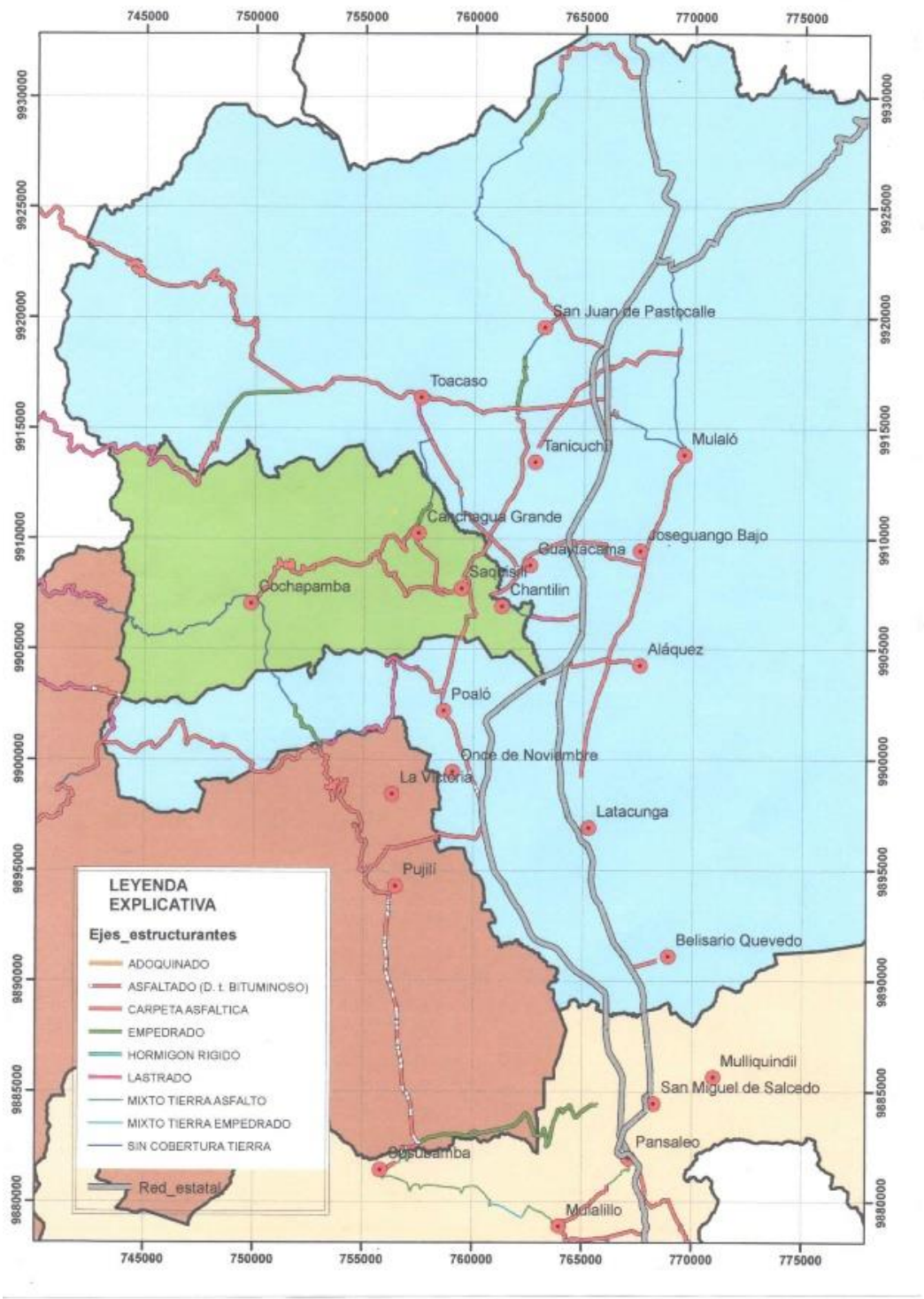


Figura 16. Mapa de la categorización vial Nivel 1 (Prefectura de Cotopaxi)

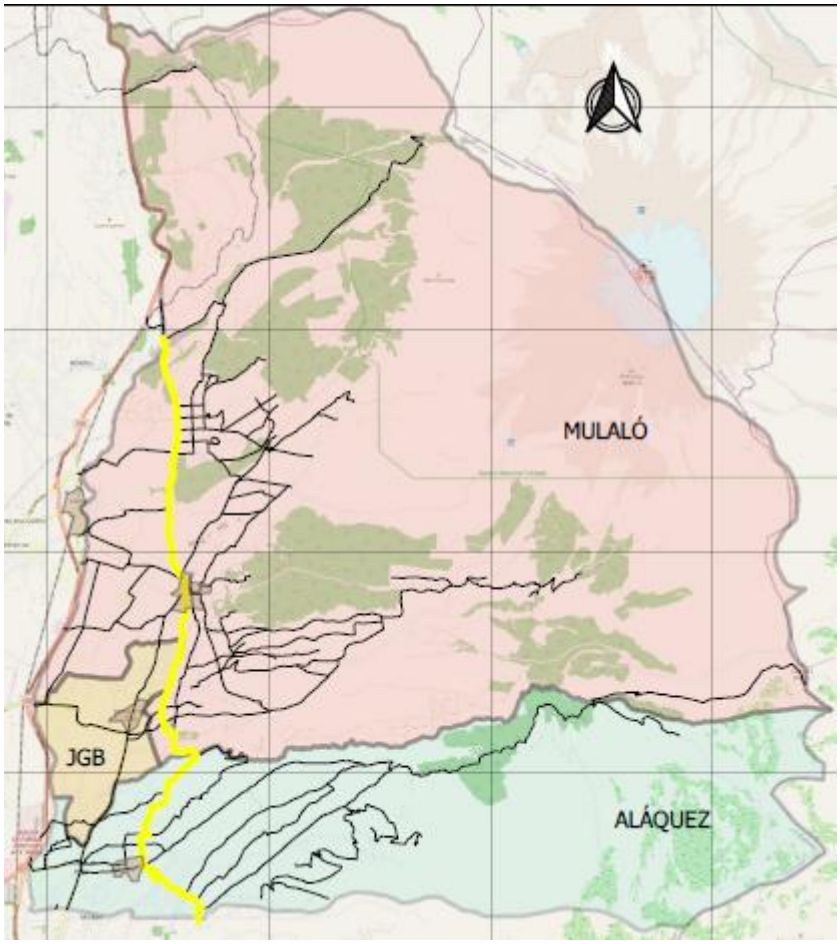


Figura 17. Vía Nivel 1 (amarillo), vías de inventario CONGOPE 2017 (negro), en las parroquias rurales Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló. (Elaboración propia)

3.4.2 Planificación.

La programación del recorrido de las vías se realizó en base a los mapas con las vías inventariadas por el COGOPE; siguiendo la metodología del CONGOPE y la recomendación de la Prefectura de Cotopaxi de tomar como eje principal a la vía Nivel 1, para el inventario vial siguió las siguientes consideraciones:

- Recorrido de la vía Nivel 1 en dirección Norte-Sur.
- Una vez inventariado el Nivel 1, se retorna en dirección hacia el inicio de la vía, y se realiza el inventario de los ramales.
- Formación de circuitos viales para el recorrido de los ramales.

3.4.3 Cronograma de actividades para la ejecución del inventario vial.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE PLANIFICACIÓN, LEVANTAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE DATOS

ACTIVIDADES		Agosto,2022		Septiembre, 2022				Octubre, 2022				Noviembre, 2022				Diciembre, 2022			
		Semana		Semana				Semana				Semana				Semana			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Capacitación de uso de aplicaciones y software para levantamiento y procesamiento de información, con personal del CONGOPE																			
Reuniones de trabajo con la Prefectura de Cotopaxi																			
Identificación de vías de las vías rurales no levantadas en el inventario vial del año 2017																			
Definición de códigos de tramos de vías a inventariar.																			
Elaboración de catálogo de atributos viales para su utilización en el inventario vial.																			
Elaboración de formato de toma de datos en campo																			
Elaboración de mapas para recorrido en campo																			
PARROQUÍA	**LEVANTAMIENTO DE ATRIBUTOS VIALES**																		
Mulaló	Nivel 1: Santa Rita, Mulaló, Aláquez.																		
Aláquez	Nivel 1: Aláquez, San Marcos. Cuchitingue, Chalupas, El Banco de San Isidro.																		
Mulaló	Mulaló, Macaló Grande, Este (Páramo), Ticatilín. Refugio cara sur Cotopaxi																		
Aláquez	Joseguango Bajo, Pillig, Langualo Chico, Chillos, Tandaliví																		
Mulaló	Joseguango Bajo, Barrancas, Ashigua, Trompucho, El Rosal, Chinchil de Robayos, Chinchil de Villamarin.																		
Aláquez	San Marcos Occidental, El Banco de San Isidro Alto, Santa Elena de Cuchitingue, Verde Cocha, Chitan.																		
Mulaló	San Ramón, Hda Ilitio, El Caspi, vía al Parque Nacional Cotopaxi, Mulaló (Calle 27 de Febrero), La Libertad, La Concepción.																		
Descarga de información de GPS y carga de capas al QGIS																			
PARROQUÍA	**LEVANTAMIENTO DE ATRIBUTOS VIALES**																		
Aláquez	Chitan, Verde Cocha, Cuchitingue, El Tejar, Pilatan Oriente, San Marcos																		
Aláquez	San Marcos Occidental, Pilatan, Pilatan Oriente																		
Aláquez	Laigua Bellavista, Calvario, Pumahua, Crucilli																		
Aláquez	Isimbo, Achupallas, Colaypamba, Chillos, Corazón de Jesús, Bellavaista (Granja Don Diego, Tennis Club)																		
Mulaló	Colay Jurídico, Pillig, La Concepción, La Libertad, Langualo Grande, Quisinche Alto, Chinchil de Villamarín.																		
Mulaló	Mulaló, Salatilín, Trompucho, Macaló Chico, Macaló Grande, El Rosal, Quisinche Alto.																		
Aláquez, Joseguango Bajo	Corazón de Jesús, E35 (Simón Rodríguez), Laigua de Maldonado, E35 (Brigada Patria), Tandaliví, San Francisco.																		
Joseguango Bajo, Mulaló	La Concepción, E35 (redondel Guaytacama), El Rosal, E35 (Novacero), Agua Clara, Rumipamba Espinoza, Mulaló, Lasso.																		
Joseguango Bajo	La Concepción - Agua Clara. Mulaló - Lasso																		
Mulaló	Rumipamba Espinoza - Rumipamba San Isidro. Lasso - San Antonio de Limache. Lasso - San Ramón. Lasso - Callo Mancheno. San Ramón. San Agustín de Callo - El Caspi																		
Mulaló	Santa Rita (E35) - Parque Nacional Cotopaxi																		
Descarga de información de GPS y carga de capas al QGIS																			
PARROQUÍA	**LEVANTAMIENTO DE ATRIBUTOS VIALES**																		
Mulaló	Mulaló, La Concepción, La Libertad, Aláquez, Bellavista																		
Mulaló	Romerillos, El Boliche																		
Mulaló	Santa Rita (E35), San Joaquín, El Caspi, San Agustín de Callo, San Ramón, Mulaló, Joseguango Bajo, Corazón de Jesús																		
Descarga de información de GPS y carga de capas al QGIS																			
Procesamiento de información del inventario vial. Elaboración de tablas y reportes estadísticos.																			

	ACTIVIDAD EN OFICINA
	ACTIVIDAD EN CAMPO

3.4.4 Elaboración de formato para la toma de datos en campo.

Se elaboro el formato 1 para la toma de datos en campo “INVENTARIO VIAL 2022. PROVINCIA COTOPAXI, CANTÓN LATACUNGA, PARROQUIAS ALÁQUEZ, JOSEGUANGO BAJO Y MULALÓ”, en el que se detallan:

- Fecha
- Ruta
- Atributo o elemento vial, en base a las iniciales del atributo o elemento vial:
- Waypoint (punto de referencia geográfico) tomado con el GPS Garmin Map 64sx, de las coordenadas de ubicación de los atributos.
- Características y observaciones. Registro de las condiciones observadas del estado y características de los elementos de la vía, y medidas de las dimensiones de la geometría de los atributos como el diámetro, el ancho, el alto, la longitud o el gálibo.

INVENTARIO VIAL 2022. PROVINCIA COTOPAXI, CANTÓN LATACUNGA, PARROQUIAS ALÁQUEZ, JOSEGUANGO BAJO Y MULALÓ

PUCE - CONGOPE - PREFECTURA DE COTOPAXI

HOJA DE RUTA DIARIO

Fecha: _____ **Parroquia:** _____

RUTA: _____ **Código de Vía:** _____

km	Punto GPS (waypoint)	ATRIBUTO	CARACTERÍSTICAS Y OBSERVACIONES

Figura 18. Formato para toma de datos en campo. (Elaboración propia)

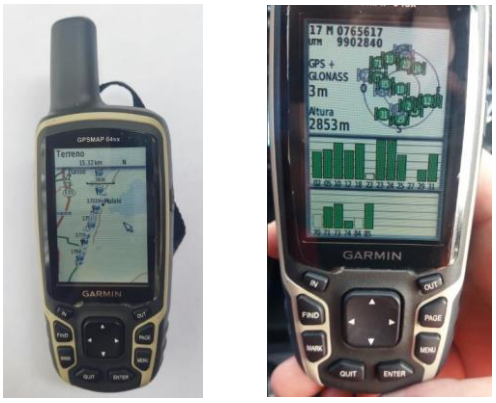


Figura 19. GPS Garmin Map 64sx. (Elaboración propia)

3.4.5 Elaboración de mapas para recorrido en el campo.

Una vez establecida la ruta de los tramos y subtramos a inventariar, se edita la información en el QGIS para cargarlo en la aplicación móvil Mergin Maps, que ayudará como guía visual para el recorrido, además se editan mapas impresos, para visualizar el recorrido y tener una guía física en campo.

3.5 Inventario y trabajos en campo.

Para el inventario, es necesario realizar la observación, identificación y registro de los elementos y características de la infraestructura vial.

3.5.1 Grabación de tracks.

Para la verificación del trazado de una vía ya inventariada, o para realizar el trazado de una vía no levantada, es necesario realizar la grabación de la ruta (track) con el uso de la función "track" del GPS Garmin Map64sx.

El GPS Garmin Map64sx, tiene cargado el mapa topográfico y vial del Ecuador, al GPS se lo configura para que almacene datos cada 10 m de recorrido.

El registro de tracks se lo activa al inicio del recorrido y se lo detiene al final, posteriormente se guarda en el GPS con la fecha de realización de la grabación.

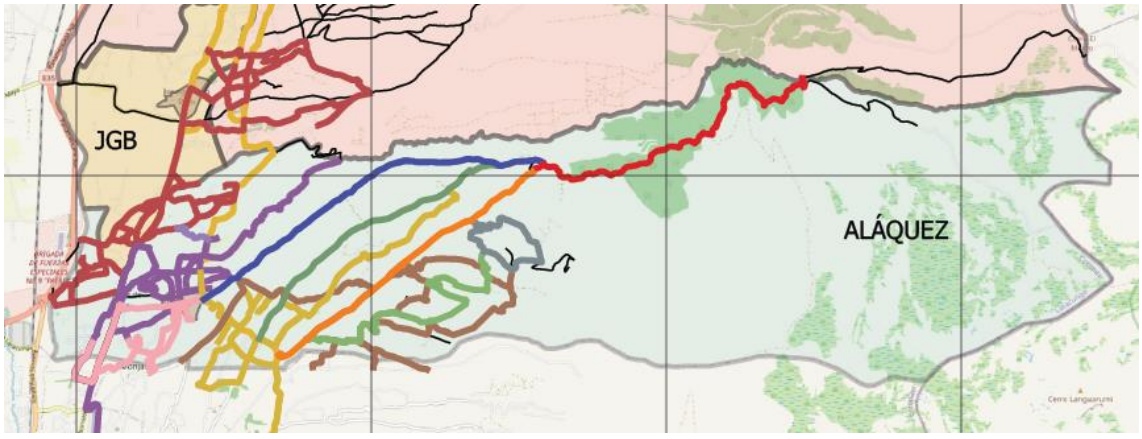


Figura 20. Tracks de vías inventariadas en la parroquia Aláquez. (Elaboración propia)

3.5.2 Toma de waypoints de coordenadas de posición de los atributos.

La georreferenciación de los atributos viales se guarda en el GPS Garmin Map64sx de manera secuencial; los números identificadores de los waypoints se los registra en la hoja de datos del recorrido junto con las mediciones, y las características del elemento.

Los waypoints registrados en el GPS, se toman en los siguientes casos:

- Cambios de la capa de rodadura de la vía.
- Ensanchamiento o reducción de la vía.
- Condiciones de daño de la capa de rodadura.
- Georreferenciación de: puentes, alcantarillas, señalización vertical, minas, taludes, puntos críticos y lugares referenciales importantes como plantas de agua potable, plantas de tratamiento de aguas residuales, iglesias, parques, y otros.
- Inicio y final de cunetas.
- Inicio y final de la señalética horizontal.

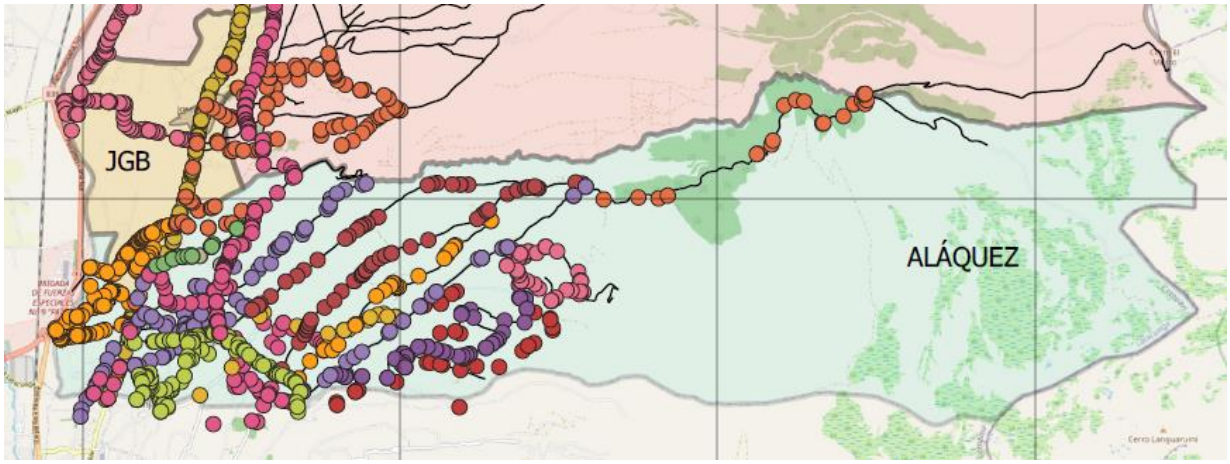


Figura 21. Waypoints de atributos de infraestructura vial inventariadas en la parroquia Aláquez. (Elaboración propia)

Tabla 18. Código de atributos para inventario 2022.

ATRIBUTOS	CÓDIGO 2022
Características vía	**CV**
Cuneta	**C**
Señalización vertical	**SV**
Señalización Horizontal	**SH**
Alcantarilla	**A**
Puente	**P**
Punto Crítico	**PC**
Talud	**T**
Intersección	**I**

(Elaboración propia)

3.5.3 Medición de las características geométricas.

Para realizar la medición de las características geométricas, se utilizaron los siguientes elementos de medición: cinta métrica y flexómetro.

Las características geométricas medidas en campo son:

- Vías: ancho de calzada y ancho de la vía.
- Alcantarillas: diámetro, ancho, alto y longitud.
- Puentes: gálibo, ancho de la capa de rodadura del puente, el ancho total (ancho del puente que incluye espacio de caminería, el pasamanos y capa de rodadura) y la longitud.

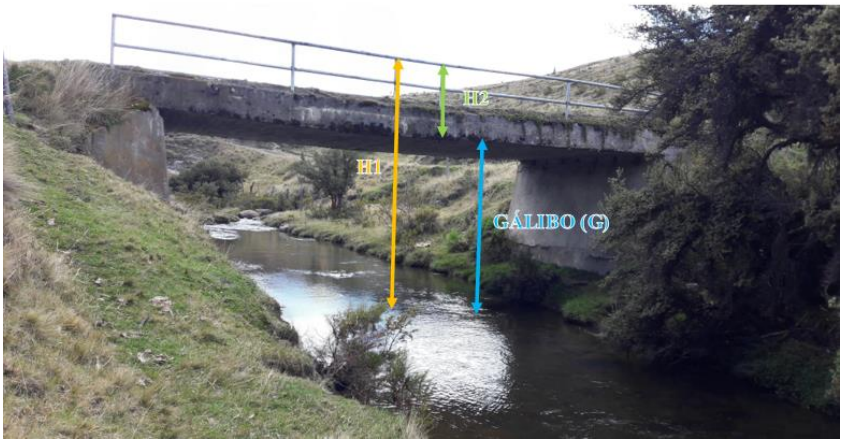
3.5.4 Procedimiento de medición del gálibo del puente.

Se utilizó la cinta métrica atada a una plomada, el procedimiento de medición es el siguiente:

- Tomar medidas de seguridad como el uso de conos de seguridad en los extremos del puente y tomar precauciones con los vehículos.
- Medición de la altura desde la parte superior de la protección hasta la superficie del agua del río o la parte baja del suelo de la quebrada, H1.
- Medición de la altura desde la parte superior de la protección hasta la parte inferior del tablero del puente, H2.

- El gálibo es la diferencia de H1 y H2. G = H1 – H2





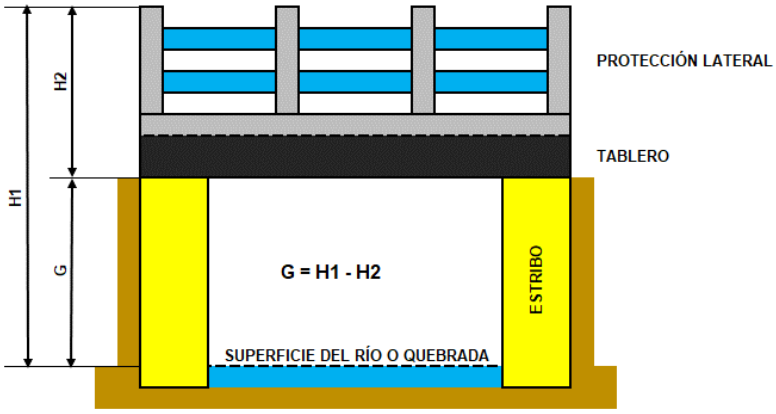


Figura 22. Medición del gálibo de un puente. (Elaboración propia)

3.5.5 Toma de datos del estado de los elementos viales.

El estado de la carretera se determina de manera visual, se comprueba el estado de la carretera a lo largo de todo el recorrido, teniendo en cuenta los principales daños en la capa de rodadura de la carretera (baches, grietas, etc.).

También mediante observación se determinan los puntos críticos en la vía: hundimientos, cruces de riachuelos en las vías, deslaves de taludes, etc.

3.5.6 Registro fotográfico de los atributos y condiciones de las vías.

Es importante que se realice la toma de fotografías de los elementos de las obras viales para realizar un registro fotográfico de los atributos, lo cual permite que en la oficina se pueda hacer un análisis más detallado de las características de los atributos que se pudieron omitir

en campo. Se usó la aplicación de teléfono celular NoteCam Pro que permite tomar fotos con datos de georreferenciación.



Figura 23. Foto de elementos viales tomada con aplicación celular NoteCam Pro. (Elaboración propia)

3.5.7 Grabación de video de las rutas inventariadas.

Para el presente trabajo se realizó la grabación de video del recorrido realizado en el inventario, esta información permite realizar en oficina la visualización del video para aclarar características y elementos de los atributos que se levantaron en campo.

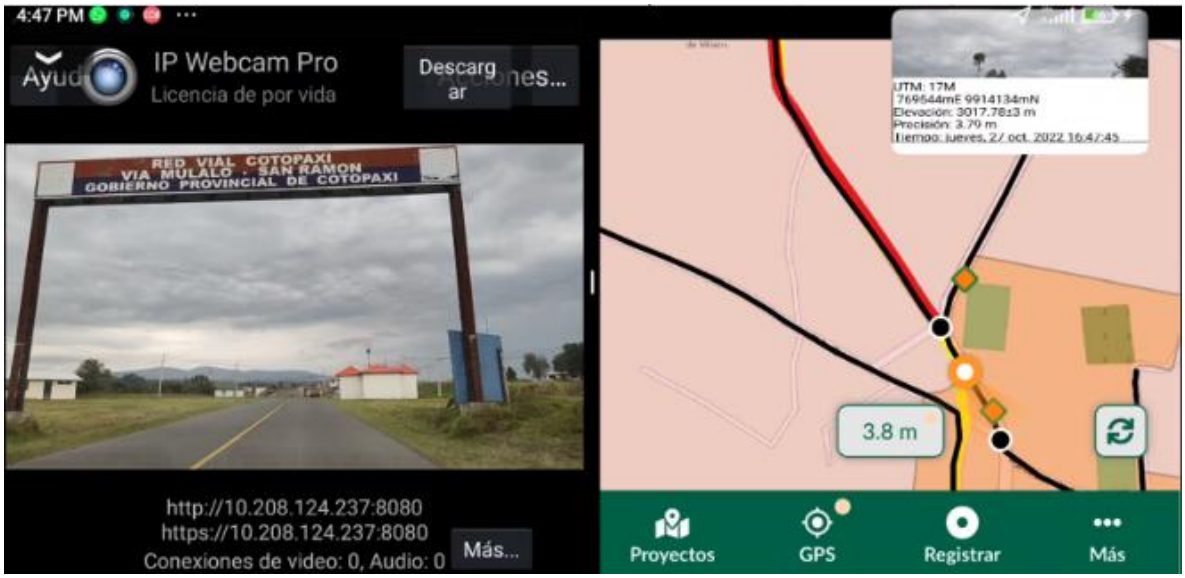


Figura 24. Captura de imagen de la grabación de video. (Elaboración propia)

3.6 Descarga de la información levantada, trabajo de gabinete.

3.6.1 Transferencia y almacenamiento de fotos y videos.

Las imágenes fotográficas y videos se transfieren desde los celulares empleados a la computadora, donde se guardan en carpetas con los datos de: la fecha, número de día de recorrido, nombres de los sectores recorridos; a fin de tener una referencia rápida y poder relacionar las fotos y videos con los datos recopilados y anotados en el formato de toma de datos en campo.

3.6.2 Transferencia de la información del GPS al computador.

Los archivos de tracks y waypoints almacenados en el GPS Garmin Map64sx, están en formato (.gpx), para su utilización en el programa QGIS es necesario realizar la transformación a formato shape (*.shp).

3.6.3 Procedimiento para transferencia y procesamiento de archivos del GPS a computador.

- Conectar el GPS al computador por medio de un cable USB.
- Descargar los archivos de waypoints y tracks en formato "*.gpx" desde el GPS al computador utilizando el software DNRGPS.
- Transformar los archivos "*.gpx" a "*.shp" con el uso del software DNRGPS.
- Guardar el archivo "*.shp" para su posterior uso en QGIS en carpetas especificas según las rutas y fechas:
    - Tracks: GARMIN GPSMap64sx. TRACK.gdb,
    - Waypoint: GARMIN GPSMap64sx. WAYPOINT.gdb
- Añadir las capas "shape" de los track y waypoint en el proyecto de QGIS del inventario vial "INV 2022. A. JGB. M", para su respectiva edición, análisis y procesamiento de datos.

DNRGPS es una aplicación que permite administrar, manipular y almacenar datos de un receptor GPS para usarla en programas SIG como QGIS desarrollado por Minnesota Department of Natural Resouces. (McGee, 2019).



Figura 25. Software DNRGPS. (Elaboración propia)

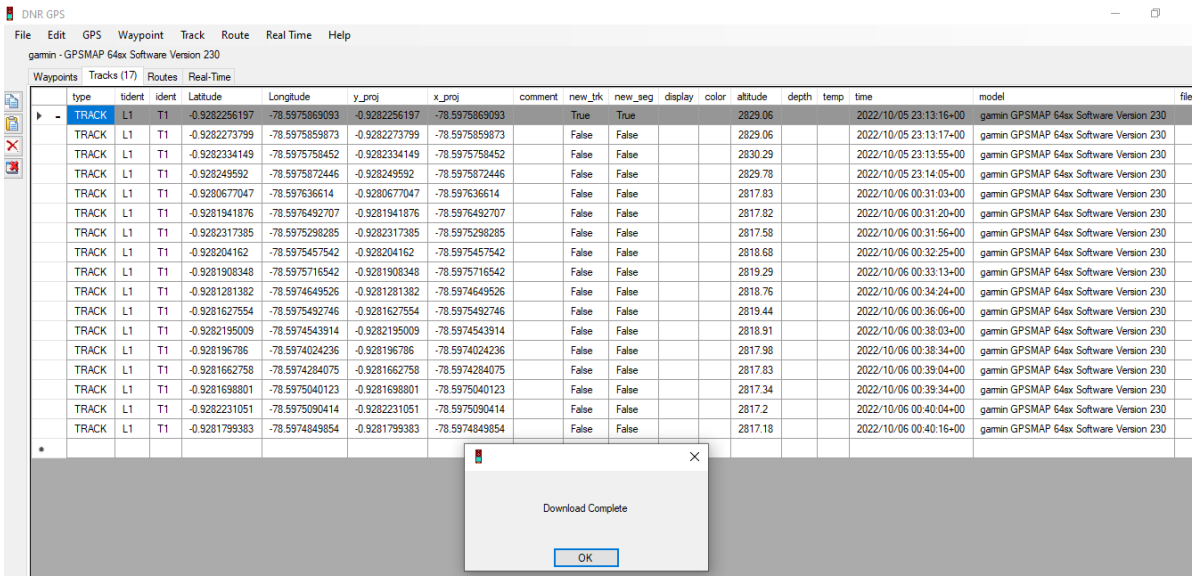
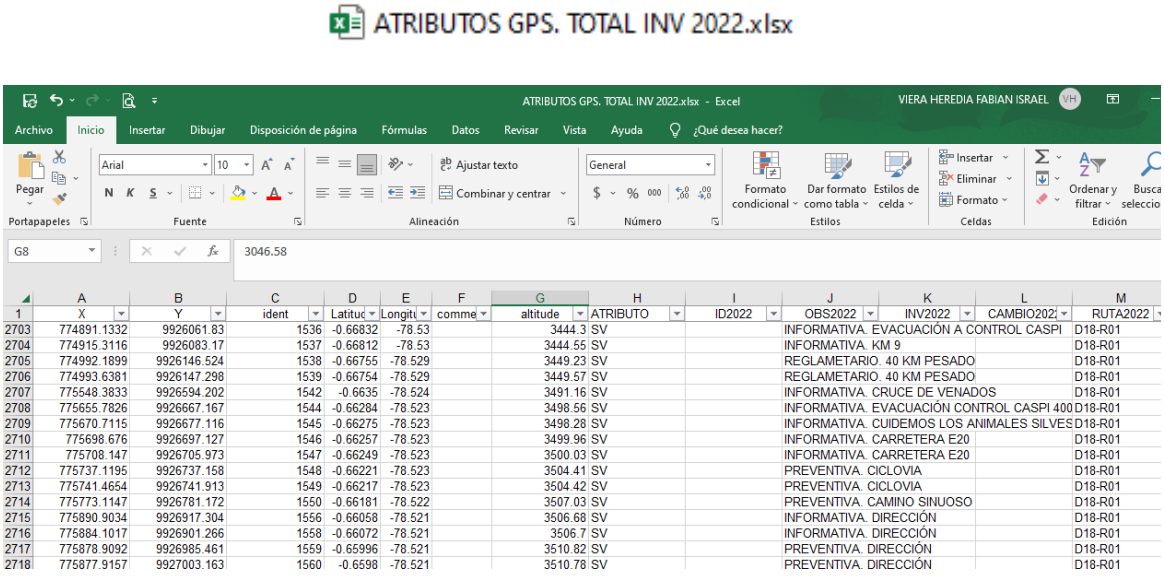


Figura 26. Transferencia de datos de GPS a computadora con DNRGPS. (Elaboración propia)

3.7 Edición y procesamiento de la información.

3.7.1 Waypoints.

- Desde el QGIS, se exportan los archivos de todos los waypoint a Excel.
- En los archivos Excel se editan las características de los puntos tomados con el GPS, de acuerdo al tipo de atributo y a los datos tomados en campo.
- Se unifican todos los archivos de waypoint en un solo archivo “ATRIBUTOS GPS INV 2022. TOTAL”.



1	A X	B Y	C ident	D Latitud	E Longit	F comme	G altitude	H ATRIBUTO	I ID2022	J OBS2022	K INV2022	L CAMBIO202	M RUTA2022
2703	774891.1332	9926061.83	1536	-0.66832	-78.53		3444.3	SV		INFORMATIVA. EVACUACIÓN A CONTROL CASPI			D18-R01
2704	774915.3116	9926083.17	1537	-0.66812	-78.53		3444.55	SV		INFORMATIVA. KM 9			D18-R01
2705	774992.1899	9926146.524	1538	-0.66755	-78.529		3449.23	SV		REGLAMETARIO. 40 KM PESADO			D18-R01
2706	774993.6381	9926147.298	1539	-0.66754	-78.529		3449.57	SV		REGLAMETARIO. 40 KM PESADO			D18-R01
2707	775548.3833	9926594.202	1542	-0.6635	-78.524		3491.16	SV		INFORMATIVA. CRUCE DE VENADOS			D18-R01
2708	775655.7826	9926667.167	1544	-0.66284	-78.523		3498.56	SV		INFORMATIVA. EVACUACIÓN CONTROL CASPI 400			D18-R01
2709	775670.7115	9926677.116	1545	-0.66275	-78.523		3498.28	SV		INFORMATIVA. CUIDEMOS LOS ANIMALES SILVES			D18-R01
2710	775698.676	9926697.127	1546	-0.66257	-78.523		3499.96	SV		INFORMATIVA. CARRETERA E20			D18-R01
2711	775708.147	9926705.973	1547	-0.66249	-78.523		3500.03	SV		INFORMATIVA. CARRETERA E20			D18-R01
2712	775737.1195	9926737.158	1548	-0.66221	-78.523		3504.41	SV		PREVENTIVA. CICLOVIA			D18-R01
2713	775741.4654	9926741.913	1549	-0.66217	-78.523		3504.42	SV		PREVENTIVA. CICLOVIA			D18-R01
2714	775773.1147	9926781.172	1550	-0.66181	-78.522		3507.03	SV		PREVENTIVA. CAMINO SINUOSO			D18-R01
2715	775890.9034	9926917.304	1556	-0.66058	-78.521		3506.68	SV		INFORMATIVA. DIRECCIÓN			D18-R01
2716	775884.1017	9926901.266	1558	-0.66072	-78.521		3506.7	SV		INFORMATIVA. DIRECCIÓN			D18-R01
2717	775878.9092	9926985.461	1559	-0.65996	-78.521		3510.82	SV		PREVENTIVA. DIRECCIÓN			D18-R01
2718	775877.9157	9927003.163	1560	-0.6598	-78.521		3510.78	SV		PREVENTIVA. DIRECCIÓN			D18-R01

Figura 27. Archivo Excel del total de atributos inventariados. (Elaboración propia)

- Filtrar los atributos y elaborar archivos individuales por cada atributo, “ATRIBUTOS GPS INV 2022”.

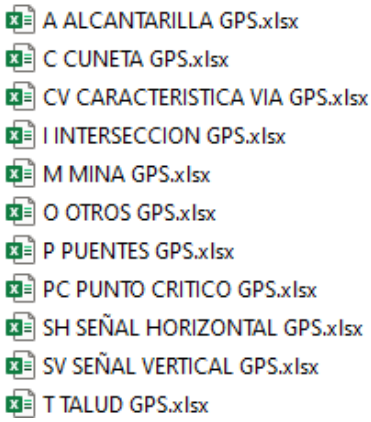


Figura 28. Archivos Excel de cada tipo de atributo. (Elaboración propia)

- Editar la información de los atributos en Excel.
- Convertir los archivos “.xlsx” a tipo “.csv” (Comma-Separated Values) para poderlos importar a QGIS.

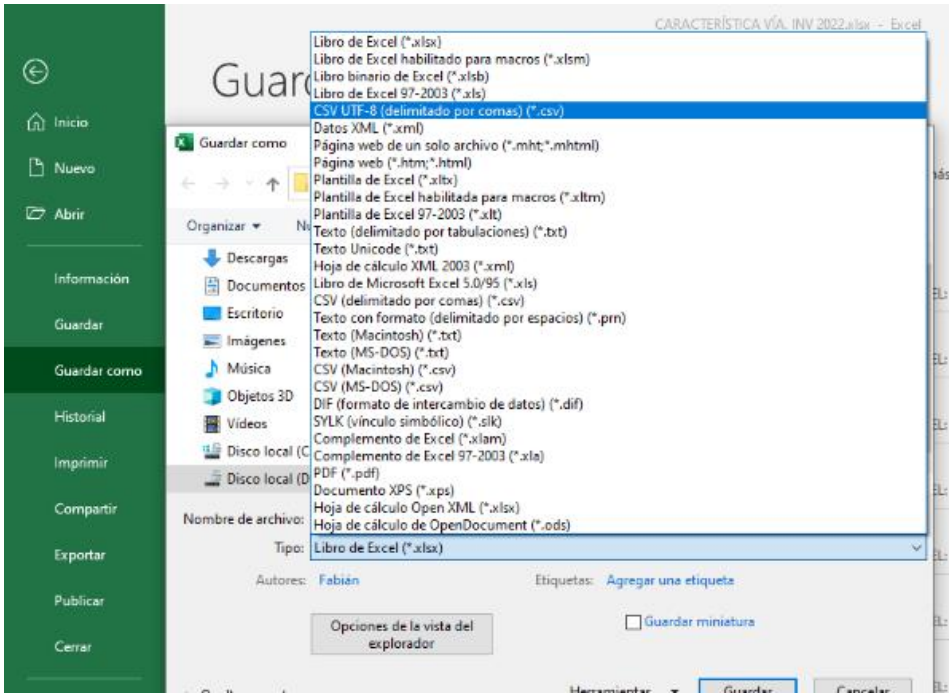


Figura 29. Convertir los archivos ".xlsx" a tipo ".csv" (Comma-Separated Values) para poderlos importar a QGIS. (Elaboración propia)

- Importar del archivo tipo ".csv" al QGIS, y transformación posterior a tipo "shp".

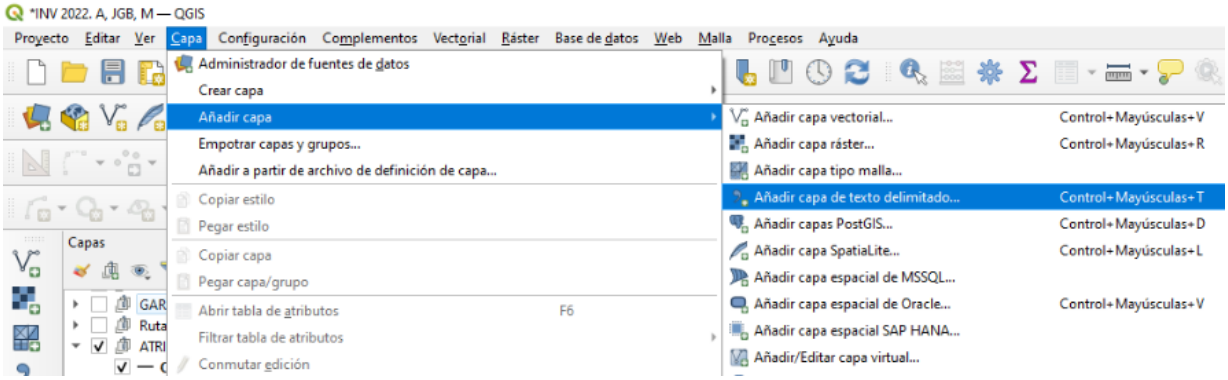
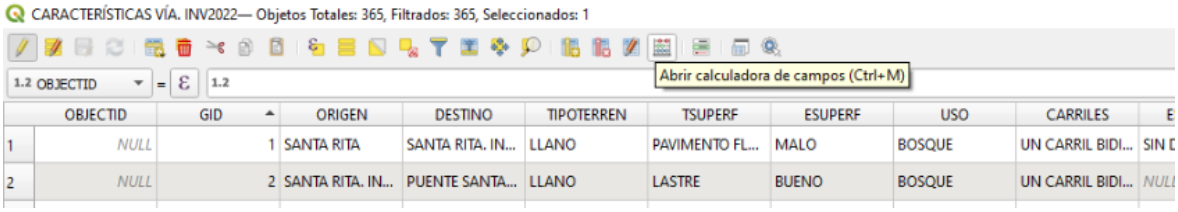


Figura 30. Importar del archivo tipo ".csv" al QGIS. (Elaboración propia)

- En el QGIS completar la edición de datos de las características de los atributos, actualizar longitudes y coordenadas, utilizando la calculadora de campo, además se completan los datos de los atributos como dimensiones, tipo, estado, material y demás atributos de los waypoints en base a los datos recopilados en los formatos de tomas de datos en campo, las fotos y los videos recopilados.



	OBJECTID	GID	ORIGEN	DESTINO	TIPOTERREN	TSUPERF	ESUPERF	USO	CARRILES	E
1	NULL	1	SANTA RITA	SANTA RITA. IN...	LLANO	PAVIMENTO FL...	MALO	BOSQUE	UN CARRIL BIDI...	SIN D
2	NULL	2	SANTA RITA. IN...	PUENTE SANTA...	LLANO	LASTRE	BUENO	BOSQUE	UN CARRIL BIDI...	NULL

Figura 31. Tabla de atributos de características de vía. (Elaboración propia)

3.7.2 Tracks.

Los archivos tipo shape de los tracks se exportan hacia QGIS para visualizar las rutas recorridas tanto para actualizar información existente y para levantar información nueva de vías, cunetas y señalización horizontal.

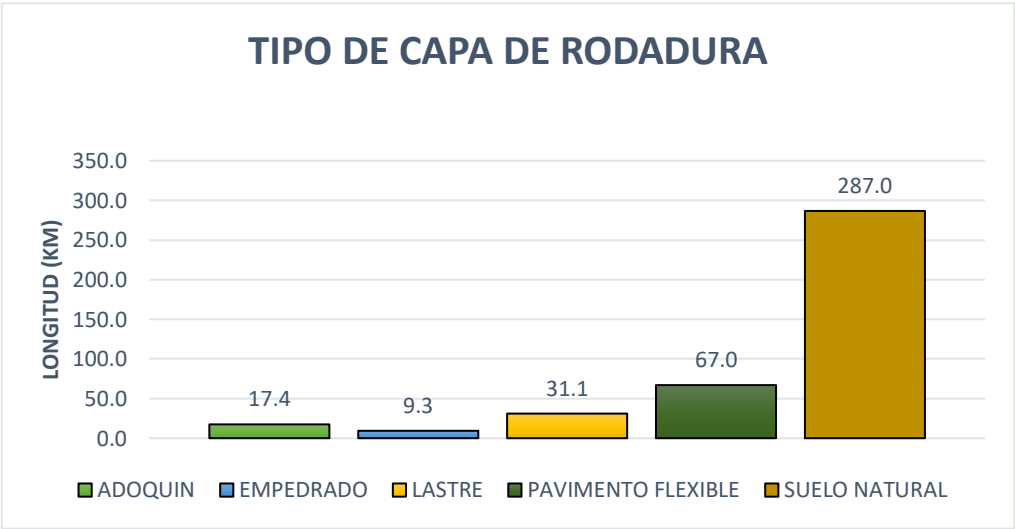
4 CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Una vez terminado el trabajo en campo, y de realizado el inventario vial, los resultados obtenidos se presentan estadísticamente en gráficos de barras, en los que se determinan las cantidades de los elementos de infraestructura vial y sus características.

Con la información obtenida, se realiza el análisis y elaboración de recomendaciones de los elementos que muestren afectación o daño, o para la mejoría de su conservación.

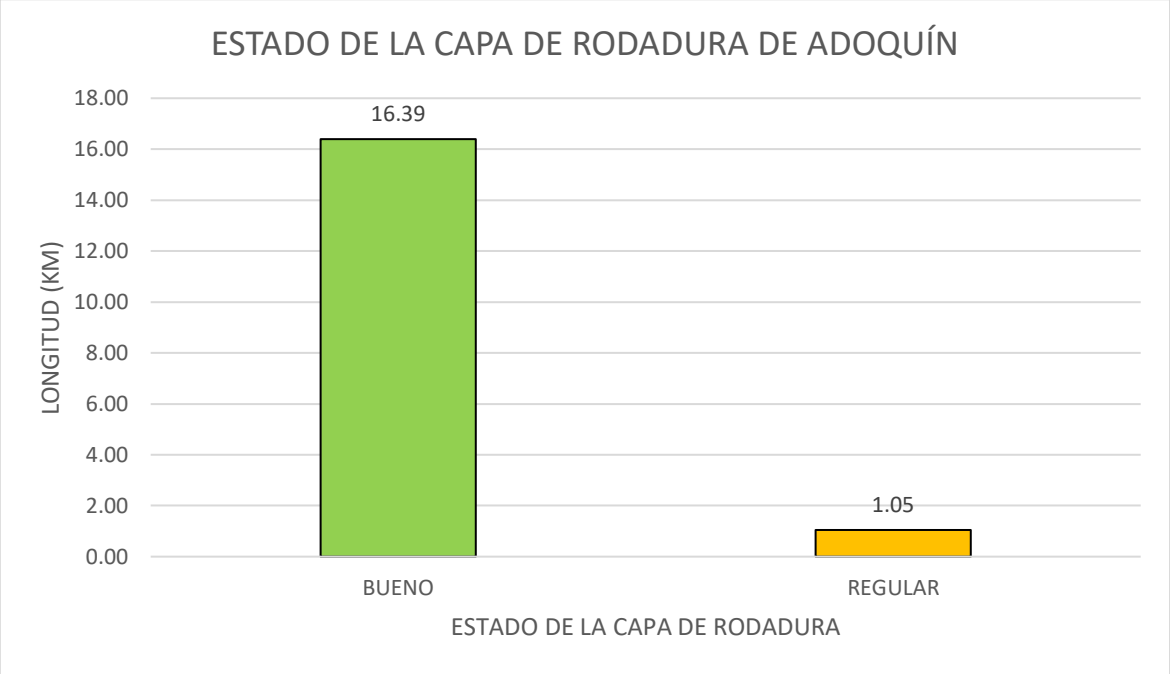
4.1 Diagrama de información de las vías inventariadas.

4.1.1 Tipo de capa de rodadura.

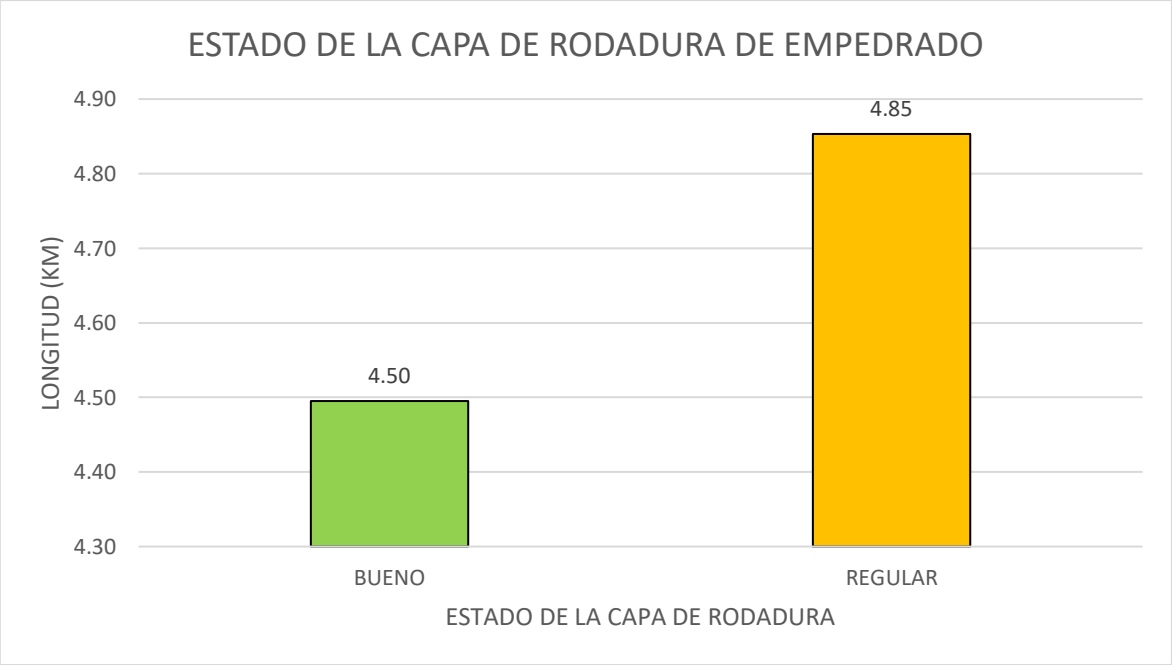


4.1.2 Estado de la capa de rodadura

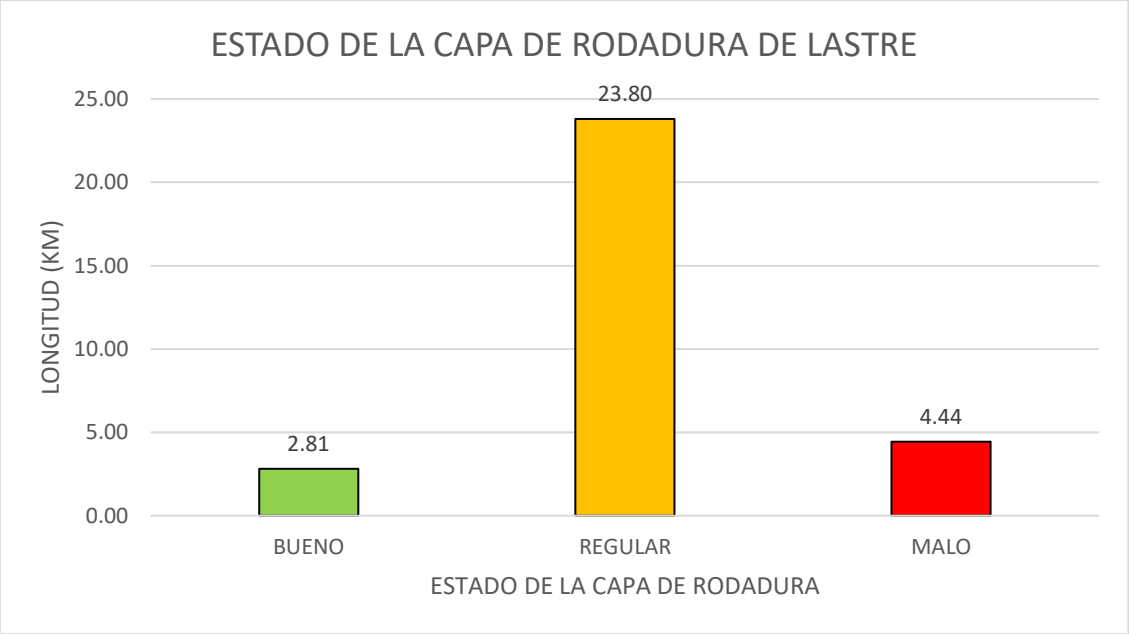
4.1.2.1 Estado de la capa de rodadura de adoquín.



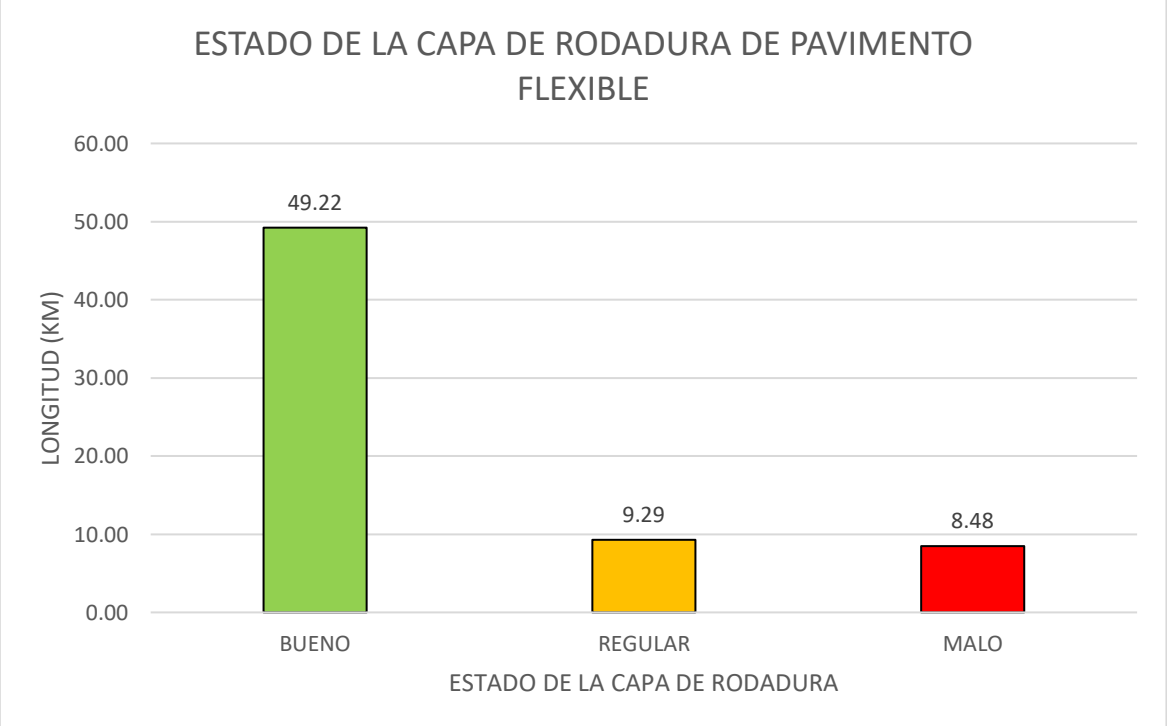
4.1.2.2 Estado de la capa de rodadura de empedrado



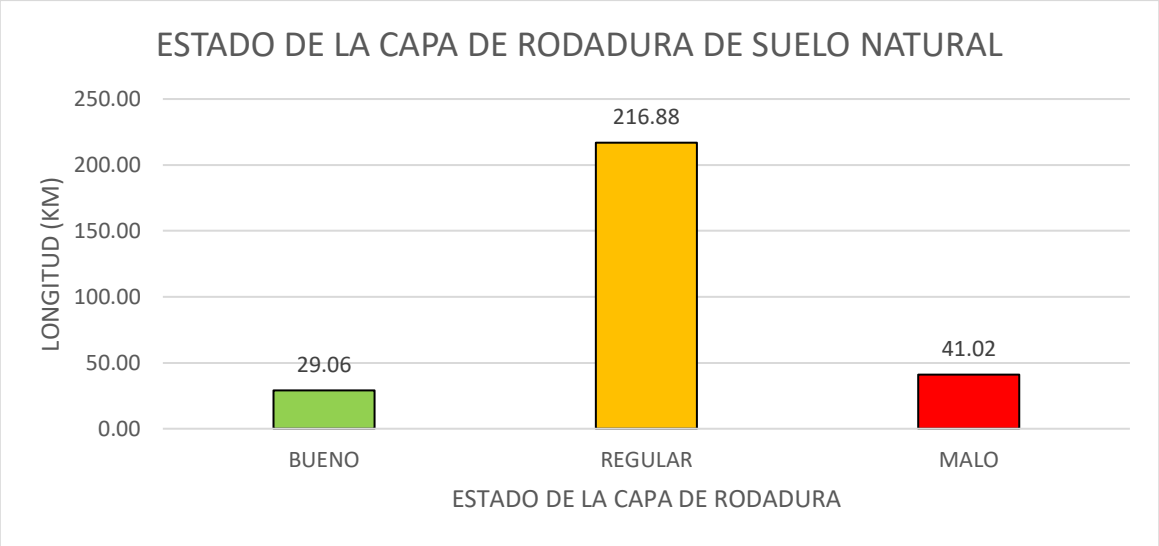
4.1.2.3 Estado de la capa de rodadura de lastre.



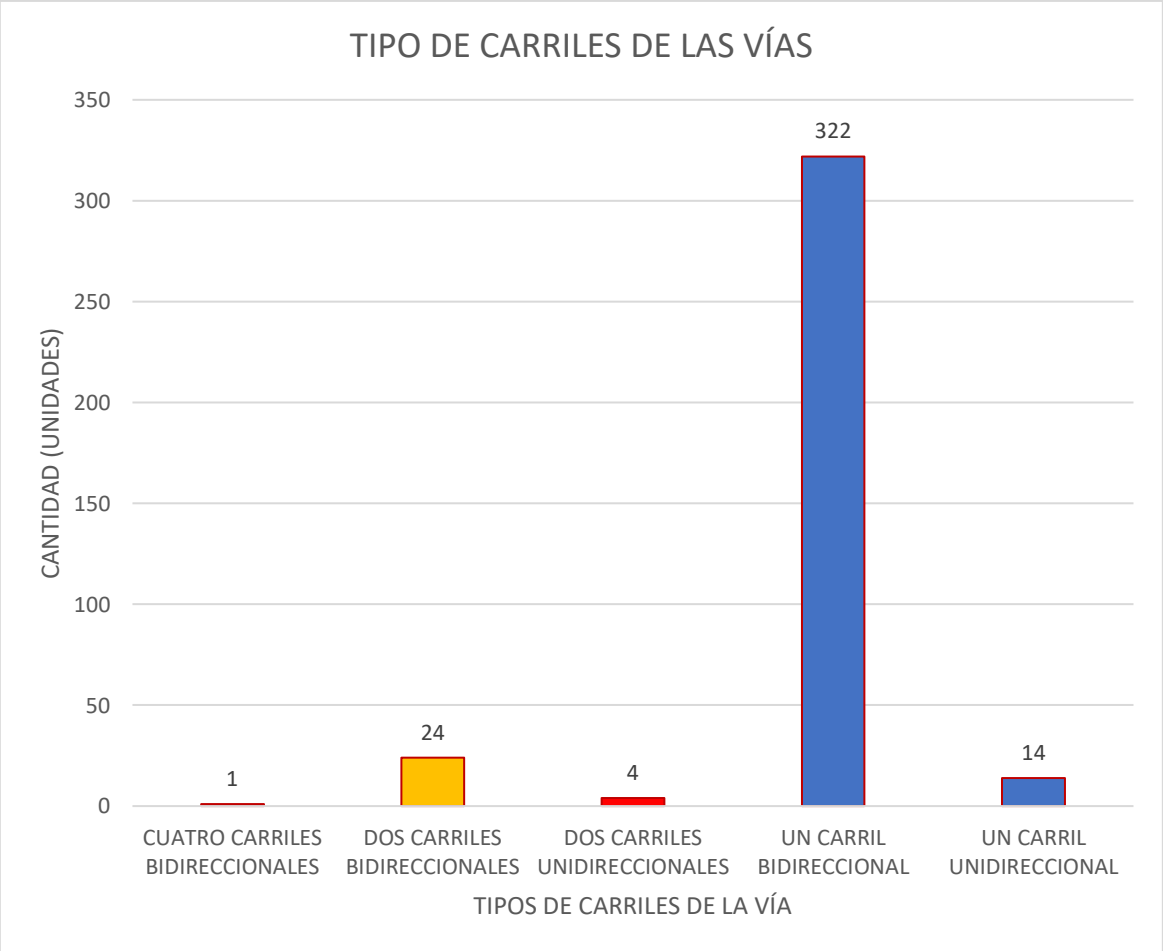
4.1.2.4 Estado de la capa de rodadura de pavimento flexible.



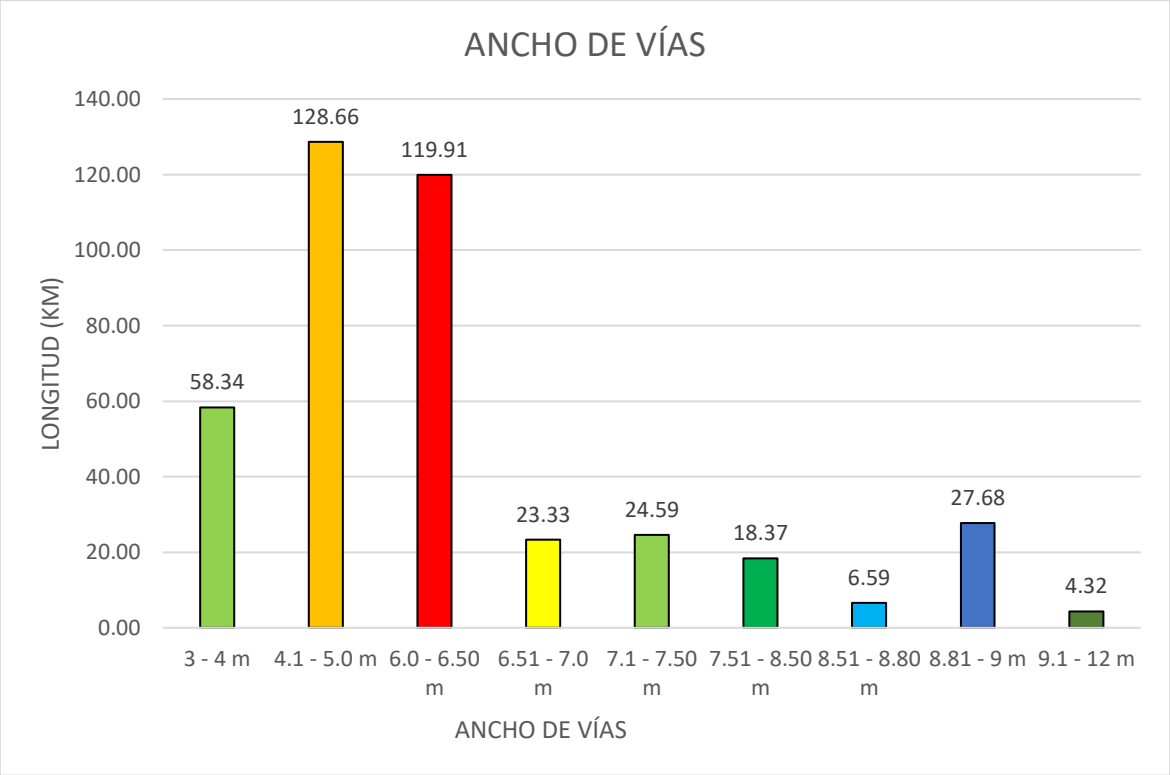
4.1.2.5 Estado de la capa de rodadura del suelo natural.



4.1.3 Tipos de carriles de las vías.

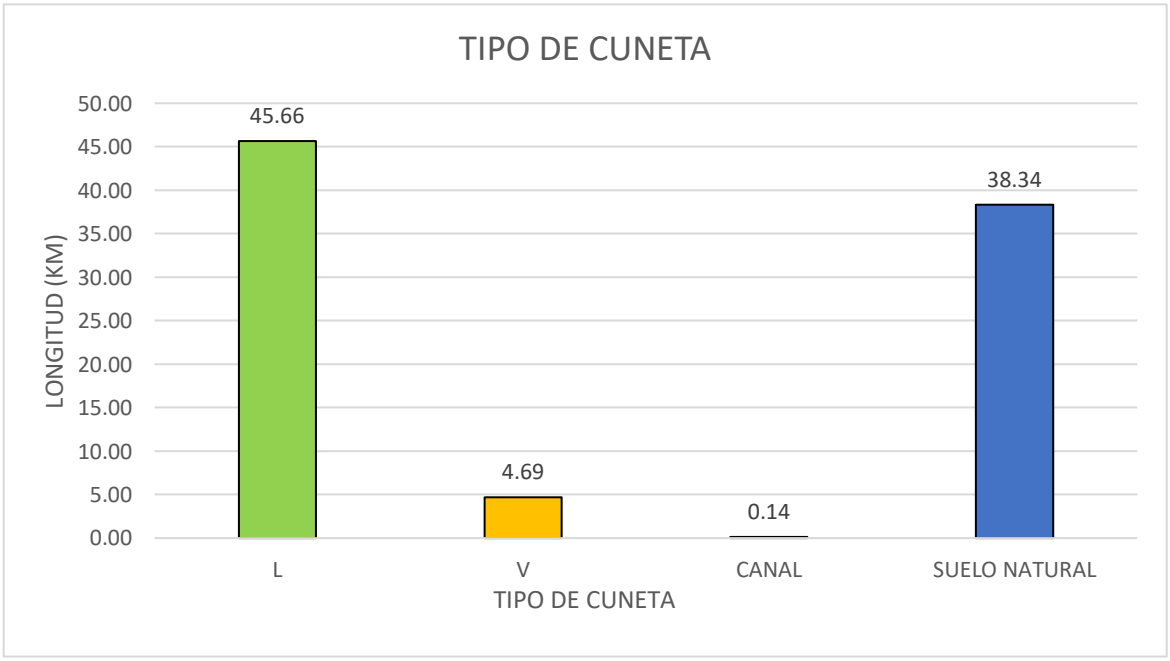


4.1.4 Ancho de las vías.



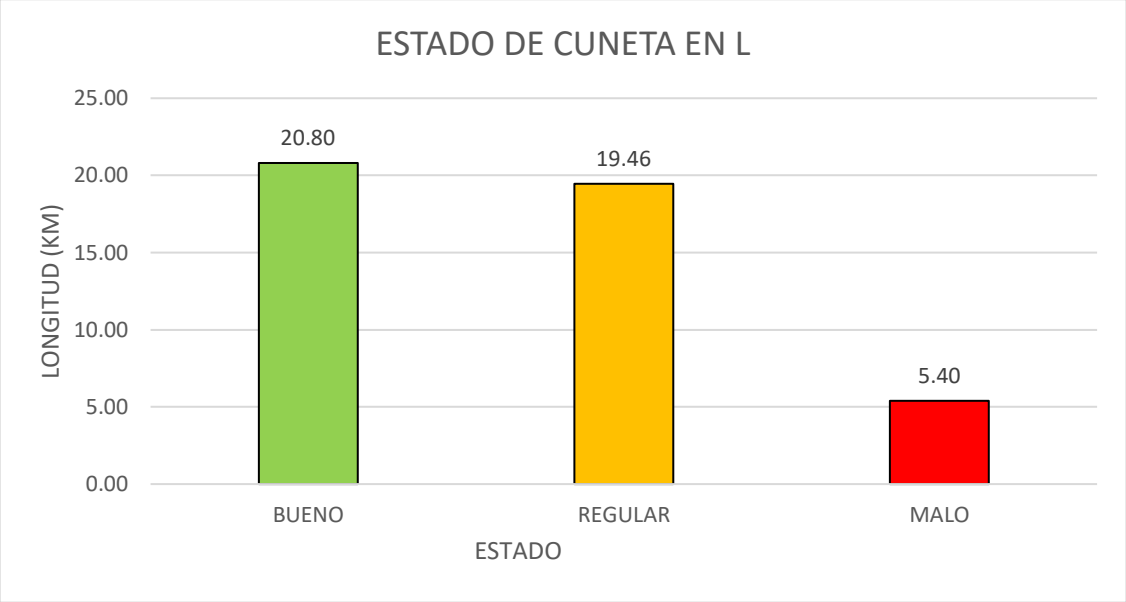
4.2 Diagramas de información de cunetas.

4.2.1 Tipo de cuneta.

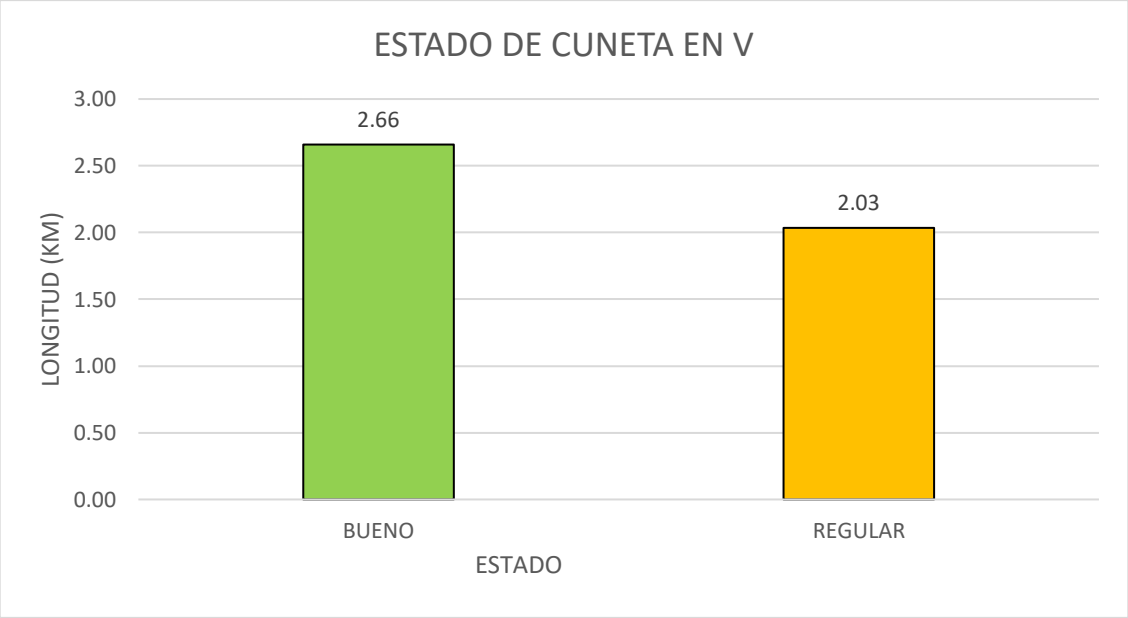


4.2.2 Estado de las cunetas.

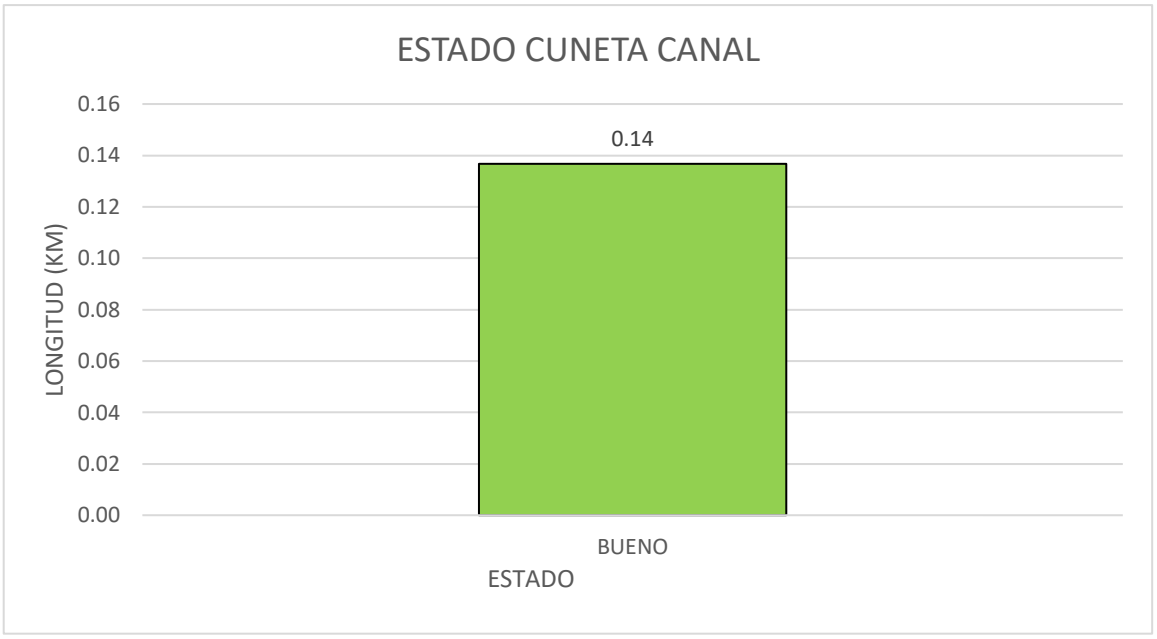
4.2.2.1 Estado de las cunetas en L.



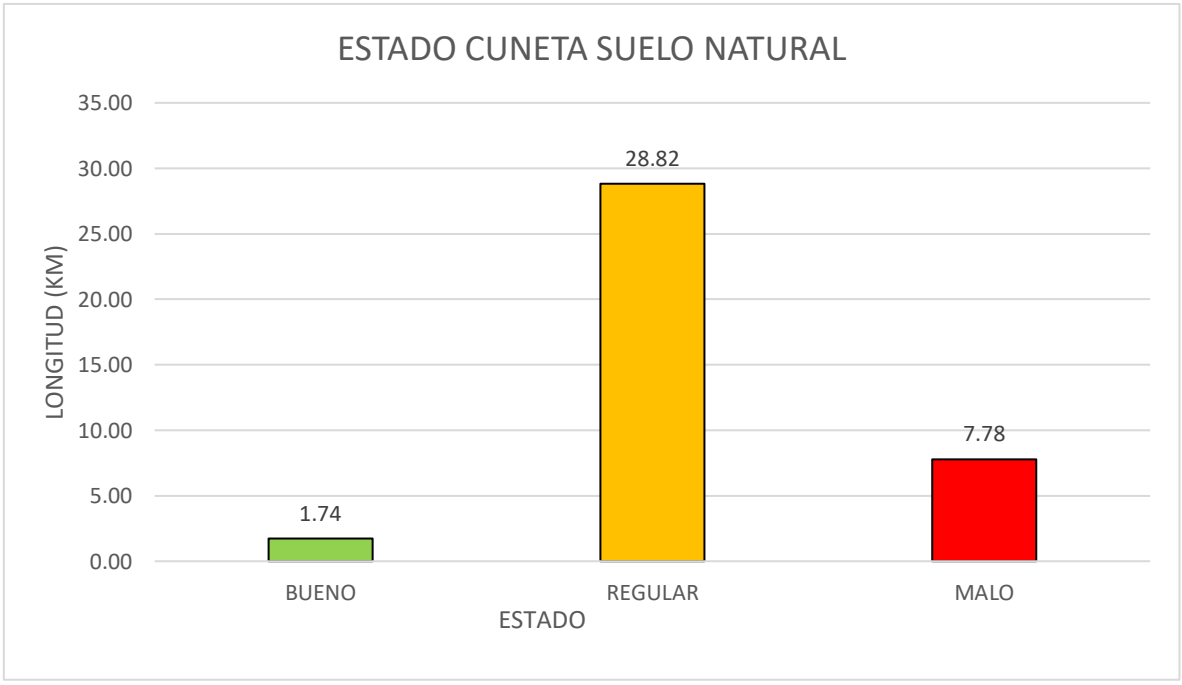
4.2.2.2 Cuneta tipo V.



4.2.2.3 Estado de las cunetas tipo canal.

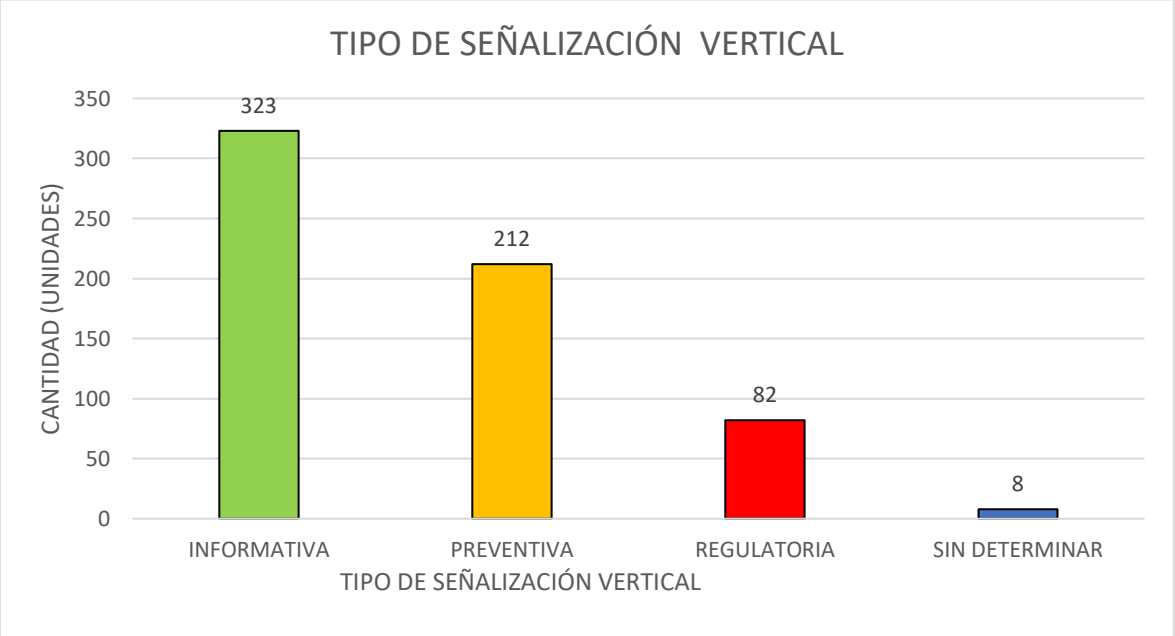


4.2.2.4 Estado de las cunetas de suelo natural.



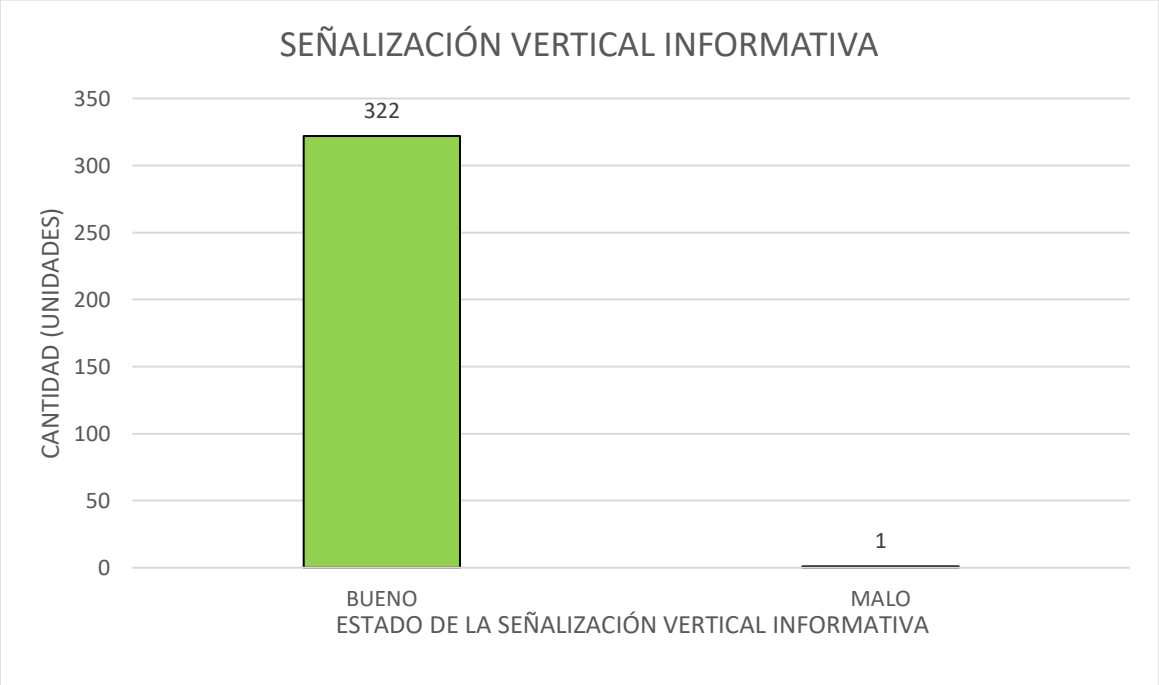
4.3 Diagramas de la información de la señalización vertical.

4.3.1 Tipo de señalización vertical.

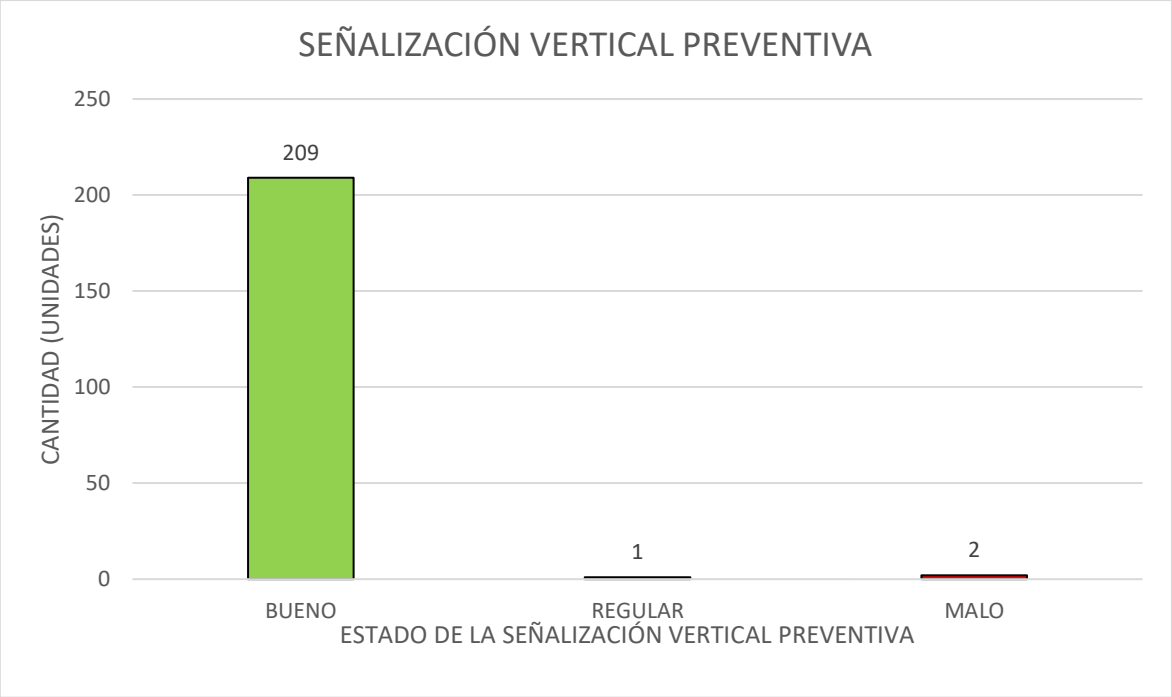


4.3.2 Estado de la señalización vertical.

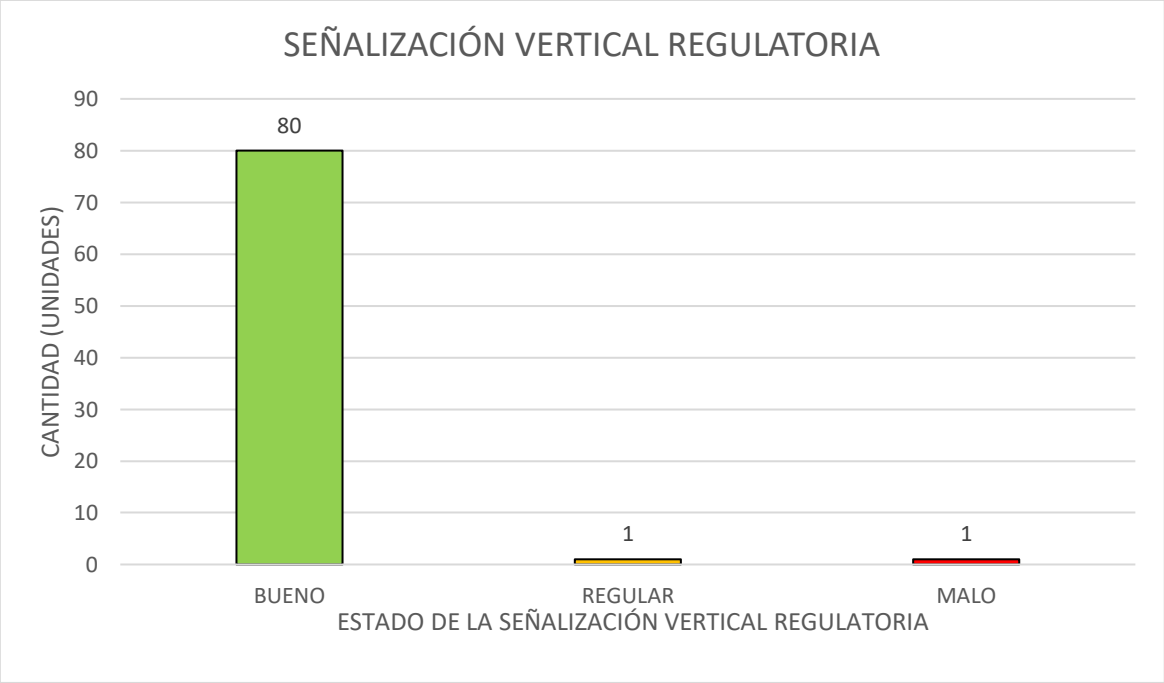
4.3.2.1 Estado de la señalización vertical informativa.



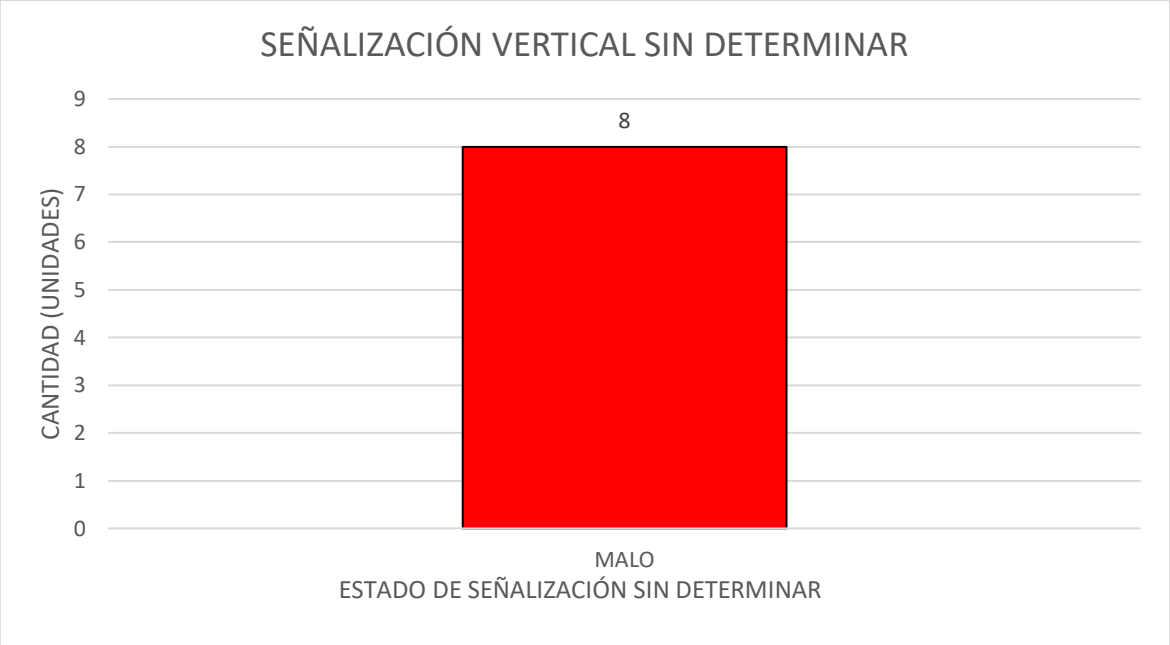
4.3.2.2 Estado de la señalización vertical preventiva.



4.3.2.3 Estado de la señalización vertical regulatoria.

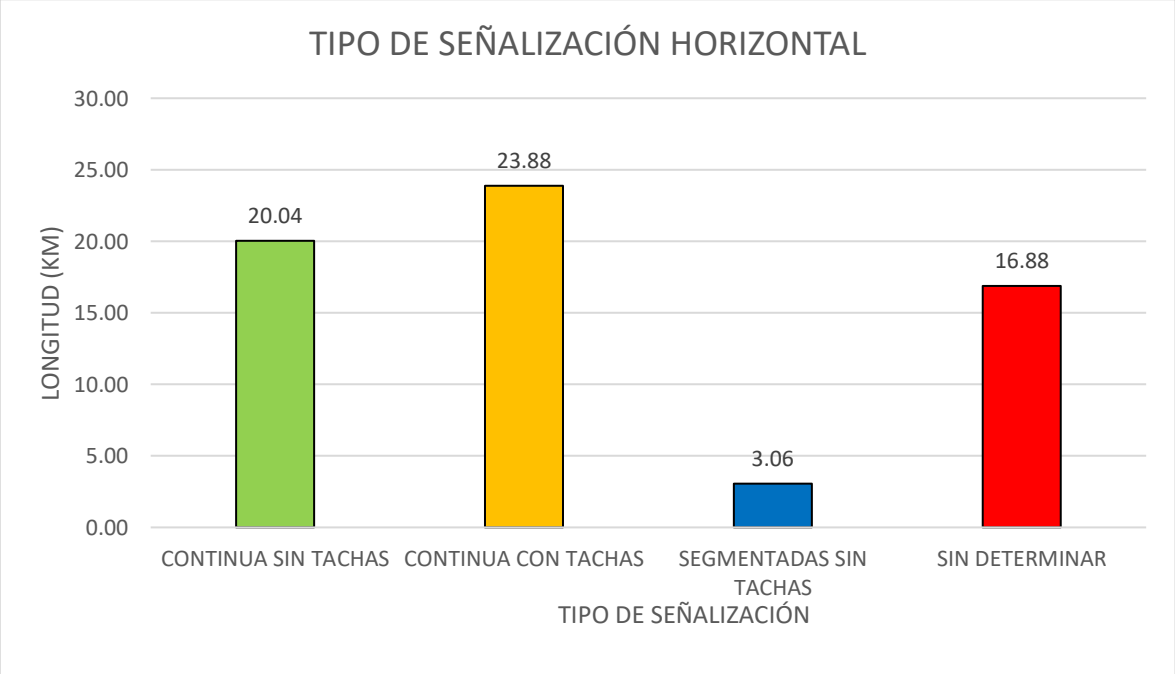


4.3.2.4 Estado de la señalización vertical sin determinar.



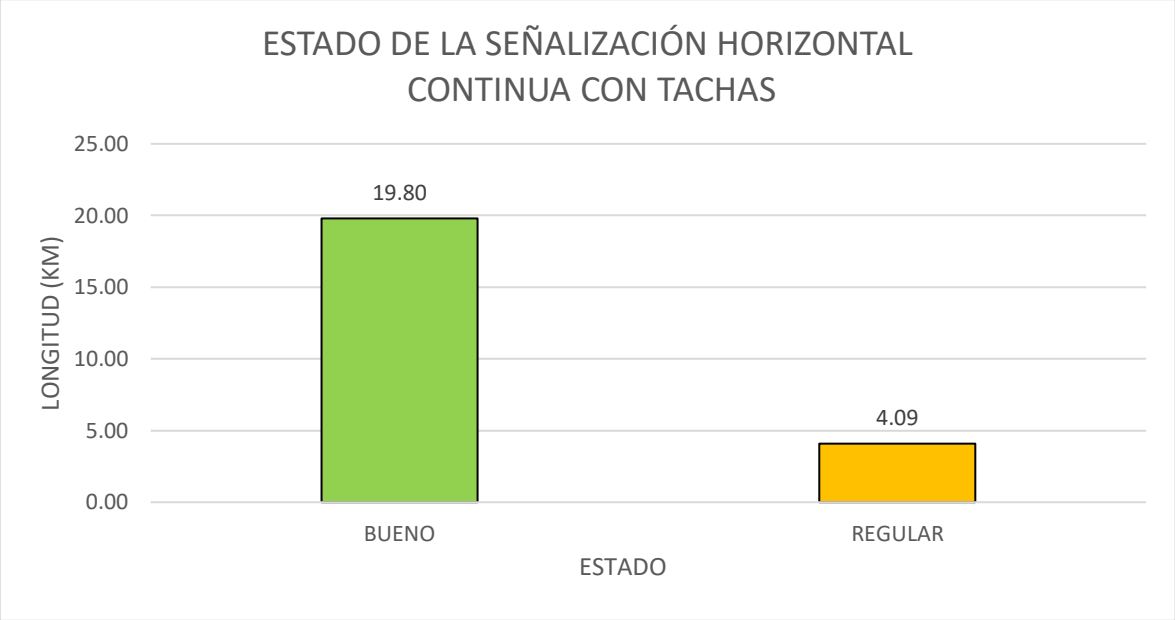
4.4 Diagramas de información de la señalización horizontal.

4.4.1 Tipo de señalización horizontal.

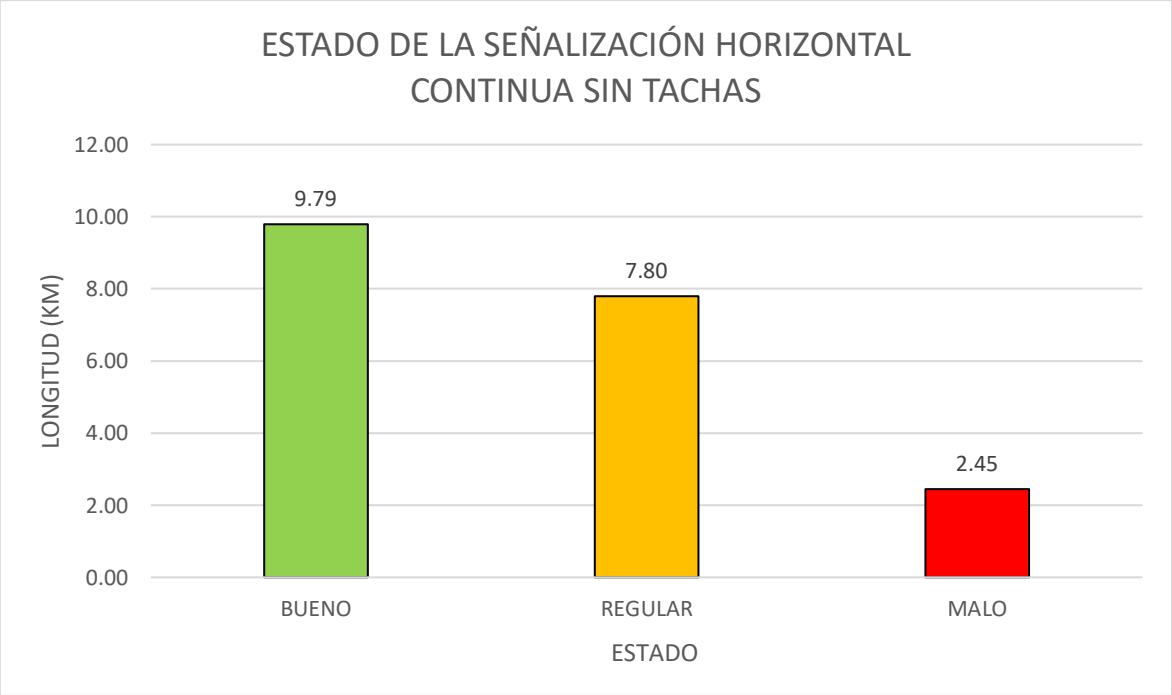


4.4.2 Estado de la señalización horizontal.

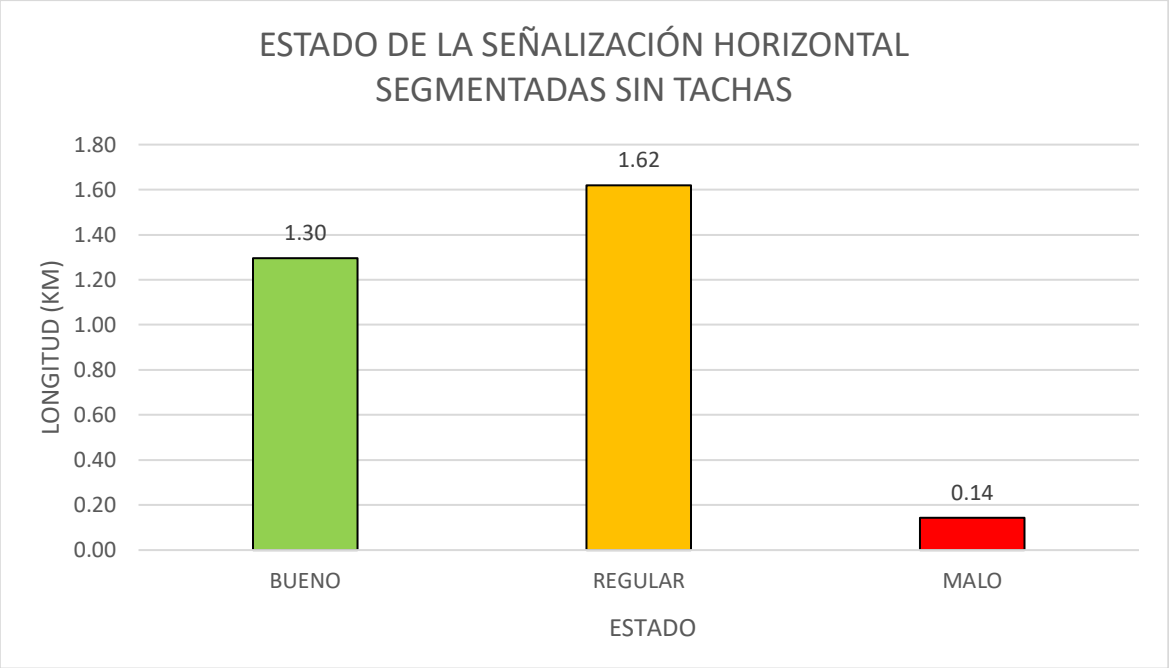
4.4.2.1 Estado de la señalización horizontal continua con tachas.



4.4.2.2 Estado de la señalización horizontal continua sin tachas.

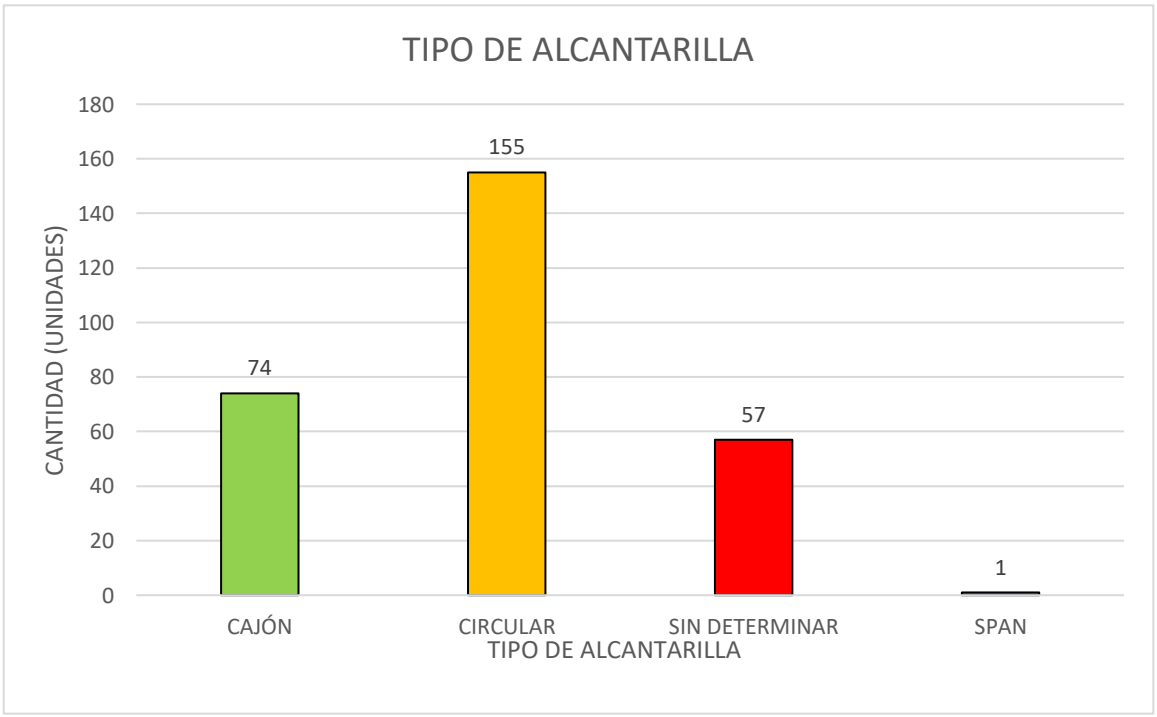


4.4.2.3 Estado de la señalización horizontal segmentada sin tachas.



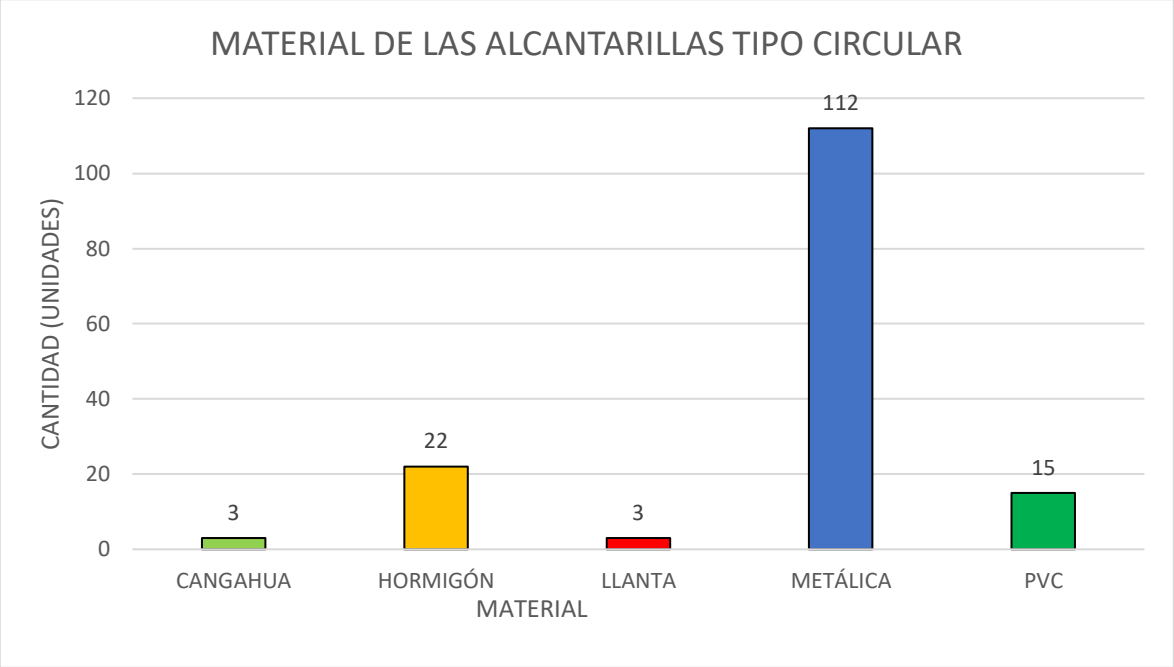
4.5 Diagramas de información de las alcantarillas.

4.5.1 Tipo de alcantarilla.

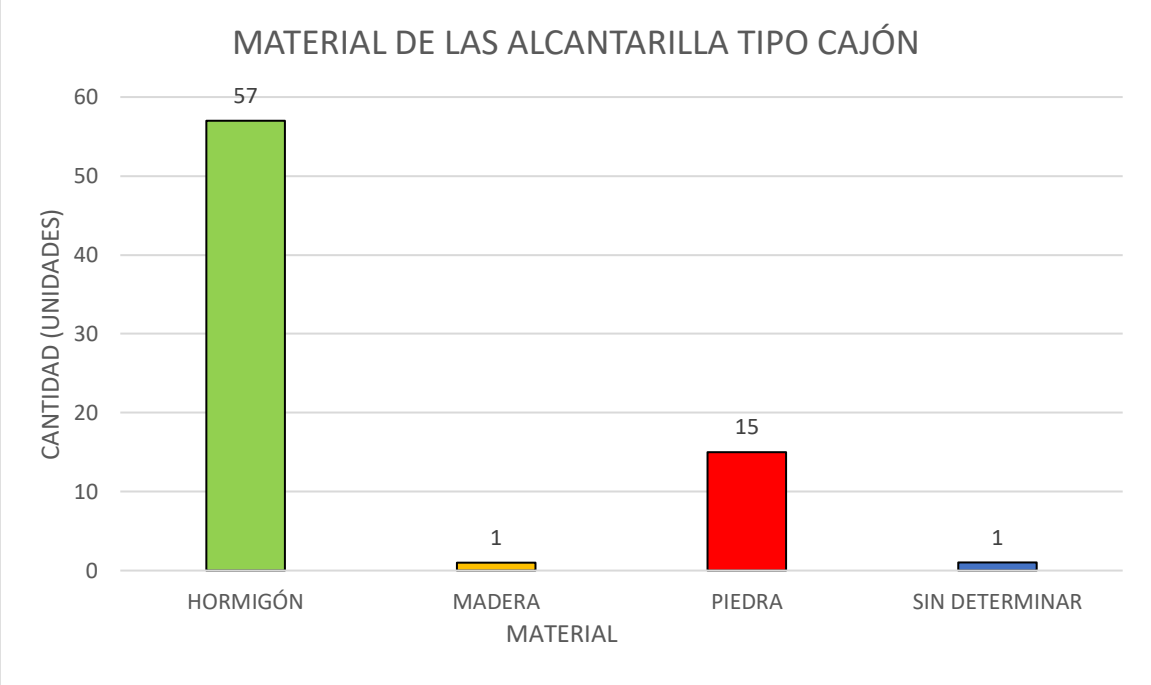


4.5.2 Material de la alcantarilla de acuerdo a su geometría.

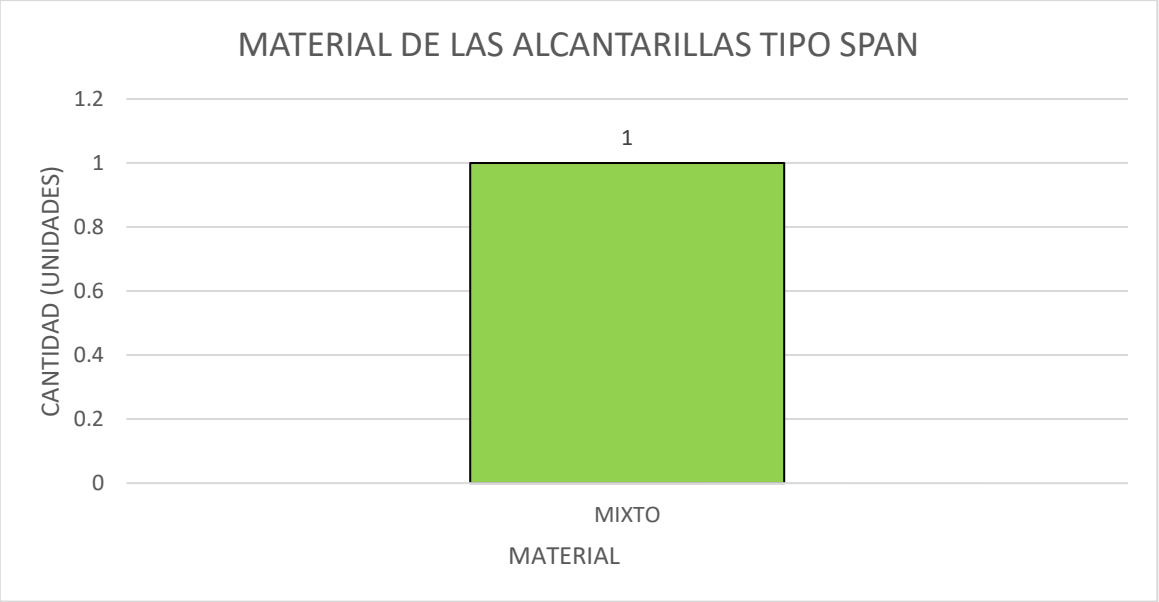
4.5.2.1 Material de las alcantarillas tipo circular.



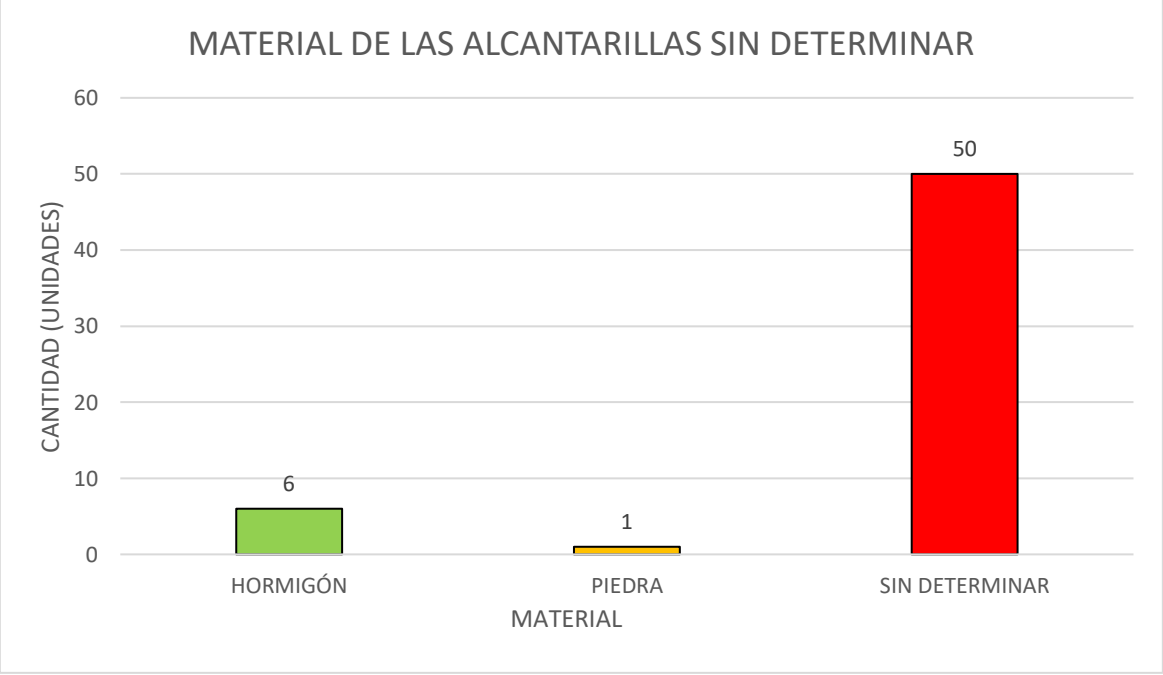
4.5.2.2 Material de las alcantarillas tipo cajón.



4.5.2.3 Material de las alcantarillas tipo span.

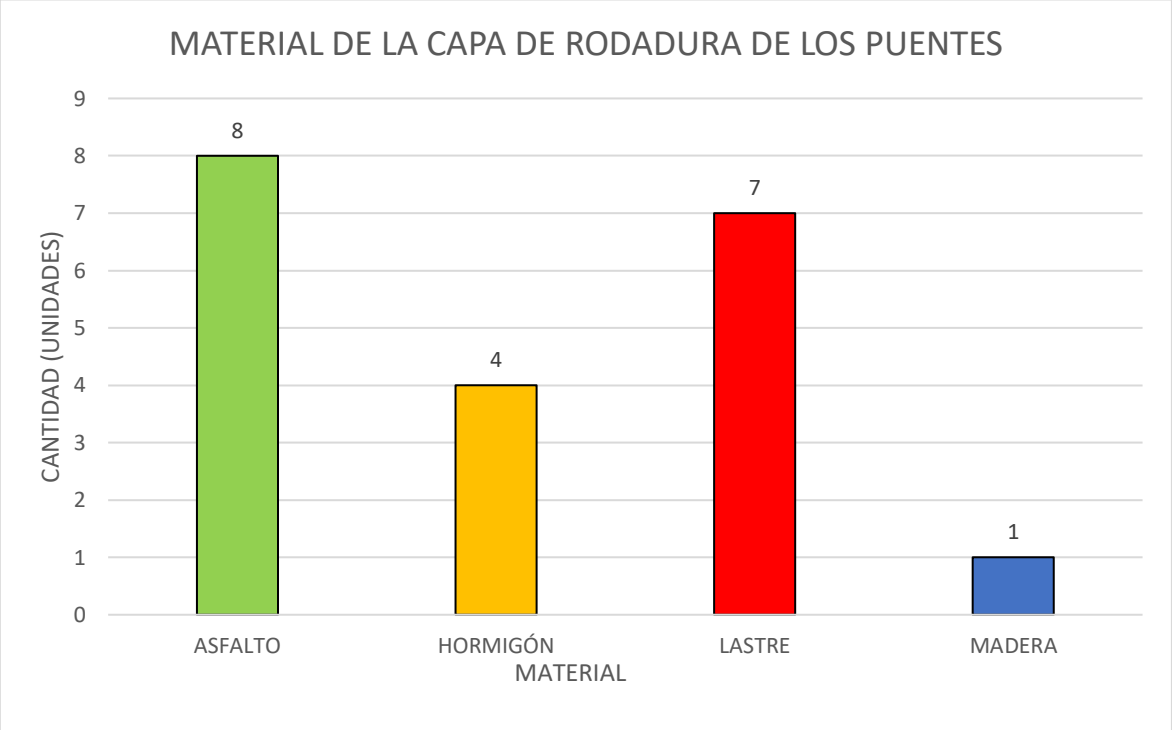


4.5.2.4 Material de las alcantarillas sin determinar.

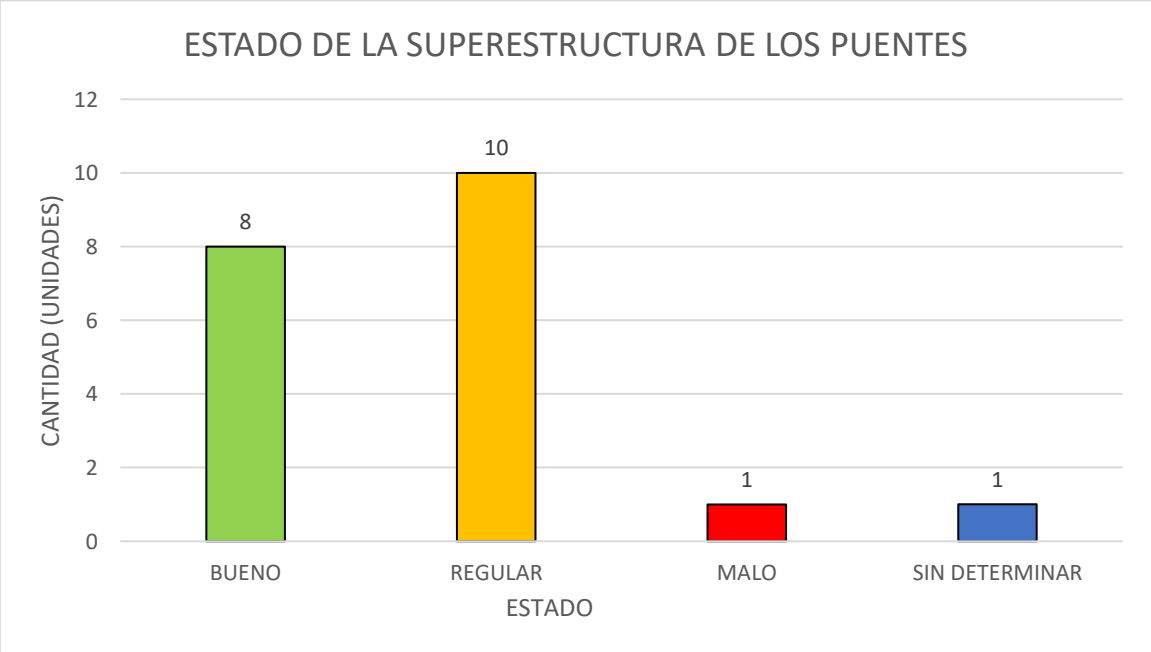


4.6 Diagrama de información de los puentes.

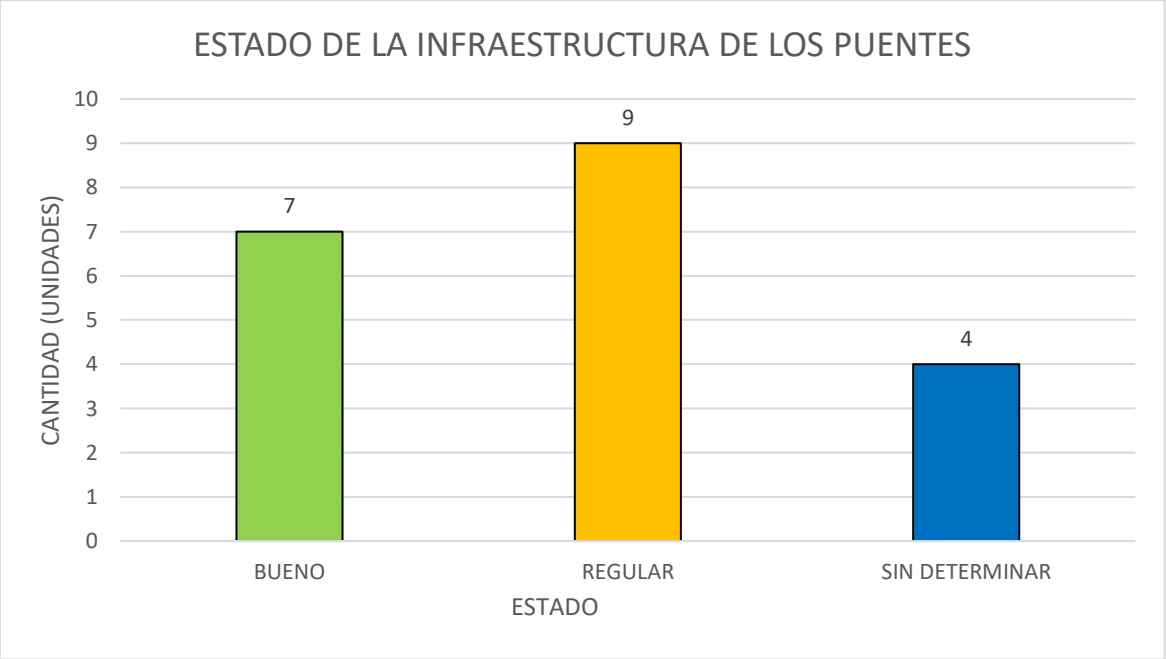
4.6.1 Material de la capa de rodadura de los puentes.



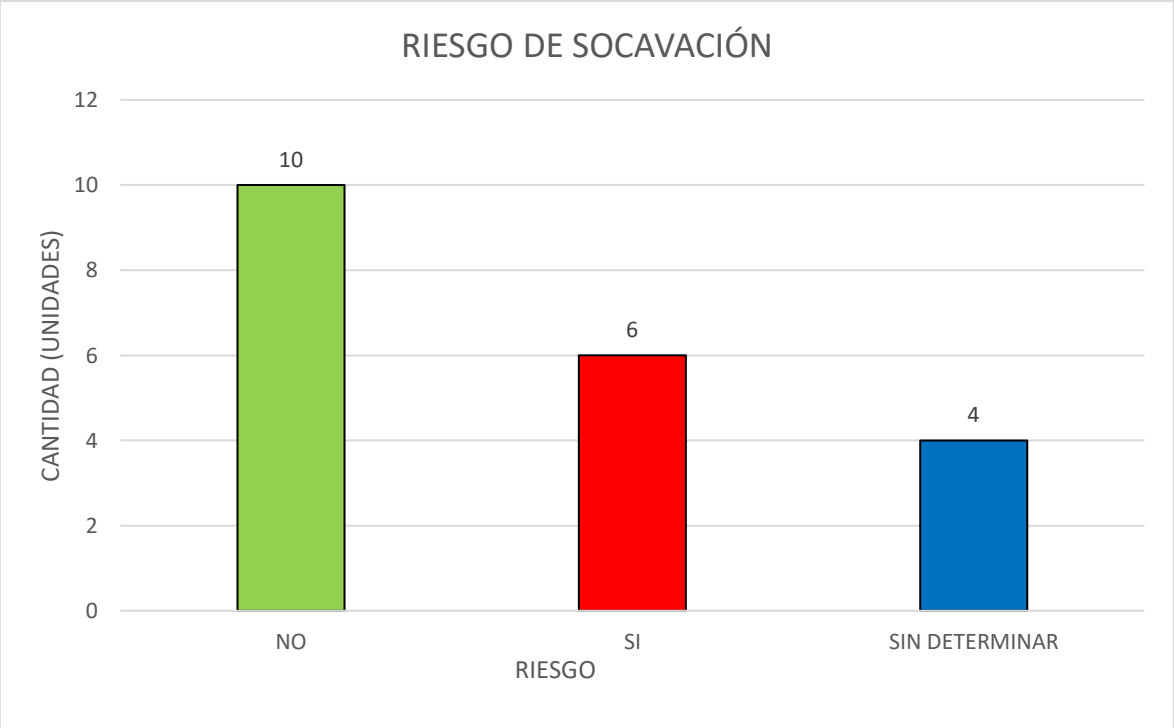
4.6.2 Estado de la superestructura de los puentes.



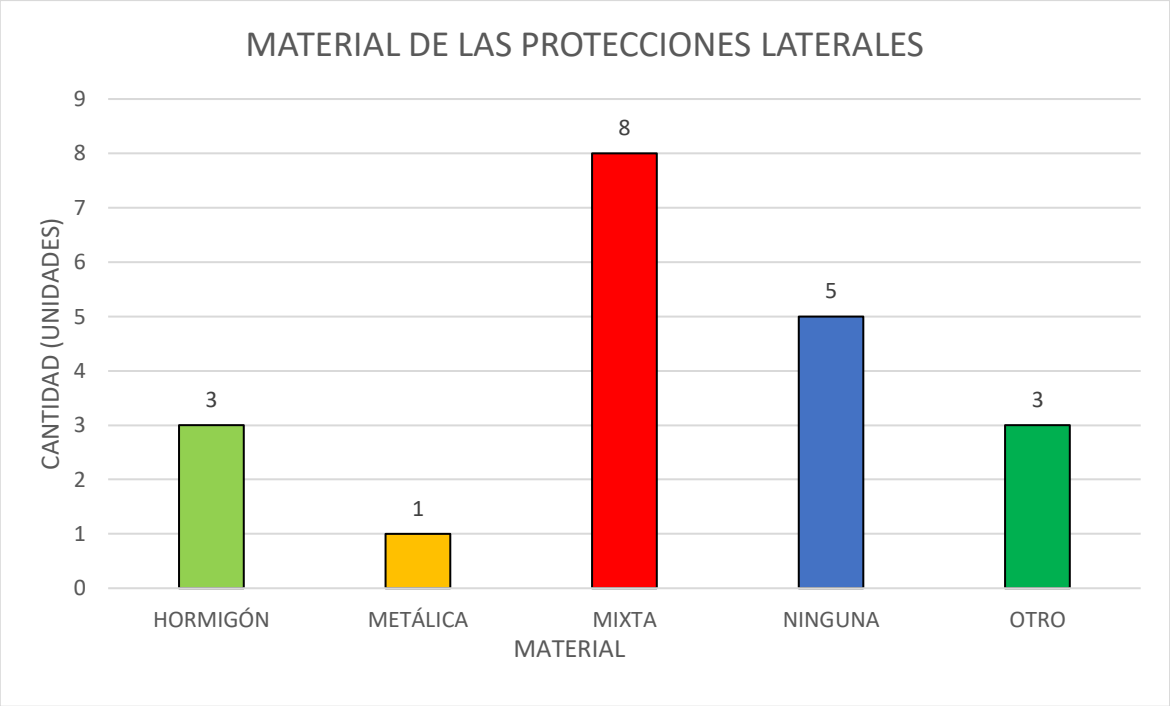
4.6.3 Estado de la infraestructura de los puentes.



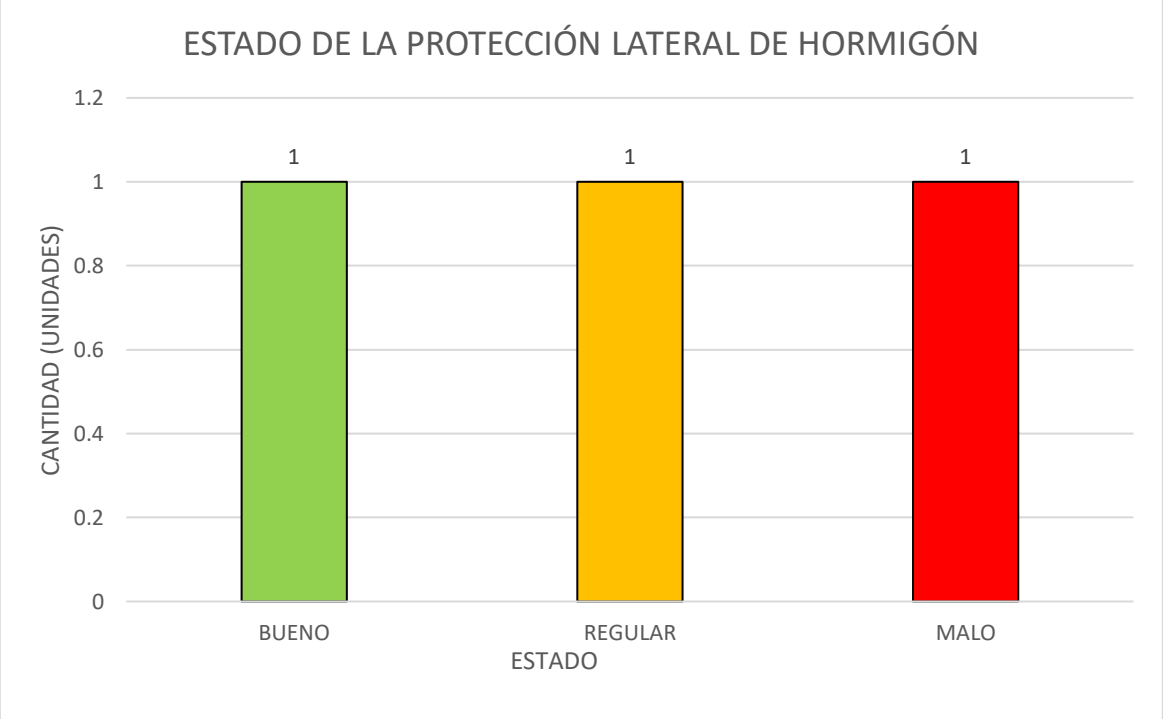
4.6.4 Riesgo de socavación.



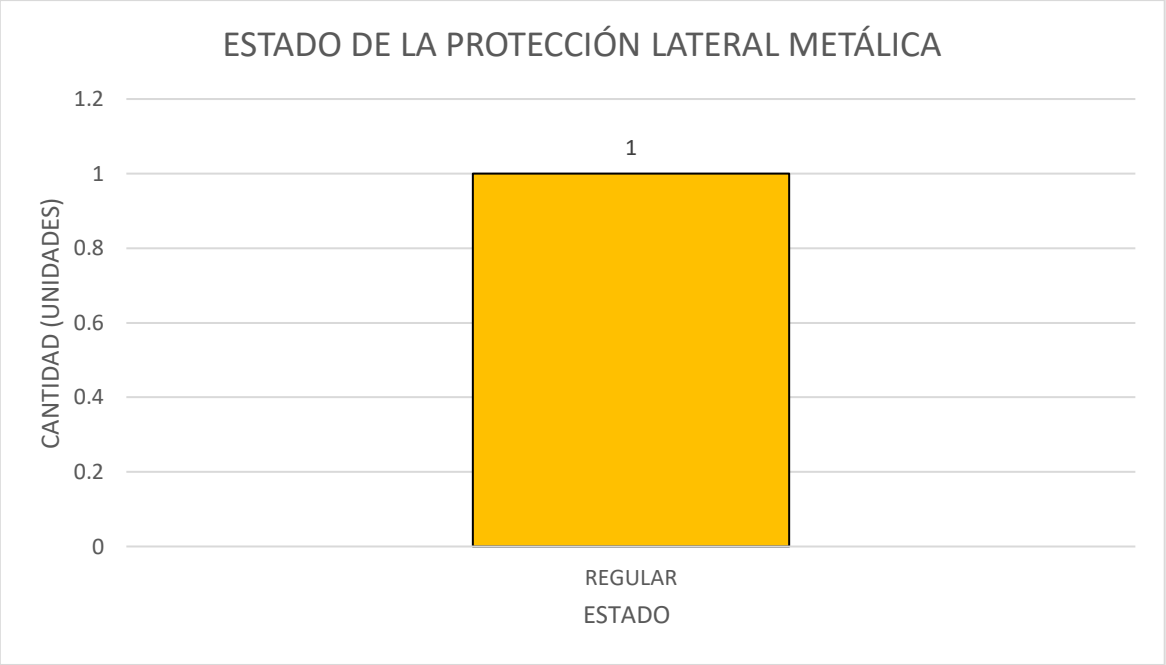
4.6.5 Materiales de las protecciones laterales.



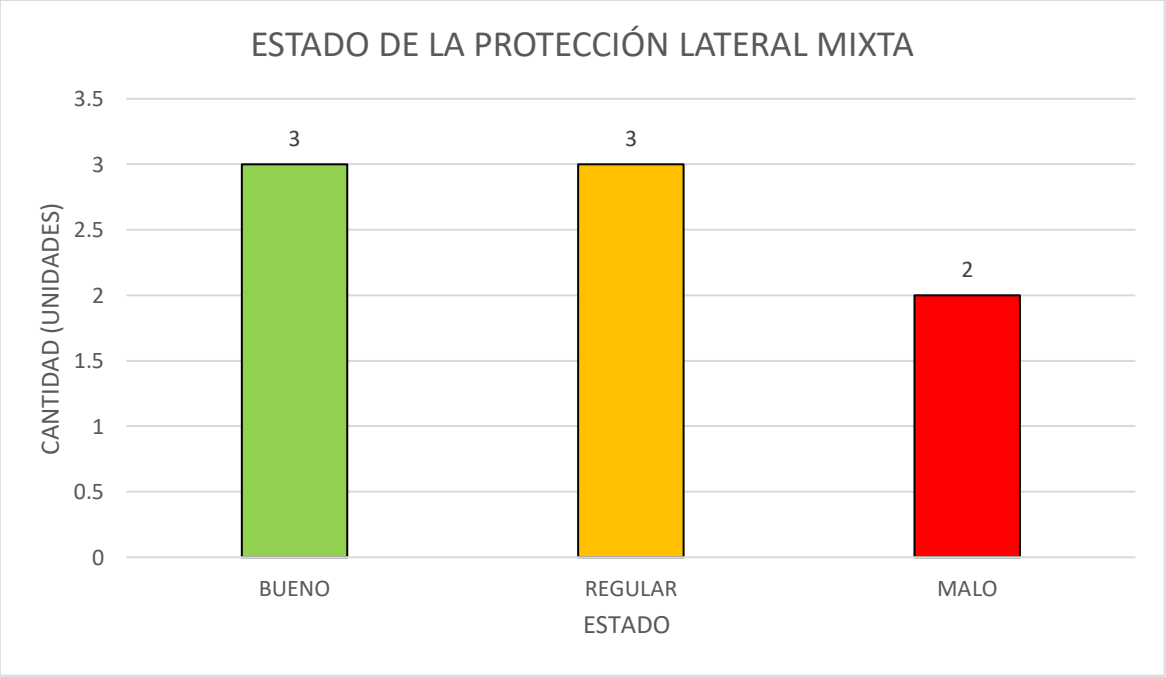
4.6.5.1 Estado de la protección lateral de hormigón.



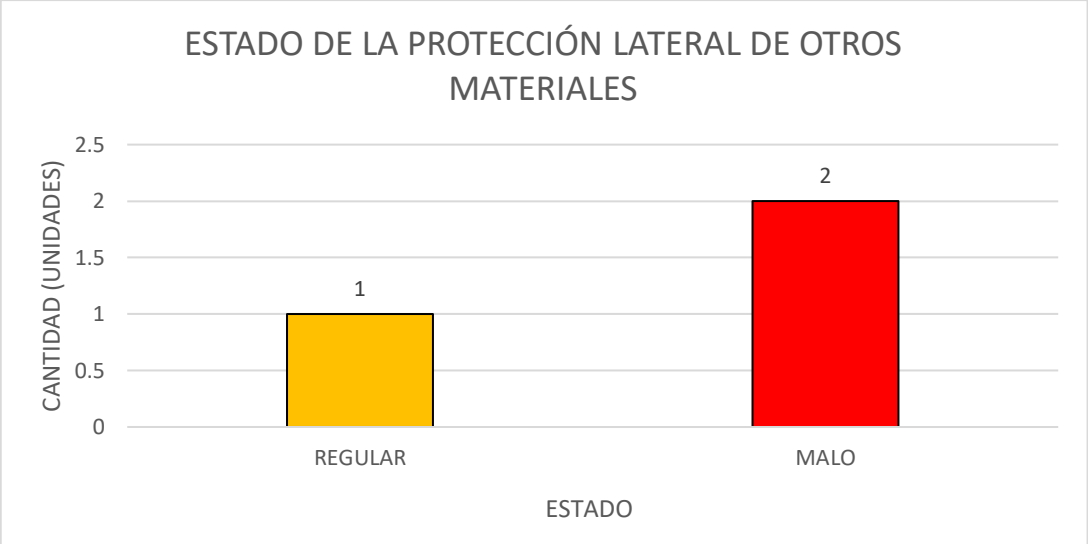
4.6.5.2 Estado de la protección lateral metálica.



4.6.5.3 Estado de la protección lateral mixta.

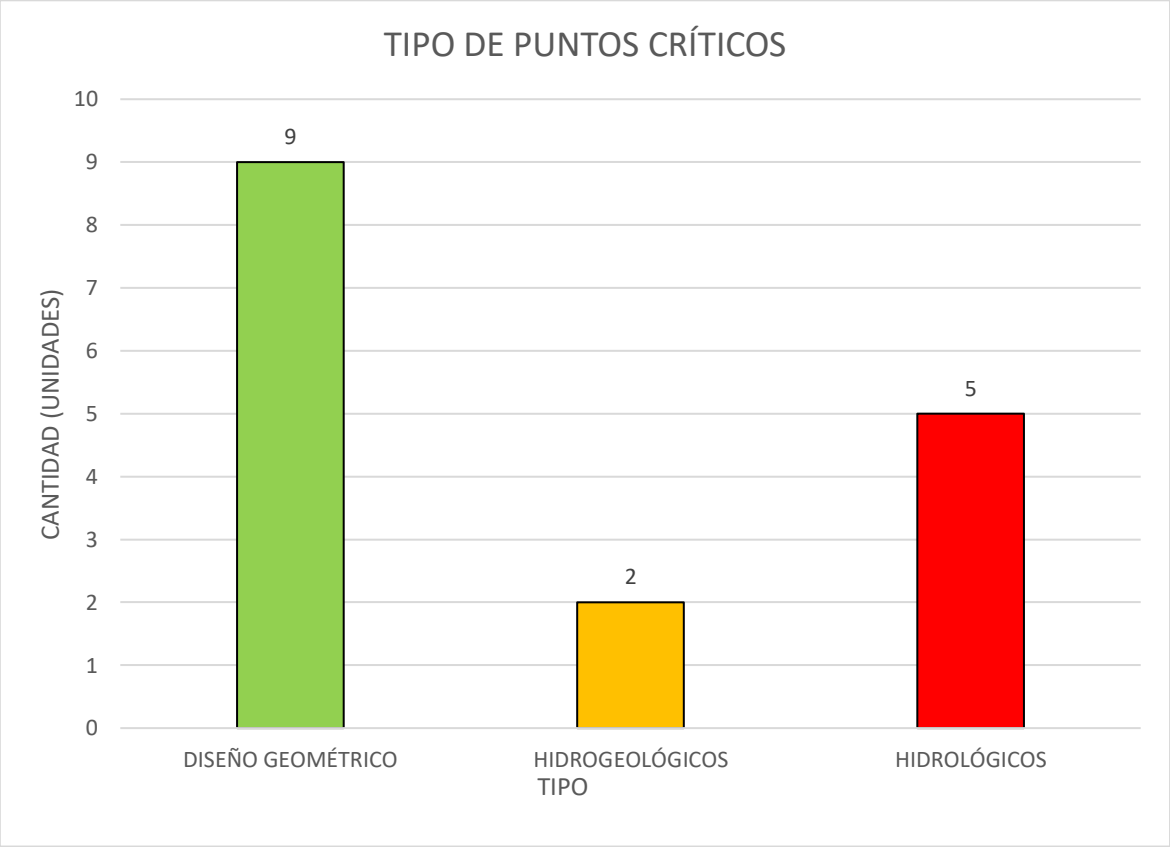


4.6.5.4 Estado de la protección lateral de otros materiales.



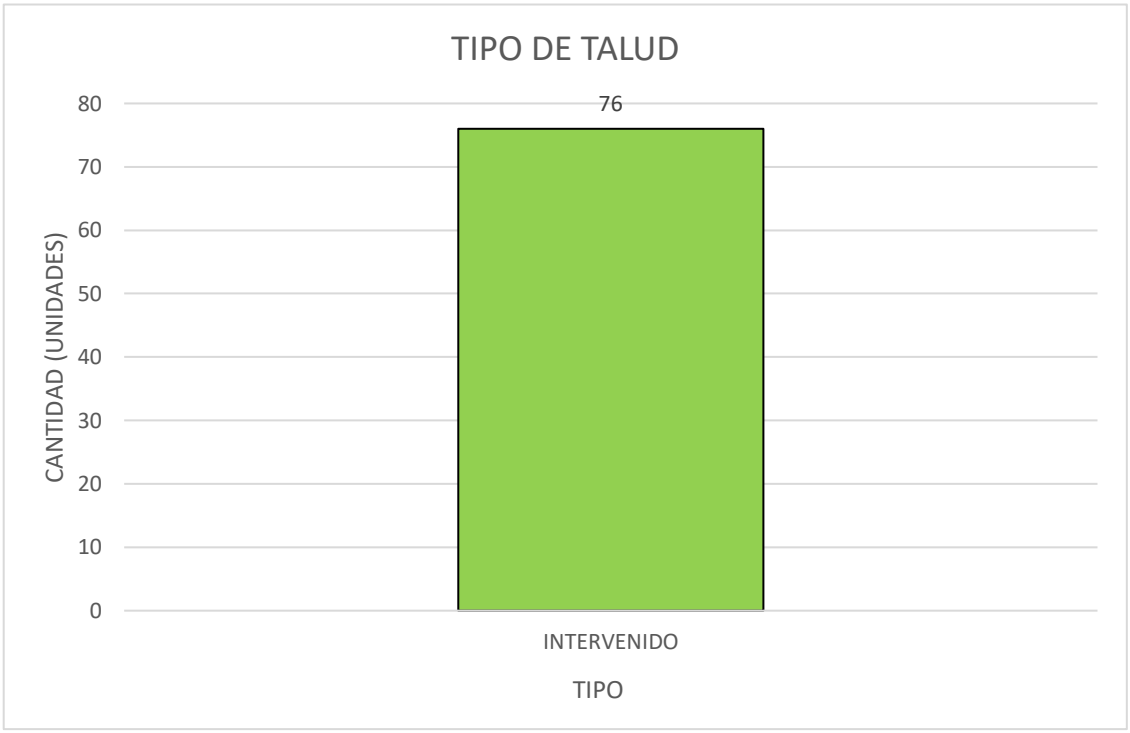
4.7 Diagramas de información de los puntos críticos.

4.7.1 Tipos de puntos críticos.

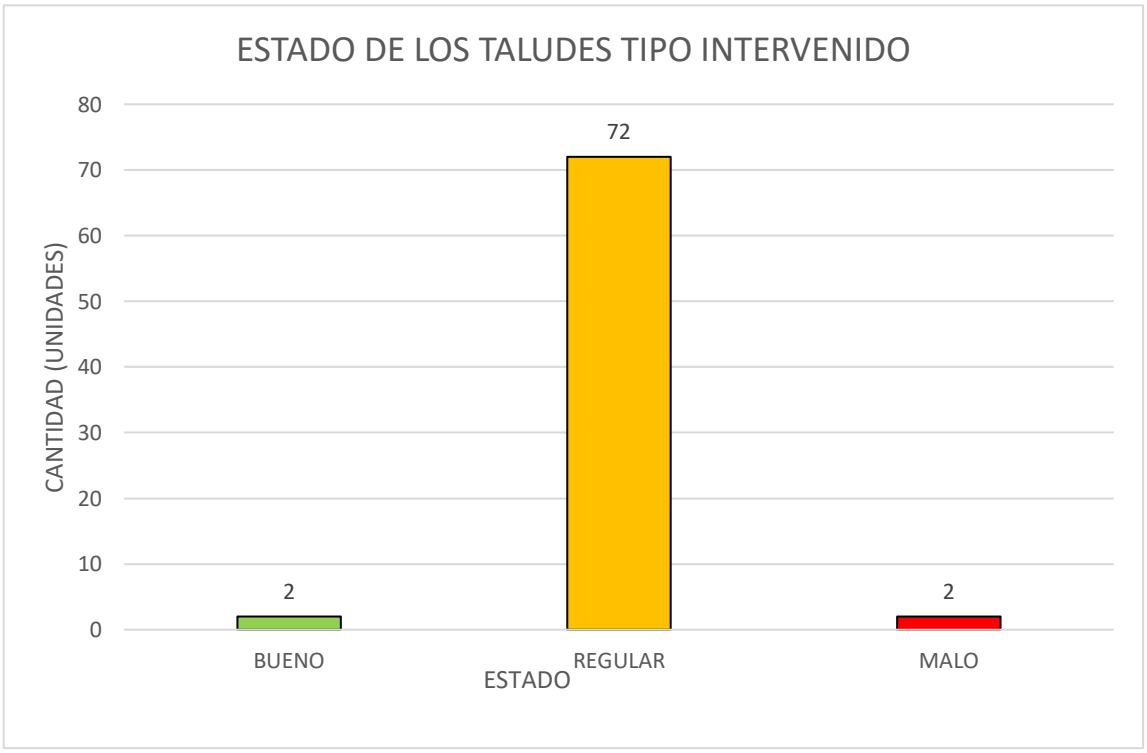


4.8 Diagramas de información de taludes.

4.8.1 Tipo de talud.

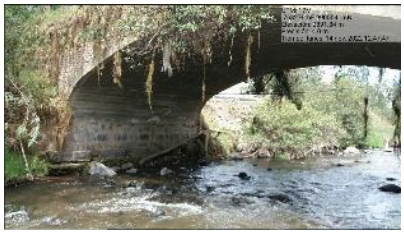


4.8.2 Estado de los taludes tipo intervenido.

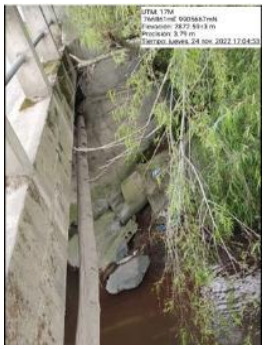


4.9 Registro fotográfico de los puentes e identificación de riesgos de socavación.

N°	Superestructura	Infraestructura	Riesgo de socavación
1	**Puente 01, vía Santa Rita - Mulaló**  	 	SI
2	**Puente 02, vía Santa Rita – Mulaló.** 	Zona cercada con alambre.	SIN DETERMINAR

3	**Puente 03, vía Mulaló - Aláquez, zona florícola.** 	 	NO
4	**Puente 04, vía San Marcos - Cuchitingue.** 	No determinado por inaccesibilidad a la zona, presencia de maleza.	SIN DETERMINAR

5	**Puente 05, vía El Banco de San Isidro Alto – Chalupas.** 		SI
6	**Puente 06, vía El Banco de San Isidro Alto - Chalupas.** 		NO
7	**Puente 07, Cuchitingue.** 		SI

8	**Puente 08, Cuchitingue.** 		SIN DETERMINAR
9	**Puente 09, en el sector de Chitan.** 		SI
10	**Puente 10, Aláquez, en curva junto a florícola.** 	 	NO

11	**Puente 11, Aláquez, Corazón de Jesús.** 		NO
12	**Puente 12, Aláquez, Corazón de Jesús.** 		NO
13	**Puente 13, Lasso – Mulaló.** 		NO

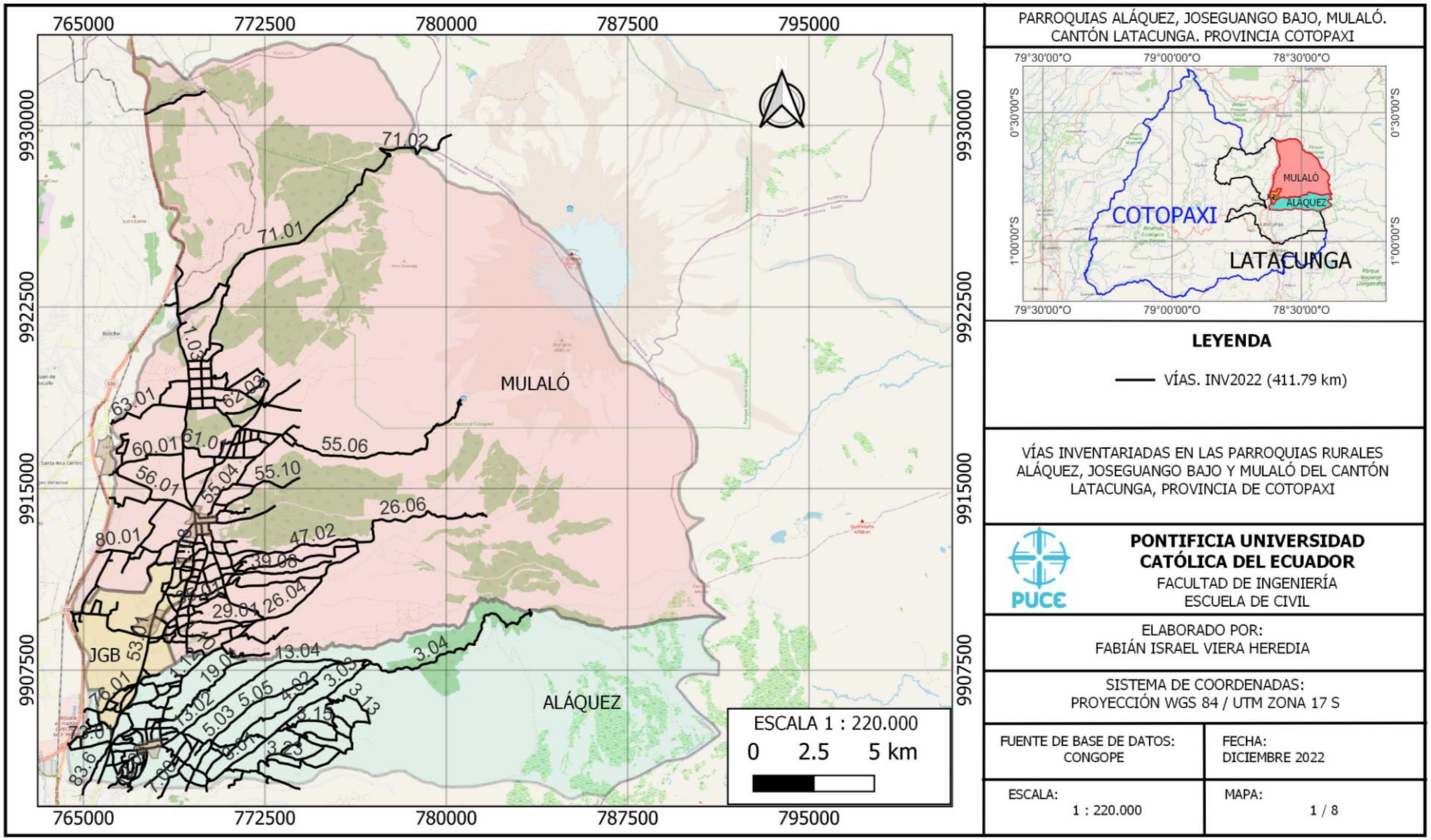
14	**Puente 14, Lasso - San Antonio de Limache.**  		NO
15	**Puente 15, San Ramón, Este de Nivel 1.** 		SIN DETERMINAR
16	**Puente 16, E35 Santa Rita – Parque Nacional Cotopaxi.** 		NO

17	**Puente 17, Corazón de Jesús - E35 (Simón Rodríguez)** 		SI
18	**Puente 18, Tandaliví – E35 Brigada Patria.**  		NO
19	**Puente 19, Joseguango Bajo - redondel Guaytacama E35.**  		NO

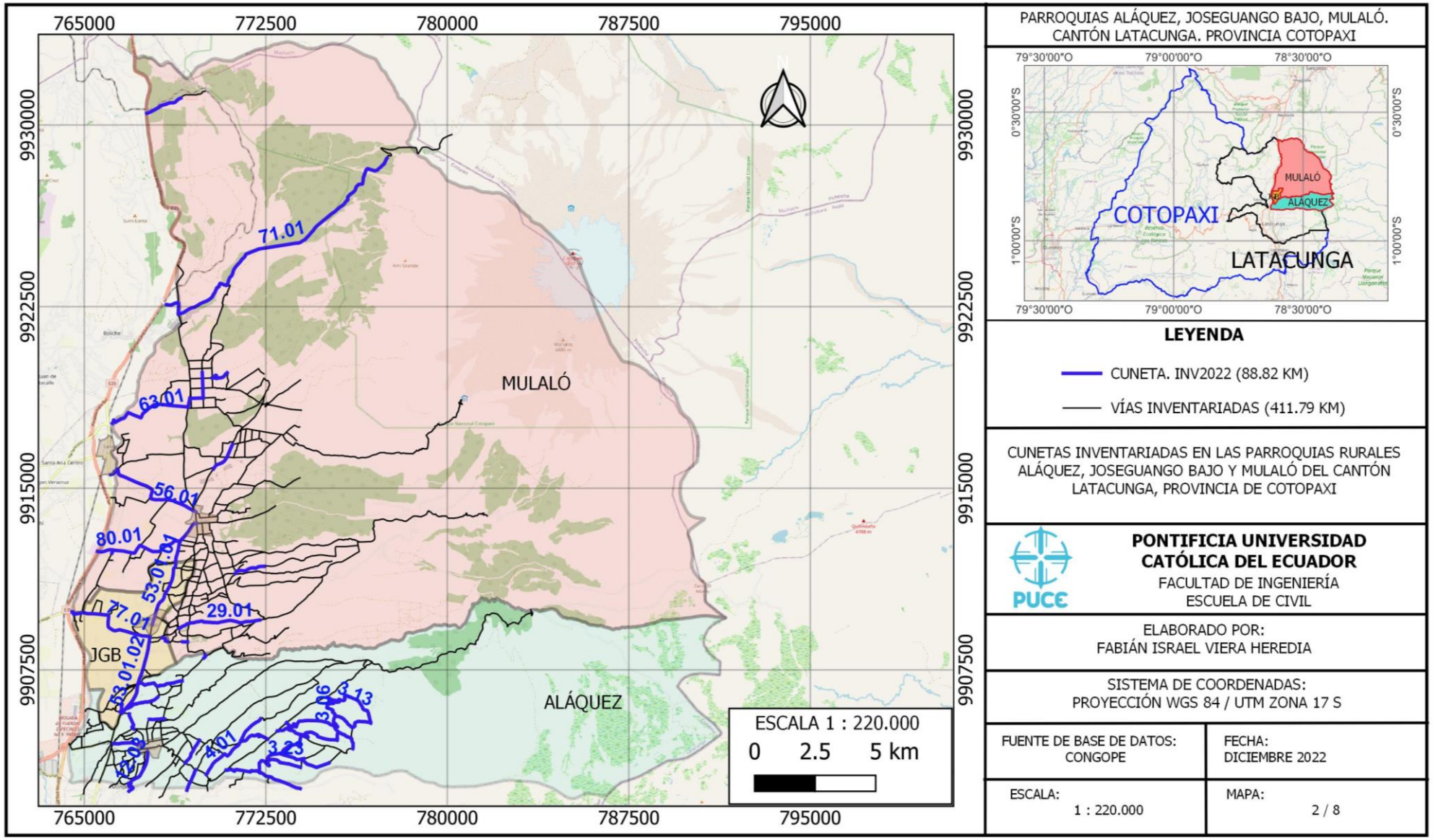
20	**Puente 20, Mulaló - E35 (NOVACERO).** 		SI

4.10 Mapas.

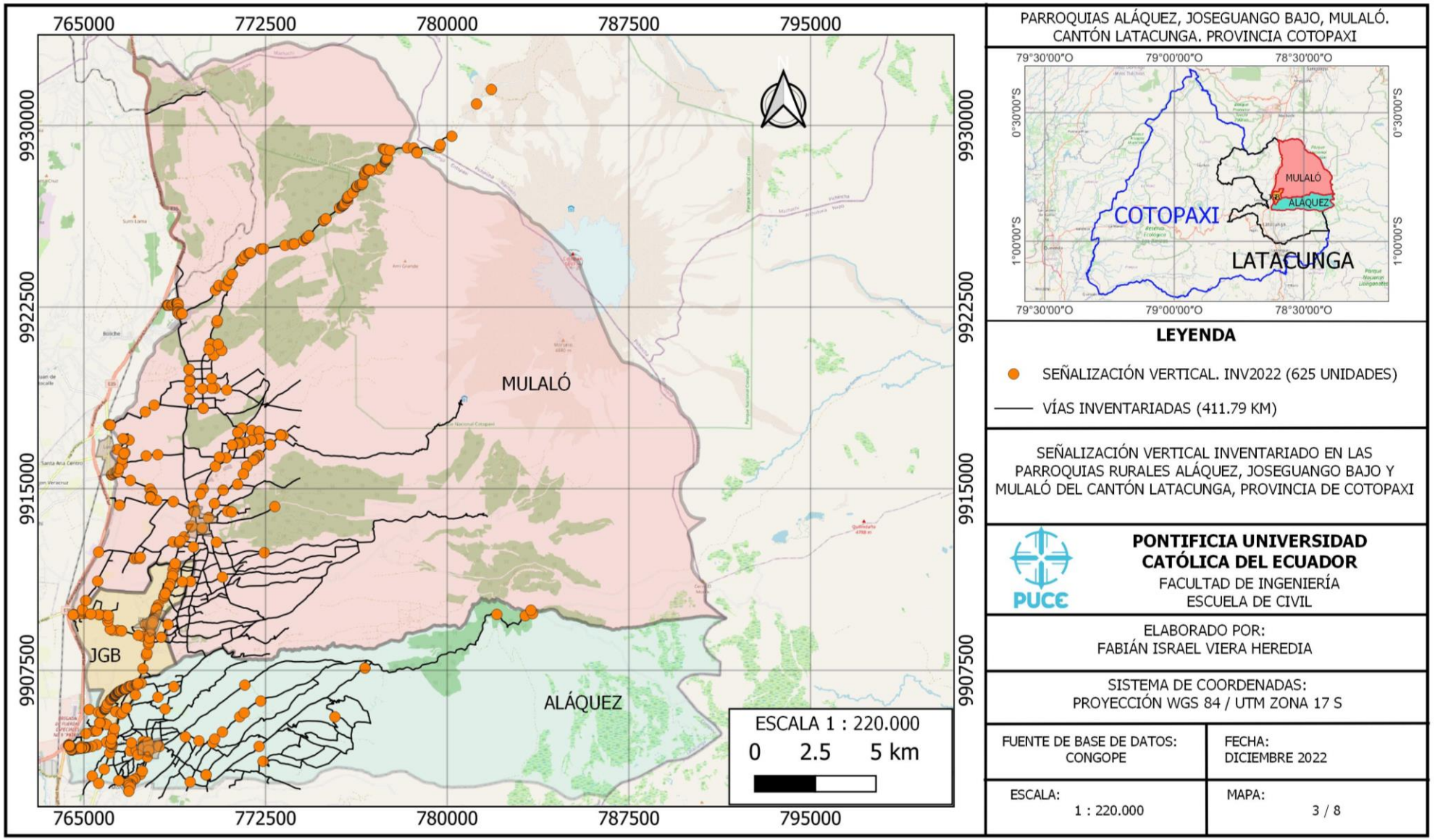
4.10.1 Vías inventariadas.



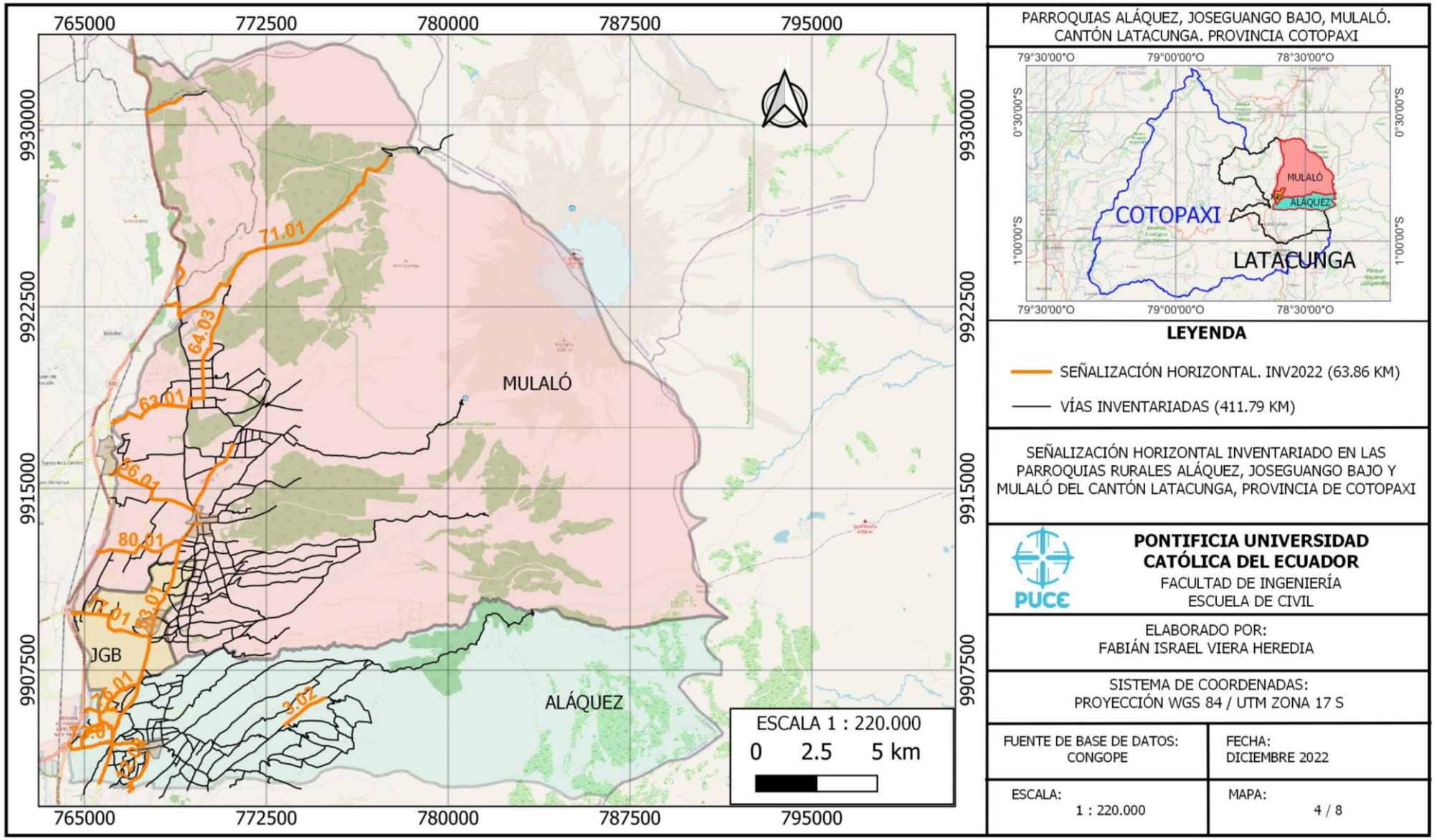
4.10.2 Cunetas inventariadas.



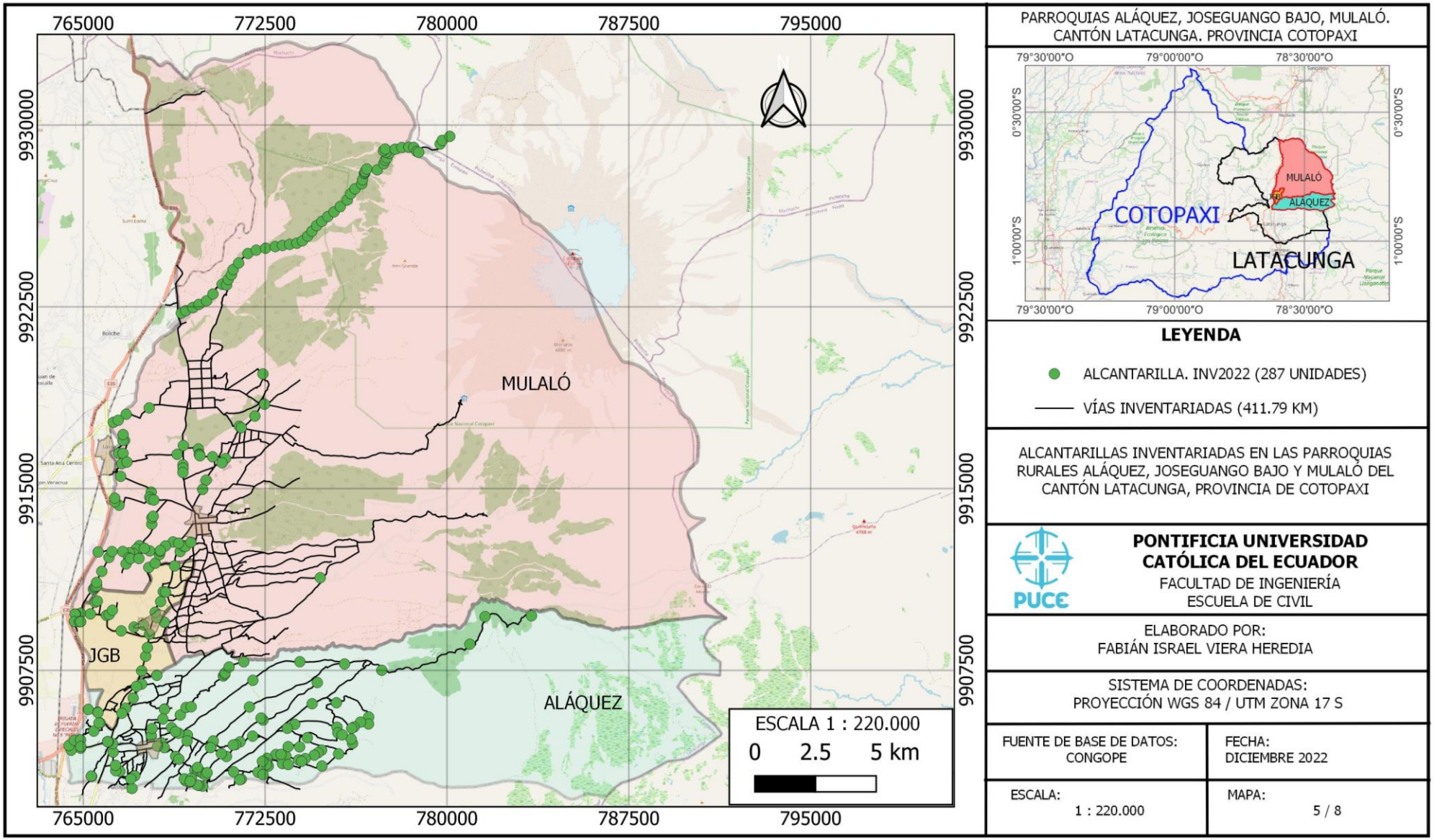
4.10.3 Señalización vertical inventariada.



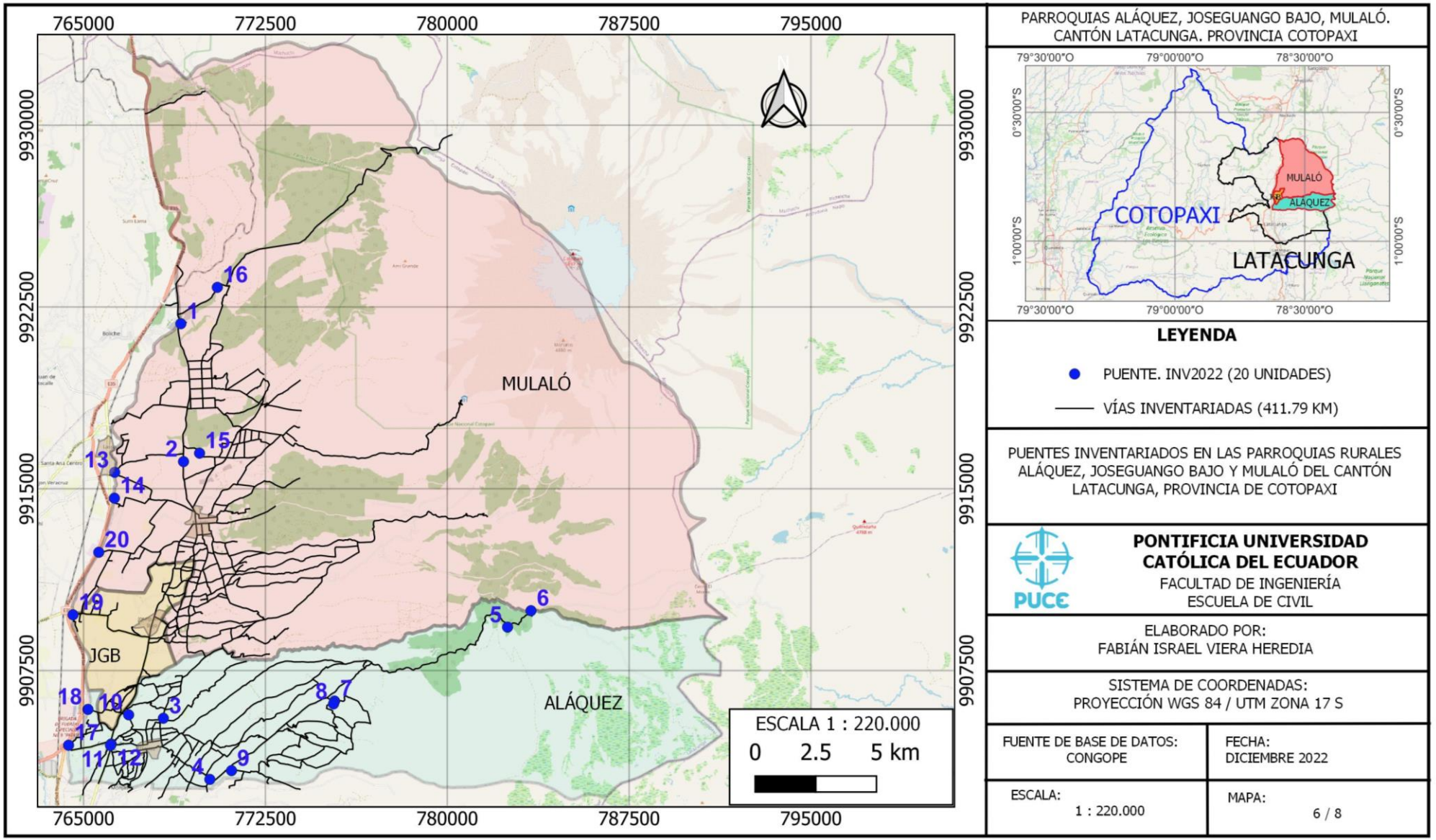
4.10.4 Señalización horizontal inventariada.



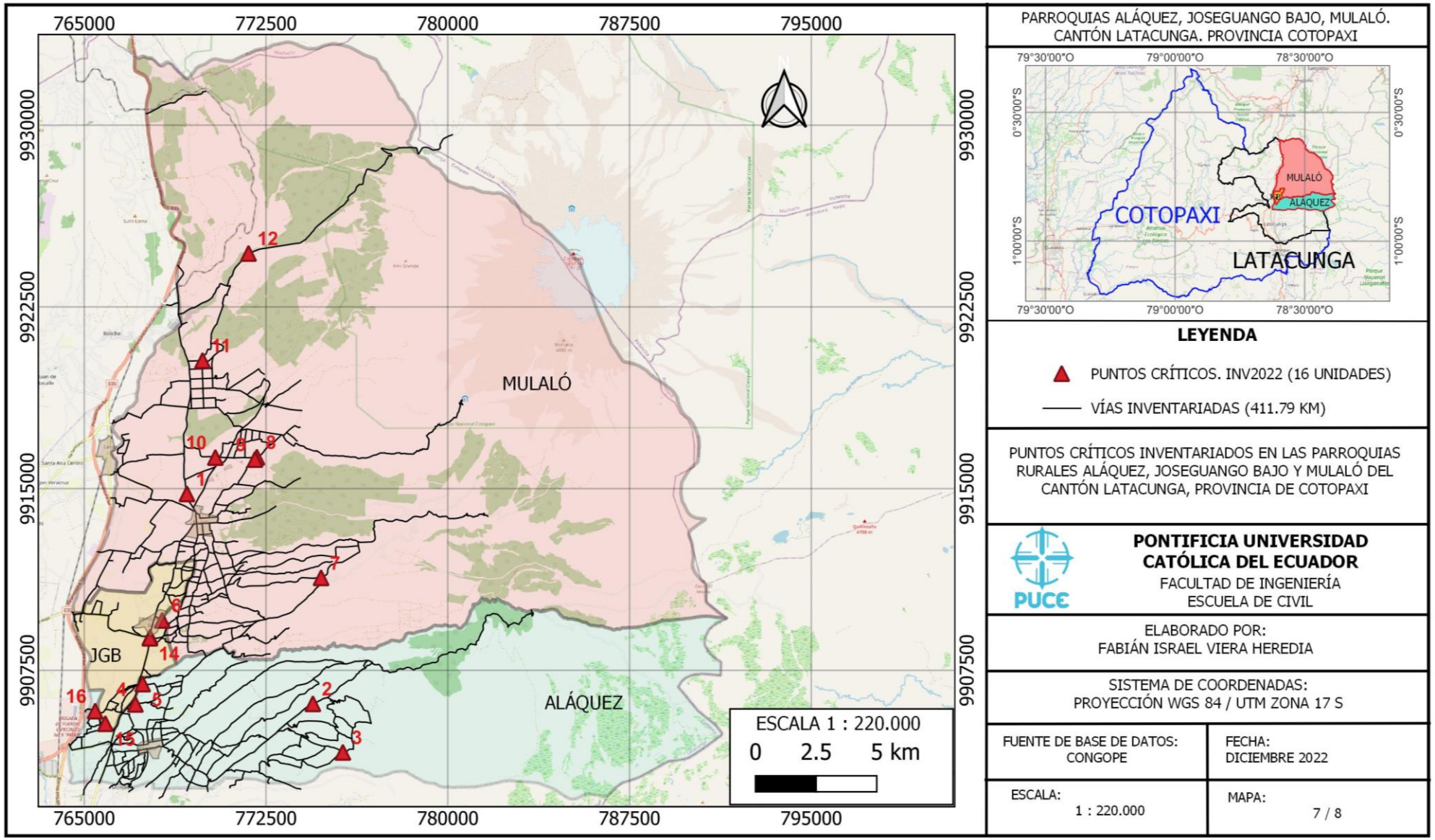
4.10.5 Alcantarillas inventariadas.



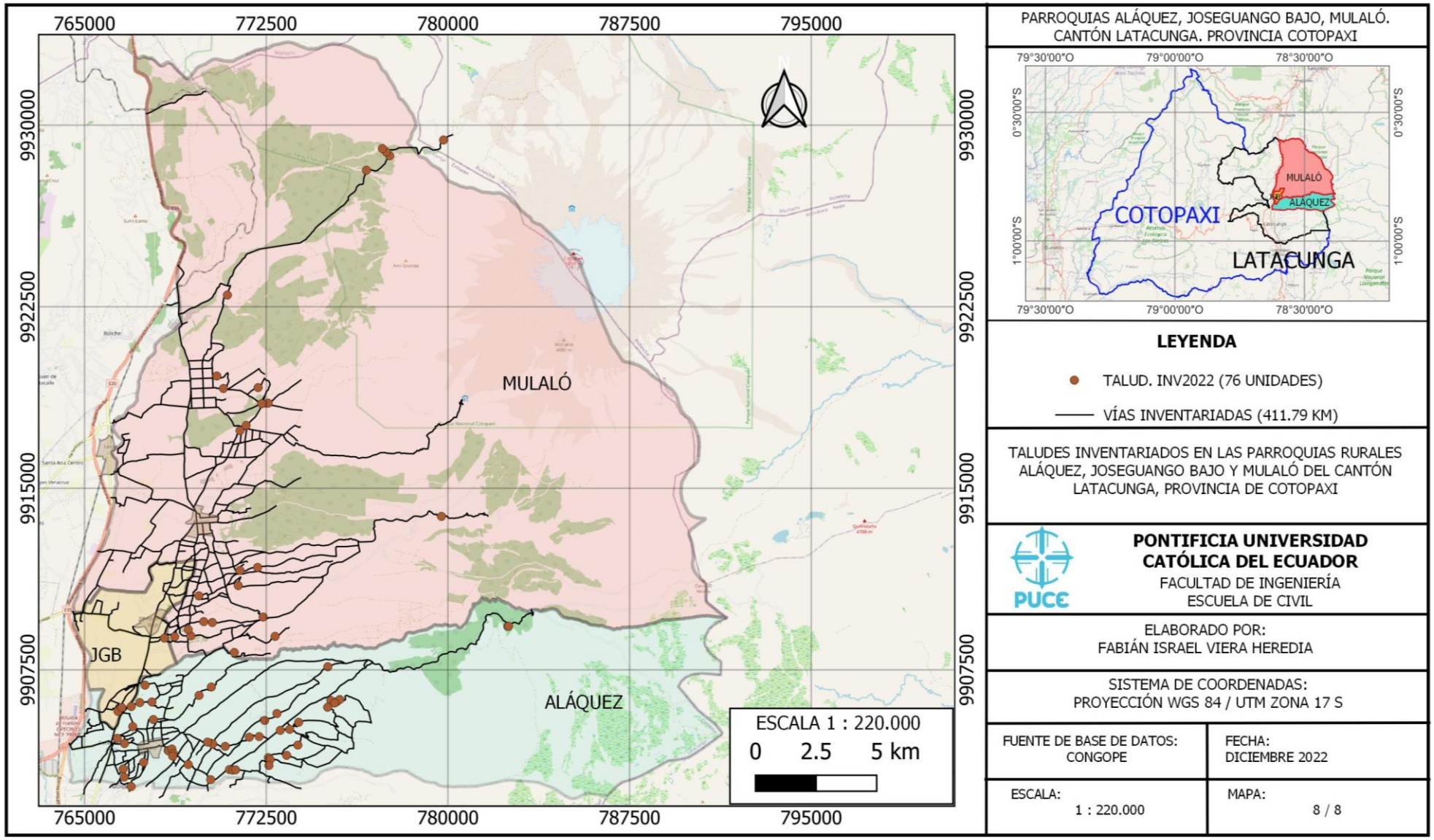
4.10.6 Puentes inventariados.



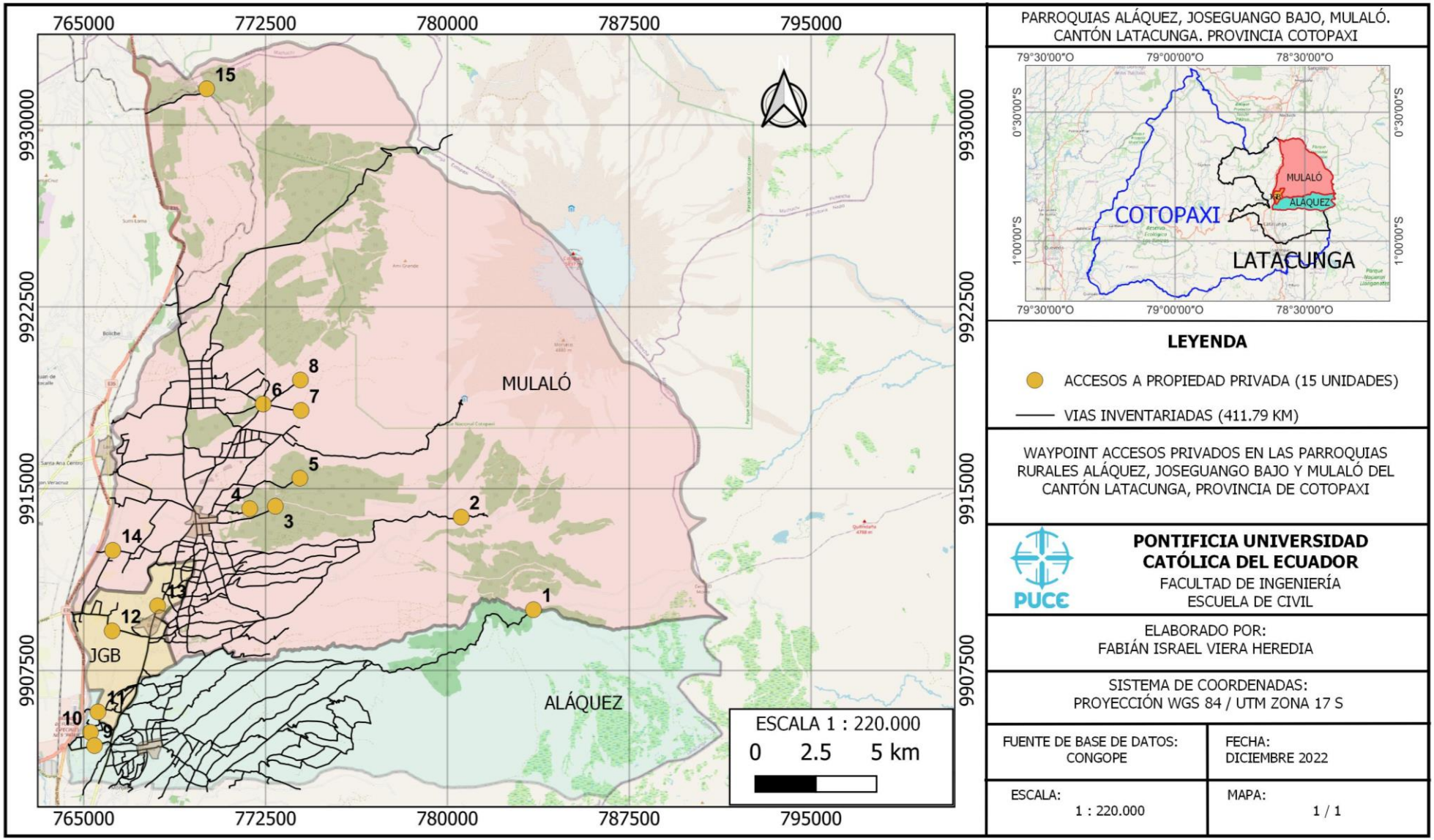
4.10.7 Puntos críticos inventariados.



4.10.8 Taludes inventariados.



4.10.9 Accesos a propiedades privadas



5 CAPÍTULO 5: PLAN DE MEJORAMIENTO DE ATRIBUTOS VIALES.

5.1 Tramos de vías.

N°	Detalles del elemento (imagen, código y ubicación)	Observación	Propuesta
1	 Vía 3.14 en Cuchitingue.	La capa de suelo natural es muy rocosa y tiene muchos desniveles.	Colocar una capa de lastre nivelando la calzada.

5.2 Alcantarillas.

N°	Detalles del elemento (imagen, código y ubicación)	Observación	Propuesta
1	 Alcantarilla 13, en la vía 1.15, en el sector de San Marcos Oriente.	Alcantarillas 13 y 133 se encuentran totalmente obstruidas.	Realizar mantenimiento de las alcantarillas para destaparlas.

2	 Alcantarilla 133, en la vía 57.01, sector de San Ramón.	Alcantarillas 13 y 133 se encuentran totalmente obstruidas.	Realizar mantenimiento de las alcantarillas para destaparlas.

5.3 Puentes.

N°	Detalles del elemento (imagen, código y ubicación)	Observación	Propuesta
1	 Puente 1, en la vía 1.02, sector Santa Rita.	Afectaciones sobre en la base del estribo del puente 1 por socavación y protecciones laterales en estado regular.	Reparar las protecciones laterales con hormigón y reforzar los estribos con muros de contención.

2	  Puente 3, en la vía 1.12, en el sector de Colaypamba.	Puente 3 carece de protecciones laterales y tiene mucha maleza.	Construcción de protecciones laterales, y realizar mantenimiento del puente.
3	 Puente 5, en la vía 3.04, sector de Chalupas.	Puente 5 carece de infraestructura y superestructura adecuada, se observa la construcción a base de madera, sin estribos, ni soportes; no tiene protecciones laterales.	Construir un puente de hormigón armado que cumpla todas especificaciones técnicas del diseño de puentes.

4	  Puente 7, en la vía 3.06, en el sector de Cuchitingue.	Puente 7 carece de protección lateral.	Construir protecciones laterales.
5	 Puente 8, en la vía 3.06, en el sector de Cuchitingue.	Puente 8 carece de protección lateral.	Construir protecciones laterales.

6	 Puente 9, en la vía 3.21, en el sector de Chitán.	Puente 9 carece de protección lateral.	Construir protecciones laterales.

5.4 Puntos críticos.

5.4.1 Puntos críticos por diseño geométrico.

5.4.1.1 Desnivel de la calzada.

N°	Detalles del elemento (imagen, código y ubicación)	Observación	Propuesta
1	 Punto crítico 11, en la vía 64.03, en el sector San Agustín de Callo.	Tramos de vías con calzada a desnivel en cruce de vías de pavimento flexible con vías de suelo natural, las intersecciones son de suelo natural.	Compactar el material expuesto que se encuentra en la intersección, en las vías de pavimento flexible construir pequeñas plataformas para tener un cambio de pendiente gradual, construir badenes y colocar señalización

2	 Punto crítico 13, en la vía 53.01, en el sector de Joseguango Bajo.		vertical preventiva de "peligro, depresión en la vía".
3	 Punto crítico 14, en la vía 53.01 en el sector de Joseguango Bajo.		
4	 Punto crítico 06, en la vía 32.01, en el sector de Joseguango Bajo.	Tramos de vía con calzada a desnivel en cruce de vía de adoquín con vías de suelo natural, la intersección se encuentra adoquinada.	Colocar señalización vertical preventiva de "peligro, depresión en la vía".

5.4.1.2 Reducción del ancho de la vía.

N°	Detalles del elemento (imagen, código y ubicación)	Observación	Propuesta
1	 Punto crítico 02, en la vía 3.02, en el sector del Tejar.	Reducción del ancho de la vía, por limitación de espacio en los bordes de la vía (paso de alcantarilla).	Rellenar sobre los extremos de la alcantarilla, compactar, colocar las capas de base y subbase, compactar y poner capa de rodadura de pavimento flexible.

5.4.1.3 Varias causas de diseño geométrico

N°	Imagen y N° de punto crítico	Observación	Propuesta
1	 Punto crítico 03, en la vía 3.26, en el sector Verde Cocha.	Vía atraviesa el patio de vivienda.	Rediseñar el trazado la vía.
2	 Punto crítico 04, en la vía 23.03, en el sector de Tandaliví	Poste en la vía.	Coordinar con la empresa eléctrica el retiro del poste.

3	 Punto crítico 07, en la vía 37.03, en el sector de Barrancas.	Canal de agua de hormigón ubicado en lugar de cambio de pendiente de la vía.	Rediseñar el tramo con movimiento y relleno de suelo, nivelándolo.
4	 Punto crítico 15, en la vía 74.01, en el sector Laigua de Maldonado.	Pendiente pronunciada al costado de la carretera, falta de barreras de contención.	Colocar barreras de contención.

5.4.2 Puntos críticos de tipo hidrogeológico.

N°	Detalles del elemento (imagen, código y ubicación)	Observación	Propuesta
1	 Punto crítico 12, en la vía 71.01, en el sector del Parque Nacional Cotopaxi.	Hundimiento de vía de pavimento flexible por posible causa hidrológica.	Realizar el mejoramiento de la base y subbase de la calzada, reparar el pavimento flexible, reparar las cunetas y dar soporte estructural con muros de contención.
2	 Punto crítico 16, en la vía 74.01, en el sector de Tandaliví.	Deslizamiento de la base, subbase y la capa de rodadura.	Remover la capa de pavimento flexible colapsada, construir un muro de contención en el tramo afectado, realizar relleno y compactación para mejorar la base y subbase de la vía, y reparar la capa de pavimento flexible.

5.4.3 Puntos críticos de tipo hidrológicos.

N°	Detalles del elemento (imagen, código y ubicación)	Observación	Propuesta
1	 Punto crítico 1, en la vía 1.05, en el sector de Rumipamba de Villacis.	Vías 1.05, 55.04 y 57.16 se encuentran afectadas por el paso de riachuelos a través de las calzadas de las vías.	Colocar alcantarillas.
2	 Punto crítico 8, en la vía 55.04, en el sector de San Ramón – Ticatilín.		
3	 Punto crítico 9, en la vía 55.04, en el sector de San Ramón – Ticatilín.		

4	 Punto crítico 10, en la vía 57.16, en el sector de San Ramón.	Vías 1.05, 55.04 y 57.16 se encuentran afectadas por el paso de riachuelos a través de las calzadas de las vías.	Colocar alcantarillas.
5	 Punto crítico 5, en la vía 24.01, en el sector de Colay Jurídico.	Vía 24.01 tiene deslizamiento de la calzada.	Compactar y colocar muros de contención.

5.5 Taludes.

N°	Detalles del elemento (imagen, código y ubicación)	Observación	Propuesta
1	 Talud 41, en la vía 19.01, en el sector Chillos	El talud 41 tiene deslizamiento de suelo.	Realizar el mantenimiento del talud.
2	 Talud 42, en la vía 19.01, en el sector Chillos	Talud 42 tiene deslizamiento de suelo.	Realizar mantenimiento del talud y tala de árboles.

6 CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones.

- En la tabla 19, se indican la cantidad de vías e infraestructura vial asociada inventariados en el año 2022, en comparación con lo realizado por el CONGOPE en el año 2017.

Tabla 19. Comparación de vías e infraestructura vial asociada entre el inventario vial 2022 y el realizado por el CONGOPE en el año 2017.

ATRIBUTO	CONGOPE 2017	INVENTARIO 2022	UNIDAD
VÍAS	301.85	411.79	KM
CUNETAS	46	88.82	KM
SEÑALIZACIÓN VERTICAL	146	625	UNIDADES
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	27	63.86	KM
ALCANTARILLAS	43	287	UNIDADES
PUENTES	12	20	UNIDADES
PUNTOS CRÍTICOS	3	16	UNIDADES
TALUDES	1	76	UNIDADES

(Elaboración propia)

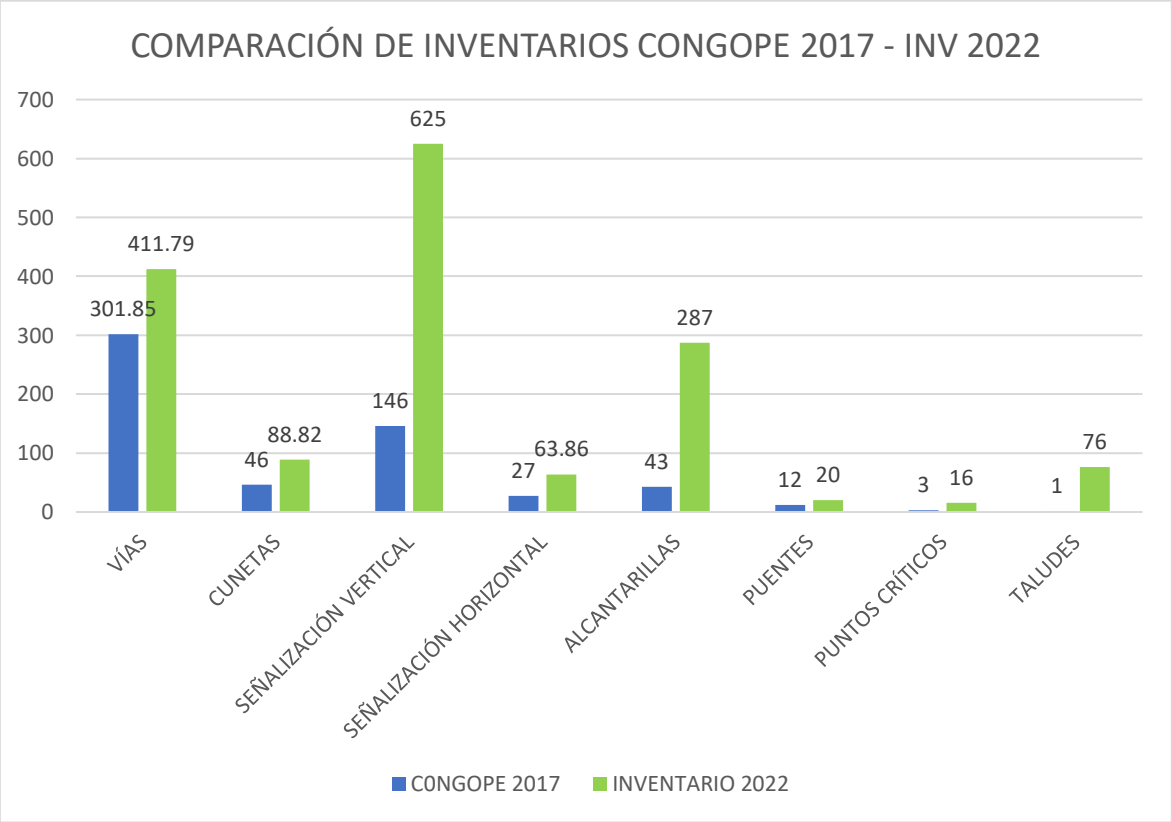


Figura 32. Comparación de inventarios CONGOPE 2017 - Inventario 2022. (Elaboración propia)

- Se realizó el inventario de 411.79 km de vías, de los cuales:
    - 148.11 km corresponden al levantamiento de nuevas vías.
    - 263.68 km de actualización de la base de datos del inventario del CONGOPE 2017.



Figura 33. Inventario vial 2022 de las parroquias rurales Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló del cantón Latacunga perteneciente a la provincia de Cotopaxi. (Elaboración propia)

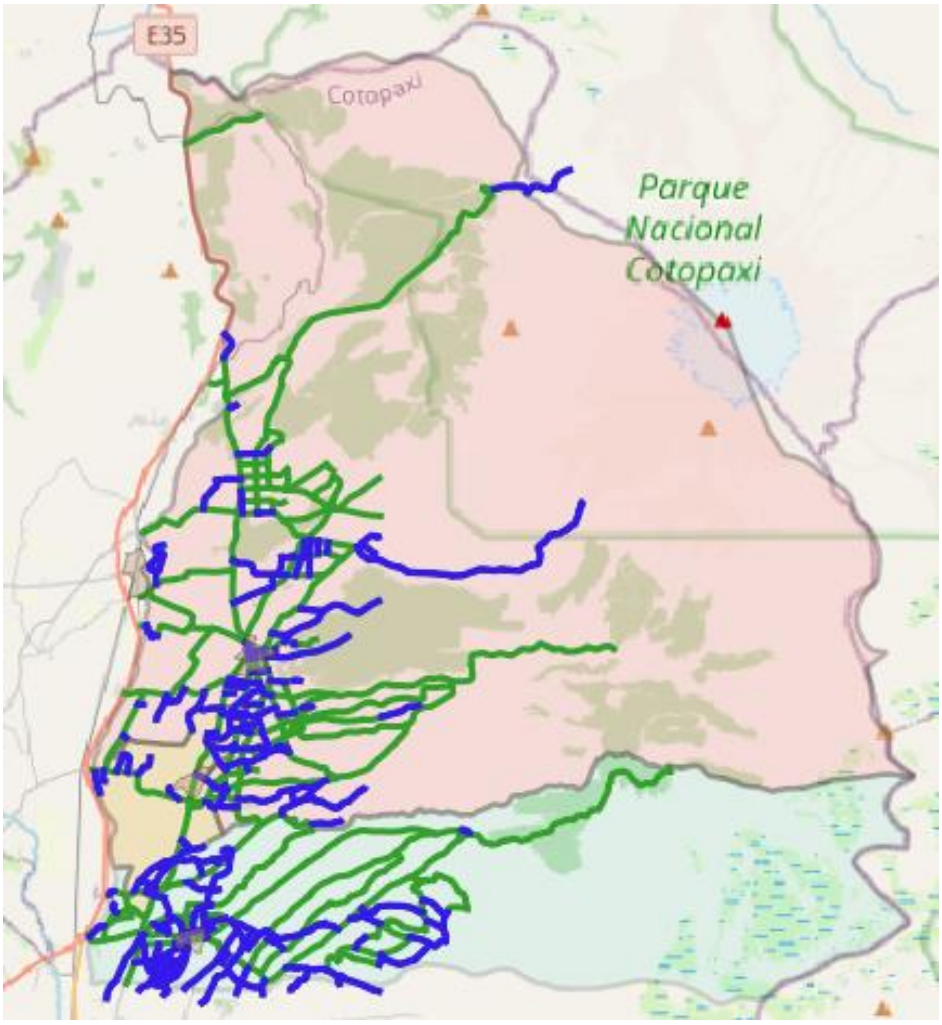


Figura 34. Mapa del Inventario vial 2022 de las parroquias rurales Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló del cantón Latacunga perteneciente a la provincia de Cotopaxi. (Verde- actualización del CONGOPE); (azul- nuevo levantamiento). (Elaboración propia)

- En referencia al inventario vial del CONGOPE del año 2017 (301.85 km), en el año 2022 se actualizó un 87% del mismo lo que corresponde a 263.68 km, mientras que el 13% restante (38.17 km) no se pudo actualizar debido a que las vías se localizan en propiedades privadas.

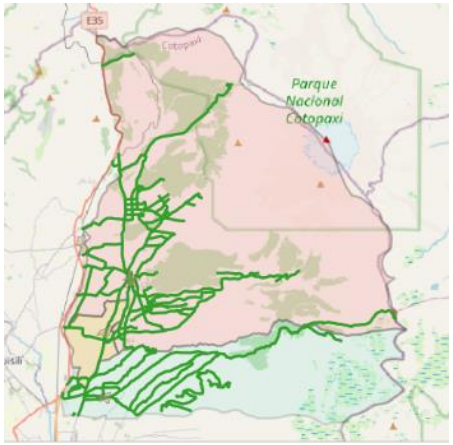
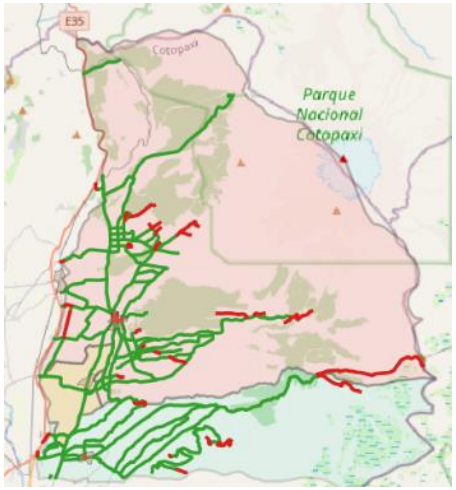
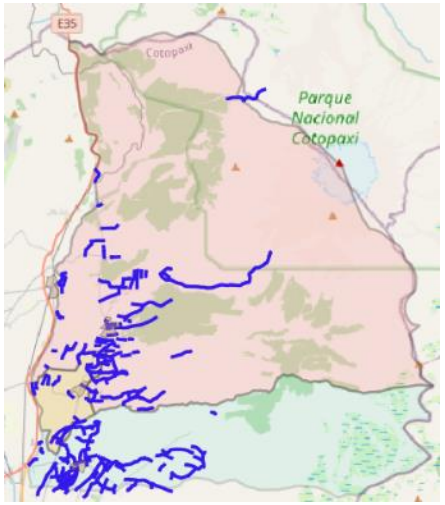
Inventario CONGOPE 2017	Inventario 2022	
	Actualización	**Nuevas vías levantadas**
		
• **Vías inventariadas por el CONGOPE:** 301.85 km (color verde).	• **Vías actualizadas:** 263.68 km (color verde). • **Vías no actualizadas:** 38.17 km (color rojo)- propiedad privada.	• **Vías nuevas levantadas:** 148.11 km (color azul)

Figura 35. Comparación de vías inventariadas en el año 2022, en relación al inventario realizado por el CONGOPE en el año 2017.

(Elaboración propia)

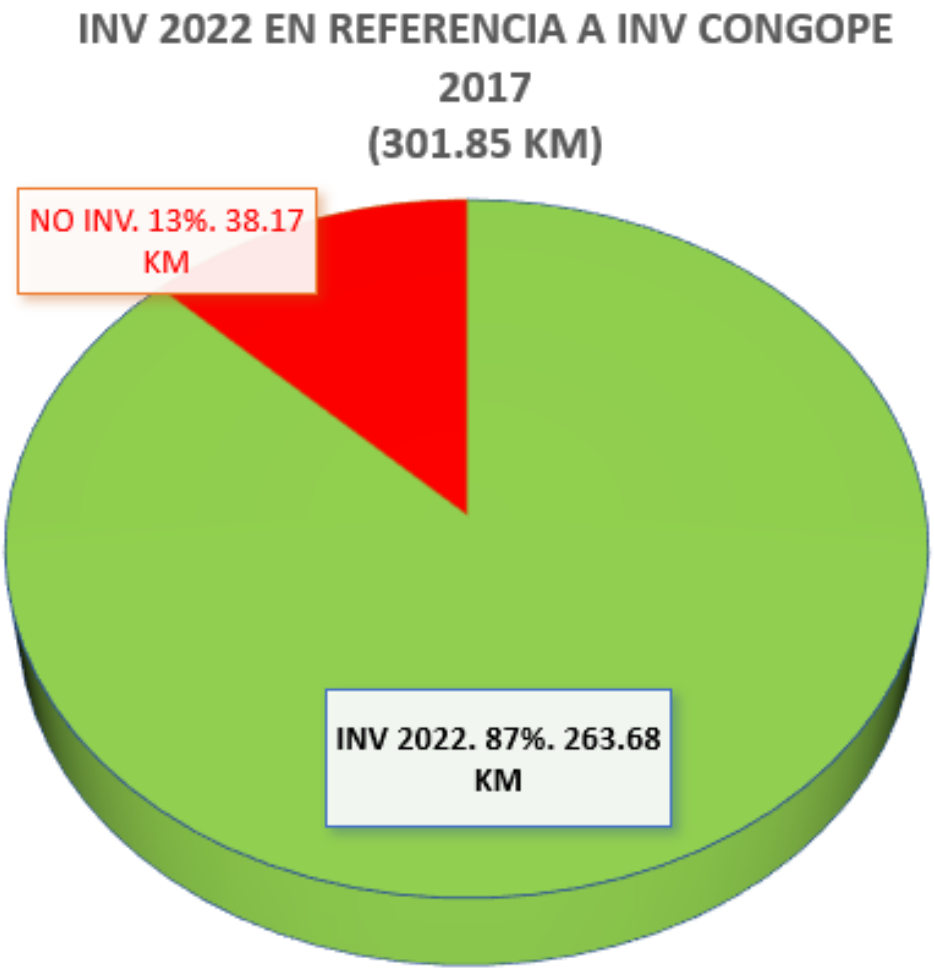


Figura 36. Vías inventariadas en el año 2022 en referencia al inventario del CONGOPE del 2017. (Elaboración propia)

- Las vías no inventariadas 38.17 km (13% del inventario del CONGOPE 2017), corresponden a propiedades privadas de haciendas, zonas de bosques y zonas de páramo de cooperativas agrícolas; el acceso a las vías no inventariadas se encontró con garitas con guardias de seguridad (haciendas ganaderas y florícolas), puertas cerradas, cercas de alambre y cadenas.

Aláquez. Sector Chalupas. Puerta cerrada de ingreso a la Cooperativa Agropecuaria San Antonio de Aláquez 	Mulaló. Sector Barrancas – Ashigua. Puerta cerrada de ingreso a Comuna Ashigua. 
Mulaló. Ilitio. Ingreso a hacienda Ilitio 	Mulaló. Sector Macaló. Puerta de ingreso a zona bosque de Aglomerados Cotopaxi 

Figura 37. Ingreso cerrado a vías en propiedades privadas. (Elaboración propia)

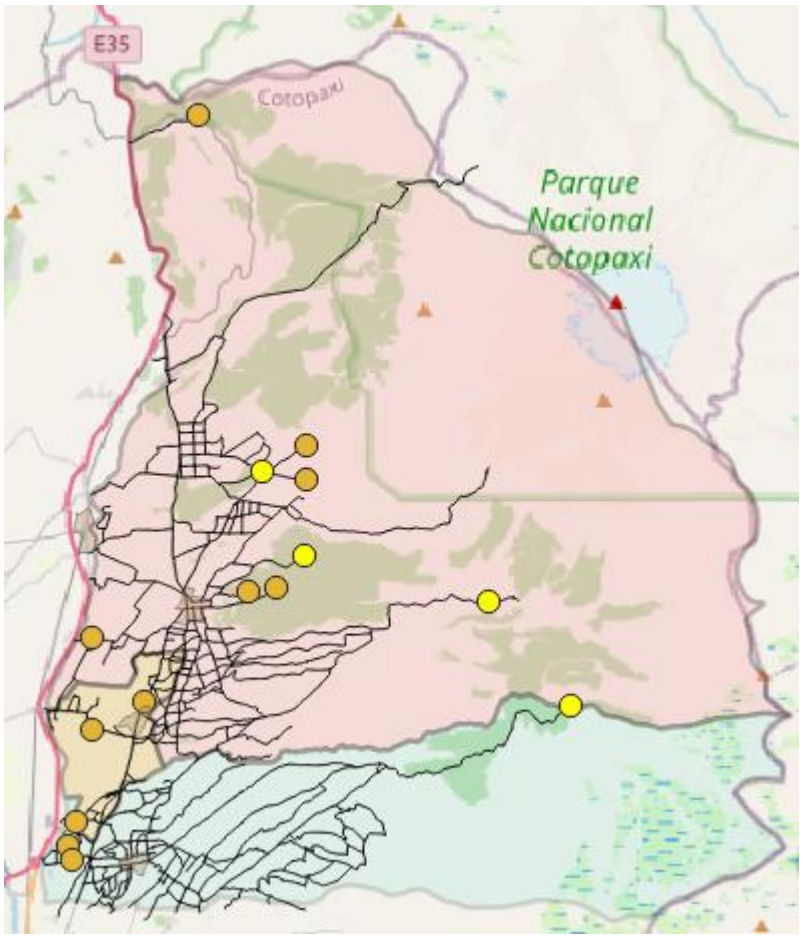
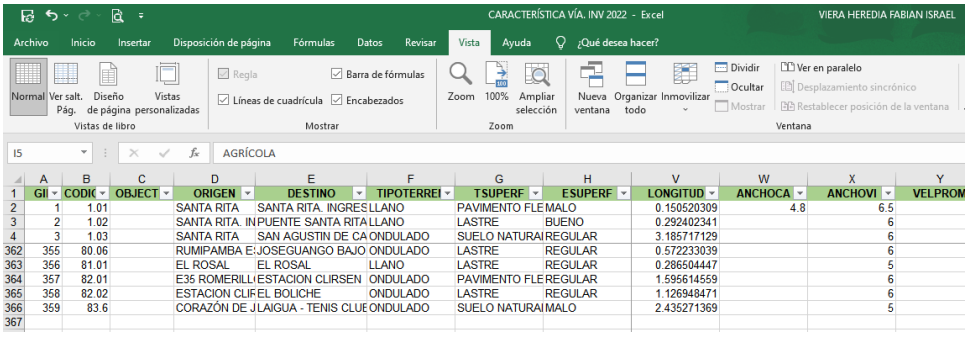


Figura 38. Waypoints de accesos a vías de propiedades privadas. (los waypoints de amarillo, corresponden a los sitios referidos en la figura 36). (Elaboración propia)

- A los 411.79 km de vías inventariadas, se les asigno un código de vía según la metodología del CONGOPE, mediante un identificador numérico secuencial a los tramos, y a los subtramos también con un identificador numérico secuencial (según el tipo de capa de rodadura). Se registraron 359 tramos de vías identificados desde la vía 1.01 hasta la 83.6.



CARACTERÍSTICA VÍA. INV 2022 - Excel — VIERA HEREDIA FABIAN ISRAEL

Archivo | Inicio | Insertar | Disposición de página | Fórmulas | Datos | Revisar | Vista | Ayuda | ¿Qué desea hacer?

Normal | Ver salt. Pág. | Diseño de página | Vistas personalizadas — Vistas de libro
Regla | Barra de fórmulas | Líneas de cuadrícula | Encabezados — Mostrar
Zoom | 100% | Ampliar selección — Zoom
Nueva ventana | Organizar todo | Inmovilizar | Dividir | Ocultar | Mostrar | Ver en paralelo | Desplazamiento sincrónico | Restablecer posición de la ventana — Ventana

I5 | AGRÍCOLA

	A	B	C	D	E	F	G	H	V	W	X	Y
1	GI	CODI	OBJECT	ORIGEN	DESTINO	TIPOTERREI	TSUPERF	ESUPERF	LONGITUD	ANCHOCA	ANCHOVI	VELPROM
2	1	1.01		SANTA RITA	SANTA RITA. INGRES	LLANO	PAVIMENTO FLE	MALO	0.150520309	4.8	6.5	
3	2	1.02		SANTA RITA. IN	PUENTE SANTA RITA	LLANO	LASTRE	BUENO	0.292402341		6	
4	3	1.03		SANTA RITA	SAN AGUSTIN DE CA	ONDULADO	SUELO NATURAI	REGULAR	3.185717129		6	
362	355	80.06		RUMIPAMBA E	JOSEGUANGO BAJO	ONDULADO	LASTRE	REGULAR	0.572233039		6	
363	356	81.01		EL ROSAL	EL ROSAL	LLANO	LASTRE	REGULAR	0.286504447		5	
364	357	82.01		E35 ROMERILL	ESTACION CLIRSEN	ONDULADO	PAVIMENTO FLE	REGULAR	1.595614559		6	
365	358	82.02		ESTACION CLIF	EL BOLICHE	ONDULADO	LASTRE	REGULAR	1.126948471		6	
366	359	83.6		CORAZÓN DE J	LAIGUA - TENIS CLUE	ONDULADO	SUELO NATURAI	MALO	2.435271369		5	
367												

Figura 39. Códigos asignados a las vías inventariadas en 2022. (Elaboración propia)

- En referencia al inventario vial de las parroquias de Aláquez, Joseguango Bajo y Mulaló del cantón Latacunga, perteneciente a la provincia de Cotopaxi se realizó el inventario de 411.79 Km, de los cuales el 69.7 % (287 km) corresponde a vías con capa de rodadura de suelo natural; el 16.3 % (67 km) son de pavimento flexible y pertenecen a las vías principales de comunicación inter parroquial y hacia la E35; 7.5 % (31.1 km) son de lastre, permitiendo una mayor facilidad de transporte en vías de difícil acceso; empedrado 2.3% (9.3 km), y adoquín 4.2% (17.4 km) distribuido en zonas de cruce de las vías con parques, iglesias y en tramos cortos de vías con gran pendiente (que en otras circunstancias la vías es afectada por la lluvia).

Tabla 20. Tipo de capa de rodadura de las vías inventariadas.

CAPA RODADURA	LONGITUD (KM)	%
ADOQUIN	17.4	4.2
EMPEDRADO	9.3	2.3
LASTRE	31.1	7.5
PAVIMENTO FLEXIBLE	67.0	16.3
SUELO NATURAL	287.0	69.7
TOTAL	411.8	100

(Elaboración propia)

- Del total de vías inventariadas el 24.8%, lo que corresponde a 101.98 Km se encuentran buen estado; el 13.1%, lo que corresponde a 53.94 Km se encuentran en mal estado y el 62.14% lo que corresponde a 255.87 Km se encuentra en estado regular, concluyendo por lo anteriormente mencionado la necesidad de realizar el mantenimiento correctivo a las vías en regular y mal estado; y mantenimiento preventivo a las vías que se encuentran en buen estado.

Tabla 21. Estado de la capa de rodadura de las vías inventariadas.

ESTADO DE LA CAPA DE RODADURA		
ESTADO	LONGITUD (KM)	%
BUENO	101.98	24.8
MALO	53.94	13.1
REGULAR	255.87	62.1
Total	411.79	100.0

(Elaboración propia)

- Se inventariaron 88.82 km de cunetas (21.57 % de los 411.79 km de vías inventariados), de los cuales, la mayoría es de tipo L con 45.66 km (51.4%), después se encuentra el de suelo natural con 38.34 km (43.16%), seguido por el tipo V con 4.69 km (5.28%) y finalmente el de tipo canal con 0.14 km (0.15%); del total de cunetas inventariadas, 25.34 km (28.52%) se encontraron en buen estado, 50.31 km (56.64%) se encontraron en estado regular y 13.17 km (14.83%) se encontraron en mal estado. La importancia del mantenimiento de las cunetas influye en la vida útil de la capa de rodadura de las vías. En el caso de la vía desde Santa Rita hacia el Parque Nacional Cotopaxi, se evidencio el cumplimiento de tareas de mantenimiento a las cunetas.
- Se inventariaron 625 señalizaciones verticales; de las cuales 323 (51.68%) corresponden a señalizaciones de tipo informativa, principalmente relacionados con la información de prevención a riegos del volcán Cotopaxi; 212 (33.92%) son señalizaciones preventivas, 82 (13.12%) son señalizaciones de tipo regulatoria y 8 (1.28%) sin determinar el tipo.
- De las 212 señaléticas verticales preventivas, 209 (98.58%) están en buen estado, 1 (0.47%) en regular estado y 2 (0.94%) en mal estado, por lo que se concluye que la señalización vertical preventiva se encuentra en buen estado.
- De las 82 señaléticas verticales regulatorias, 80 (97.56%) se encuentran en buen estado, 1 (1.22%) en estado regular y 1 (1.22%) en mal estado, por lo anterior se concluye que las señalizaciones verticales regulatorias están en buen estado.
- Se inventarió un total de 63.86 km de señalización horizontal que se encuentran en las vías de pavimento flexible; de lo cual 30.88 km (48.36%) se encontró en buen estado; el 13.5 km (21.14%) se encontró en regular estado; 2.59 km (4.05%) se encontró en mal estado y finalmente existen 16.88 km (26.43%) que no dispone de señalización horizontal.
- Se inventariaron 287 alcantarillas, de las cuales las más numerosas son las alcantarillas de tipo circular con 155 unidades (54.01%), seguido por las alcantarillas tipo cajón con 74 unidades (25.78%), 1 alcantarilla tipo span (0.35%) y no se pudo determinar el tipo de 57 alcantarillas (19.86%) debido a la inaccesibilidad por presencia de maleza, altas pendientes, o porque estaban cubiertas por agua.
- Se determinó que 2 alcantarillas, las alcantarillas 13 y 133 se encuentran totalmente taponadas, a las cuales se las debe realizar mantenimiento para destaparlas.
- Se inventariaron 20 puentes, de los cuales 8 puentes (40%) tienen la capa de rodadura de asfalto, 4 de hormigón (20%), 7 de lastre (35%) y 1 de madera (5%).

- Existe el riesgo de socavación en 6 puentes (30%), no existe riesgo de socavación en 10 puentes (50%) y no se pudo determinar el riesgo de socavación en 4 puentes (20%).
    - Los puentes a los que no se pudo determinar el riesgo de socavación corresponde a los puentes 2, 4, 8 y 15; el puente 2 no se pudo determinar el riesgo de socavación debido a que se encuentra cercado con alambre y los puentes 4, 8 y 15 no se pudo determinar el riesgo de socavación debido a que se encuentran con excesiva maleza.
- El estado de la superestructura de los puentes es bueno para 8 puentes (40%), regular para 10 puentes (50%), malo para 1 puente (5%) y sin determinar para 1 puente (5%).
    - El puente número 8 fue el que no se pudo determinar su estado de la superestructura debido a la excesiva presencia de maleza.
    - El puente que tiene su superestructura en mal estado es el puente 5, el cual está construido de madera.
- El estado de la infraestructura de los puentes es bueno para 7 puentes (35%), regular para 9 puentes (45%) y sin determinar para 4 puente (20%).
    - Los puentes que no se pudieron determinar el estado de la infraestructura son los puentes 4, 5, 7 y 8; los puentes 4, 7 y 8 no se pudieron determinar el estado de la infraestructura debido a que se encuentran con mucha maleza y en quebradas profundas, mientras que el puente 5 está construido de manera rústica, con madera y sin estribos.
- Los gálibos G de los puentes, se determinaron en base a diferencia entre las alturas H1 y H2, (G = H1 – H2), siendo H1 la altura desde la parte superior de la protección lateral hasta la superficie del agua del río o la parte baja del suelo de la quebrada, y H2 la altura desde la parte superior de la protección lateral hasta la parte inferior del tablero del puente. Los gálibos determinados son los siguientes:

Tabla 22. Determinación del gálibo (G) de los puentes, en base a H1 y H2.

ALTURA (m)	PUENTES																			
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
H1	5.2	2.7	6.0	6.0	4.2	5.0	9.5	SD	13.0	5.0	5.0	5.7	4.3	4.4	3.0	7.2	5.0	4.0	4.2	2.6
H2	1.7	1.5	1.5	1.5	0.8	1.5	5.0	5.0	1.8	1.5	2.0	1.2	2.0	1.5	1.2	3.0	1.2	2.0	2.0	1.3
G=H1-H2	3.5	1.2	4.5	4.5	3.4	3.5	4.5	SD	11.2	3.5	3.0	4.5	2.3	2.9	1.8	4.2	3.8	2.0	2.2	1.3

(Elaboración propia)

- En la tabla 22, se determina que puente 9 es el que tiene mayor galibo con 11.2 m, este puente está ubicado en el sector de Chitan sobre una quebrada.

- Las protecciones laterales de los puentes son en su mayoría protecciones mixtas de hormigón y metal correspondientes a 8 puentes (40%), 3 puentes con protección de hormigón (15%), 1 puente tiene protección metálica (5%), 5 puentes no tienen protección (25%) y 3 puentes tienen protección de otros materiales.
    - Los puentes que no tienen protecciones laterales corresponden a los puentes 3, 5, 7, 8 y 9; el puente 5 está construido de madera y sin protecciones laterales; los puentes 3, 7, 8 y 9, para determinar el gálibo, se midió la distancia (H2) entre la parte superior del puente y la parte inferior del tablero del puente, las que se muestran en la tabla 23; además se pudo observar que el puente 9 tiene drenajes en la parte intermedia de la altura H2; por lo tanto, se deduce que debido a la acumulación de sedimentos y un drenaje deficiente, el nivel de la capa de rodadura ha aumentado hasta el nivel de las protecciones laterales.

Tabla 23. Altura H2 de puentes sin protección lateral.

PUENTE No.	**H2 (m)**
3	1.5
7	5
8	5
9	1.8

(Elaboración propia)



Figura 40. Puente 09 (sector de Chitan), sin protecciones laterales debido a acumulación de sedimentos en su capa de rodadura (Elaboración propia)

- Se identificaron 16 puntos críticos en el inventario vial, siendo 9 (56.25%) debido a su diseño geométrico, 2 (12.50%) por causas hidrogeológicas y 5 (31.25%) por causas hidrológicos.
    - Los puntos críticos debido al diseño geométrico son:
        - 4 desniveles de las calzadas en cruces de vías en los sectores de Joseguango Bajo y San Agustín de Callo (puntos críticos 06, 11. 13 y 14).
        - 1 reducción de ancho de la vía en el sector de el Tejar (punto crítico 02).
        - 1 vía sin protección lateral en un borde con pendiente alta en el sector de Laigua de Maldonado (punto crítico 15).
        - 1 poste ubicado en el centro de la calzada de una vía, sector de Tandaliví - Pillig (punto crítico 04).
        - 1 paso de vía por el patio de una casa en el sector de Verde Cocha (punto crítico 03).
        - 1 paso de vía por alcantarilla expuesta en el sector de Barrancas (punto crítico 07).
    - Los puntos críticos de tipo hidrogeológico son:
        - 1 hundimiento en la vía hacia el Parque Nacional Cotopaxi (punto crítico 12).
        - 1 deslizamiento de la calzada en la vía Tandaliví – E35 (Brigada Patria) en el sector Tandaliví (punto crítico 16).
    - Los puntos críticos de tipo hidrológicos son:
        - 4 pasos de riachuelos sobre las calzadas, 1 en el sector de Rumipamba de Villacis (vía nivel 1) (punto crítico 01), 2 en el sector de Ticatilín (puntos críticos 08 y 09) y 1 en el sector de San Ramón (punto crítico 10).
        - 1 deslizamiento de la calzada en el sector de Colay Jurídico (punto crítico 05).
- En cuanto a los taludes se encontraron 76 taludes de tipo intervenido, de los cuales 72 taludes (94.74%) estaban en estado regular, 2 taludes (2.63%) en buen estado y 2 taludes (2.63%) en mal estado; los taludes en mal estado presentan deslizamientos de suelo.

6.2 Recomendaciones.

- Luego de que la Prefectura de Cotopaxi disponga del inventario vial actualizado del aporte de los estudiantes de la PUCE y el CONGOPE, se recomienda que se realice la actualización permanente del inventario vial a medida que se vayan realizando modificaciones a las obras de infraestructura vial existentes y la construcción de nuevas obras.
- Para la elaboración de inventarios viales se recomienda la utilización de instrumentos más adecuadas que los celulares con aplicaciones de GPS, como es por ejemplo el GPS Garmin Map 64sx, que permite la toma de waypoints y tracks; este tipo de GPS de campo son más resistentes a golpes, más fáciles de usar y no dependen de internet para su funcionamiento, característica que los hace convenientes incluso en lugares con señal de internet débil o inexistente.
- Se sugiere tomar fotos y videos con notas que incluyan información de la fecha, hora y posicionamiento GPS de los elementos del inventario vial mediante aplicaciones de celular con NoteCam Pro y otros, ya que se pueden conseguir las siguientes ventajas: documentación, comparación de imágenes tomadas en diferentes momentos como material de consulta para proyectos futuros, análisis de las vías e infraestructura vial asociada en condiciones climáticas secas y lluviosas para determinar cómo los afecta la lluvia.
- Se debe llevar a cabo el mantenimiento de cunetas con el fin de asegurar el correcto drenaje de las calzadas de las vías y así prevenir el daño de las vías.
- Se recomienda realizar el mantenimiento de las vías para evitar el daño progresivo de las mismas debido a factores climáticos y el tráfico.
- Realizar revisiones periódicas y mantenimiento de las alcantarillas para evitar los efectos negativos de la lluvia como son las inundaciones, las mismas que podrían afectar el estado de las vías y dañar su infraestructura.

7 BIBLIOGRAFÍA

Aláquez, G. P. (2011). *Situación geográfica de la parroquia Aláquez*. Obtenido de https://alaquez.gob.ec/cotopaxi/situacion-geografica/

Aleaga, I., Gálvez, R., & Fernández, M. (1987). *Inventario vial de la provincia de Cotopaxi.* Quito: PUCE.

Avilés Pino, E. (2016 de Marzo de 2016). *Enciclopedia del Ecuador*. Obtenido de Provincia de Cotopaxi: https://www.enciclopediadelecuador.com/geografia-del-ecuador/provincia-de-cotopaxi/

Blogspot- Libro de Pavimentos. (25 de Febrero de 2022). *Superficie de rodadura: libro-pavimentos.blogspot.com.* Recuperado el 03 de Diciembre de 2022, de libro-pavimentos.blogspot.com: https://libro-pavimentos.blogspot.com/2013/02/superficie-de-rodadura.html

Cajas, R. (2011). *Alcantarillas cajón: www.ingenierocivilinfo.com.* Recuperado el 11 de Diciembre de 2022, de www.ingenierocivilinfo.com: https://www.ingenierocivilinfo.com/2011/03/alcantarillas-cajon.html

Calo, D. (2012). Diseño y construcción de pavimentos de hormigón. *Instituto del cemento Portland argentino*, 4.

carreteros.org. (s.f.). Obtenido de http://www.carreteros.org/normativa/trazado/otras/pdfs/intersecciones.pdf

Castro, E., Cribillero, K., & Zavaleta, K. (27 de Mayo de 2013). Alcantarillas. *Escuela de ingeniería Civil, Universidad César Vallejo*, págs. 10-11.

Castro, P. (2022). Unidad 1. Estudio del Puente. Quito, Pichincha, Ecuador: PUCE.

CCIMA. (2019). *¿Qué es la Señalización Vertical según el MTC?: www.ccimasenalizaciones.pe.* Recuperado el 08 de Diciembre de 2022, de www.ccimasenalizaciones.pe: https://www.ccimasenalizaciones.pe/senalizacion/senalizacion-vial-y-carreteras/senalizacion-vertical/85-que-es-la-senalizacion-vertical-segun-mtc

CIDHMA. (15 de Marzo de 2019). *Tipos de cunetas: www.cidhma.edu.pe.* Recuperado el 04 de Diciembre de 2022, de www.cidhma.edu.pe: https://www.cidhma.edu.pe/tipos-de-cunetas/

CONGOPE. (2019). *Plan de desarrollo vial integral de la provincia de Cotopaxi 2019*. Obtenido de http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/Cotopaxi-plan-vial-integral.pdf

Construcción Sostenible. (22 de Septiembre de 2020). *Universidad Nacional Autonoma de Honduras*. Obtenido de Las partes de un Puente: https://www.youtube.com/watch?v=gR2-guJleIw

Cotopaxi, P. d. (11 de Junio de 2014). *Latacunga*. Obtenido de https://www.cotopaxi.gob.ec/index.php/2015-09-20-00-13-36/2015-09-20-00-15-41/latacunga

Díaz, Y. (Dirección). (2021). *Tipos y usos de alcantarillas* [Película].

Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones. San Martín. Perú. (s.f.). Obtenido de http://drtcsanmartin.gob.pe/documentos/manual_conductor/Cap10_Utilizac_dela_Via.pdf

Estrada, V., & Soberanis, J. (Mayo de 2014). Estabilidad de taludes en suelos. *Facultad de Estudios superiores Aragón Ingeniería Civil*, págs. 13-17.

Fernández, J. (2016). *Asfalto y carreteras.* Madrid: Editorial Síntesis.

Fomento, M. d. (s.f.). *Pavimentos flexibles*. Obtenido de https://www.fomento.gob.es/es/pavimentos-flexibles.htm

GADPC. (s.f.). Obtenido de https://www.cotopaxi.gob.ec/index.php/2015-09-20-00-13-36/2015-09-20-00-15-41/latacunga

GADPC, G. A. (2021). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Provincial. Actualización 2021-2025.* Latacunga.

Gálvez Bolaños, R., Alega Almeida, I., & Fernández Portilla , M. (1987). Inventario vial de la provincia de Cotopaxi. Quito, Ecuador: PUCE.

Garnica, P., Gómez, J., & Sesma, J. (2002). Mecánica de materiales para pavimentos. *SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE*, 145-148.

Garzón, A., & Hernández, L. (2018). *CARTILLA-GUIA ILUSTRATIVA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA BAJOS VOLUMENES DE TRANSITO: /repository.unipiloto.edu.co.* Obtenido de /repository.unipiloto.edu.co: http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5711/CARTILLA.pdf?sequence=2#:~:text=La%20estructura%20del%20pavimento%20flexible,parte%20de%20la%20carga%20vehicular.

Granja Ponce, M. S. (2015). Diseño de una ruta turística en el sector nor-oriental del cantón Latacunga en los sectores de Mulaló, Joseguango bajo, Aláquez y San Buenaventura. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador: UTC.

H, Alex. (2018). *SCRIBD*. Obtenido de Alcantarillas, Cunetas y Badenes: https://es.scribd.com/document/422199026/Alcantarillas-Cunetas-y-Badenes

Hamakareem, M. I. (11 de Mayo de 2017). *The Constructor. Building ideas*. Obtenido de Types of concrete pavements -their construction details and applications: https://theconstructor.org/concrete/types-concrete-pavements-construction-applications/17182/

haroldylp. (27 de Julio de 2019). *studylib.es*. Obtenido de Descoles, encoles.: https://studylib.es/doc/8819691/descoles--encoles.

Herbas, E. (2018). *Alcantarillas metálicas*. Obtenido de https://www.ingenierocivilinfo.com/2011/03/alcantarillas-metalicas.html

Hernández, A. (2019). *Alcantarilla y Baden: es.scribd.com.* Recuperado el 11 de Diciembre de 2022, de es.scribd.com: https://es.scribd.com/document/460970897/Alcantarilla-y-Baden

Herrera, E., & Martínez, M. (2021). *Metodología Inventario Vial.* Quito: Prefectura de Pichincha.

Herrera, E., & Martínez, M. (2021). *Metodología Inventario Vial.* Quito: Prefectura de Pichincha.

http://www.enciclopediadelecuador.com. (s.f.). Obtenido de http://www.enciclopediadelecuador.com/geografia-del-ecuador/provincia-de-cotopaxi/

http://www.enciclopediadelecuador.com/geografia-del-ecuador/provincia-de-cotopaxi/. (s.f.). Obtenido de http://www.enciclopediadelecuador.com/geografia-del-ecuador/provincia-de-cotopaxi/

https://www.parlamentoandino.org/. (31 de 03 de 2021). Obtenido de https://www.parlamentoandino.org/index.php/actualidad/noticias/134-latacunga-la-ciudad-de-los-mashcas-celebra-su-fundacion.

INLO. (02 de Marzo de 2022). *Materiales de tubería de alcantarillado: inlocrobotics.co.* Recuperado el 11 de Diciembre de 2022, de inlocrobotics.co: https://inlocrobotics.com/es/materiales-de-tuberia-de-alcantarillado/#:~:text=Algunos%20materiales%20de%20las%20l%C3%ADneas,y%20una%20vida%20%C3%BAtil%20diferente.

Itcenco, I. (1 de Marzo de 2021). *Partes de un talud artificial*. Obtenido de https://www.facebook.com/itcenco/photos/a.108777024102755/269794391334350/?type=3

Jannone group. (2021). *Tubo de gres vitrificadohttps: www.jannone.net.* Recuperado el 11 de Diciembre de 2022, de www.jannone.net: https://www.jannone.net/es/tubos/tubo-gres-vitrificado/

Jara, R. (29 de Julio de 2022). *Doble Tratamiento Superficial*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=Nu_2EqqDeZQ

Jarquín, C. (2017). *Manual para la construcción de empedrados: www.academia.edu.* Obtenido de www.academia.edu: https://www.academia.edu/11211696/Manual_para_la_construccion_de_Empedrados

Jiménez, A. (sf). Historia vial del Ecuador.

Latacunga, G. A. (s.f.). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial*. Obtenido de https://www.latacunga.gob.ec/images/pdf/PDyOT/PDyOT_Latacunga_2016-2028.pdf

Manual de Inventarios Viales. (2016). Talleres gráficos. Lima, Perú.

Marín Guzmán, C. R. (2022). Estudio de las causas del colapso de puentes en Ecuador (2000-2022). Cuenca, Azuay , Ecuador: Universidad Católica de Cuenca.

Marín, C. (2022). Estudio de las causas del colapso de puentes en Ecuador (2000-2022). Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad Católica de Cuenca. Obtenido de https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/12612

Martinez, R., & Olivares, E. (Octubre de 2012). Metodología para la atención de puntos críticos para garantizar la seguridad vial en las carreteras. *Ingeniería e Investigación 55*, págs. 12-13.

McGee, J. (21 de Agosto de 2019). *Geosptaial Technology*. Obtenido de Downloading GPS Data Using DNRGPS: https://mapasyst.extension.org/downloading-gps-data-using-dnrgps/

Meehan, D. (2017). *Factores geológicos que afectan a la estabilidad de los taludes: ejeconsulting.es*. Obtenido de Blog de Geología de EJE Consulting: https://ejeconsulting.es/blog/factores-geologicos-que-afectan-a-la-estabilidad-de-los-taludes/

Mergin Maps. (s.f.). *Mergin Maps: Recoge, almacena y analiza tus datos geográficos*. Obtenido de https://es.merginmaps.com/

Millones, G. (14 de Julio de 2017). *Cunetas: es.scribd.com.* Recuperado el 04 de Diciembre de 2022, de es.scribd.com: https://es.scribd.com/presentation/531018775/cunetas-2

Ministerio De Transporte y Obras Públicas. (2012). ANEXO Nº 12. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS. *Anteproyecto de Construcción de la Concesión Viaria entre Santo Domingo y Esmeraldas*, págs. 12-13.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2019). Estudio sobre el estado de las protecciones laterales metálicas en puentes en Ecuador. Ecuador.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2019). *Las inspecciones visuales son una herramienta importante para detectar signos de daño o desgaste en la infraestructura de un puente y pueden ayudar a identificar problemas potenciales*. Obtenido de https://www.mtop.gob.ec/inspecciones-visuales-puentes/

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2015). Manual de inventarios viales. *Dirección general de caminos y ferrocarriles*, 19-20.

Miranda, H., Intriago, C., Sánches, L., & Santos, E. (2009). Señalización Horizontal y Vertical de una carretera. Caso práctico: Vía perimetral entre los km. 20 y 30, Guayaquil-Ecuador. *Escuela Superior Politécnica del Litoral*, 2-3.

MOP. (2002). Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.

Muñoz, J. (11 de Agosto de 2017). Guía para la determinación de la condición en puentes mediante inspección visual. *Unidad de Puentes, LanammeUCR*, pág. 6.

Orna, B. (24 de Enero de 2018). *Cuneta: es.scribd.com.* Recuperado el 04 de Diciembre de 2022, de es.scribd.com: https://es.scribd.com/document/427722462/258214567-CUNETA-docx

Pérez, J. (2020). *Diseño y construcción de protección lateral mixtas de puentes en Ecuador.* Quito, Ecuador, Ecuador: Editorial Universitaria.

Pérez, J. (2019). *Construcción de puentes en Ecuador: materiales y técnicas.* Quito, Ecuador: Editorial Universitaria.

Pinos, V. (2017). Diseño de intersecciones en vías urbanas. *Universidad del Azuay*, págs. 14-15.

PITRA. (2010). *Programa de Ingeniería de Infraestructura del Transporte (PITRA)*. Obtenido de https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/372/08.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ponce, V. (Septiembre de 2017). *4. ALCANTARILLAS: ponce.sdsu.edu.* Recuperado el 11 de Diciembre de 2022, de ponce.sdsu.edu: http://ponce.sdsu.edu/drenaje_de_carreteras_b.html

Ponce, V. M. (2017). *1986-2022 Victor Miguel Ponce. http://ponce.sdsu.edu/110about.html.* Obtenido de http://ponce.sdsu.edu/drenaje_de_carreteras_b.html

Pozo, H. (2017). Ley Sistema Nacional de Infraestructura vial, Transporte terrestre. *Registro Oficial Suplemento.*, 4.

Prefectura de Santo Domingo. (2018). *Santo Domingo: www.pinterest.es.* Recuperado el 11 de Diciembre de 2022, de www.pinterest.es: https://www.pinterest.es/pin/316307573807434718/

PUCE. (1987). *Catálogo Bibliográfico*. Obtenido de https://puce.catalogokohaplus.com/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=117426

Quintero, R. (2011). Inventarios viales y categorización de la red vial en estudios de Ingeniería de Tránsito y Transporte. *Revista Facultad de Ingeniería, UTPC*, 65-77.

Rodríguez Serquén, A. (2017). *Puentes con AASHTO-LRFD 2014 (7th Edition).* Perú: Prometeo Desencadenado.

Rodríguez, A. (Marzo de 2020). PUENTES CON AASHTO LRFD 2017, 8th_Ed. Perú.

Sánchez Acosta, S. A. (Julio de 2022). Inventario de la Red Vial para la planificación estratégica de la parroquia 11 de Noviembre del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi, gestionado en un sistema de información geográfico. Ambato, Tungurahua, Ecuador : UTA.

Señales de tránsito. (s.f.). Obtenido de https://senalesdetransito.com/

Terán, J., Cicero, S., García, T., Ruiz, E., & Valle, A. M. (2008). Análisis de integridad estructural de un anclaje de tirantes para puentes carreteros. *Instituto mexicano del transporte*, págs. 35-36.

Terrestre, S. N. (2018). *Reglamento Ley Sistema Infraestructura Vial del Transporte Terrestre*. Quito: LEXISFINDER.

U.S. Department of Commerce. (2015). *Guide to the condition assessment of bridges.* Gaithersburg, MD: U.S. Department of Commerce.

Universidad de Alcalá. (2014). *Tema 10: Materiales bituminiosos, aislantes y pinturas: docplayer.es.* Recuperado el 03 de Diciembre de 2022, de docplayer.es: https://docplayer.es/14319555-Tema-10-materiales-bituminosos-aislantes-y-pinturas.html

Vermont, D. d. (Junio de 1949). Manual de instrucciones para el inventario de vías rurales. Vermont, Estado Unidos.

Yánez, G. (2021). Curso de diseño de pavimento. Quito, Pichincha, Ecuador: PUCE.

Yang, H. (2013). *Pavement Analysis and Design.* Nueva York: Pearson Education, Inc.