

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**INVENTARIO VIAL DE LAS PARROQUIAS RURALES UBICADAS
EN EL CANTÓN RUMIÑAHUI Y MEJÍA DE LA PROVINCIA DE
PICHINCHA.**

AUTORES:

JONATHAN ESTEBAN FLORES VEGA

JOSEPH MARK GRIJALVA FLORES

DIRECTOR:

ING. WILSON CANDO

QUITO DM, NOVIEMBRE DE 2022

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la salud y sabiduría para poder culminar esta etapa de mi vida. A mi madre, Gloria quien ha sido el motor fundamental en mi vida para guiarme y apoyarme en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi carrera universitaria, a Nicole y a sus padres, quienes me ha acompañado y apoyado durante todo este trayecto, a Javier y Carla, personas que confiaron en mí y me brindaron su cariño y apoyo como si fuese alguien de su familia.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado para mi madre, Gloria Vega, quien a pesar de todas las adversidades me ha enseñado que los sueños se alcanzan con perseverancia, persona que ha sabido inspirarme a seguir adelante y luchar por mis sueños.

Esteban Flores Vega

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a Dios por permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida. A mi madre Blanky Flores quien siempre me ha brindado su apoyo incondicional para lograr mis objetivos personales y académicos. A mi padre Richard Grijalva que ha sido un apoyo incondicional en este transcurso de mi vida. A mi hermana Arelis quien ha sido un apoyo muy importante. A mi familia Zoily, Galo, Patricio, Mady, Kevinn, Inés, Mariana quienes me han brindado su ayuda en todo este proceso. A mis amigos Mateo, David, Santiago, Fernanda, Sebas, Esteban, Sarah por guiarme, motivarme, acompañarme y ser un apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con todo mi corazón y amor a mi madre por su esfuerzo y sacrificio, por brindarme su apoyo incondicional y sobre todo por ser la una madre luchadora. A mi padre por apoyarme siempre. A mi familia por ser el pilar fundamental y motivo de inspiración. A mi amigos y compañeros, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías, tristezas y lograron que este sueño se convierta en realidad.

Joseph Grijalva

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	CAPÍTULO I: 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 Rumiñahui	4
1.5.1.1.	Ubicación geográfica del cantón Rumiñahui	5
1.5.2.	Reseña histórica del cantón Mejía.....	6
1.5.2.1.	Ubicación Geográfica	6
2	CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1.	Inventario Vial.....	7
2.1.1.	Tipos de inventarios viales.....	8
2.1.1.1.	Inventario vial básico	8
2.1.1.2.	Inventario vial calificado	8
2.1.2.	Inventario de infraestructura vial	9
2.1.3.	Inventario de señalización y dispositivos de control.....	10
2.2.	Plan de desarrollo vial.	10
2.2.1.	Metodología general de plan de desarrollo vial.	10
2.3.	Elementos y características de la vía	11
2.3.1.	Vías / Caminos	13
2.3.1.1.	Atributos de Vías/Caminos	13
Tabla 1.	Atributos de la vía	13
Tabla 1.1.	Tipo de superficie de rodadura	14

Tabla 1.2. Estado de la capa de rodadura	16
2.3.2. Cuneta.....	16
2.3.2.1. Atributos de las cunetas	17
Tabla 2. Atributos de una cuneta.....	17
Tabla 2.1 Tipos de cunetas	18
Tabla 2.2. Estado de la capa de rodadura	18
2.3.3. Señalización vertical	19
2.3.3.1. Atributos de la señalización vertical	19
Tabla 3. Atributos de la señalización vertical	19
Tabla 3.1. Tipos de señales verticales	20
2.3.4. Alcantarillas	21
2.3.4.1. Atributos de alcantarillas	21
Tabla 4. Atributos de una alcantarilla	21
Tabla 4.1. Tipos de material	22
Tabla 4.2. Tipos de alcantarillas.....	24
Tabla 4.3. Estado del cabezal y cuerpo de alcantarilla.....	24
2.3.5. Puentes	25
2.3.5.1. Atributos de puentes	25
Tabla 5. Atributos de un puente	25
Tabla 5.1. Estado de las protecciones laterales de puente	27
2.3.6. Punto crítico	27
2.3.6.1. Atributos de un punto crítico	28
Tabla 6. Atributos de un punto crítico.....	28
Tabla 6.1. Tipos de puntos críticos.....	28
2.3.7. Talud.....	29
2.3.7.1. Atributos de un talud.....	29
Tabla 7. Atributos de un talud	29

Tabla 7.1. Estado del talud	30
Tabla 7.2. Tipo de talud.....	30
2.4. Clasificación de las vías	30
2.4.1. Clasificación vial según la jurisdicción.....	30
2.4.1.1. Red vial nacional	30
2.4.1.2. Red vial estatal.....	30
1. Corredores arteriales	30
2. Vías colectoras	31
2.4.1.3. Red vial regional.....	31
2.4.1.4. Red vial provincial.....	31
2.4.1.5. Red vial cantonal urbana.....	31
2.5. Metodología de inventario vial del CONGOPE y la Prefectura de Pichincha	32
2.5.1. Definición de los códigos (identificadores) de los tramos de las vías a inventariar.....	32
2.5.2. Creación del catálogo de atributos en el GPS:	32
2.5.3. Planificación del levantamiento en territorio	32
2.5.4. Descarga de la información levantada	33
2.5.5. Edición y procesamiento de la información.....	33
3 CAPÍTULO III: LEVANTAMIENTO VIAL EN CAMPO Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	34
3.1. Identificación de vías inventariadas en el año 2017	34
3.2. Identificación de las vías por inventariar.....	34
3.3. Cronograma de actividades	36
3.4. Elaboración del catálogo de atributos viales	37
3.4.1. Creación de los atributos viales en programa QGIS.	37
3.4.2. Representación de los atributos viales en QGIS	39
3.4.3. Exportación de información a aplicación de teléfono móvil.....	40
3.5. Edición y procesamiento de información	43

3.5.1.	Carga y procesamiento de información del levantamiento vial al programa QGIS	43
4	CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	45
4.1.	Base de datos de atributos de tramos viales inventariados	45
4.2.	Diagramas de barras de información de vías	46
4.2.1.	Tipos de superficie de rodadura	46
4.2.2.	Estado de superficie de rodadura	47
4.2.2.1.	Estado de superficie de rodadura de pavimento flexible	47
4.2.2.2.	Estado de superficie de rodadura de adoquín	47
4.2.2.3.	Estado de superficie de rodadura de piedra	48
4.2.2.4.	Estado de superficie de rodadura de lastre	48
4.2.2.5.	Estado de superficie de rodadura de terreno natural	49
4.2.2.6.	Estado de superficie de rodadura de tierra	49
4.2.2.7.	Estado de superficie mixta de rodadura	50
4.2.3.	Número de carriles	50
4.2.4.	Ancho de carriles	51
4.3.	Diagramas de información de cunetas	51
4.3.1.	Tipos de cunetas	51
4.3.2.	Estado de cuneta tipo canal	52
4.3.3.	Estado de cuneta tipo V	52
4.3.4.	Estado de cuneta tipo natural	53
4.4.	Diagramas de información de señalización vertical	53
4.4.1.	Tipos de señalización vertical	53
4.4.2.	Estado de señalización vertical informativa	54
4.4.3.	Estado de señalización vertical preventiva	54
4.4.4.	Estado de señalización vertical regulatoria	55
4.5.	Diagramas de información de alcantarillas	55

4.5.1.	Tipos de alcantarillas.....	55
4.5.2.	Material de alcantarilla tipo circular	56
4.5.3.	Material de alcantarilla tipo cajón.....	56
4.5.4.	Material en alcantarilla tipo semicircular.....	57
4.6.	Diagramas de información de puentes.....	57
4.6.1.	Tipos de superficie de rodadura en puentes	57
4.6.2.	Estado de superestructura en puentes.....	58
4.6.3.	Estado de infraestructura en puentes.....	58
4.6.4.	Riesgo de socavación en puentes	59
4.6.5.	Materiales en protecciones laterales.....	59
4.6.6.	Estado de protecciones laterales.....	60
1.	Estado de protecciones laterales de hormigón	60
2.	Estado de protecciones laterales metálicas.....	60
3.	Estado de protecciones laterales mixtas	61
4.7.	Diagramas de información de puntos críticos	61
4.7.1.	Tipos de puntos críticos.....	61
4.8.	Diagramas de información de taludes	62
4.8.1.	Tipos de taludes.....	62
4.8.2.	Estado de taludes.....	62
1.	Estado de taludes intervenidos	62
2.	Estado de taludes naturales	63
4.9.	Registro fotográfico	64
4.10.	Mapas.....	73
4.2	Mapas de atributos del cantón Rumiñahui.....	73
1.	Mapa de atributo de vías inventariadas	73
2.	Mapa de atributos de alcantarillas inventariadas.....	74
3.	Mapa de atributos de puentes inventariados	75

4.	Mapa de atributos de señalética vertical inventariada.....	76
5.	Mapa de atributos de taludes inventariados	77
6.	Mapa de atributos de puntos críticos inventariados	78
7.	Mapa de atributos de cunetas inventariadas.....	79
4.3	Mapas de atributos del cantón Mejía	80
1.	Mapa de atributos de vías inventariadas	80
2.	Mapa de atributos de alcantarillas inventariadas.....	81
3.	Mapa de atributos de puentes inventariados	82
4.	Mapa de atributos de señalética vertical inventariada.....	83
5.	Mapa de atributos de taludes inventariados	84
6.	Mapa de atributos de puntos críticos inventariados	85
7.	Mapa de atributos de cunetas inventariadas.....	86
5	CAPÍTULO V: PLAN DE MEJORAMIENTO DE ATRIBUTOS VIALES	87
5.1.	Tramos viales.....	87
5.2.	Puentes.....	88
5.3.	Taludes	90
5.4.	Puntos críticos	91
6	CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
6.1.	Conclusiones.....	93
6.2.	Recomendaciones	94
7	BIBLIOGRAFÍA.....	96
8	ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Mapa de la Red Vial por inventariar de la Provincia de Pichincha (PREFECTURA DE PICHINCHA, 2019)	3
Ilustración 2: Ubicación cantón Rumiñahui (Elaboración Propia).....	5
Ilustración 3: Ubicación cantón Mejía (Elaboración Propia)	7
Ilustración 4: Diagrama de flujo explicativo de un inventario vial (Obtenido de: Manual de inventarios viales MTC-2014)	9
Ilustración 5: Elementos de la vía (Elaboración Propia).....	12
Ilustración 6: Elementos de la vía (Elaboración Propia).....	12
Ilustración 7: Elementos de la vía (Elaboración Propia).....	12
Ilustración 8: Mapa inventario vial CONGOPE año 2017, cantones Rumiñahui y Mejía. (Elaboración Propia)	34
Ilustración 9: Mapa de vías a inventariar proporcionado por GAD de Pichincha (Elaboración Propia).....	35
Ilustración 10: Creación de capas de atributos (Elaboración Propia).....	37
Ilustración 11: Determinación de nombre de atributo (Elaboración Propia)	37
Ilustración 12: Determinación de geometría de atributo (Elaboración Propia).....	38
Ilustración 13: Definición de sistema de referencia de coordenadas (Elaboración Propia)	38
Ilustración 14: Creación de campos de atributos (Elaboración Propia)	38
Ilustración 15: Ventana de creación de componentes de atributos (Elaboración Propia)	39
Ilustración 16: Capas de atributos en QGIS (Elaboración Propia).....	39
Ilustración 17: Mapa con información vial y división parroquial de Rumiñahui y Mejía (Elaboración Propia)	40
Ilustración 18: Página web principal de Mergin Maps (Mergin maps, 2022).....	41
Ilustración 19: Instalación complemento Mergin Maps en QGIS (Elaboración Propia)	41
Ilustración 20: Instalación complemento (Elaboración Propia)	41
Ilustración 21: Complemento instalado (Elaboración Propia)	42
Ilustración 22: Inicio de sesión en QGIS (Elaboración Propia)	42
Ilustración 23: Ventana de proyectos en aplicación móvil Mergin Maps (Elaboración Propia). 43	
Ilustración 24: Visualización de capas del proyecto en cuenta de Mergin Maps (Elaboración Propia).....	44
Ilustración 25: Visualización final de levantamiento exportado de Megin Maps a QGIS (Elaboración Propia)	44
Ilustración 26: Atributos y longitud de capa de vías en QGIS (Elaboración Propia).....	45

Ilustración 27: Vía con desprendimiento de superficie de rodadura (Fuente propia)	100
Ilustración 28: Vía extremadamente angosta y con alta presencia de vegetación (Fuente propia)	100
Ilustración 29: No existe vía, únicamente escalinata de acceso (Fuente propia).	101
Ilustración 30: Colapso de infraestructura de puente por socavación en estribos. (Fuente propia)	101
Ilustración 31: Derrumbe sobre la carretera. (Fuente propia)	102
Ilustración 32: Pozo de revisión sobre el nivel normal de la vía. (Fuente propia)	102
Ilustración 33: Tramo vial deteriorado con presencia de vegetación y árboles que cubrían la superficie de rodadura. (Fuente propia)	103
Ilustración 34: Medición de ancho de superficie de rodadura en puente (Fuente propia).....	103
Ilustración 35: Tramo vial perteneciente a propiedad privada. (Fuente propia)	104
Ilustración 36: Tramo vial dentro de propiedad privada (Fuente propia)	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Atributos de la vía	13
Tabla 1.1. Tipo de superficie de rodadura	14
Tabla 1.2. Estado de la capa de rodadura	16
Tabla 2. Atributos de una cuneta	17
Tabla 2.1 Tipos de cunetas	18
Tabla 2.2. Estado de la capa de rodadura	18
Tabla 3. Atributos de la señalización vertical	19
Tabla 3.1. Tipos de señales verticales	20
Tabla 4. Atributos de una alcantarilla	21
Tabla 4.1. Tipos de material	22
Tabla 4.2. Tipos de alcantarillas	24
Tabla 4.3. Estado del cabezal y cuerpo de alcantarilla	24
Tabla 5. Atributos de un puente	25
Tabla 5.1. Estado de las protecciones laterales de puente	27
Tabla 6. Atributos de un punto crítico	28
Tabla 6.1. Tipos de puntos críticos	28
Tabla 7. Atributos de un talud	29
Tabla 7.1. Estado del talud	30
Tabla 7.2. Tipo de talud	30

1 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Las vías de comunicación que tenemos hoy en día en la provincia de Pichincha son el resultado de diferentes planificaciones viales que han evolucionado con la finalidad de proveer un mejoramiento de la calidad de vida y el desarrollo social y económico de la población, de esta forma es necesario tener el conocimiento pleno en términos cuantitativos y cualitativos del estado de la red vial para crear un plan de acción futuro en la zona de estudio.

Los inventarios viales juegan un papel fundamental en el desarrollo económico de una provincia, ya que nos permite conocer el estado actual de las carreteras y vías de comunicación, así como los materiales de los cuales están conformados las mismas, sus dimensiones de calzada, tipos de fallas existentes, entre otros.

En el cantón de Rumiñahui y Mejía actualmente existe un desconocimiento de la cantidad de kilómetros sin inventariar, los cuales representan aproximadamente 1000 kilómetros de vialidad según la información proporcionada por el Consejo Provincial de Pichincha junto con el Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE); los cuales se encuentran clasificados según su estado como malo y regular en los dos cantones mencionados.

Tomando en cuenta que la capital del Ecuador se encuentra en la provincia de Pichincha, las longitudes de las vías de comunicación entre los diferentes cantones de la provincia se deberían conocer de manera precisa para de esta forma se realice un mantenimiento adecuado y a tiempo para evitar daños a futuro dinamizando la comunicación y comercio entre las diferentes poblaciones.

Los cantones de Rumiñahui y Mejía se caracterizan principalmente por ser cantones agropecuarios y de crianza de ganado vacuno, porcino y bobino, ambos cantones se encuentran cerca del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) por lo cual el comercio de los productos generados en estos cantones se comercia en su gran mayoría en la cabecera provincial de Pichincha.

El cantón Rumiñahui posee una gran cantidad de sitios turísticos, los cuales en su gran mayoría carecen de vías en buen estado que ayuden a incrementar el turismo tanto de personas locales como extranjeros, es así como se carece de la información del estado, longitud y características de conformación de este tipo de carreteras. (Orbe, 2020)

El correcto análisis de la cuantificación vial generaría un impacto positivo en la economía de los cantones, disminuyendo los tiempos de movilización entre las parroquias y cantones vecinos, llegando así a comunicar más poblaciones y que para los agricultores y ganaderos sea mucho más fácil el comercio de sus productos.

Por las razones mencionadas, es necesario tener el inventario vial rural del territorio en estudio, esto evitará problemas en proyectos viales futuros y pérdidas económicas innecesarias.

1.2. Planteamiento del problema

Los municipios, prefecturas y gobierno central tienen la responsabilidad de mantener la red de infraestructura vial del país en óptimas condiciones en las diferentes áreas de su competencia, consecuentemente, es necesario conocer el estado actual de las diferentes vías para poder elaborar planes de acción que ayuden a la mitigación de diferentes problemas que puedan generarse con el tiempo y el tránsito de vehículos por las diferentes carreteras.

En el año 2017, el CONGOPE con ayuda de empresas consultoras realizó un inventario vial en 23 provincias del Ecuador, incluida la provincia de Pichincha, las empresas no lograron inventariar la totalidad de las vías, por lo que el “PLAN DE DESARROLLO VIAL INTEGRAL DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA 2019” quedó incompleto (CONGOPE, 2019)

El Gobierno Autónomo Descentralizado de Pichincha (GAD PICHINCHA) afirma que la conservación y construcción de vías en las zonas rurales de la provincia es complicado ya que carecen de información técnica detallada actual del estado de las vías existentes.

Por tal motivo, es necesario la actualización del inventario vial de la provincia para que los proyectos se manejen con mayor facilidad y se conozca las vías que necesitan intervención para su mejoramiento lo cual ayude al desarrollo económico de las diferentes comunidades y población circundante a estas.

1.3. Alcance

El presente tema de disertación iniciará con la actualización e identificación de las vías inventariadas y no inventariadas en el inventario vial del año 2017 en las parroquias rurales de los cantones de Rumiñahui y Mejía.

Una vez realizada la identificación de estas vías, se procederá a la elaboración del inventario vial mediante la utilización de la metodología de levantamiento con sistemas de software y hardware para hacer una correcta toma y recopilación de datos de campo.

La finalización de la disertación abarcara una recopilación y procesamiento completo de la información del estado, tipo de superficie de rodadura, características geométricas generales, y ubicación georreferenciada de las vías y demás componentes de estas de las parroquias rurales que comprenden a los cantones de Rumiñahui y Mejía pertenecientes a la provincia de Pichincha, información que será de vital importancia para el desarrollo y toma de decisiones de los organismos encargados.

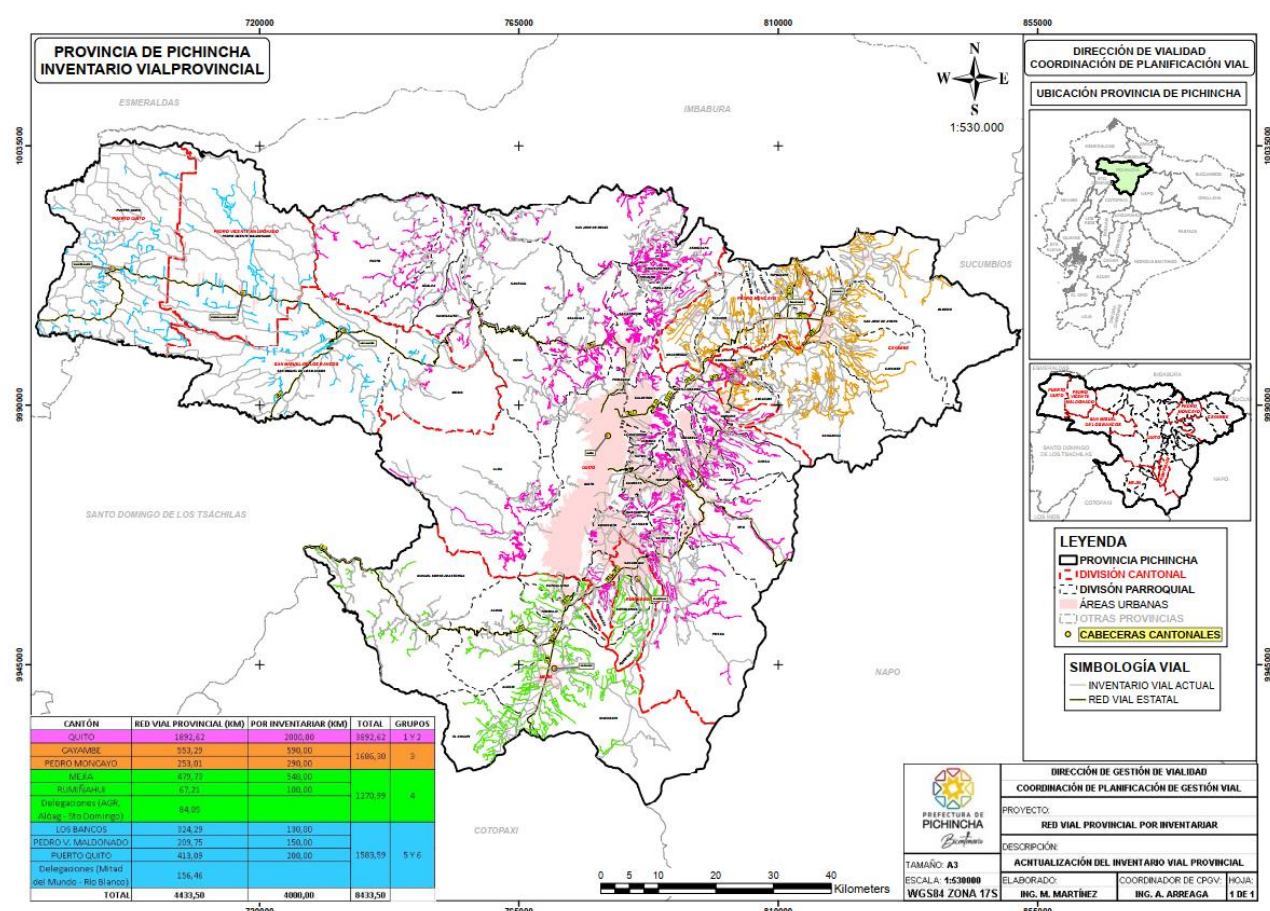


Ilustración 1: Mapa de la Red Vial por inventariar de la Provincia de Pichincha (PREFECTURA DE PICHINCHA, 2019)

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Realizar el inventario vial de las parroquias rurales de los cantones Rumiñahui y Mejía de la provincia de Pichincha, utilizando la metodología de levantamiento de inventarios viales, proporcionada por el Consejo Provincial de Pichincha junto con el Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE).

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar y actualizar las vías inventariadas y no inventariadas por el CONGOPE en el inventario vial del año 2017 de las parroquias rurales de los cantones Rumiñahui y Mejía de la provincia de Pichincha.
- Obtener la recopilación de información para realizar una descripción o catálogo de atributos de las vías de las parroquias rurales de los cantones Rumiñahui y Mejía de la provincia de Pichincha.
- Determinar de forma visual el estado actual en el que se encuentran las vías/caminos, cunetas, señalización vertical, alcantarillas, puentes y taludes en las parroquias rurales de los cantones Rumiñahui y Mejía de la provincia de Pichincha.
- Presentar los resultados del inventario vial de las parroquias rurales de los cantones Rumiñahui y Mejía de la provincia de Pichincha, mediante el registro de la información utilizando herramientas ofimáticas adecuadas a la misma.

1.5. Generalidades

1.5.1. Reseña histórica del cantón Rumiñahui

A finales del siglo XIX, Sangolquí se crea como una parroquia rural del cantón Quito, pero no es hasta inicios del año 1938, donde el impulsa la creación de un nuevo cantón gracias a la integración de una Junta Cívica de los ciudadanos. La idea se esparció por toda la población de Sangolquí y sus alrededores, hasta que llegó a constituirse el Comité pro-cantonización, presidido por Alonso Báez. El 31 de mayo de ese mismo año, el General Alberto Enríquez Gallo, elevó a la categoría de Cantón, a la Parroquia de Sangolquí con el nombre del heroico indígena Rumiñahui. (Guamán, 2011)

Las redes viales del cantón de Rumiñahui y del sector conocido como Valle de los Chillos se remonta a la década de los años treinta, cuando en Sangolquí, una parroquia rural de Quito se venía fraguando la idea de convertirla en cantón.

Antes de que Rumiñahui se convirtiera en cantón, las vías de conexión y comunicación entre las diferentes poblaciones eran rusticas, de tierra y piedras, ya que la zona de Rumiñahui se caracteriza por ser un cantón agropecuario y ganadero por su gran extensión de tierra y agradable clima que se presenta la gran parte del año.

1.5.1.1. Ubicación geográfica del cantón Rumiñahui

El cantón Rumiñahui se encuentra ubicado al sureste de la provincia de Pichincha, aproximadamente a 40 minutos del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), es muy conocido por su gastronomía y sus atractivos turísticos naturales. Este cantón es el de menor extensión de la provincia de Pichincha contando con una superficie de 139 km².

La cabecera cantonal de Rumiñahui es Sangolquí, la cual cuenta con una superficie de 49.90 km² siendo esta la parroquia urbana más grande de este cantón, adicionalmente como parroquias urbanas tenemos a San Pedro de Taboada y San Rafael las cuales cuentan con una superficie de 4.90 km² y 2.70 km² respectivamente. Los límites cantonales de Rumiñahui están conformados de la siguiente manera: al norte, este y oeste por el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) y al sur por el cantón Mejía (GAD Rumiñahui, 2017).

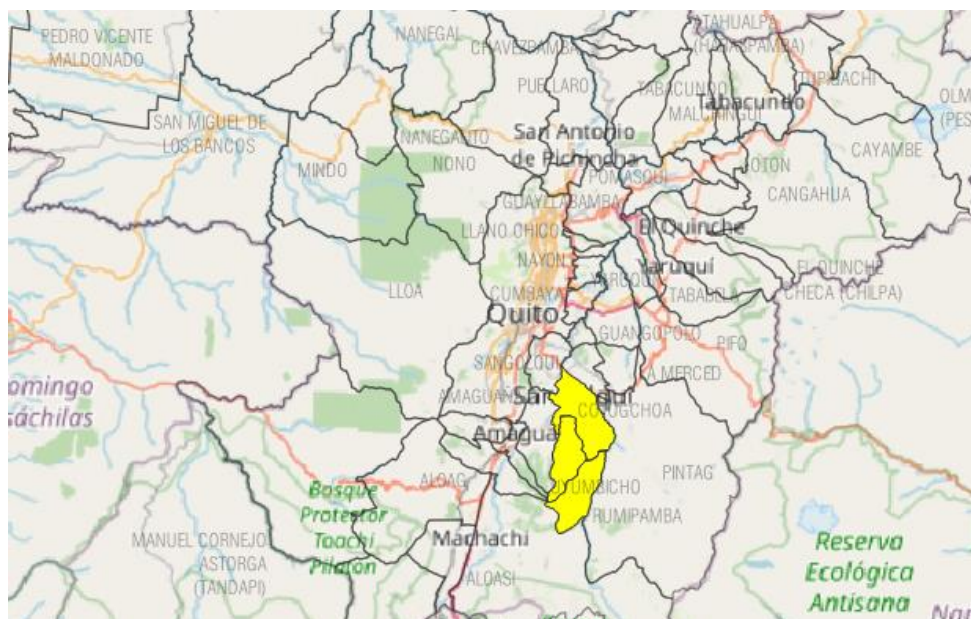


Ilustración 2: Ubicación cantón Rumiñahui (Elaboración Propia)

1.5.2. Reseña histórica del cantón Mejía

El cantón Mejía, no tuvo aquel nombre al momento de su creación en el año 1883, inicialmente esta parroquia se conocía como Machachi, nombre que etimológicamente descende del pueblo Panzaleo que habito las faldas del volcán Rumiñahui y Paschoa, el cual desapareció en la colonización, el vocablo Machachi se compone de: MA que significa grande, CHA que significa suelo y CHI que significa vivo, lo cual traduce a la palabra Machachi como “Gran Terreno Activo”. Machachi fue elevado a parroquia en el año de 1824, posteriormente paso a formar parte del cantón Quito en el año de 1869 y no es hasta el 23 de julio de 1883 que se declara a Mejía como un cantón de la provincia de Pichincha, nombre que es atribuido en honor al ilustre quiteño José Mejía Lequerica (Municipio de Mejía, 2022).

La principal actividad de este cantón, al igual que el cantón Rumiñahui es la agricultura y ganadería, allí se puede encontrar haciendas ganaderas con gran variedad de razas y consecuentemente los productos derivados de estos son de alta calidad. Mejía es conocido por ser el mayor proveedor agrícola de la provincia de Pichincha teniendo como producto agrícola principal el cultivo de papa y demás legumbres y hortalizas que gracias a su clima e hidrología lo hace ideal para la producción y turismo.

Debido a que las principales actividades económicas de este cantón son la agricultura y ganadería, es de vital importancia el tener vías de comunicación que conecten los diferentes centros de producción con las principales ciudades y centros de consumo. El cantón Mejía no posee una red vial fundamental, técnicamente existe una red vial básica principal, compuesta principalmente por vías arteriales, colectoras, locales y peatonales registrándose alrededor de 550.10 km (Prefectura, 2017).

1.5.2.1. Ubicación Geográfica

El cantón Mejía se encuentra ubicado en la zona sur oriental de la provincia de Pichincha, por su ubicación geográfica se encuentra rodeado de volcanes, cuenta con una superficie de 1 422.9 km² y una altitud que se encuentra entre los 1 200 a los 5 126 m.s.n.m. La cabecera cantonal de Mejía es Machachi, el cual cuenta con una superficie de 400.90 km² donde se encuentra la mayor cantidad de la población de este cantón, las parroquias rurales son Aloag, Aloasi, Cutuglagua, El Chaupi, Manuel Cornejo Astorga (Tandapi), Tambillo y Uyumbicho.

Los límites cantonales de Mejía están conformados de la siguiente manera: al norte con el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), con el cantón Rumiñahui y con la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, al sur con la provincia de Cotopaxi, al este con la provincia de Napo y al oeste con la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas (GAD Mejía, 2017).

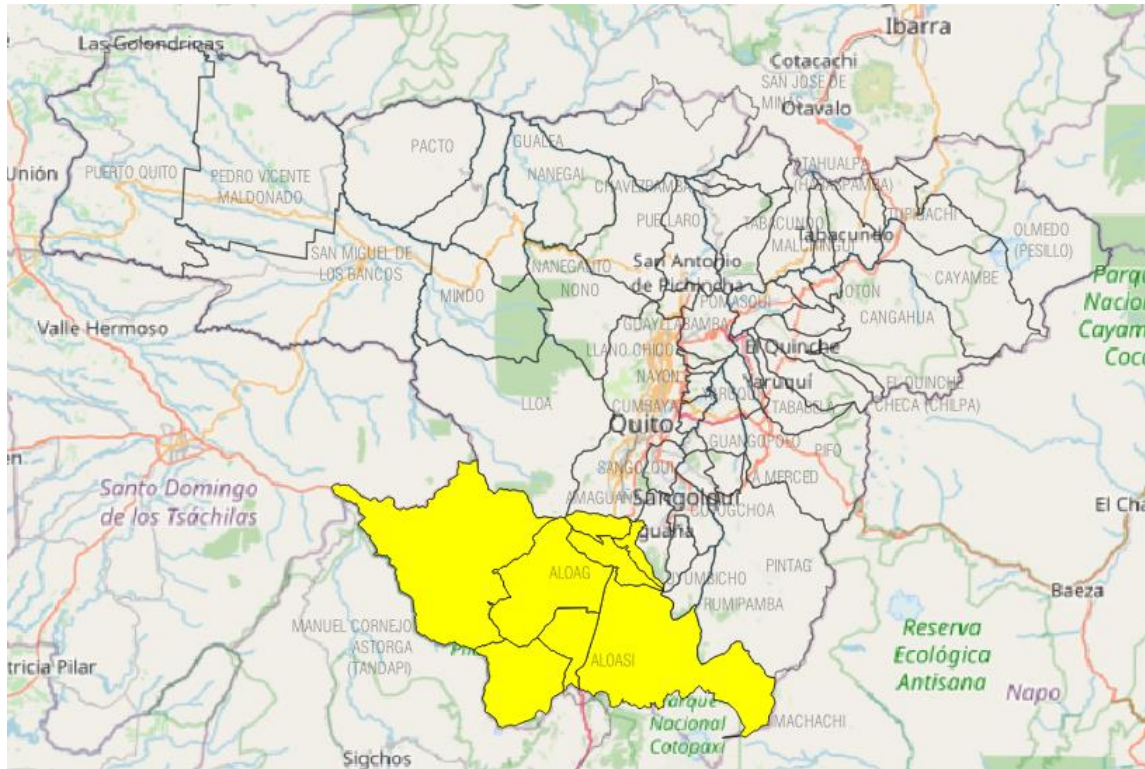


Ilustración 3: Ubicación cantón Mejía (Elaboración Propia)

2 CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Inventario Vial

Un inventario vial es el conjunto de documentos con información generada en base a datos obtenidos de mediciones realizadas en campo, las cuales reúnen y presentan la información de las características y estado de un sistema de carreteras en la zona de estudio (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

La finalidad de la elaboración de un inventario vial consiste en presentar a los organismos encargados del mantenimiento y operatividad de los tramos viales analizados una base de datos con las principales características de estos, para que posteriormente esta sea

analizada y se determinen zonas de intervención para un mejoramiento, construcción o ampliación de las vías y demás componentes de estas.

Cabe recalcar que un inventario vial no posee toda la información necesaria para que se ejecuten planes de acción inmediatos, ya que solo se recopila información visual, la cual para que pueda determinarse la factibilidad de ejecución de estos trabajos necesitan de estudios socioeconómicos, medioambientales, técnicos y geométricos.

Todos los datos arrojados por los estudios mencionados brindarán información para que los organismos encargados puedan realizar una planificación vial que se ajuste a la realidad de las vías y caminos existentes en estos cantones, con lo cual se pueda mejorar y solucionar los problemas de movilidad y transporte que existen actualmente entre las diferentes parroquias rurales y las cabeceras cantonales.

2.1.1. Tipos de inventarios viales

Según el Manual de Inventarios Viales de Perú del año 2016 (MTC-2016), se determinaron dos tipos de inventarios viales.

2.1.1.1. Inventario vial básico

Este tiene como principales objetivos la obtención o actualización de información de carácter técnico para la planificación de las redes viales de la zona de estudio, los datos de los elementos inventariados cuentan con información de las diferentes características geométricas básicas, estado y ubicación georreferenciada.

2.1.1.2. Inventario vial calificado

Este tipo de inventario se diferencia del anterior por el alcance, el cual se lo realiza con fines de planificación y obtención de datos para priorizar las inversiones en las redes viales. Esta información contendrá datos de características más específicas de las carreteras y componentes de estas como datos de trazado geométrico, características estructurales de la capa de rodadura, adicional en este se realizan levantamiento de datos para promover una seguridad vial tanto de vehículos como de peatones con la calificación de la operatividad de los tramos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

A continuación, se presenta un diagrama de flujo en el cual se observa la necesidad de la ejecución de un inventario vial básico previo a la realización de un inventario vial calificado.

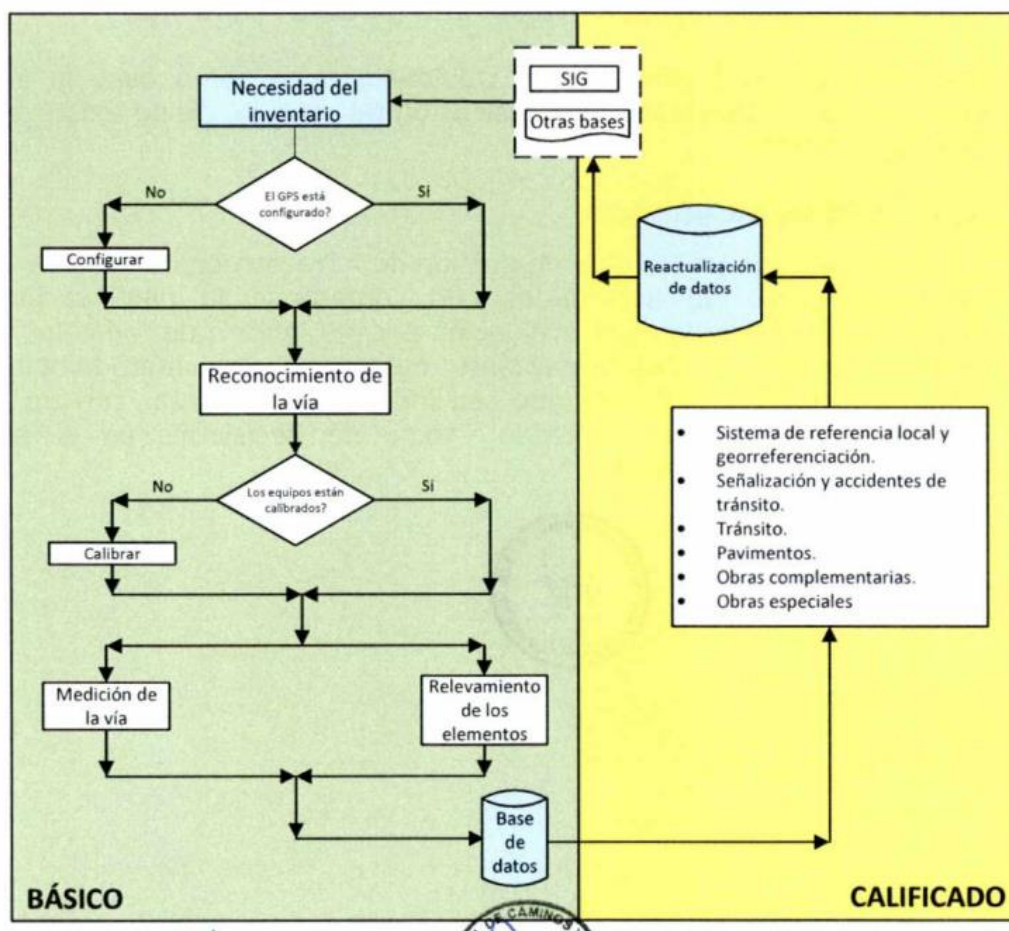


Ilustración 4: Diagrama de flujo explicativo de un inventario vial (Obtenido de: Manual de inventarios viales MTC-2014)

2.1.2. Inventario de infraestructura vial

El inventario de infraestructura vial se emplea para conocer las condiciones de operabilidad y funcionalidad de una vía, a partir de una descripción detallada de sus condiciones físicas, geométricas y de diseño. La elaboración de inventarios viales permite obtener los datos necesarios con los cuales se puede realizar estudios de ingeniería de tránsito y transporte (Quintero, 2011).

La forma más usual de elaborar este inventario es a través de una inspección visual, que consiste en hacer un reconocimiento a lo largo del sector o tramo objeto de estudio, para cuantificar y calificar sus condiciones. La metodología para la inspección visual incluye la descripción completa de tres aspectos fundamentales: Descripción de la vía, Geometría de la vía, y estado superficial. (Quintero, 2011)

2.1.3. Inventario de señalización y dispositivos de control

La elaboración de un inventario de señalización es de suma importancia ya que se debe evaluar la funcionalidad y eficiencia de la señalización y diferentes dispositivos utilizados para el control de tránsito, los cuales son encargados de mantener un orden de movilidad en las vías. (Quintero, 2011)

El levantamiento de esta información permite evaluar la suficiencia de señalización en las zonas de estudio con base a diferentes características como topografía del terreno, diseño vertical y horizontal de las vías, ubicación de zonas pobladas, entre otras, las cuales generan la información necesaria para la colocación de mayor cantidad de señales para facilitar el tránsito de vehículos y peatones.

2.2. Plan de desarrollo vial.

Un plan de desarrollo vial es un elemento parte del sistema de movilidad y transporte del país, en el cual se establecen mecanismos para atender las necesidades estratégicas del territorio mediante la conexión de la red de carreteras con el transporte marítimo, fluvial y aéreo, de esta manera solucionando problemas de accesibilidad y movilidad de personas y recursos.

Para la correcta ejecución de un plan vial que contemple todas las variantes y cumpla con el objetivo de generar una conectividad adecuada entre las diferentes redes viales tanto estatales, provinciales y municipales es de gran importancia el contar con las características y estados de las vías, lo cual se detalla en el levantamiento de datos realizados en un inventario vial, para lo cual posteriormente mediante un análisis con un software especializado (GIS y HDM-4) se identificaran con claridad las zonas donde se llevaran a cabo las intervenciones viales que se requieran (CONGOPE, 2019).

2.2.1. Metodología general de plan de desarrollo vial.

Para un plan de desarrollo vial de una provincia, el levantamiento de información de campo con un inventario vial es el inicio, ya que, para determinar la vialidad de este, se deben realizar estudios adicionales, de esta manera es que el Consorcio de Gobiernos Provinciales del Ecuador (CONGOPE) ha desarrollado una metodología para el desarrollo de este plan.

Para el cumplimiento del plan se han dividido en diferentes fases las cuales mencionaremos a continuación.

- Inventario de la red vial provincial.
- Creación de base de datos (BBDD) homogenizada.
- Diagnóstico de la red vial provincial.
- Caracterización técnica, geopolítica, económica y logística.
- Categorización estratégica de ejes viales.
- Evaluación técnico-económica con HDM-4.
- Plan plurianual de inversiones.

Una vez realizados todos los análisis técnicos y económicos de las diferentes fases de ejecución del proyecto se obtendrá información técnica la cual determine las zonas a intervenir según la prioridad tanto económica como social.

2.3. Elementos y características de la vía

Para una adecuada circulación tanto vehicular como peatonal existen elementos los cuales ayudan a que se mantenga un orden y se respeten las normas de tránsito.

Existe una gran cantidad de atributos o elementos con características que pueden ser levantados para obtener una información más exacta sobre el estado de las carreteras y tramos viales, tal es así, que según el Manual de Inventarios Viales del Perú se han determinado los siguientes: Punto inicial, puntos notables, trayectoria de la vía, elementos fijos de control, desvíos, ciudad o centro poblado, señalización, baden, puente, alcantarilla, túnel, laguna y río, sitio de interés, altitud máxima, punto crítico, paso a nivel, peaje, superficie de rodadura, calzada, estado de conservación, berma y punto final.

Con la finalidad de evaluar y determinar el estado de los tramos viales de los cantones de Rumiñahui y Mejía, se han delimitado elementos o atributos para caracterizar de una manera adecuada el estado de la red vial de esta zona, para ello se han utilizado los siguientes tipos: Alcantarillas, Cunetas, Intersecciones, Puntos críticos, Puentes, Señalización Vertical, Taludes y Vías/Caminos. Datos que son requeridos por las entidades de planificación para (CONGOPE, 2019)

En los siguientes gráficos, se denotan las características y atributos que contiene una vía, los cuales son de vital importancia para lograr determinar el desempeño de esta.

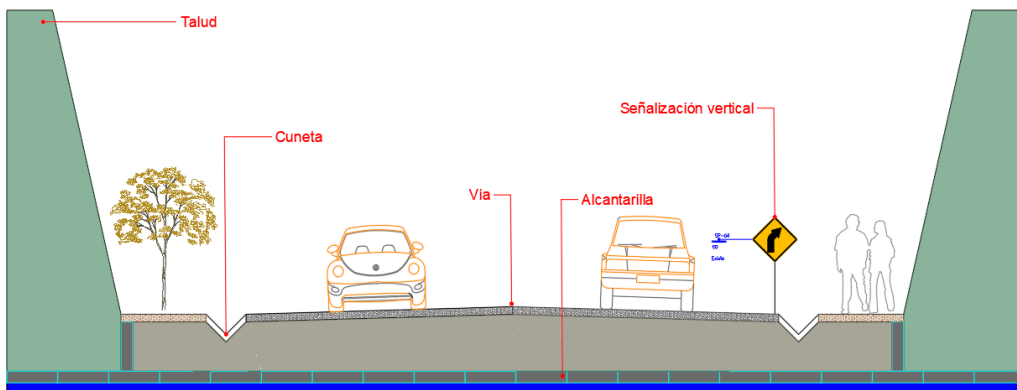


Ilustración 5: Elementos de la vía (Elaboración Propia)

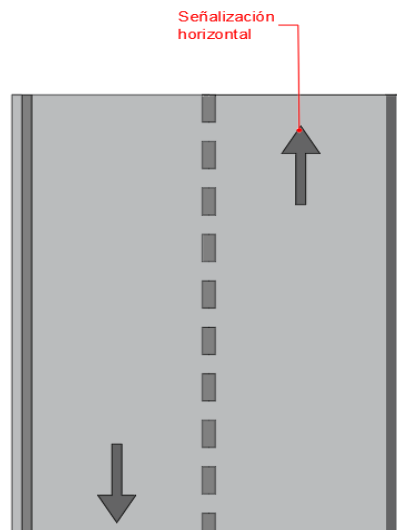


Ilustración 6: Elementos de la vía (Elaboración Propia)

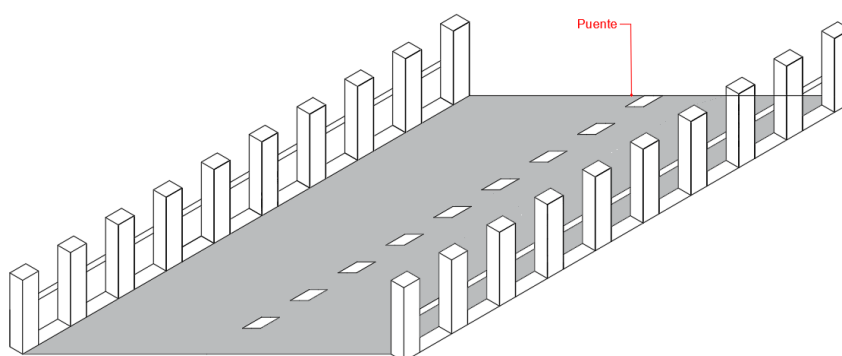


Ilustración 7: Elementos de la vía (Elaboración Propia)

2.3.1. Vías / Caminos

Es el espacio donde se desarrolla el tránsito. Se denomina vía a toda calle, carretera o camino abierto al uso público, así como al camino privado utilizado por una colectividad indeterminada de usuarios (Manual del Conductor, 2016).

2.3.1.1. Atributos de Vías/Caminos

A continuación, se presentará una tabla con los respectivos atributos utilizados para la identificación de las Vías/Caminos con la descripción de cada uno.

Tabla 1. Atributos de la vía

Nombre del Atributo	Definición	Descripción del dominio
TRAMO	Se indica el número de tramo vial.	-
SUBTRAMO	Se indica el número de subtramo vial.	-
NOMBRE	Se coloca el nombre de la vía.	-
CARRILES	Se coloca el número de carriles.	-
TIPO DE RODAD	Se indica el tipo de la superficie de rodadura del tramo vial.	ADOQUÍN
		D-T BITUMINOSO
		PIEDRA
		LASTRE
		PAVIMENTO FLEXIBLE
		PAVIMENTO RÍGIDO
		SUELO NATURAL
		TIERRA
		MIXTO
		OTRO
		SIN DETERMINAR

ESTADO ROD	Se indica el estado de la capa de rodadura.	BUENO
		REGULAR
		MALO
ANCHO CA	Se coloca el ancho de la calzada.	-
ANCHO TOT	Se coloca el ancho total del tramo vial.	-
LONGITUD	Se indica la longitud total de la vía	-
UBICACIÓN	Se coloca el sector del tramo vial.	-
TIPO DE CUNET	Se indica si existe o no cuneta.	T
		F
SEÑALIZAC	Se indica si existe o no señalización.	T
		F
OBSERV	Se indica información relevante del tramo vial inventariado.	-

Tomada de “Información de las características físicas de la vía” elaborada por

CONGOPE, 2019, Diccionario de la base de datos, p. 4.

Para la correcta selección de la información de los atributos mencionados se tomarán en cuenta los criterios mencionados a continuación.

Tabla 1.1. Tipo de superficie de rodadura

Tipo	Descripción	
ADOQUÍN	Es un recubrimiento configurado por bloques de concreto el cual es prefabricado. (d)	 <i>Fuente propia</i>

D-T BITUMINOSO	Es un recubrimiento que está conformado de material aglomerante de color negro (betunes). (d)	 (e)
PIEDRA	Tipo de rodadura compuesta por piedras de cierta dimensión. (d)	 <i>Fuente propia</i>
LASTRE	Está conformada por material granular que tiene un tamaño máximo de 2 ½" y una proporción de finos. (d)	 <i>Fuente propia</i>
PAVIMENTO FLEXIBLE	Tipo de pavimento compuesto por carpeta asfáltica, imprimación, base, subbase y subrasante. (e)	 <i>Fuente propia</i>
PAVIMENTO RÍGIDO	Tipo de pavimento compuesto por hormigón hidráulico, subbase o base y subrasante. (e)	 (d)

SUELO NATURAL	Es el suelo intervenido por maquinaria adecuada. (d)	 <i>Fuente propia</i>
TIERRA	Superficie de rodadura que no ha sido intervenida por ningún tipo de maquinaria. (d)	 <i>Fuente propia</i>
MIXTO	Capa de rodadura formada por varios tipos de materiales en la superficie de esta. (d)	 <i>Fuente propia</i>

Nota. (MOP, 2002) (d). (Gustavo, 2021) (e).

Tabla 1.2. Estado de la capa de rodadura

Estado	Descripción
BUENO	No contiene ningún daño relevante.
REGULAR	Tiene daños menores los cuales no son o no generan daño ni obstrucción al tránsito vehicular.
MALO	Tiene un daño severo en gran parte del camino el cual no es adecuado para el tránsito de automóviles, solo tienen acceso camiones y vehículos todo terreno.

Nota. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

2.3.2. Cuneta

Zanja en uno o ambos lados de un camino o carretera para recibir las aguas llovedizas. (RAE, 2021)

2.3.2.1. Atributos de las cunetas

A continuación, se presentará una tabla con los respectivos atributos utilizados para la identificación de las Cunetas con la descripción de cada uno.

Tabla 2. Atributos de una cuneta

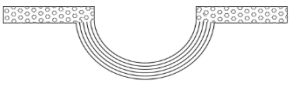
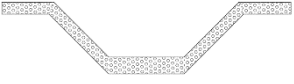
Nombre del atributo	Definición	Descripción del dominio
LADO	Se especifica el lado en la que se encuentra la cuneta.	AMBOS
		CENTRO
		DERECHA
		IZQUIERDA
ESTADO	Se indica el estado en el que se encuentra la cuneta.	BUENO
		MALO
		REGULAR
		SIN DETERMINAR
TIPO	Descripción del tipo de cuneta.	CUNETA CANAL
		CUNETA EN L
		CUNETA EN V
		CUNETAS TRAPEZOIDAL
		SUELO NATURAL
		NO EXISTE
OBSERV	Se coloca información adicional sobre la cuneta.	-

Tomada de “Información de las características físicas de la vía” elaborada por

CONGOPE, 2019, Diccionario de la base de datos, p. 12.

La evaluación y elección de las características más adecuadas del tipo de cuneta se realizará mediante los siguientes criterios:

Tabla 2.1 Tipos de cunetas

Tipo	Descripción	Imagen
CANAL	La sección transversal de un canal tiene una forma semi circular.	 <i>a</i>
V	Posee una sección transversal triangular simétrica.	 <i>a</i>
L	La cuneta tipo L tiene una sección triangular asimétrica.	 <i>a</i>
TRAPEZOIDAL	Tiene una forma de trapecoide.	 <i>a</i>
SUELO NATURAL	Sección transversal irregular y variable.	 <i>a</i>

Nota. (Elaboración propia) (a).

Tabla 2.2. Estado de la capa de rodadura

Estado	Descripción
BUENO	No contiene ningún daño relevante.
REGULAR	Tiene daños menores o iguales al 30% de la estructura de la cuneta.
MALO	Tiene un daño severo comprometiendo al 50% o más de la su estructura.

Nota. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

2.3.3. Señalización vertical

Las señales verticales son instaladas junto o sobre la vía, cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y principal descripción de estos, además son las encargadas de reglamentar las prohibiciones o restricciones que aplican sobre la vía, así como brindar información para guiar a los usuarios de estas (Alcaldía de Medellín).

2.3.3.1. Atributos de la señalización vertical

A continuación, se presentará una tabla con los respectivos atributos utilizados para la identificación de la señalización vertical con la descripción de cada uno.

Tabla 3. Atributos de la señalización vertical

Nombre del atributo	Definición	Descripción del dominio
LADO	Se especifica el lado en la que se encuentra la señalización 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 de la señalética.	-
OBSERV	Observaciones de texto libre con información relevante de la señalización	-

Tomada de “Información de las características físicas de la vía” elaborada por

CONGOPE, 2019, Diccionario de la base de datos, p. 13.

La evaluación del tipo de señal vertical de la vía se realizará mediante los siguientes criterios:

Tabla 3.1. Tipos de señales verticales

Tipo	Descripción	Imagen
INFORMATIVA	Son aquellas con leyendas y/o símbolos, que tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles y carreteras e informarle sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar. (a)	 a
PREVENTIVA	Son de color amarillo que tienen un símbolo y que tienen por objeto prevenir a los conductores de la existencia de algún peligro en el camino y su naturaleza. (a)	 a
REGULATORIA	Son las de color blanco con un aro de color rojo y que tienen por objeto indicar la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan el tránsito. (a)	 a

Nota. (Fundación Carlos Slim , 2016) (a).

2.3.4. Alcantarillas

Conducto de drenaje de longitud corta ubicado en las intersecciones de la red natural de drenaje (quebradas, arroyos, ríos) con las redes de transporte como carreteras, caminos, vías de ferrocarril, etc. (Ponce, 2017)

2.3.4.1. Atributos de alcantarillas

A continuación, se presentará una tabla con los respectivos atributos utilizados para la identificación de las alcantarillas con la descripción de cada uno.

Tabla 4. Atributos de una alcantarilla

Nombre del atributo	Definición	Descripción del dominio
MATERIAL	Se especifica el material del cuerpo de la alcantarilla.	HORMIGÓN
		LADRILLO
		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.	-
CUALTO	Registro de la altura del cuerpo de alcantarilla.	-
CUDIAM	Registro del diámetro del cuerpo de la alcantarilla.	-

CABEZALES	Se indica si existen cabezales o no.	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 inicial y final.	-
OBSERV	Observaciones de texto libre.	-

Tomada de “Información de las características físicas de la vía” elaborada por CONGOPE, 2019, Diccionario de la base de datos, p. 11.

La evaluación del tipo de alcantarilla de la vía se realizará mediante los siguientes criterios:

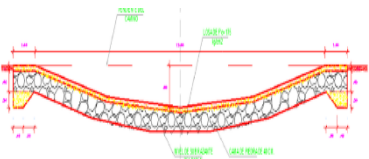
Tabla 4.1. Tipos de material

Tipo	Descripción	Imagen
HORMIGÓN	La tubería está compuesta por una mezcla de agua, cemento y grava.	 <i>Fuente propia</i>

LADRILLO	La tubería está compuesta por piezas o bloques de cerámica o arcilla.	 <i>a</i>
METÁLICA	La tubería está compuesta por acero, hierro galvanizado o hierro fundido.	 <i>Fuente propia</i>
MIXTO	La tubería es una mezcla de diferentes materiales.	 <i>Fuente propia</i>
PVC	La tubería está compuesta por una combinación de carbono, cloro e hidrógeno.	 <i>Fuente propia</i>

Nota. (León, 2015) (a).

Tabla 4.2. Tipos de alcantarillas

Tipo	Descripción	Imagen
SPAN	Es un tipo de alcantarilla la cual se conforma por la unión de una serie de tubos.	 <i>Fuente propia</i>
CIRCULAR	Tubos circulares de una gran cantidad de materiales de construcción.	 <i>Fuente propia</i>
CAJÓN	Está formada por paredes laterales. Generalmente de sección constante y a veces presentan unas cartelas en las esquinas. (a)	 <i>Fuente propia</i>
BADÉN	Este tipo de alcantarilla encaja a las características geométricas del cauce.	 <i>c</i>

Nota. (Herbas, 2018) (a). (Latoche, 2018) (c).

Tabla 4.3. Estado del cabezal y cuerpo de alcantarilla

Estado	Descripción
BUENA	La alcantarilla no tiene ninguna obstrucción por lo cual, el flujo del agua es normal y constante
REGULAR	La alcantarilla cuenta con una obstrucción parcial, la cual dificulta el cauce de agua.

MALA	La alcantarilla cuenta con una obstrucción considerable el cual impide el cauce normal de agua.
-------------	---

Notas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

2.3.5. Puentes

Construcción de piedra, ladrillo, madera, hierro, hormigón, etc., que se construye y forma sobre los ríos, fosos y otros sitios, para poder pasarlos. (RAE, 2021)

Los puentes se dividen en dos partes principales, la infraestructura y la superestructura, la primera la conforman los estribos, zapatas y muros de ala, los cuales son los encargados de la transmisión de los esfuerzos hacia el suelo, mientras que la superestructura está conformada por el tablero del puente, las vigas, diafragmas, protecciones laterales, etc. (Castro, 2022)

2.3.5.1. Atributos de puentes

A continuación, se presentará una tabla con los respectivos atributos utilizados para la identificación de las alcantarillas con la descripción de cada uno.

Tabla 5. Atributos de un puente

Nombre del atributo	Definición	Descripción del dominio
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
		CUNETAS EN V
		CIRCULAR
		SPAN
		SIN DETERMINAR

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 ancho del puente incluyendo el espacio de caminería, pasamanos y capa de rodadura.	-
LONGITUD	Se indica la longitud en metros entre juntas externas 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.	-
OBSERV	Observaciones de texto libre.	-
IMÁGENES	Nombre de las imágenes referenciadas al tributo.	-

Tomada de “Información de las características físicas de la vía” elaborada por CONGOPE, 2019, *Diccionario de la base de datos*, p. 9.

Tabla 5.1. Estado de las protecciones laterales de puente

Estado	Descripción
BUENA	Las protecciones laterales del puente se encuentran en un estado optimo tanto físico como funcional, no presentan desgaste.
REGULAR	Las protecciones presentan un desgaste o deterioro mínimo, no afectan a la circulación normal de los vehículos y no generan un peligro para los peatones.
MALA	La protección lateral se encuentra altamente deteriorada, presenta desprendimiento parcial o total de la superestructura afectando la seguridad tanto de vehículos como de peatones.

Notas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

2.3.6. Punto crítico

Un punto crítico se puede definir como un sector o tramo vial que no proporciona las condiciones adecuadas de circulación por la presencia de diferentes tipos de fallas que se

constituye de: Baches profundos, destrucción de la calzada, deterioro de la mesa de la vía, hundimientos, grietas profundas, curvas peligrosas, taludes inestables, zonas de inundación, estrechamientos de la vía, los cuales se pueden clasificar como geológicos, hidrológicos, etc. (Herrera & Martínez, 2021)

2.3.6.1. Atributos de un punto crítico

A continuación, se presentará una tabla con los respectivos atributos utilizados para la identificación de los puntos críticos con la descripción de cada uno.

Tabla 6. Atributos de un punto crítico

Nombre del atributo	Definición	Descripción del dominio
TIPO	Descripción del tipo de punto crítico.	DISEÑO GEOMETRICO
		GEOLOGICOS
		HIDROGEOLOGICOS
		HIDROLOGICOS
		MANTENIMIENTO
		OTROS
COORDENADAS	Se incluyen la longitud y latitud inicial y final.	-
OBSERV	Observaciones de texto libre.	-
IMAGEN	Se colocará una fotografía del atributo.	-

Tomada de “Información de las características físicas de la vía” elaborada por

CONGOPE, 2019, Diccionario de la base de datos, p. 18.

Tabla 6.1. Tipos de puntos críticos

Estado	Descripción
DISEÑO GEOMÉTRICO	Ancho de carril inadecuado, bermas angostas, falta de bermas, mala señalización, iluminación inadecuada, cambios bruscos de dirección, peralte inadecuado, sucesión de giros que cambian de grande a pequeño, mala distancia de visibilidad, falta de reductores de velocidad.
GEOLÓGICO	Erupciones volcánicas, taludes inestables, inundaciones.

HIDROGEOLOGICO	Presencia de problemas geológicos e hidrológicos simultáneamente.
HIDROLÓGICO	Problemas relacionados con el agua, puede ser inundaciones y sequías.
MANTENIMIENTO	Falta de mantenimiento de las calzadas, carpeta asfáltica, bermas, drenaje e iluminación, presencia de obstáculos en la vía.

Notas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

2.3.7. Talud

Inclinación del paramento de un muro o de un terreno respecto a la horizontal. (RAE, 2021)

2.3.7.1. Atributos de un talud

A continuación, se presentará una tabla con los respectivos atributos utilizados para la identificación de los puntos críticos con la descripción de cada uno.

Tabla 7. Atributos de un talud

Nombre del atributo	Definición	Descripción del dominio
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 inicial y final.	
OBSERV	Observaciones de texto libre.	

Tomada de “Información de las características físicas de la vía” elaborada por CONGOPE, 2019, Diccionario de la base de datos, p. 16.

Tabla 7.1. Estado del talud

Estado	Descripción
BUENA	No existe ni se presenta ningún riesgo de desprendimiento de material.
REGULAR	Existe riesgo parcial de deslizamiento de material.
MALA	Existe deslizamiento de material.

Notas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Tabla 7.2. Tipo de talud

Estado	Descripción
NATURAL	Sin manipulación humana.
INTERVENIDO	Con manipulación humana.

Notas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

2.4. Clasificación de las vías

2.4.1. Clasificación vial según la jurisdicción

2.4.1.1. Red vial nacional

Se entiende por red vial nacional al conjunto de todas las carreteras y caminos existentes en el territorio ecuatoriano que componen el sistema vial nacional. La red vial nacional, debido a su jurisdicción y competencia, está integrada por la red vial estatal, regional, provincial y cantonal urbana. (Ley Sistema Nacional de Infraestructura vial de transporte, 2017)

2.4.1.2. Red vial estatal

Se entiende por red vial estatal al conjunto de vías conformadas por las troncales nacionales que a su vez están integradas por todas las vías declaradas por el ministerio rector como corredores arteriales o como vías colectoras. (Ley Sistema Nacional de Infraestructura vial de transporte, 2017)

1. Corredores arteriales

Son rutas que conectan capitales de provincias, cruces de fronteras, puertos, aeropuertos las cuales forman una malla de vías estratégicas, su tráfico proviene de las vías colectoras, el diseño de estos corredores debe ser con estándares geométricos adecuados para

garantizar la correcta movilidad entre dichos puntos que son de vital importancia para el desarrollo económico y social de un país. (Ministerio de Obras Públicas, 2002)

2. Vías colectoras

Son rutas las cuales tienen como función permitir la movilidad de tráfico desde una zona rural a una urbana, estas vías son las encargadas de la alimentación de tránsito para las vías de mayor jerarquía, las cuales son los corredores arteriales (Ministerio de Obras Públicas, 2002)

2.4.1.3. Red vial regional

Se define como red vial regional, cuya competencia está a cargo de los gobiernos autónomos descentralizados regionales, al conjunto de vías que unen al menos dos capitales de provincia dentro de una región y que sean descentralizadas de la red vial estatal (Ley Sistema Nacional de Infraestructura vial de transporte, 2017)

2.4.1.4. Red vial provincial

Se define como red vial provincial, cuya competencia está a cargo de los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, al conjunto de vías que, dentro de la circunscripción territorial de la provincia, no formen parte del inventario de la red vial estatal, regional o cantonal urbana. El Reglamento General de esta Ley determinará la característica y tipología de la red vial provincial. (Ley Sistema Nacional de Infraestructura vial de transporte, 2017)

2.4.1.5. Red vial cantonal urbana

Se entiende por red vial cantonal urbana, cuya competencia está a cargo de los gobiernos autónomos descentralizados municipales o metropolitanos, al conjunto de vías que conforman la zona urbana del cantón, la cabecera parroquial rural y aquellas vías que, de conformidad con cada planificación municipal, estén ubicadas en zonas de expansión urbana. (Ley Sistema Nacional de Infraestructura vial de transporte, 2017)

2.5. Metodología de inventario vial del CONGOPE y la Prefectura de Pichincha

El CONGOPE juntamente con la Prefectura de Pichincha (Dirección de Gestión de Vialidad), han desarrollado la “Metodología para levantamiento del inventario vial”, la misma que consta de 5 pasos. (Herrera & Martínez, 2021)

2.5.1. Definición de los códigos (identificadores) de los tramos de las vías a inventariar

Identificar los tramos que se van a inventariar, los tramos se dividen a su vez en varios subtramos en función de la capa de rodadura. Cada subtramo va a tener un código único, este código se constituirá por:

- Código de la provincia, código del cantón
- Código de la parroquia
- Código del tramo
- Código del subtramo
- Tipo de la capa de rodadura
- Estado de la capa de rodadura
- Nombre del subtramo o tramo
- Número de carriles.

2.5.2. Creación del catálogo de atributos en el GPS:

Para la creación del catálogo de atributos para el levantamiento del inventario vial se deben seguir los siguientes pasos:

- Se debe definir el catálogo de atributos.
- Luego se debe crear la base de atributos en el computador con el uso de un software, en este caso el software QGIS.
- Transferir la base de datos del computador al dispositivo móvil con GPS.

2.5.3. Planificación del levantamiento en territorio

La planificación del trabajo en campo se lo realizara de la siguiente manera:

- Sobre la base geográfica o imágenes satelitales, planificar en escritorio los sectores, los tramos principales y sus respectivos ramales a inventariar.

- Los tramos más largos son los principales, para lo cual se levantará el tramo principal, y consecuentemente los siguientes tramos, desde el principio a su fin.
- Simultáneamente se tiene que levantar todos los elementos del tramo principal y sus respectivos subtramos.
- Registrar fotográficamente cada tramo, subtramo y elemento levantado.
- Luego de levantado el tramo principal, al retornar se deben levantar los tramos que intersecan al tramo principal.
- El tramo que interseca el tramo principal y que se lo va a levantar, se convierte en el nuevo tramo principal.
- Repetir el proceso anterior hasta levantar todos los tramos que intersecan sus respectivos tramos principales.

2.5.4. Descarga de la información levantada

Para la descarga de los archivos de información del dispositivo GPS se realizarán los siguientes pasos:

- Descargar la información del GPS hacia el computador.
- La información levantada en campo (territorio), debe estar georreferenciada, etiquetada y registrada fotográficamente. Esto se realiza como primer filtro de la información levantada en campo.

2.5.5. Edición y procesamiento de la información

Finalmente, en la edición y procesamiento de toda la información de campo realizaremos:

- Exportación de la información a formato GIS.
- En el software QGIS, se realizará la segunda corrección y ajustaran los elementos que tengan deformación, variación y/o desplazamiento respecto al trazado real además se corregirá las topologías.
- Procesamiento de la información y caracterización de la red vial, obteniendo como resultado: mapas, cuadros estadísticos y tablas.

3 CAPÍTULO III: LEVANTAMIENTO VIAL EN CAMPO Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

3.1. Identificación de vías inventariadas en el año 2017

El inventario vial del año 2017 realizado para el CONGOPE nos arroja información de levantamiento de vías con un total de 636.86 km en toda la red vial de los cantones de Rumiñahui y Mejía, valor que incluye varios tramos en centros poblados de las diferentes parroquias urbanas de los cantones mencionados.

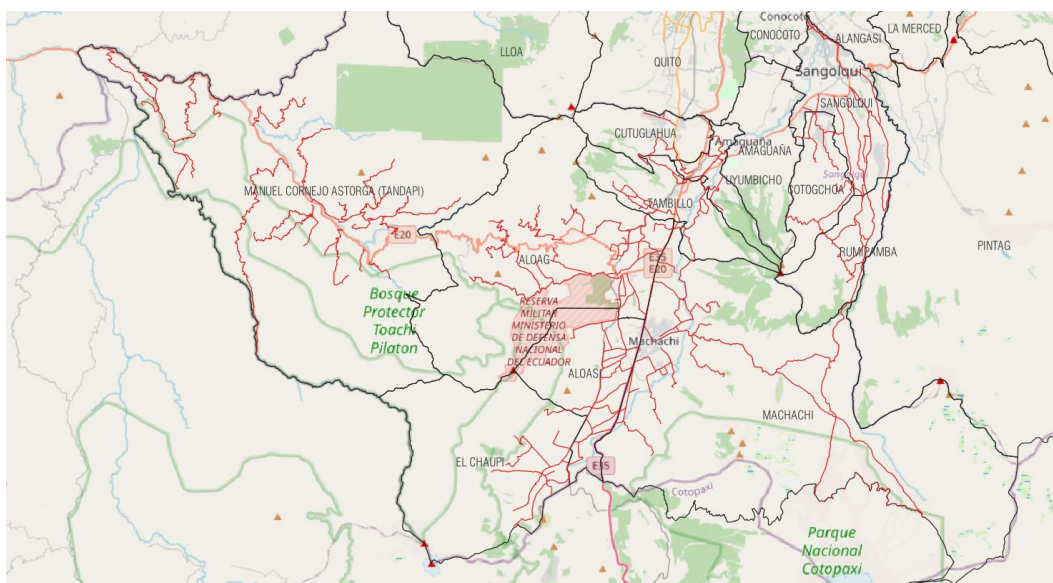


Ilustración 8: Mapa inventario vial CONGOPE año 2017, cantones Rumiñahui y Mejía. (Elaboración Propia)

Las tablas de información de los tramos viales de las parroquias correspondientes a los dos cantones serán adjuntadas en la sección de anexos, al final de este documento

3.2. Identificación de las vías por inventariar

Transcurridos 5 años desde el ultimo inventario vial realizado por el CONGOPE, en el año 2017, las diferentes características de los tramos viales han sufrido cambios en varios aspectos. Gracias a información del trabajo conjunto de la GAD de Pichincha y el CONGOPE las vías a inventariar suman un total de 560.78 km entre los dos cantones analizados.

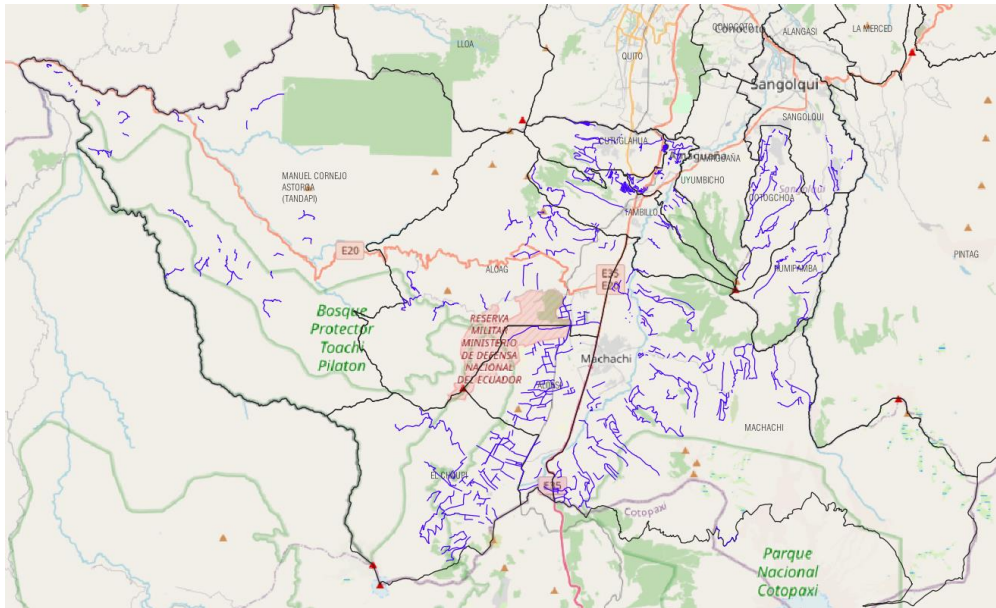
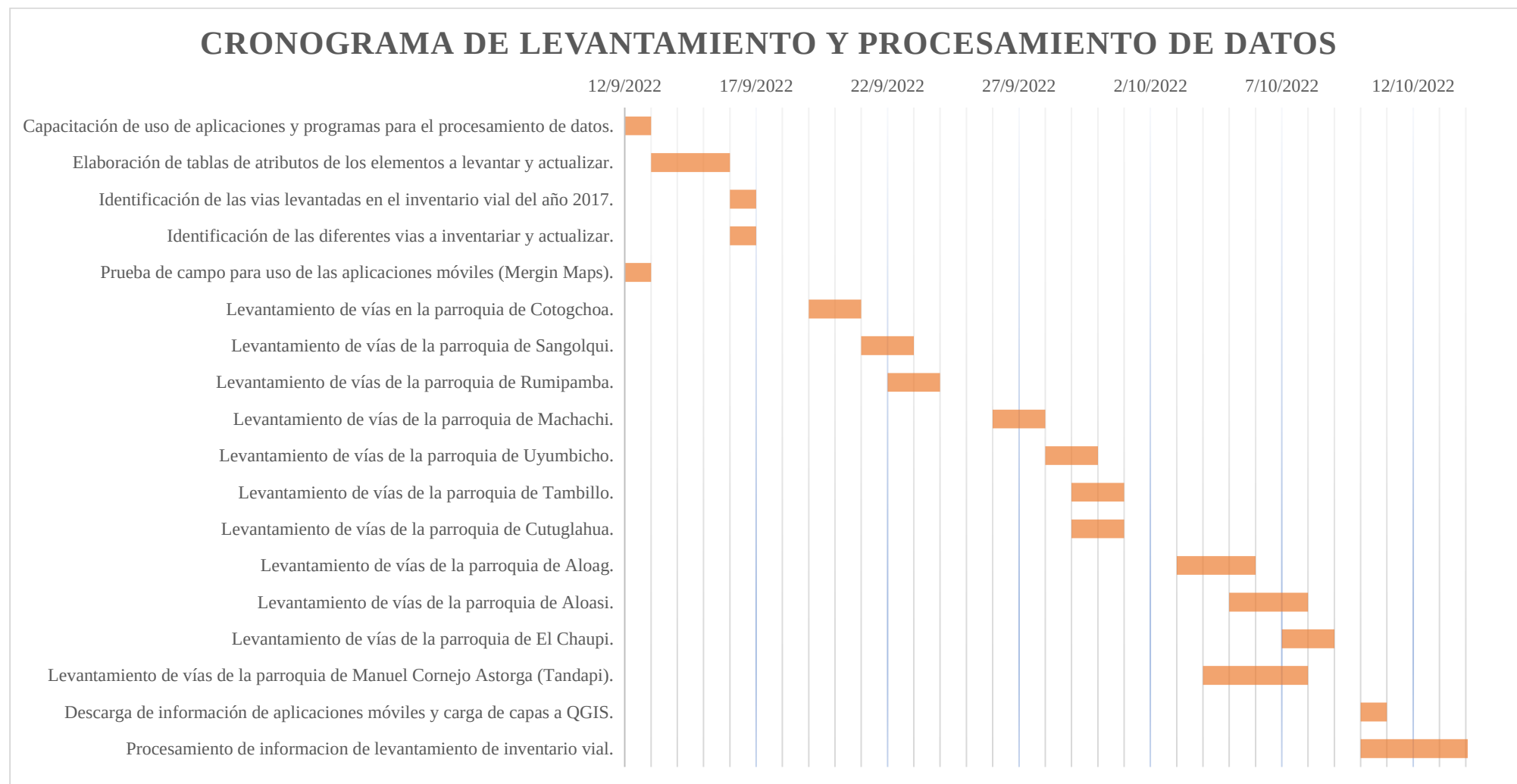


Ilustración 9: Mapa de vías a inventariar proporcionado por GAD de Pichincha (Elaboración Propia)

El levantamiento de estas incluye la actualización de diferentes tramos viales que conducen a las vías de las cuales se desconocían las principales características e información de hacia dónde conectan para de esta manera crear una planificación correcta de los lugares que se requiere mantenimiento o construcción de nuevas vías de esta forma mejorando la calidad de vida de las diferentes poblaciones circundantes a estas.

3.3. Cronograma de actividades



3.4. Elaboración del catálogo de atributos viales

Para un levantamiento de tramos viales más eficaz y preciso se han utilizado herramientas tecnológicas, las cuales permiten un avance mucho más rápido y con una menor probabilidad de cometer errores en la transcripción de estos datos si fueran tomados de manera tradicional.

QGIS es un software el cual nos permite la visualización, gestión, análisis y edición de sistemas de información geográfica (Lacalle, 2014). El uso de este programa en este trabajo de investigación permite analizar los SIG proporcionados por el GAD de Pichincha para la ubicación, y levantamiento de capas vectoriales las cuales contienen los atributos mencionados en el capítulo II de este documento.

La creación de estas capas se los realizo de manera en que se puedan exportar a los dispositivos celulares mediante el uso de una aplicación móvil como es Mergin Maps.

3.4.1. Creación de los atributos viales en programa QGIS.

La creación de las capas que contienen los atributos viales requeridos por el CONGOPE y GAD de Pichincha se los realizo en el software QGIS, los pasos seguidos fueron los siguientes:

1. *Abrimos el programa y nos dirigimos a la pestaña de Capa, se despliega una ventana y seleccionamos Crear capa vectorial se desplegará una ventana en la cual seleccionaremos Nueva capa de archivo shape.*

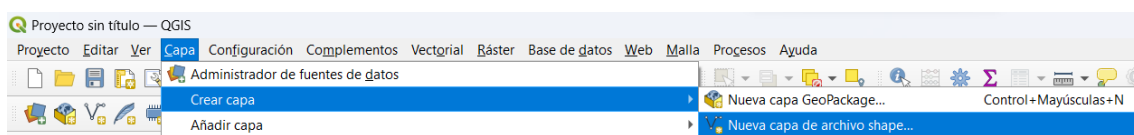


Ilustración 10: Creación de capas de atributos (Elaboración Propia)

2. *Se desplegará una ventana en la cual tendremos que añadir el nombre del archivo a crear, en este cuadro debemos colocar el nombre del atributo que deseamos añadir, estos serán: Alcantarilla, Cuneta, Intersección, Talud, Señalética vertical, Puentes, Puntos Críticos y Vías.*

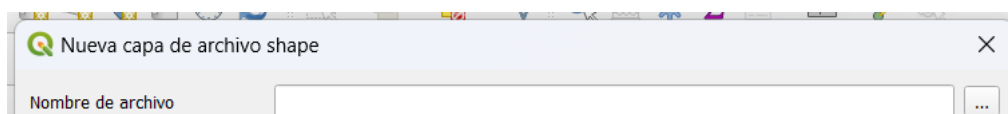


Ilustración 11: Determinación de nombre de atributo (Elaboración Propia)

3. En el tipo de geometría seleccionaremos entre las diferentes que aparecerán, punto, multipunto, cadena de líneas o polígono, la selección de esta dependerá del tipo de atributo que estemos creando, todos los atributos tendrán una geometría de punto a excepción de los atributos de vías y cunetas, los cuales tendrán una geometría de cadena de líneas.

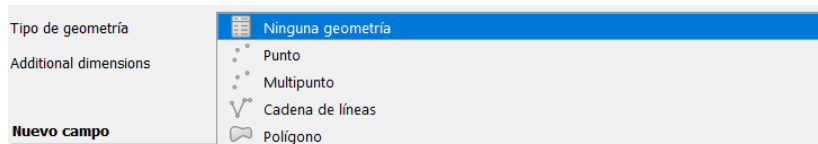


Ilustración 12: Determinación de geometría de atributo (Elaboración Propia)

4. En las coordenadas seleccionaremos la opción de coordenadas WGS 84 / UTM zona 17S, ya que la provincia de Pichincha y los cantones de Rumiñahui y Mejía se encuentran en este cuadrante de coordenadas.

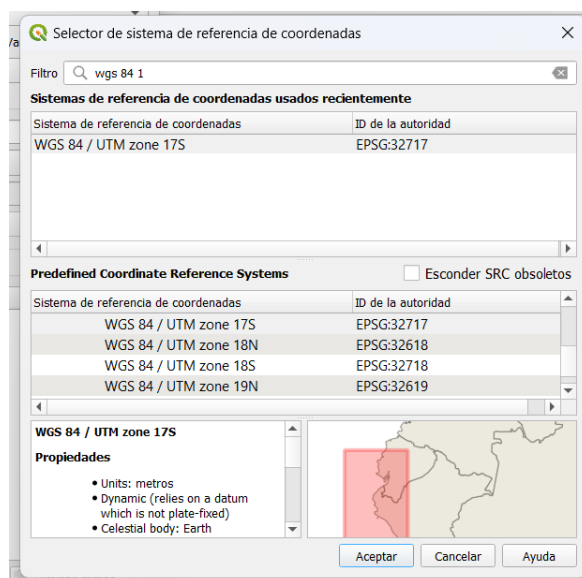


Ilustración 13: Definición de sistema de referencia de coordenadas (Elaboración Propia)

5. Para definir los diferentes componentes de los atributos, agregaremos cada uno de estos en la sección de nuevo campo, en tipo seleccionaremos independientemente una opción de estas según el componente del atributo que estemos creando.

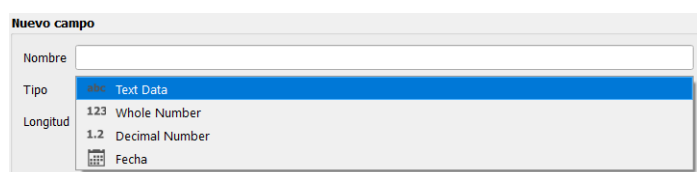


Ilustración 14: Creación de campos de atributos (Elaboración Propia)

6. Una vez creado el componente del atributo, apretamos el botón de Añadir a la lista de campos y seguimos creando las demás componentes de estos.

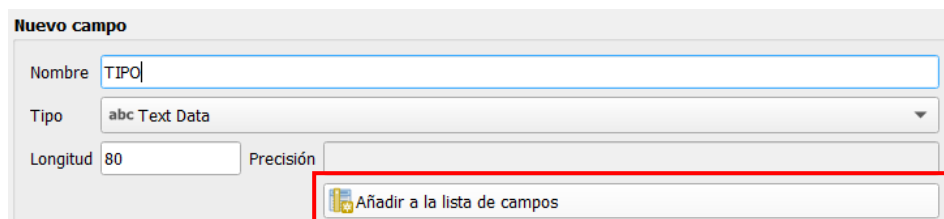


Ilustración 15: Ventana de creación de componentes de atributos (Elaboración Propia)

3.4.2. Representación de los atributos viales en QGIS

Una vez creados cada uno de los atributos con sus respectivos componentes, se desplegarán en el programa de la siguiente manera.

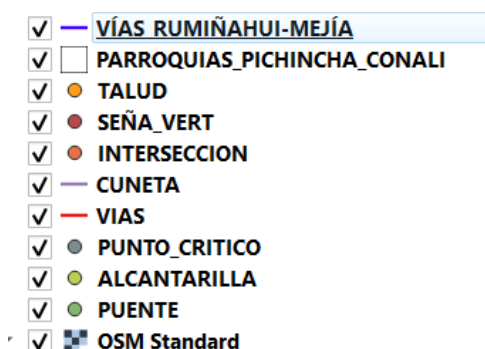


Ilustración 16: Capas de atributos en QGIS (Elaboración Propia)

Para la correcta apreciación y ubicación de las vías a inventariar se ha cargado información proporcionada por el GAD de Pichincha correspondiente a las vías por inventariar de los cantones de Rumiñahui y Mejía y la división parroquial de cada uno de los dos cantones mencionados, adicionalmente se ha cargado una capa de Open Street Maps (OSM) para la visualización de las vías aledañas a las vías por inventariar, finalmente obteniendo un resultado que muestra el mapa de esta manera.

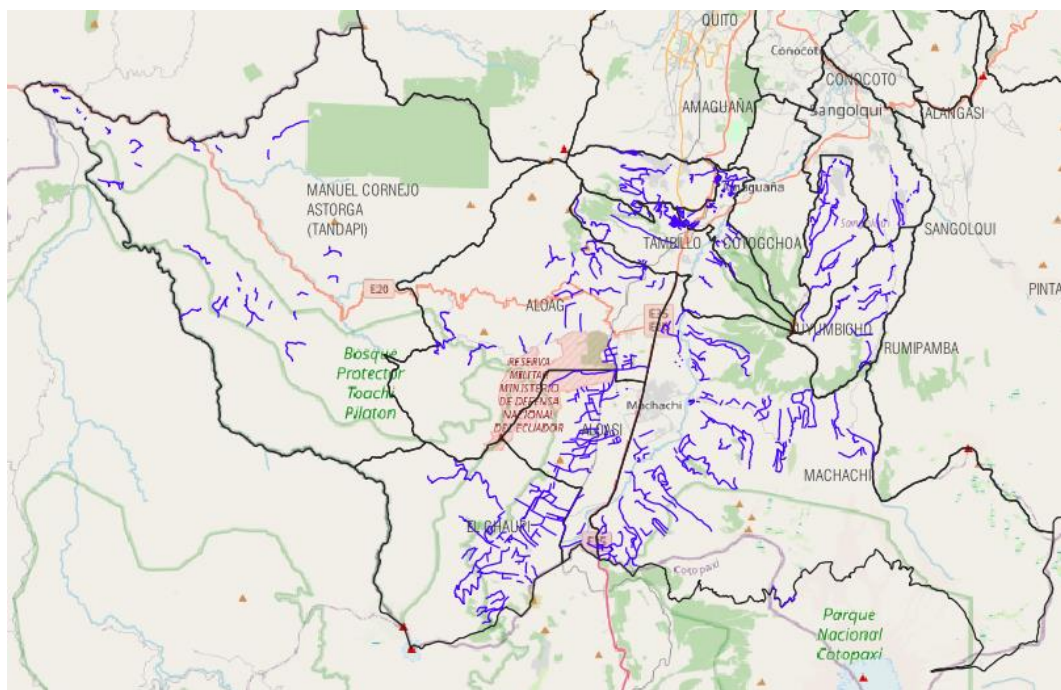


Ilustración 17: Mapa con información vial y división parroquial de Rumiñahui y Mejía (Elaboración Propia)

3.4.3. Exportación de información a aplicación de teléfono móvil

Para el levantamiento de las vías es necesario un dispositivo que cuente con GPS para la ubicación en el terreno y la colocación de las diferentes características de las vías y componentes de estas.

La aplicación móvil Mergin Maps se basa en ser una versión móvil del programa computacional QGIS, la cual permite de manera realizar algunas funciones básicas del programa de escritorio en un teléfono móvil para posteriormente sincronizar estos trabajos en la nube, descargarlo en una computadora iniciando sesión en una cuenta de la aplicación y subirlo al software QGIS para el procesamiento de estos datos (Morales). Esta aplicación está disponible para sistemas operativos como Android e iOS, con lo cual basta crear una cuenta gratuita y descargar esta aplicación para poder realizar el levantamiento de información en campo.

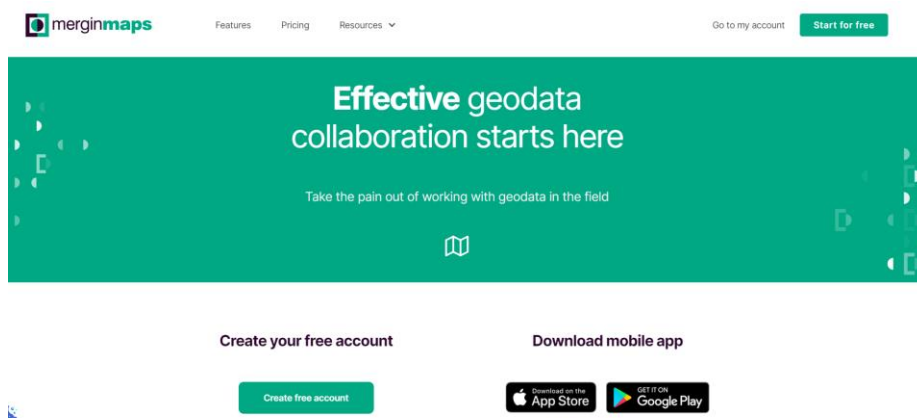


Ilustración 18: Página web principal de Mergin Maps (Mergin maps, 2022)

Para la exportación de los datos del programa QGIS hacia la cuenta de Mergin Maps es necesario instalar los complementos de esta en nuestra computadora. En el programa nos dirigimos a la pestaña de complementos, seleccionamos en administrar e instalar complementos.

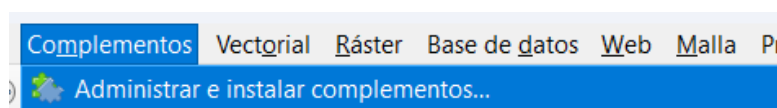


Ilustración 19: Instalación complemento Mergin Maps en QGIS (Elaboración Propia)

Nos arrojará una ventana en la cual en la barra de búsqueda escribiremos el nombre de la aplicación Mergin Maps y procederemos a instalar el complemento.



Ilustración 20: Instalación complemento (Elaboración Propia)

Una vez instalado el complemento nos aparecerá en los diferentes botones del programa los comandos para iniciar sesión y subir un proyecto a la nube de Mergin Maps.



Ilustración 21: Complemento instalado (Elaboración Propia)

Para poder subir las capas de atributos mencionadas previamente, iniciamos sesión desde QGIS con nuestras credenciales de acceso y se activaran los botones para subir el proyecto.

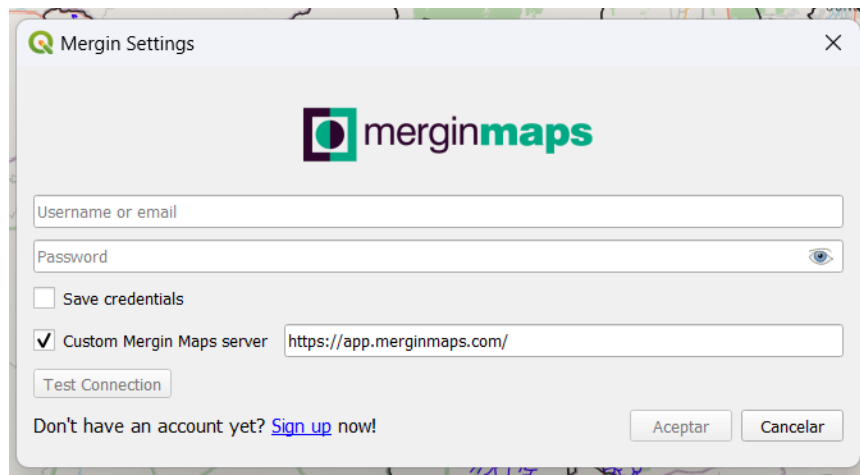


Ilustración 22: Inicio de sesión en QGIS (Elaboración Propia)

Sincronizado el proyecto, en la aplicación móvil luego de haber iniciado sesión nos dirigiremos a la pestaña de proyectos y aparecerá el proyecto creado.

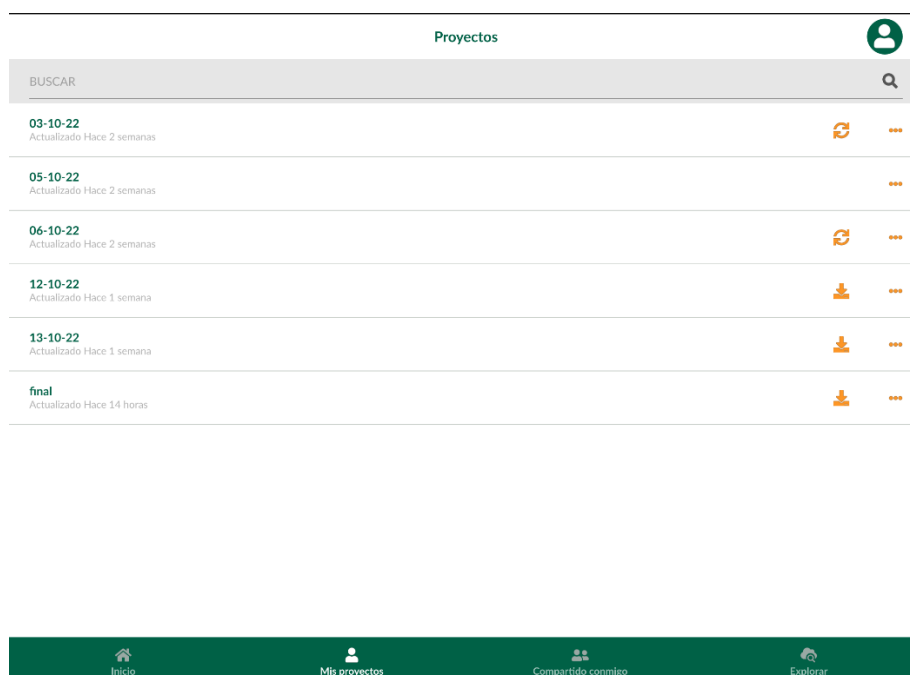


Ilustración 23: Ventana de proyectos en aplicación móvil Mergin Maps (Elaboración Propia)

La aplicación permite compartir proyectos con más usuarios para la visualización y edición de los proyectos, esto viene a ser muy útil al momento del levantamiento de los diferentes atributos ya que se puede trabajar de manera individual cada editor y sincronizar los avances que haya realizado cada uno, de esta manera permitiendo un avance más rápido.

3.5. Edición y procesamiento de información

Luego del levantamiento de la información de las vías y demás componentes de estas, el procesamiento de los datos se lo realizará en el programa computacional QGIS, para esto se descargará de la cuenta de Mergin Maps los datos de las capas actualizadas e inventariadas de las parroquias rurales de los cantones de Rumiñahui y Mejía.

3.5.1. Carga y procesamiento de información del levantamiento vial al programa QGIS

En la cuenta de Mergin Maps, al situarnos en el proyecto realizado nos aparecerán las capas de los atributos inventariados en formato consolidado denominado Geopackage (.gpkg), de igual manera aparecerá un archivo en formato .qgz, formato que al abrirlo se ejecutara directamente en el programa QGIS.

Find file		
Name ↑	Modified ↑	Size ↑
03-10-22.qgz	1 day ago	21.00 kB
ALCANTARILLA.gpkg	1 day ago	104.00 kB
CUNETAS.gpkg	1 day ago	96.00 kB
INTERSECCION.gpkg	1 day ago	96.00 kB
PARROQUIAS_PICHINCHA_CONALI.gpkg	1 week ago	7.51 MB
PUNTE.gpkg	1 day ago	96.00 kB
PUNTO_CRITICO.gpkg	1 day ago	152.00 kB
SEÑA_VERT.gpkg	1 day ago	96.00 kB
TALUD.gpkg	1 day ago	96.00 kB
VIAS.gpkg	1 day ago	792.00 kB
VIAS_RUMIÑAHUI-MEJÍA.gpkg	1 week ago	700.00 kB

Ilustración 24: Visualización de capas del proyecto en cuenta de Mergin Maps (Elaboración Propia)

Una vez ejecutado, visualizaremos todas las capas que se han trabajado y editado durante el periodo de levantamiento de información de campo, estas deben ser procesadas y depuradas para tener un mismo formato y una presentación requerida por organismos como el GAD de Pichincha y el CONGOPE.

En el programa QGIS, se desplegará la información de todas las capas inventariadas con los respectivos atributos de cada una de estas.

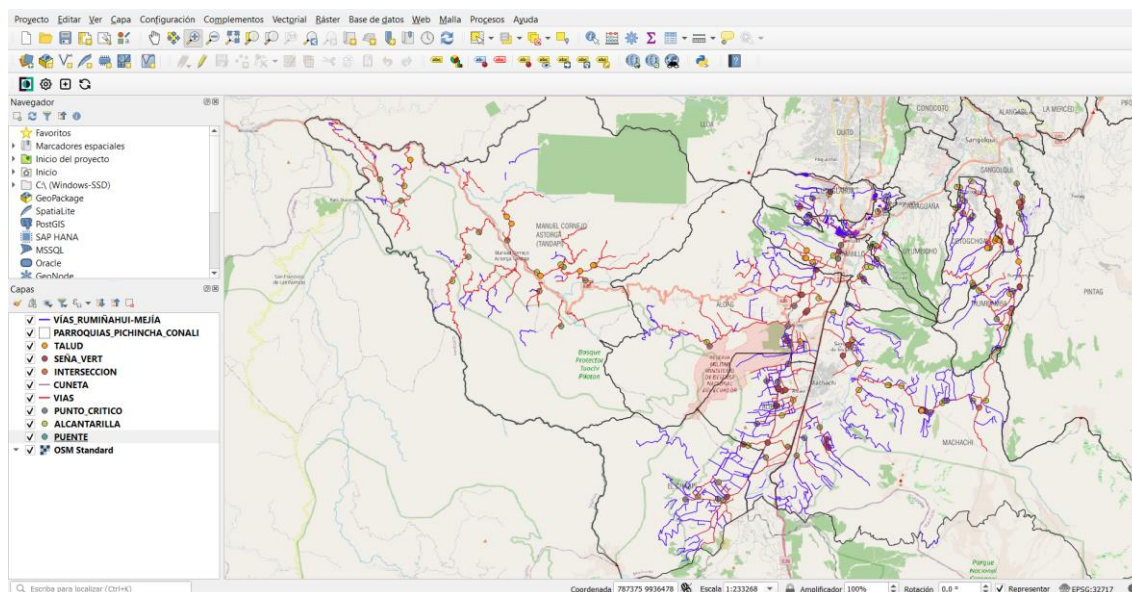


Ilustración 25: Visualización final de levantamiento exportado de Mergin Maps a QGIS (Elaboración Propia)

Aquí podremos acceder a más información como procesar la cantidad de kilómetros inventariados con funciones de programación que nos proporciona el software, para la determinación de estos valores, nos enfocaremos en la capa de vías, la cual es la que contiene toda la información geográfica con longitudes y puntos de importancia que se han marcado en el levantamiento de campo.

TRAMO	SUBTRAMO	NOMBRE	CARRILES	TIPO RODAD	ESTADO ROD	ANCHO ROD	ANCHO TOT	UBICACION	TIPO CUNET	SEÑALIZAC	OBSERV	KM	fid
1	1	1 NULL	1 LASTRE	REGULAR	2,5	4	ALDAG	NULL	NULL	NULL		0.42276436005...	279
2	1	2 NULL	1 PIEDRA	REGULAR	3	4,5	ALDAG	NULL	NULL	NULL		2.09287916808...	280
3	4	1 NULL	1 PIEDRA	REGULAR	4	5	ALDAG	NULL	NULL	NULL	VIA SIN SALIDA	1.07741236970...	281
4	5	2 NULL	2 LASTRE	MALO	6	7	ALDAG	NULL	NULL	NULL		0.85277167708...	283
5	5	3 NULL	1 PIEDRA	REGULAR	NULL	4	ALDAG	NULL	NULL	NULL	VIA SIN SALIDA	3.83362264462...	284
6	3	1 NULL	1 PIEDRA	REGULAR	3	4	ALDAG	NATURAL	NULL	NULL	CUNETA NATURAL LADO DE...	1.93518013405...	296
7	3	2 NULL	1 TIERRA	REGULAR	3	4	ALDAG	NATURAL	NULL	NULL	CUNETA NATURAL LADO IZQ...	0.42111161220...	297
8	3	3 NULL	1 PIEDRA	MALO	3	4	ALDAG	NULL	NULL	NULL		2.23789003535...	298
9	3	4 NULL	1 TIERRA	MALO	3	4	ALDAG	NULL	NULL	NULL		0.45775942984...	299
10	8	1 NULL	1 LASTRE	REGULAR	3	4	ALDAG	NATURAL	NULL	NULL	CUNETA NATURAL AMBOS L...	0.13987816437...	320
11	8	2 NULL	2 PIEDRA	REGULAR	4	6	ALDAG	NATURAL	NULL	NULL	CUNETA NATURAL AMBOS L...	1.81728196216...	321
12	9	1 OCTAVIO PAZML...	1 PIEDRA	REGULAR	3	5	ALDAG	NATURAL	NULL	NULL		1.83060170590...	322
13	9	2 OCTAVIO PAZML...	2 ADOQUIN	BUENO	10	12	ALDAG	NULL	NULL	NULL	VIA ADOQUINADA NUEVA	1.67206166442...	323
14	10	1 NULL	1 PIEDRA	REGULAR	2,5	4	ALDAG	NULL	NULL	NULL		1.53527145563...	324
15	10	2 NULL	2 ADOQUIN	BUENO	6	6	ALDAG	NULL	NULL	NULL		0.16414449083...	325
16	10	3 NULL	1 PIEDRA	REGULAR	3	6	ALDAG	NULL	NULL	NULL		0.12557333729...	326
17	11	2 NULL	1 TIERRA	REGULAR	2	4	ALDAG	NULL	NULL	NULL		0.60422713545...	327
18	11	1 NULL	2 PIEDRA	REGULAR	4	6	ALDAG	NULL	NULL	NULL		2.39569815010...	328
19	12	1 NULL	2 PIEDRA	REGULAR	3,5	5	ALDAG	NULL	SI	NULL	VIA TRANSITADA POR BUSES...	1.77737175249...	329
20	14	1 NULL	1 PIEDRA	REGULAR	3	5	ALDAG	NULL	NULL	NULL	VIA SIN SALIDA	0.83115244790...	330
21	15	1 NULL	1 PIEDRA	REGULAR	3,5	5	ALDAG	NATURAL	NULL	NULL	CUNETAS EN CONSTRUCCIO...	1.94238286380...	331
22	15	2 NULL	2 LASTRE	BUENO	6	7	ALDAG	NATURAL	NULL	NULL	CUNETA NATURAL LADO DE...	0.23205177911...	332
23	15	3 NULL	2 PIEDRA	BUENO	5	6	ALDAG	NULL	NULL	NULL		0.28083805448...	333
24	13	1 NULL	2 PIEDRA	REGULAR	3,5	5	ALDAG	NULL	NULL	NULL	VIA JUNTO A LAS RIELES DEL...	2.46588835301...	334

Ilustración 26: Atributos y longitud de capa de vías en QGIS (Elaboración Propia)

El procesamiento de datos arrojó que se levantó información vial de un total de 604.05 kilómetros repartidos en los cantones de Rumiñahui y Mejía.

4 CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Finalizado el trabajo de levantamiento de información en campo y procesamiento de datos, la presentación de resultados del estado y cantidad de vías se la resumirá en tablas las cuales presentaran en forma cualitativa y cuantitativa los componentes de los atributos generados en este trabajo de investigación.

4.1. Base de datos de atributos de tramos viales inventariados

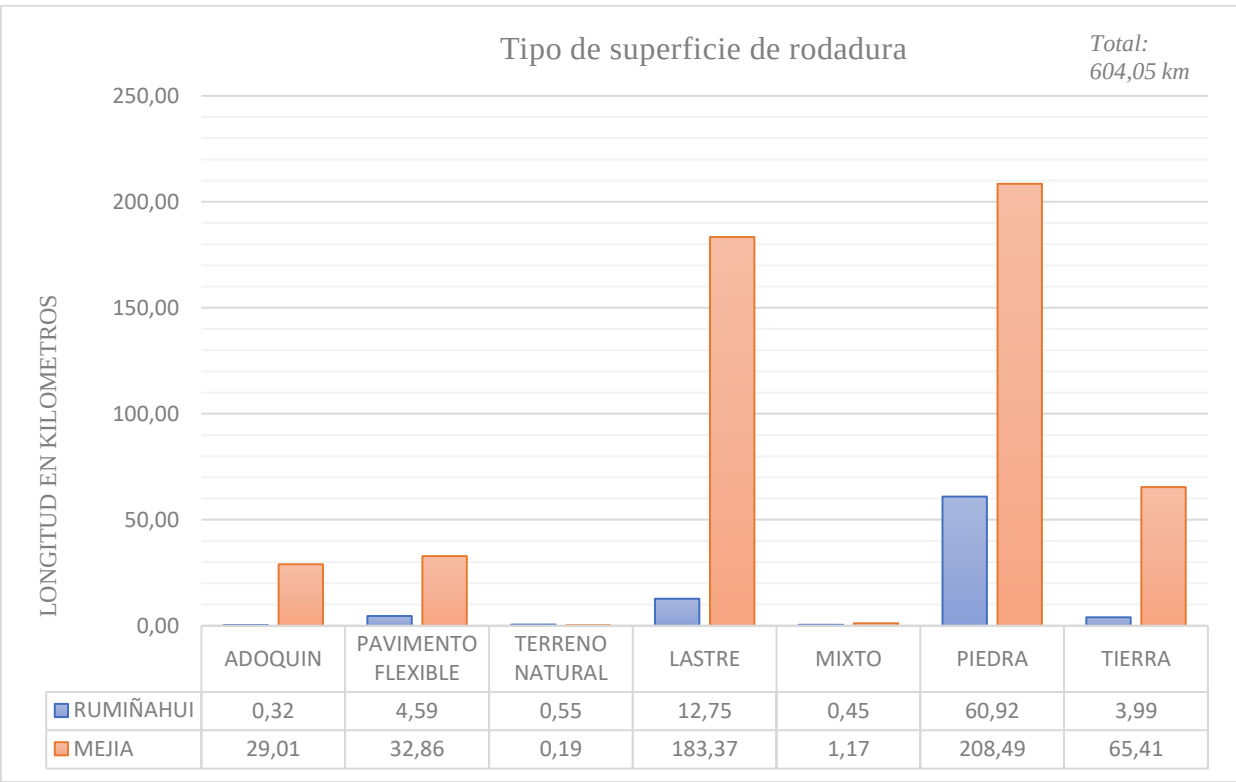
Como resultado del trabajo de campo, se presenta a continuación una base de datos con las tablas de información de los diferentes atributos inventariados de las parroquias rurales de los cantones de Rumiñahui y Mejía ubicados en la provincia de Pichincha.

Toda la información mencionada se encuentra en una carpeta ubicada en el siguiente enlace: [BASE DE DATOS QGIS TESIS FLORES-GRIJALVA](#)

4.2. Diagramas de barras de información de vías

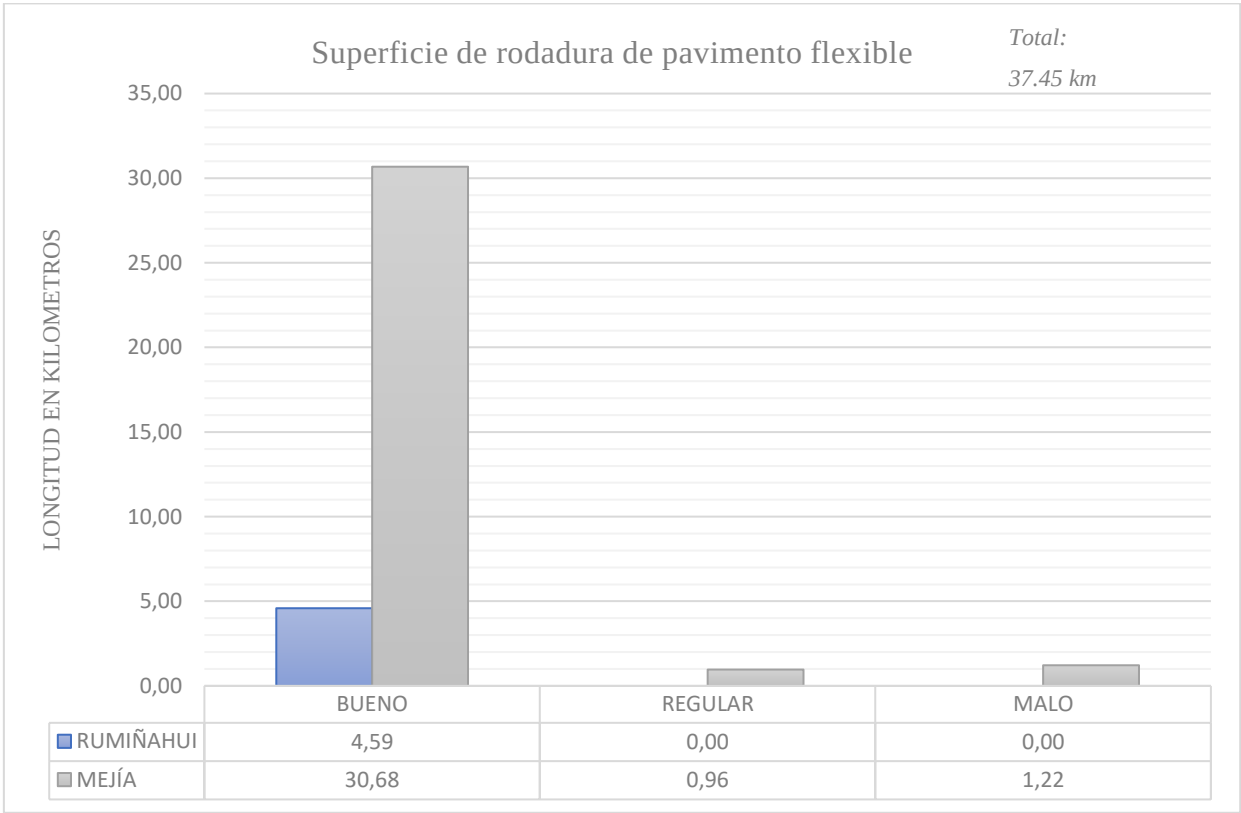
La información que se ha utilizado para la elaboración de estos diagramas se la puede encontrar en el enlace previo, la finalidad de estas son detallar de manera más sencilla las cantidades de los atributos inventariados a lo largo de la realización del inventario vial de las parroquias rurales de los cantones Rumiñahui y Mejía.

4.2.1. Tipos de superficie de rodadura

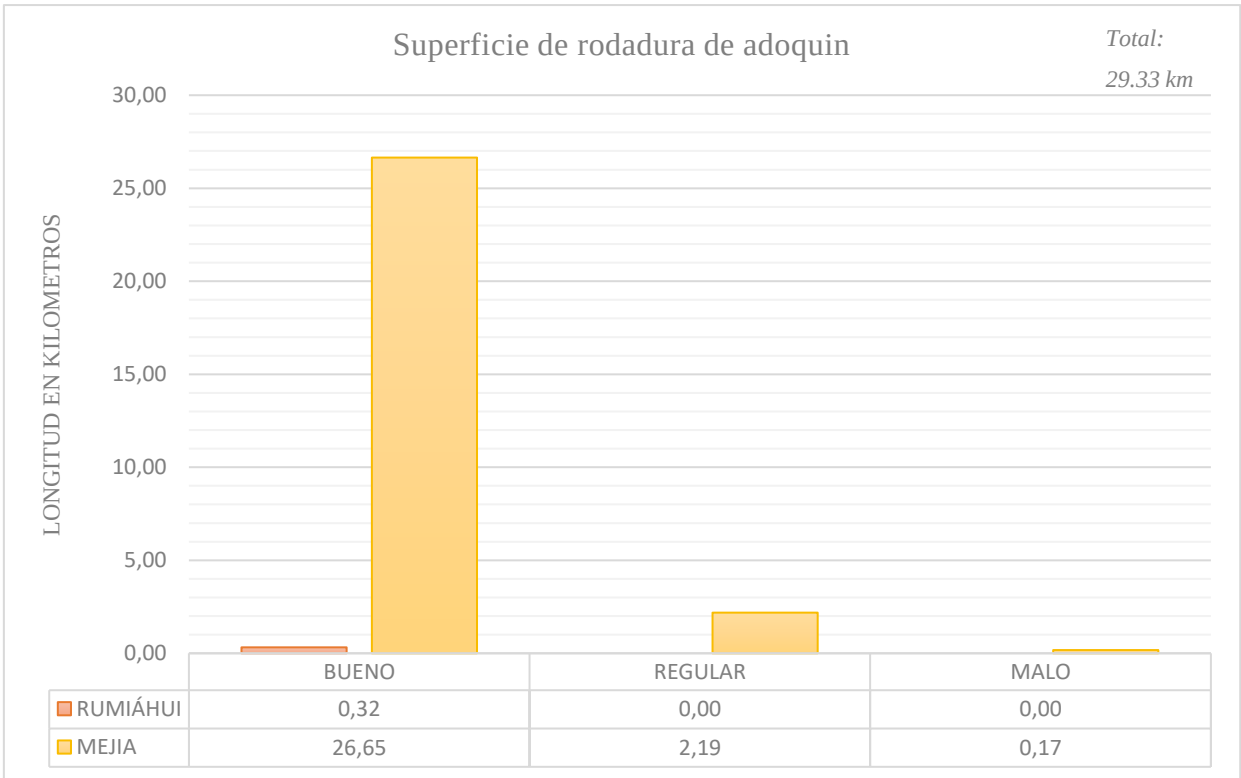


4.2.2. Estado de superficie de rodadura

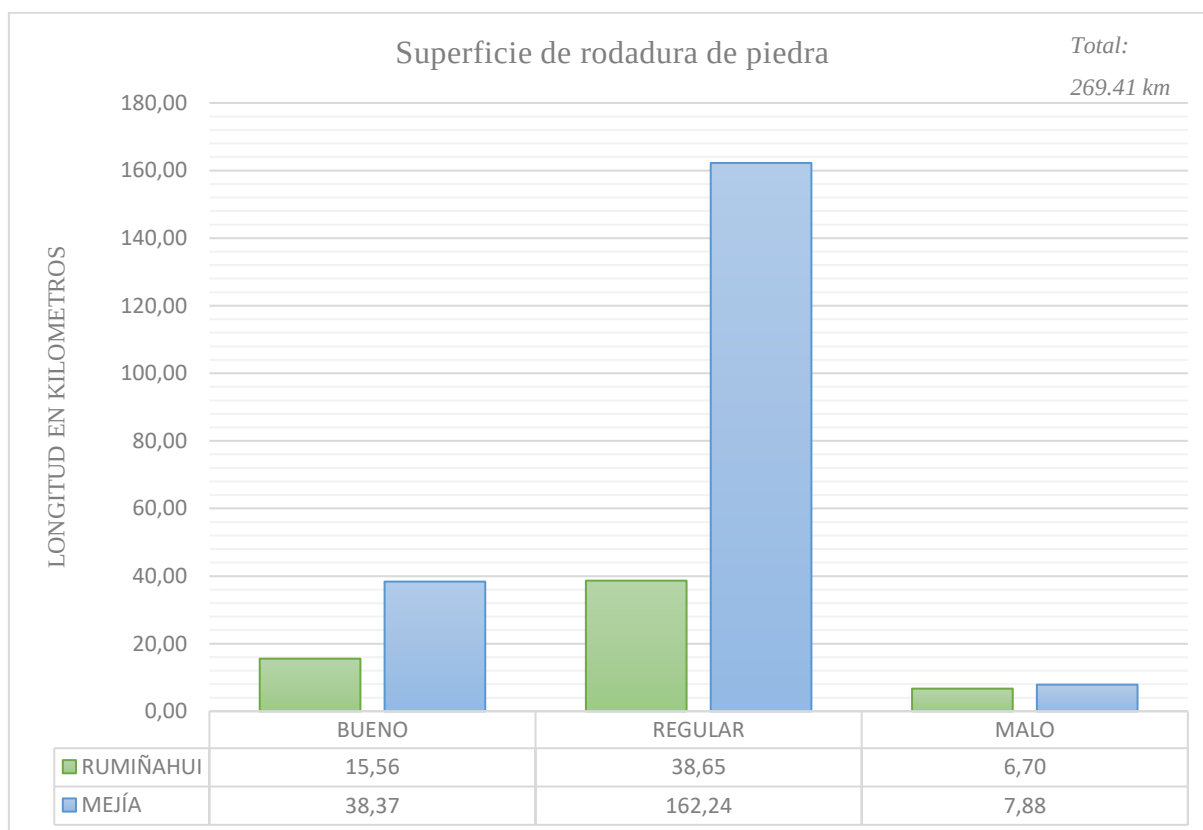
4.2.2.1. Estado de superficie de rodadura de pavimento flexible



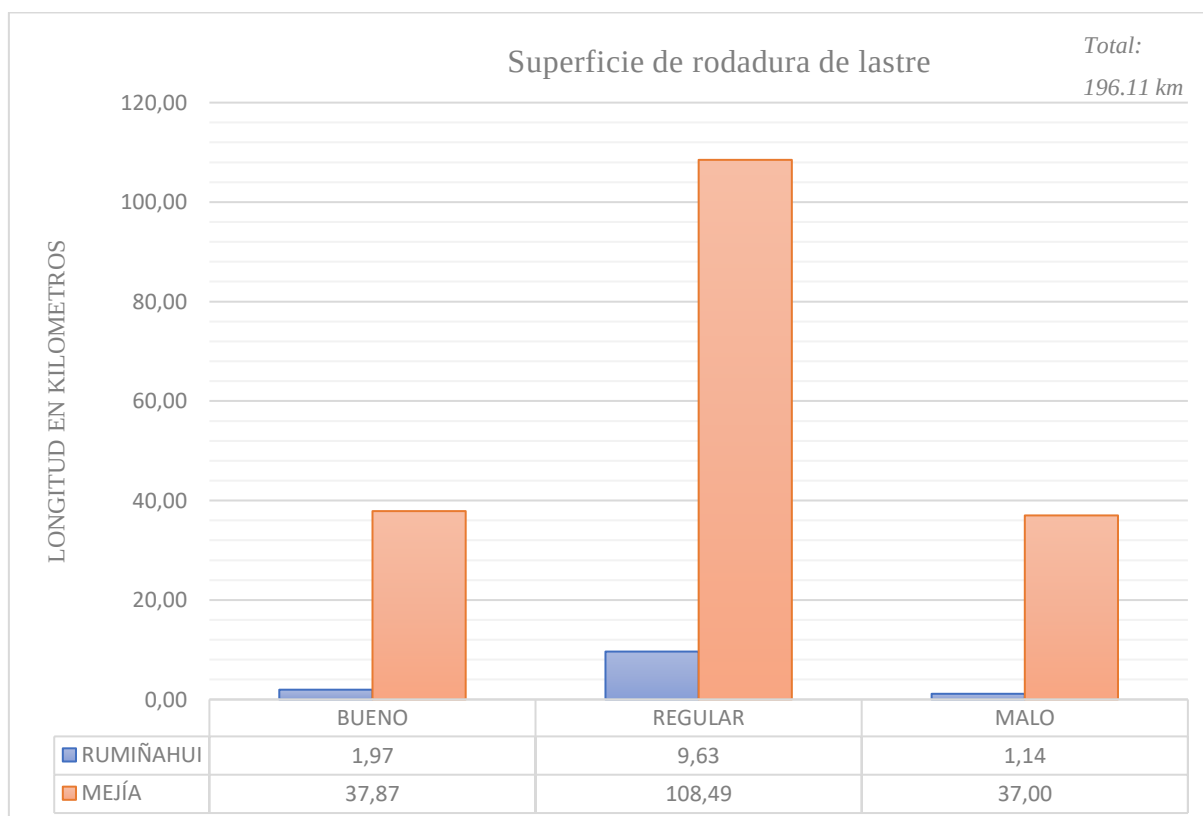
4.2.2.2. Estado de superficie de rodadura de adoquín



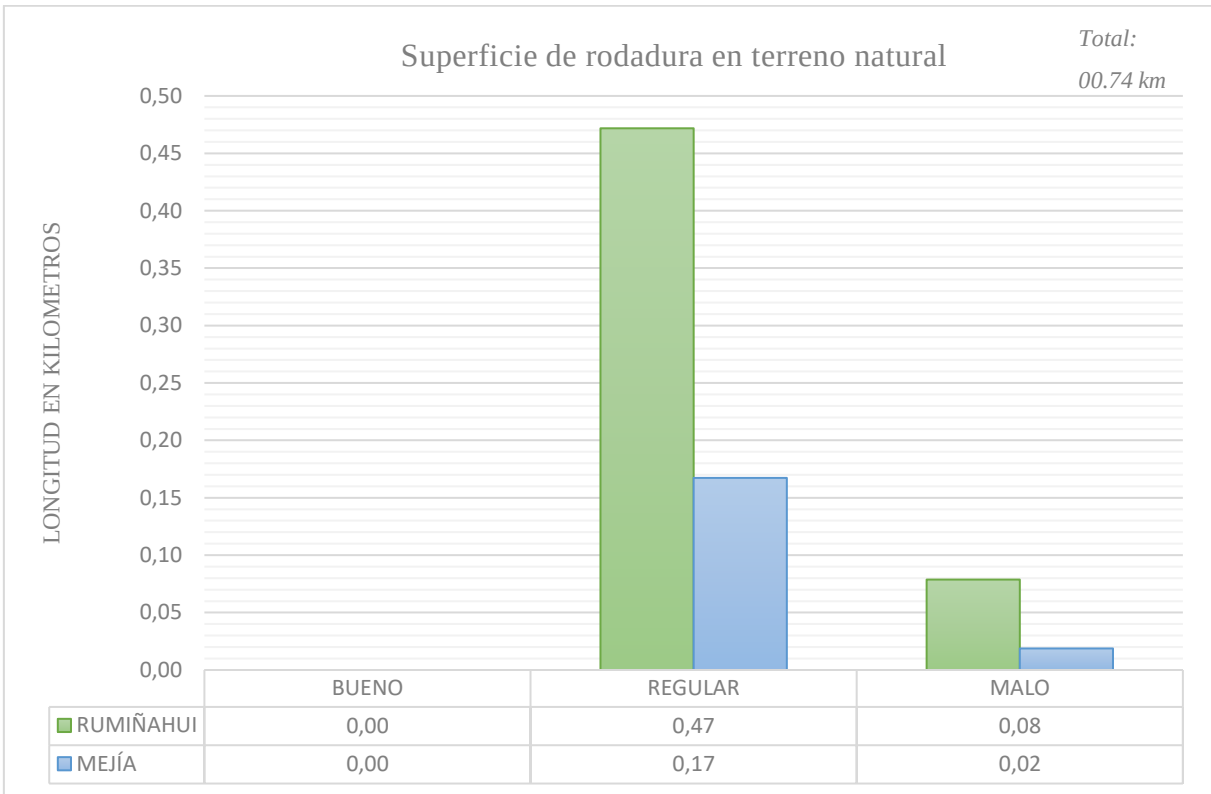
4.2.2.3. Estado de superficie de rodadura de piedra



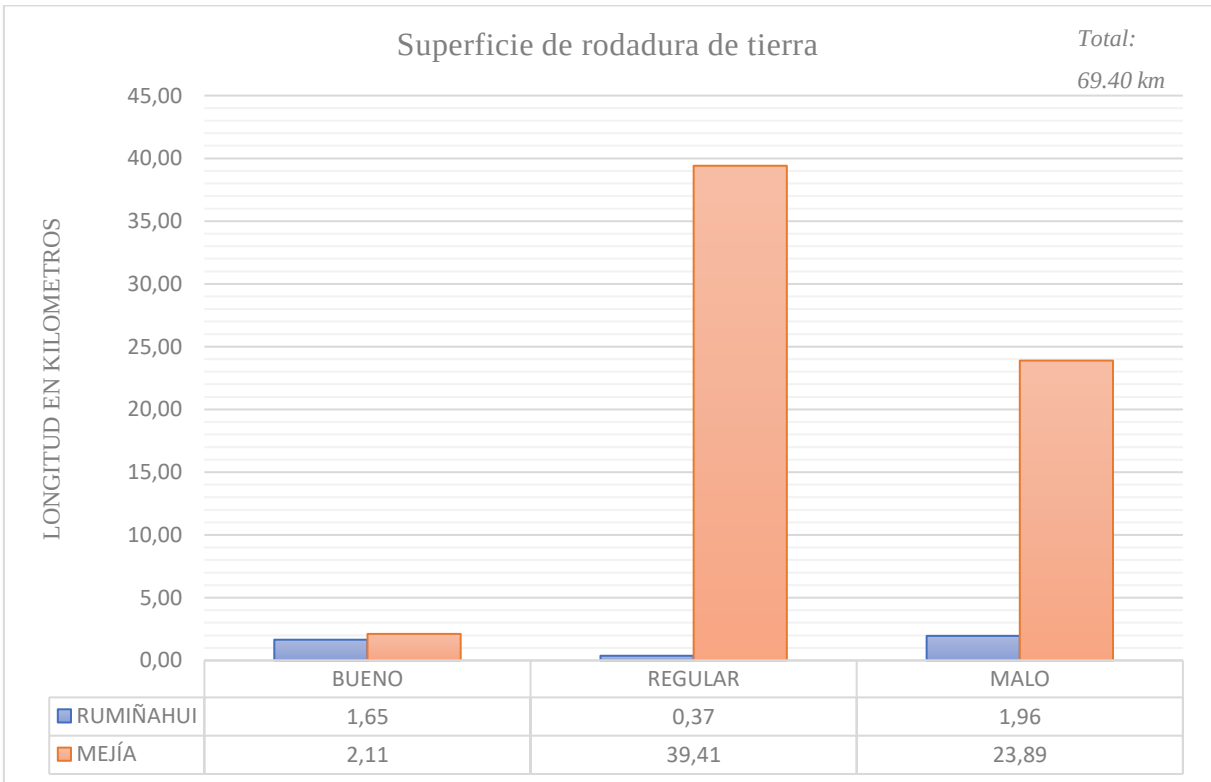
4.2.2.4. Estado de superficie de rodadura de lastre



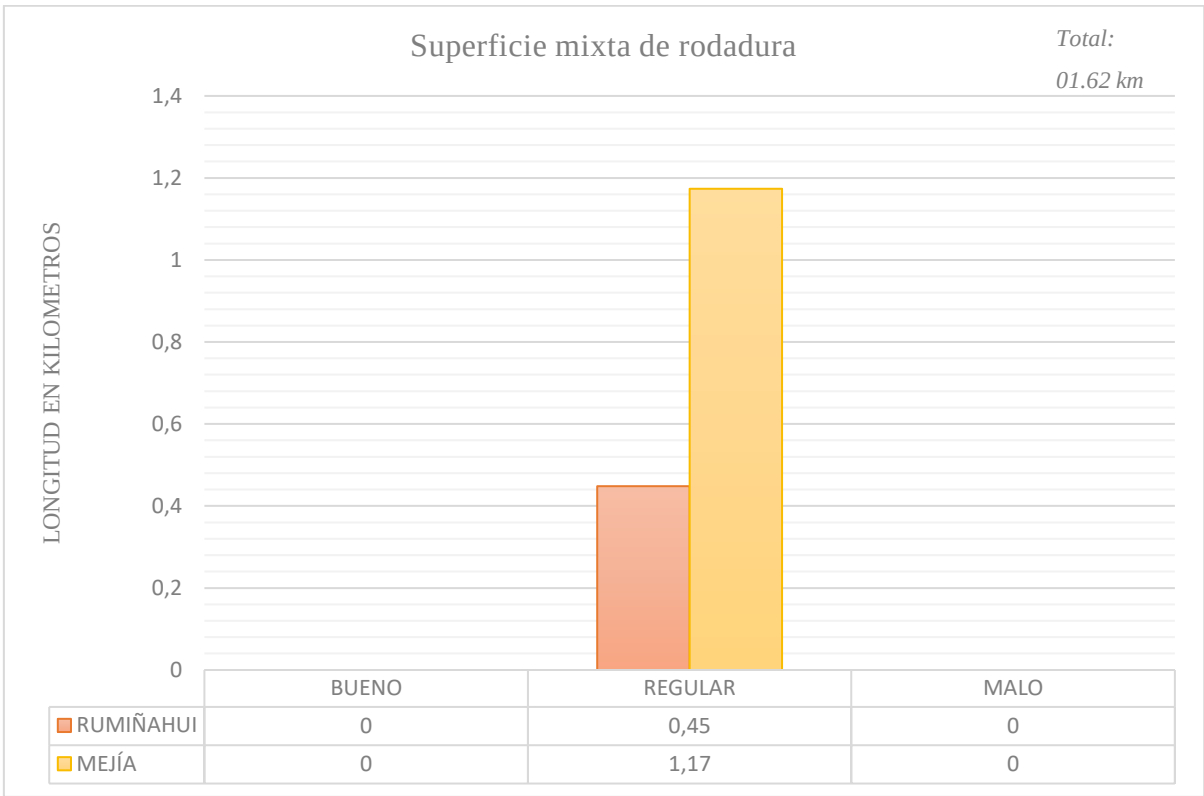
4.2.2.5. Estado de superficie de rodadura de terreno natural



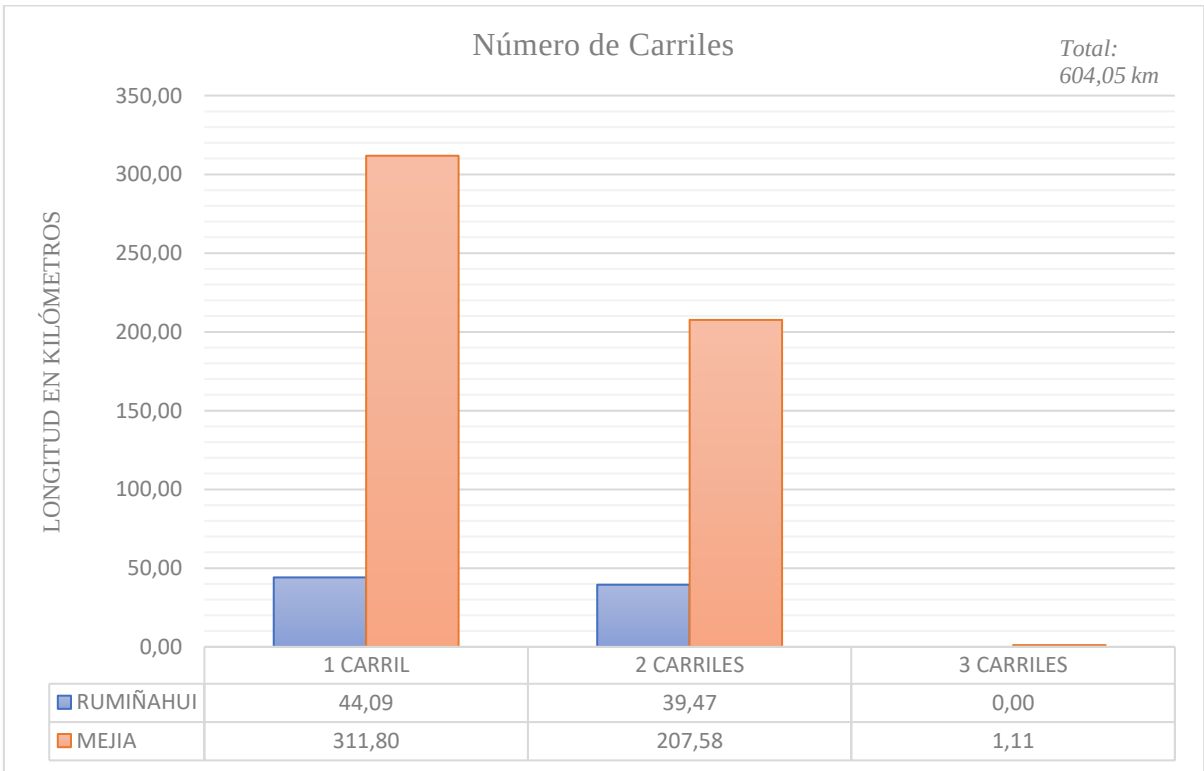
4.2.2.6. Estado de superficie de rodadura de tierra



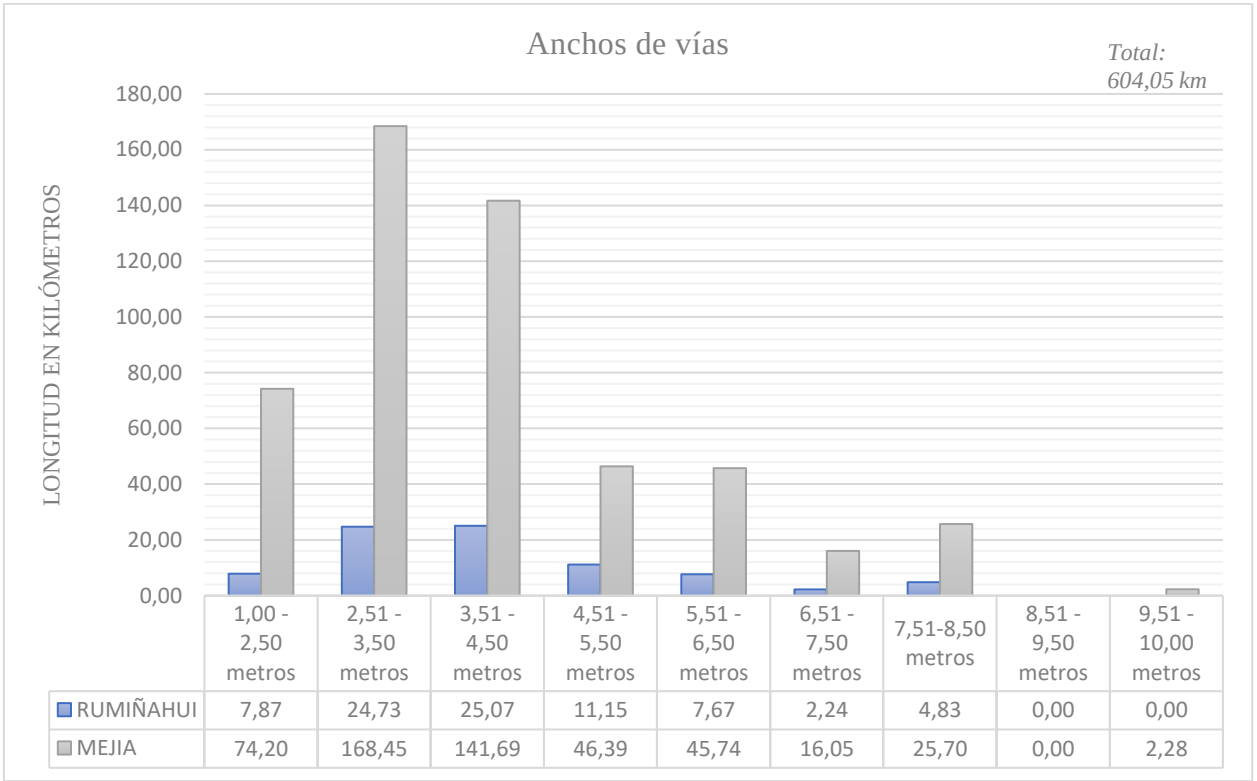
4.2.2.7. Estado de superficie mixta de rodadura



4.2.3. Número de carriles

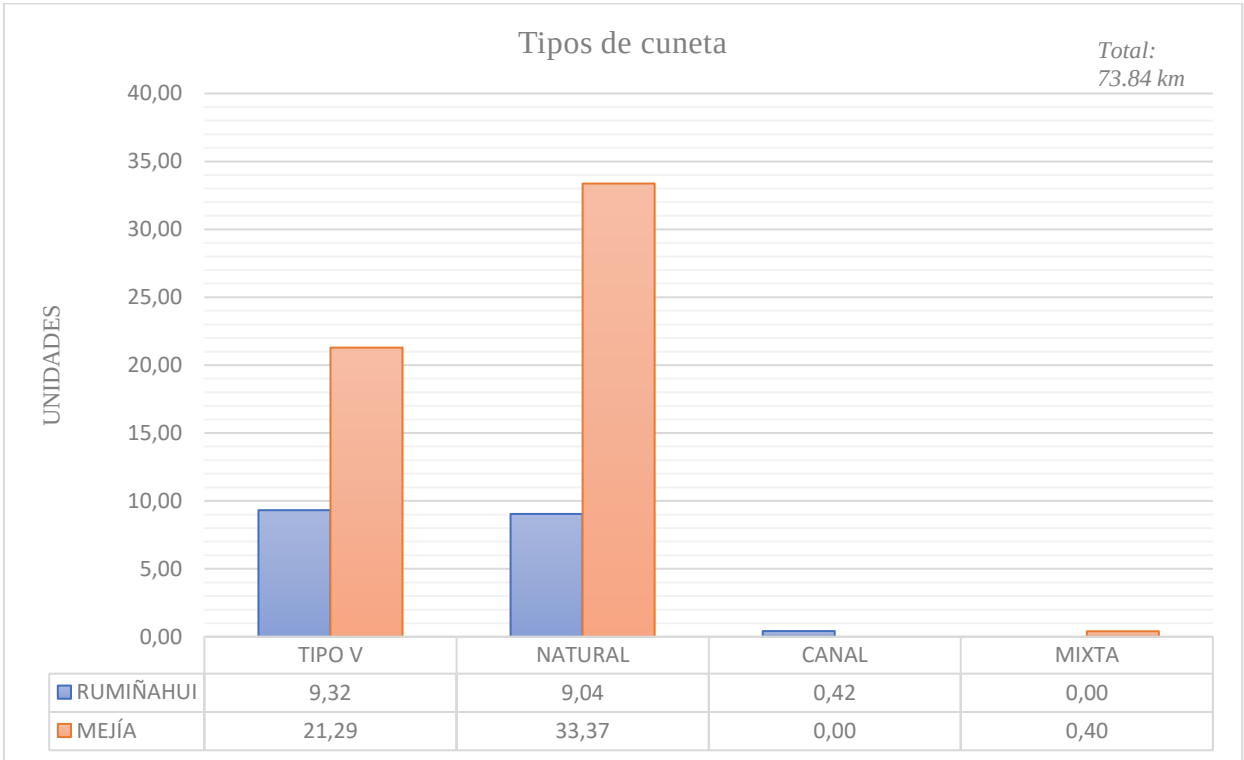


4.2.4. Ancho de carriles

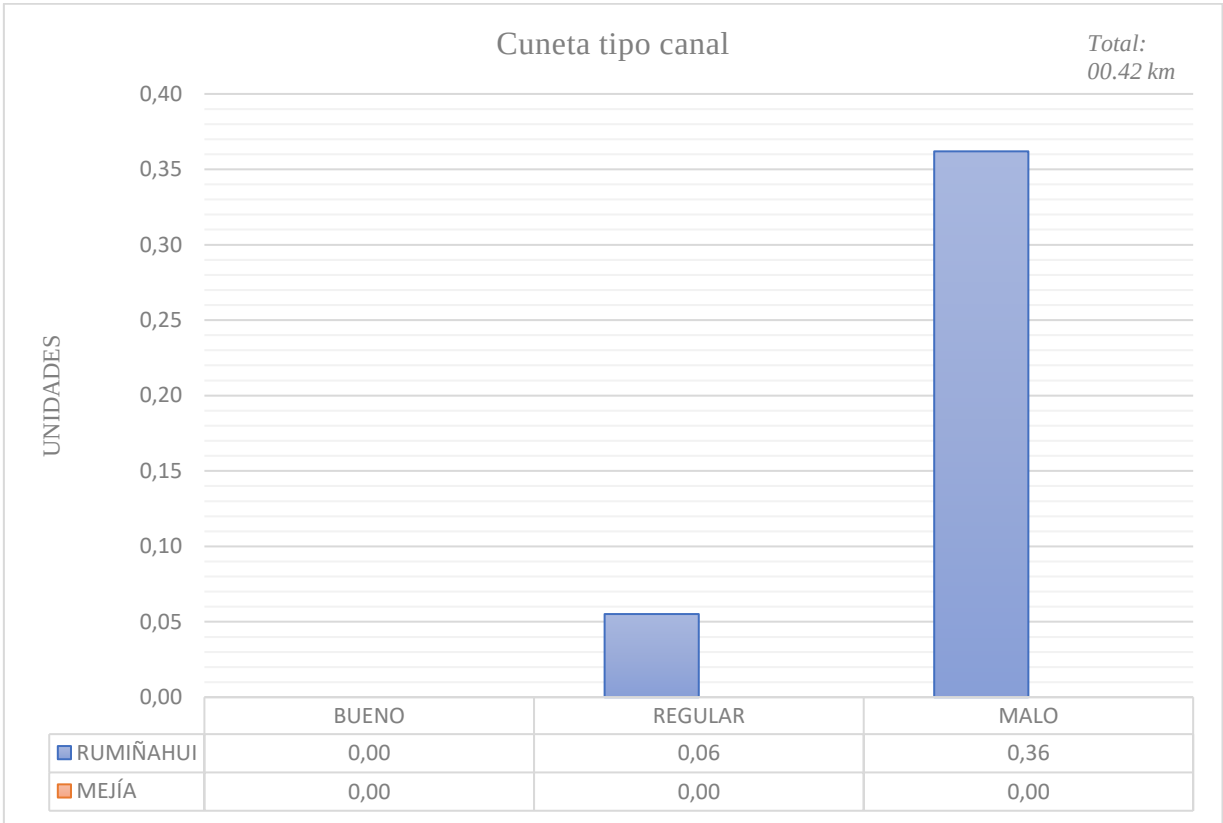


4.3. Diagramas de información de cunetas

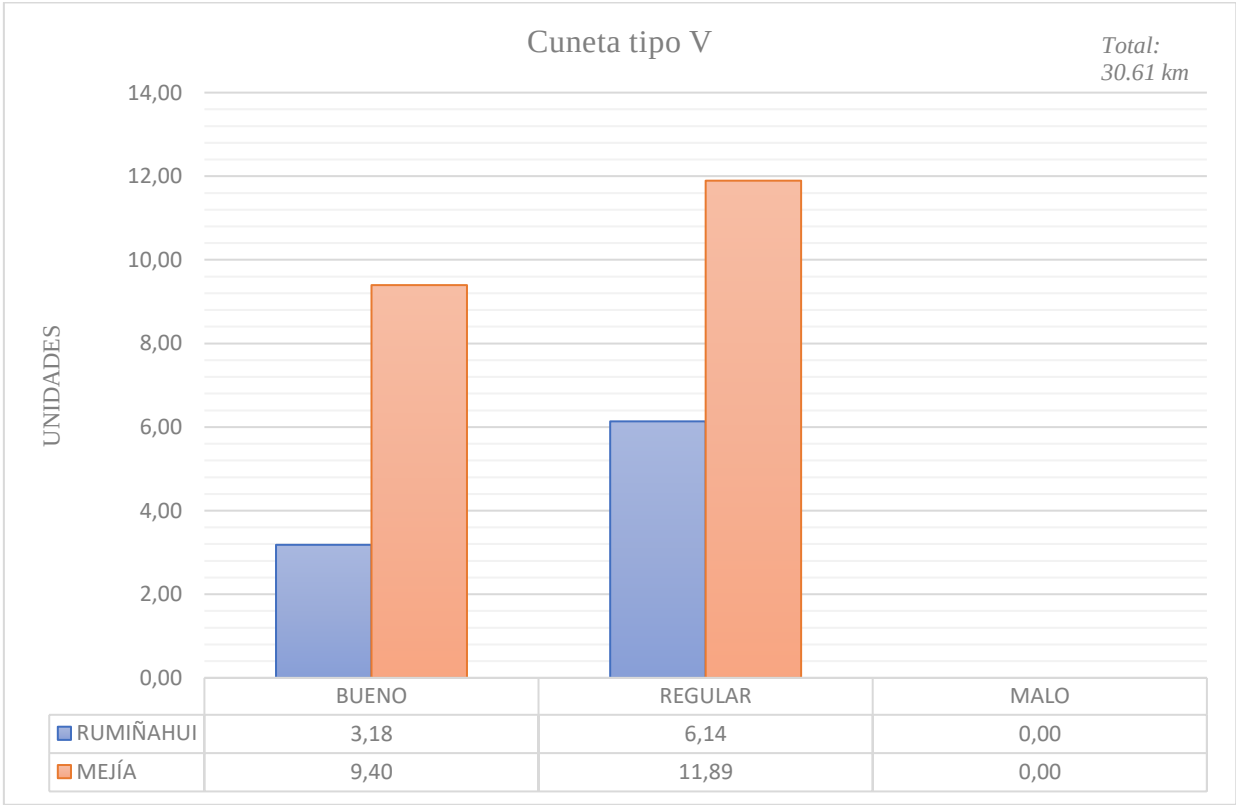
4.3.1. Tipos de cunetas



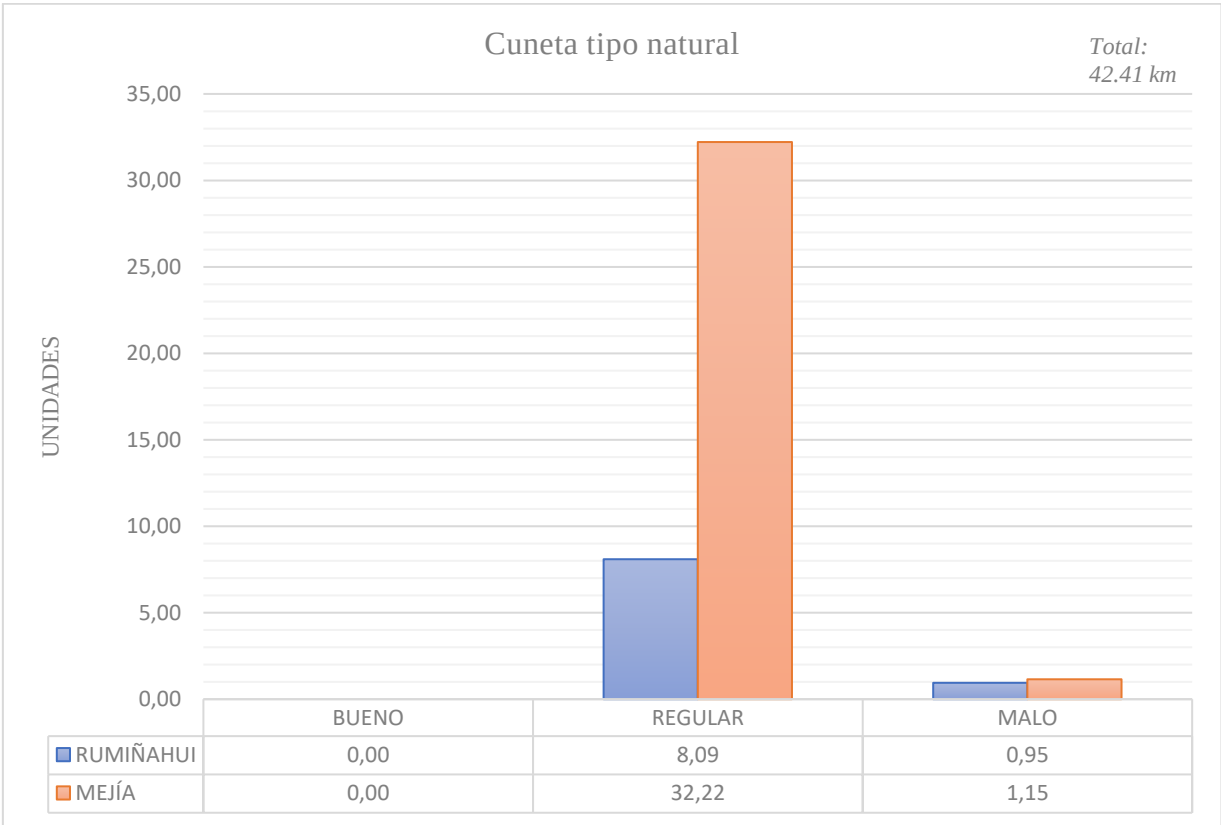
4.3.2. Estado de cuneta tipo canal



4.3.3. Estado de cuneta tipo V

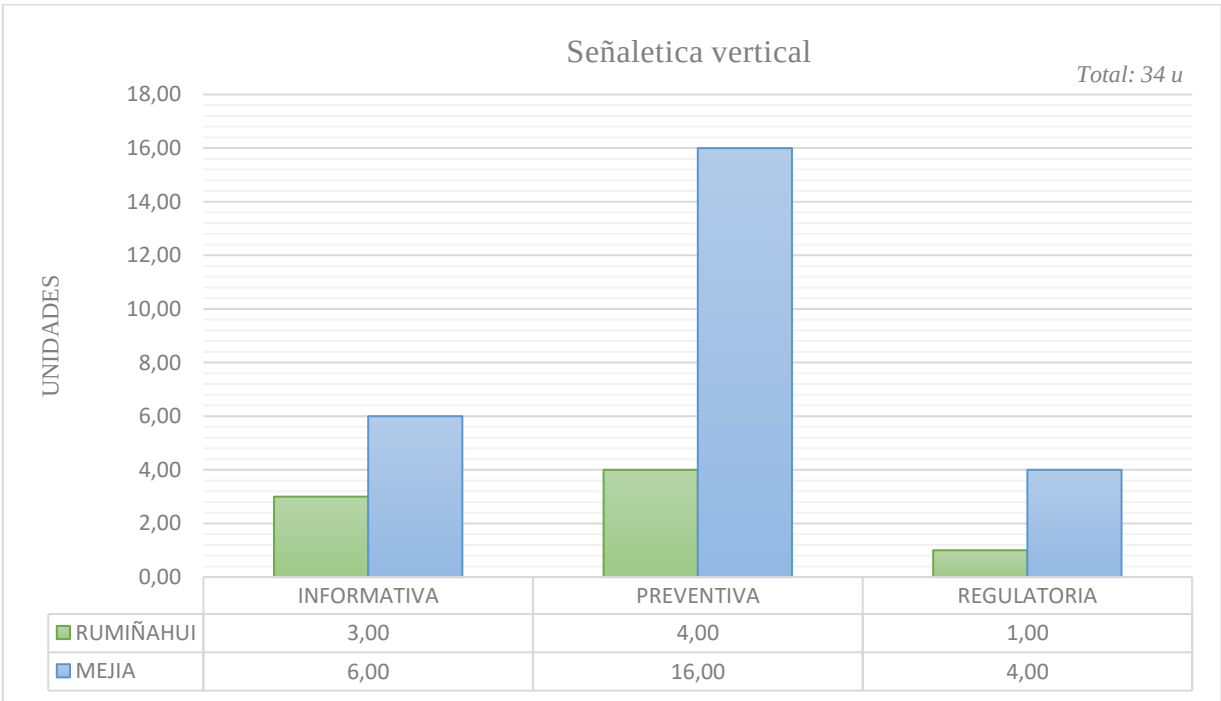


4.3.4. Estado de cuneta tipo natural

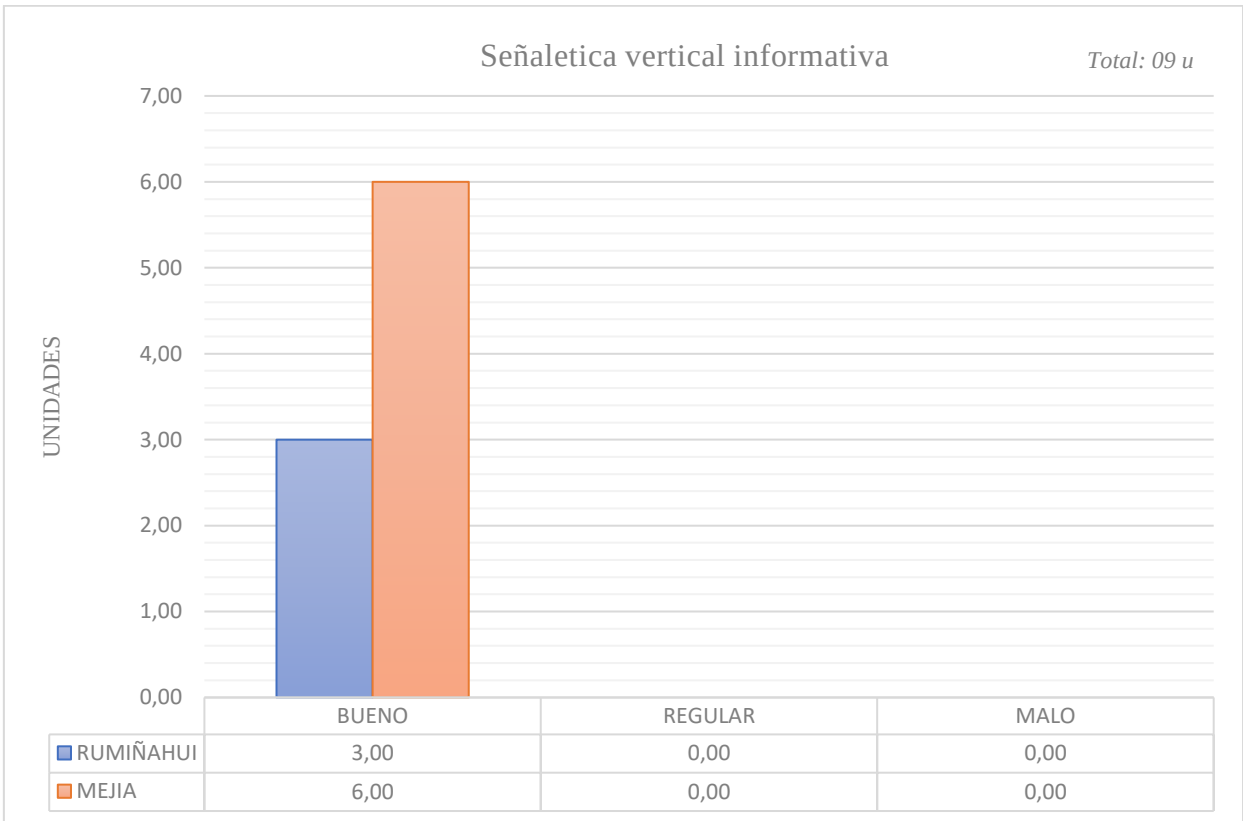


4.4. Diagramas de información de señalización vertical

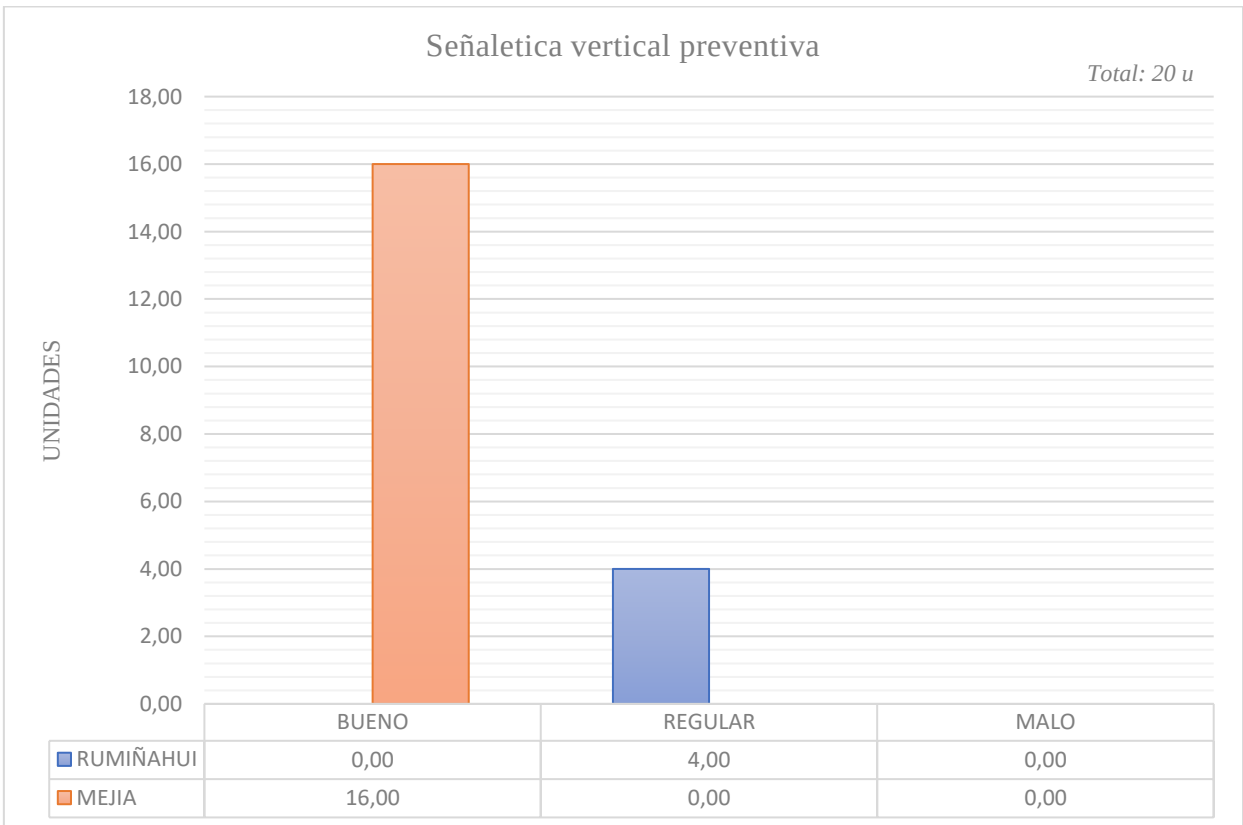
4.4.1. Tipos de señalización vertical



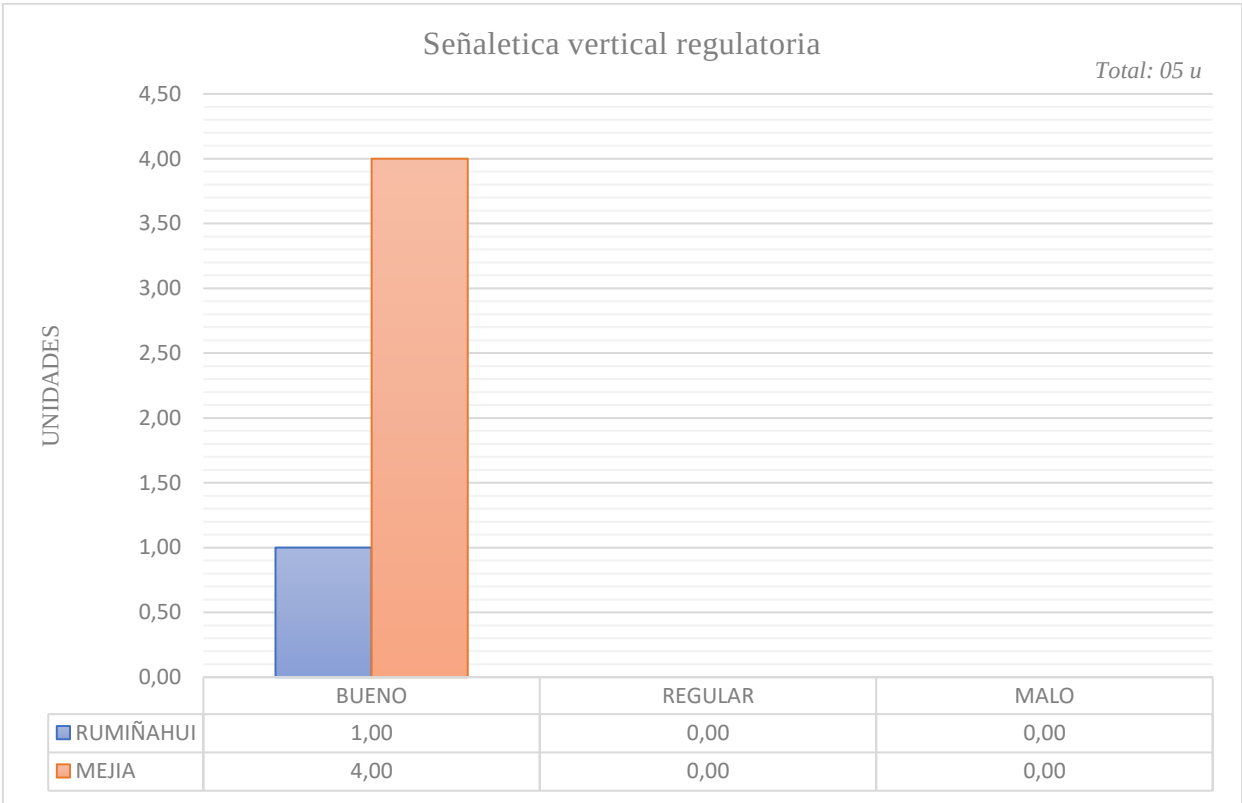
4.4.2. Estado de señalización vertical informativa



4.4.3. Estado de señalización vertical preventiva

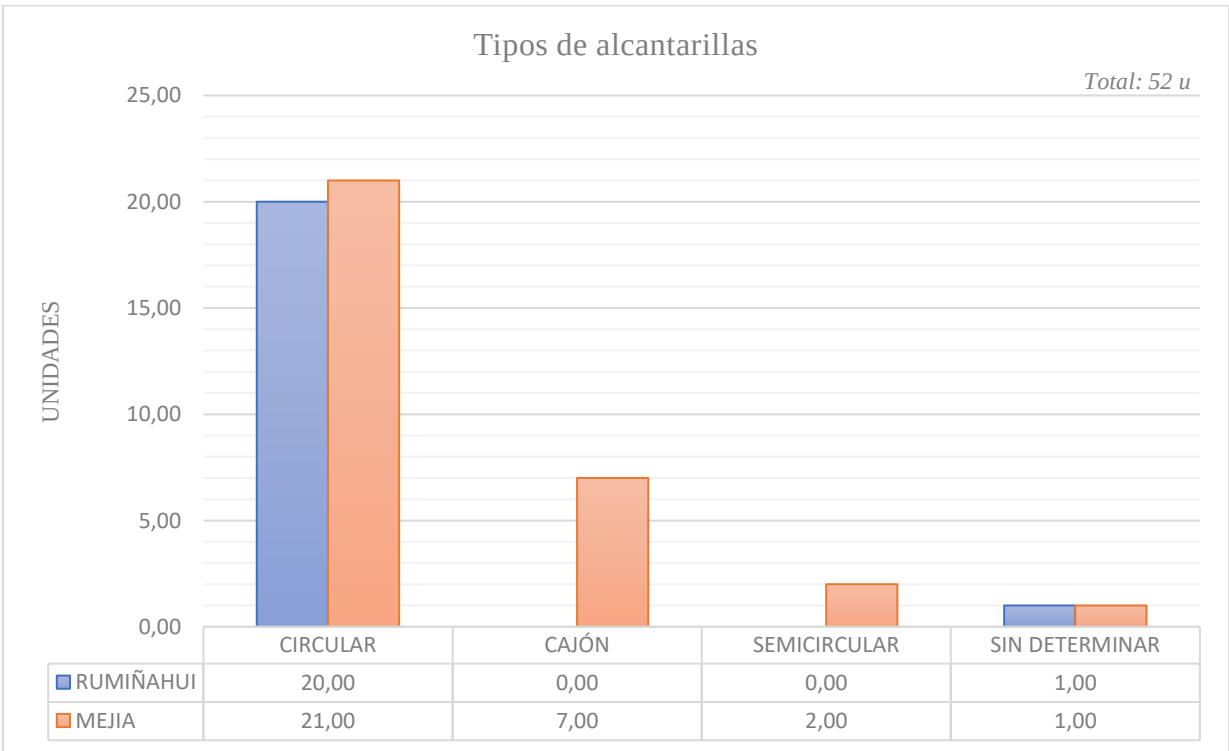


4.4.4. Estado de señalización vertical regulatoria

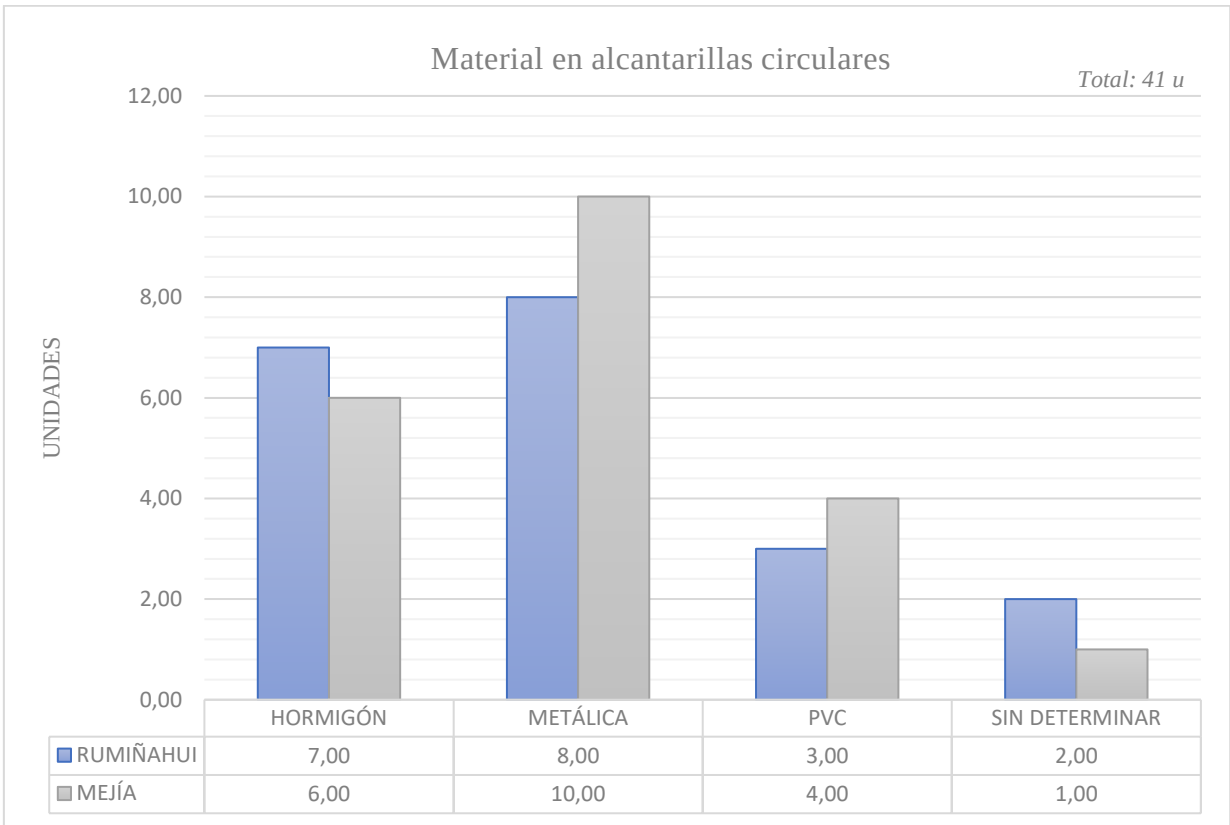


4.5. Diagramas de información de alcantarillas

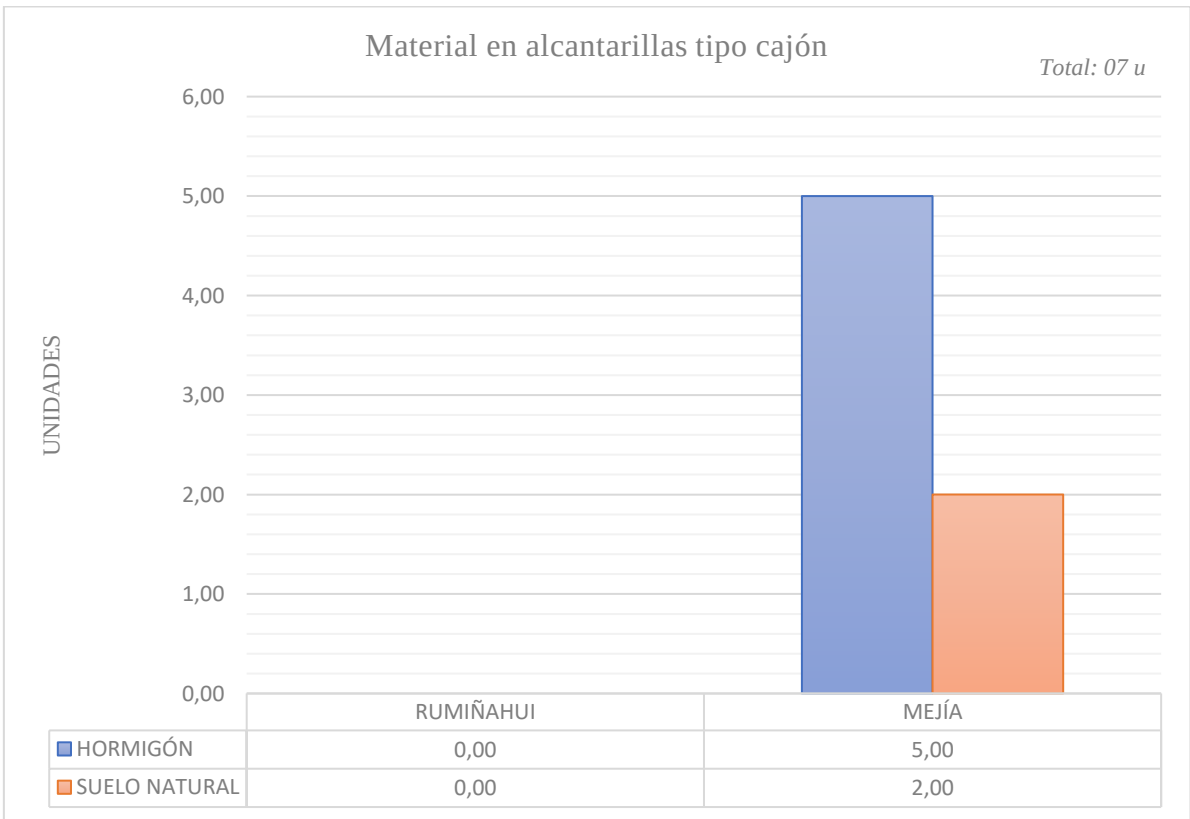
4.5.1. Tipos de alcantarillas



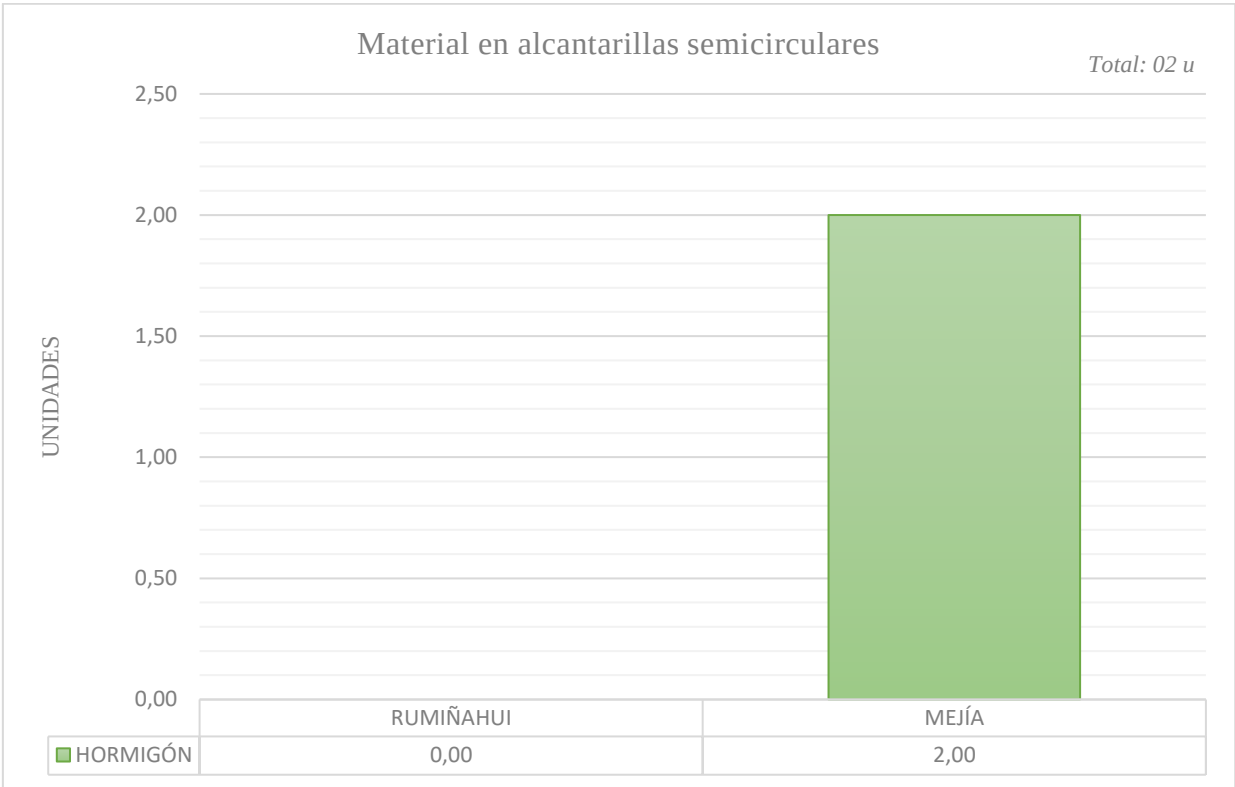
4.5.2. Material de alcantarilla tipo circular



4.5.3. Material de alcantarilla tipo cajón



4.5.4. Material en alcantarilla tipo semicircular

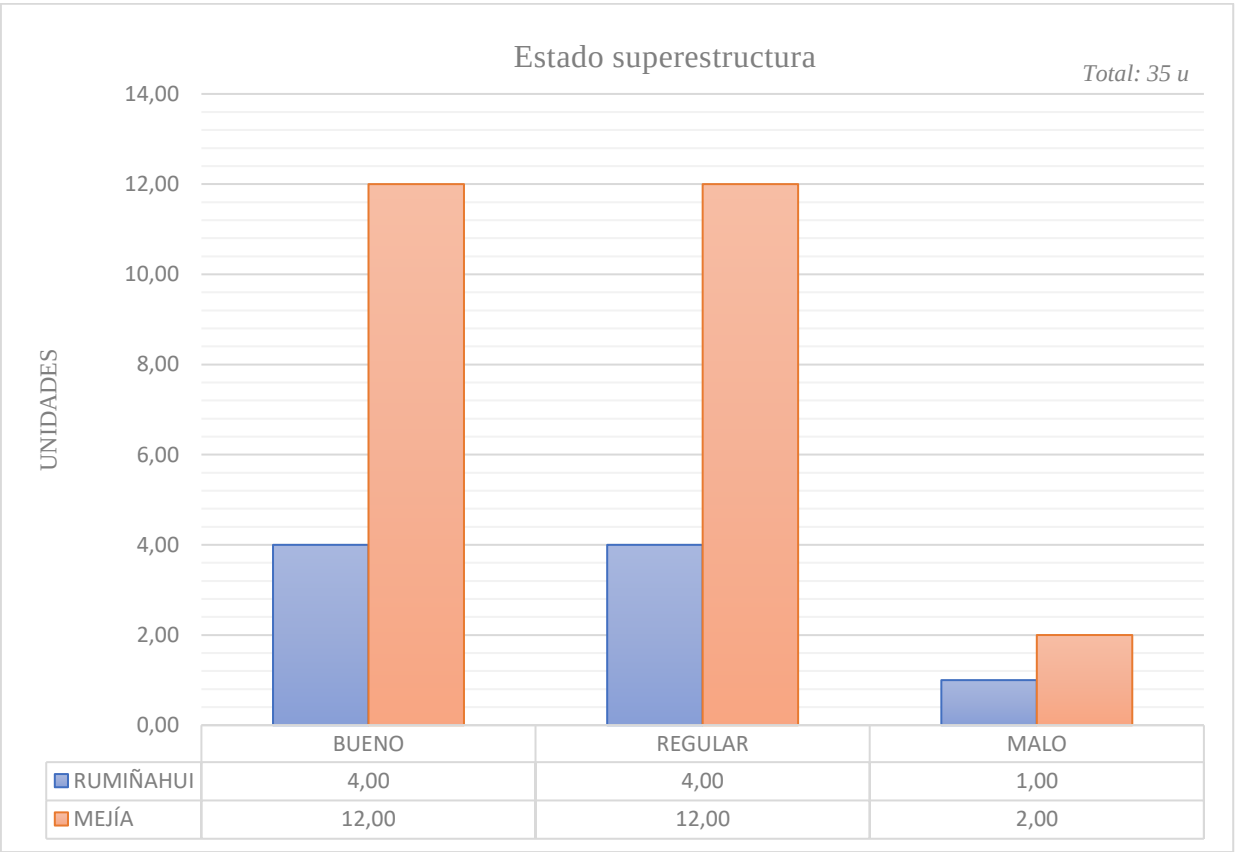


4.6. Diagramas de información de puentes

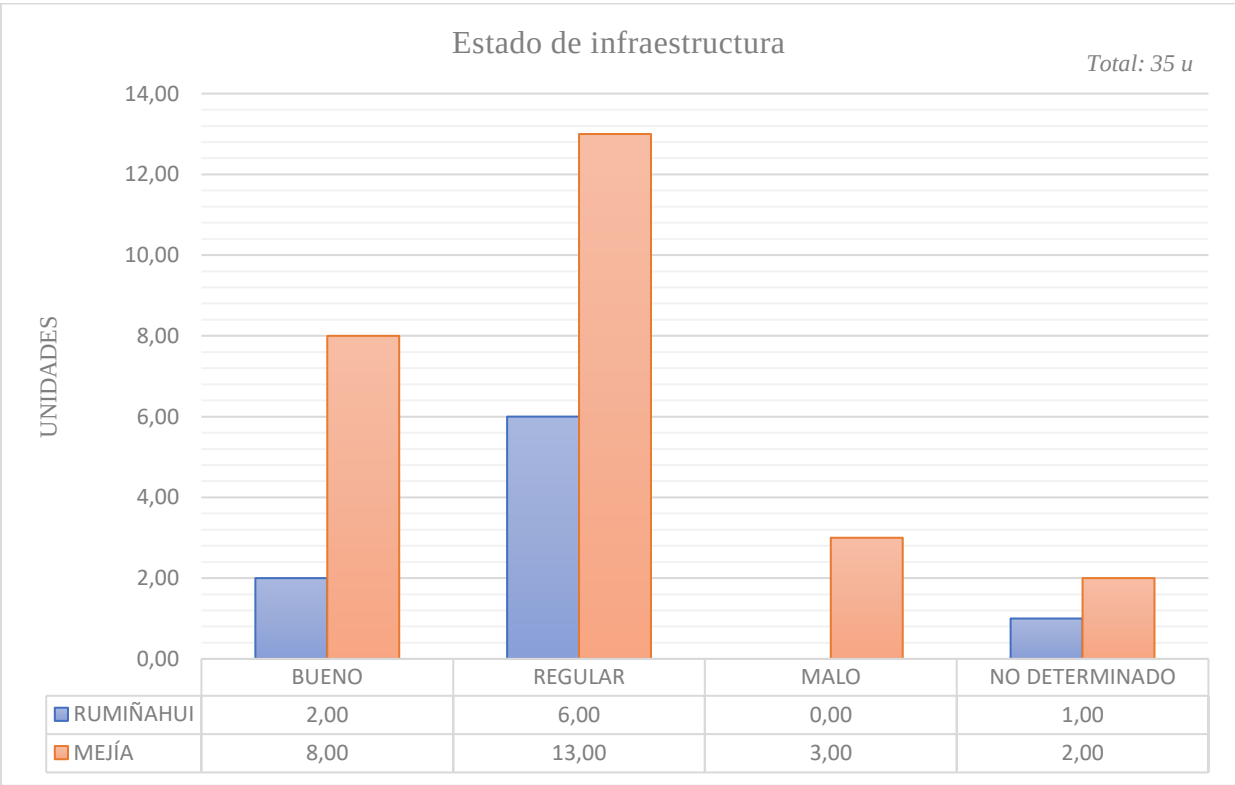
4.6.1. Tipos de superficie de rodadura en puentes



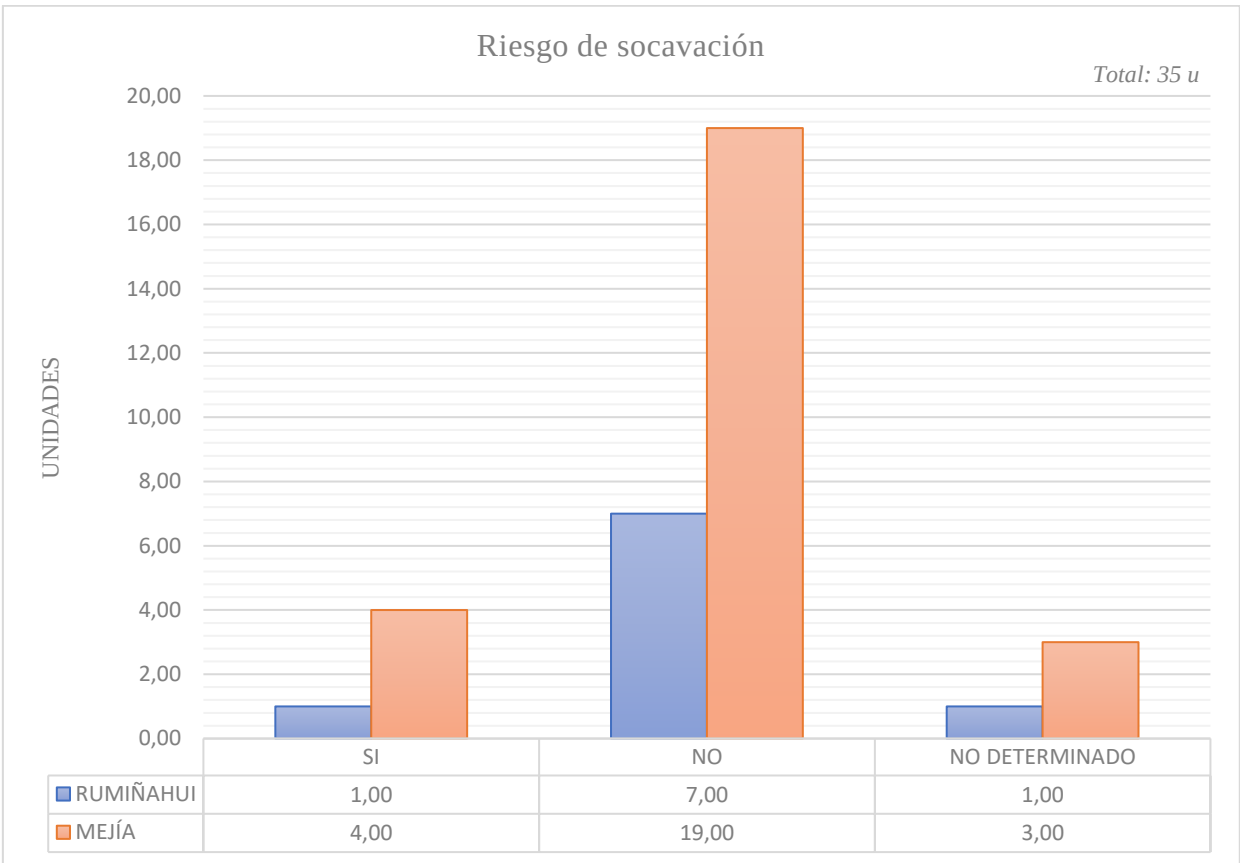
4.6.2. Estado de superestructura en puentes



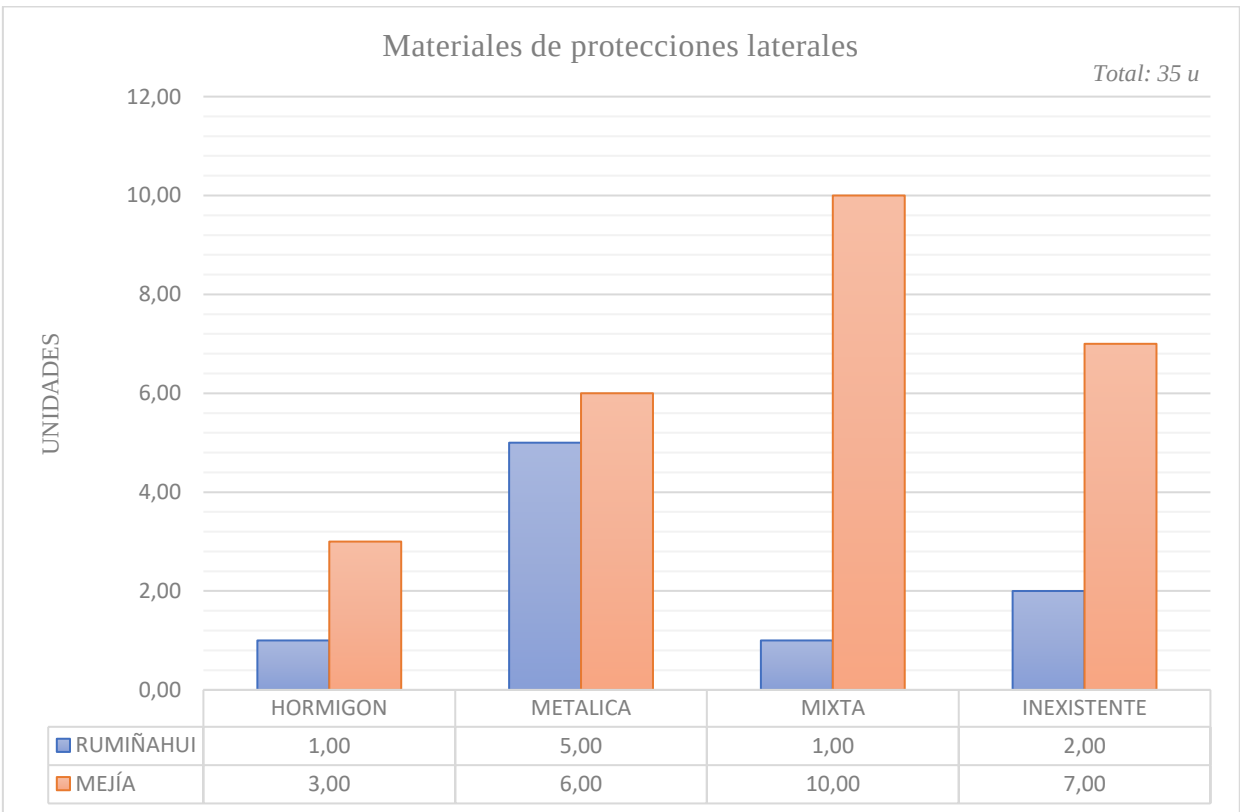
4.6.3. Estado de infraestructura en puentes



4.6.4. Riesgo de socavación en puentes

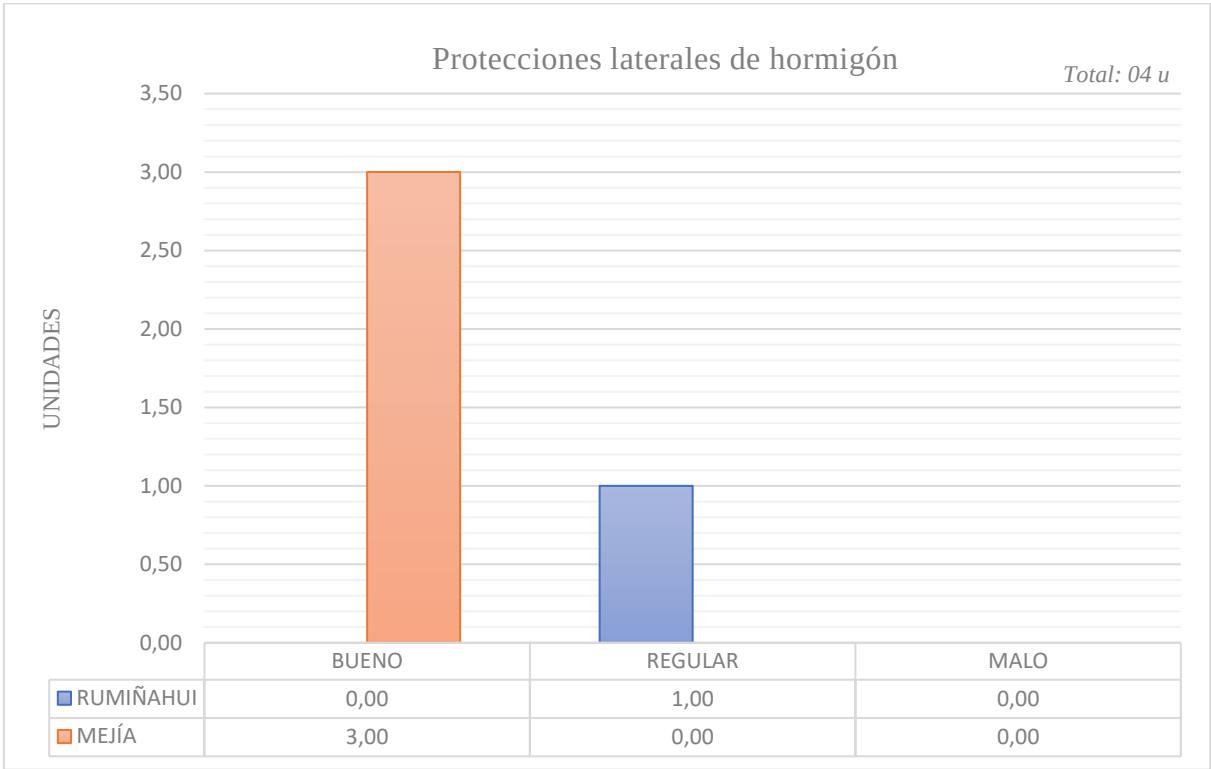


4.6.5. Materiales en protecciones laterales

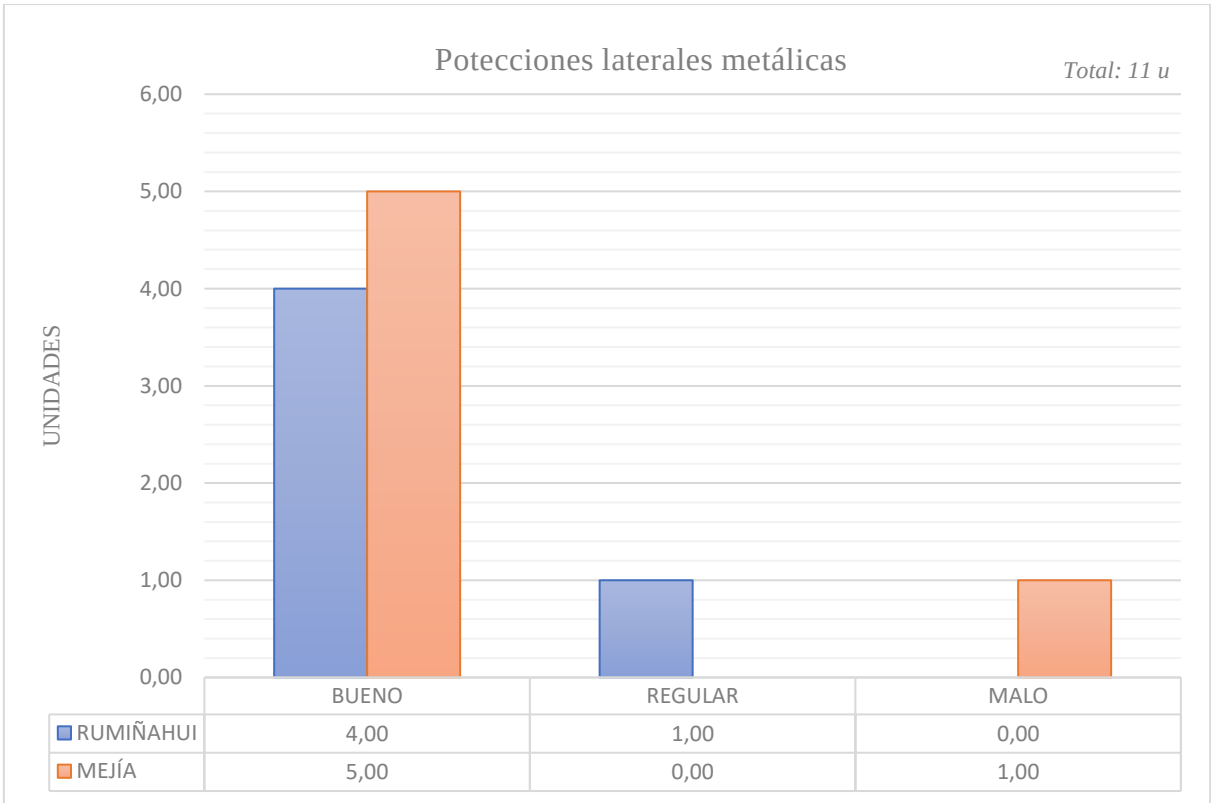


4.6.6. Estado de protecciones laterales

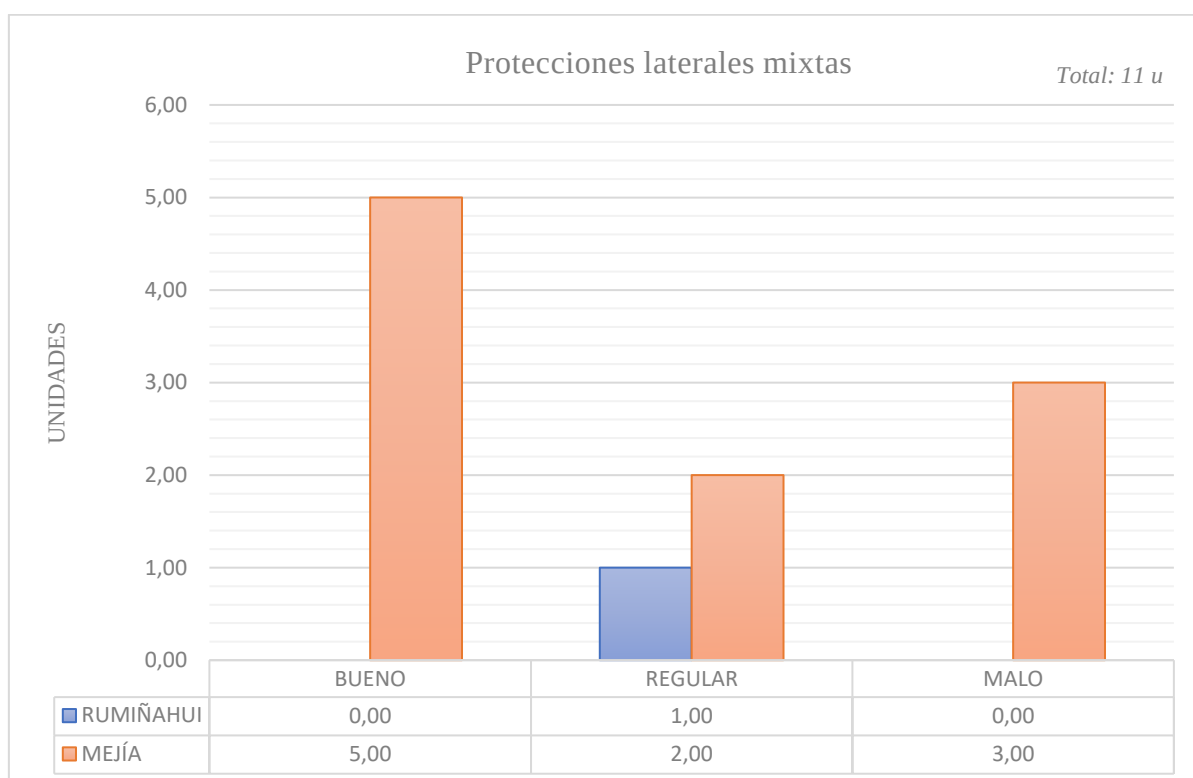
1. Estado de protecciones laterales de hormigón



2. Estado de protecciones laterales metálicas

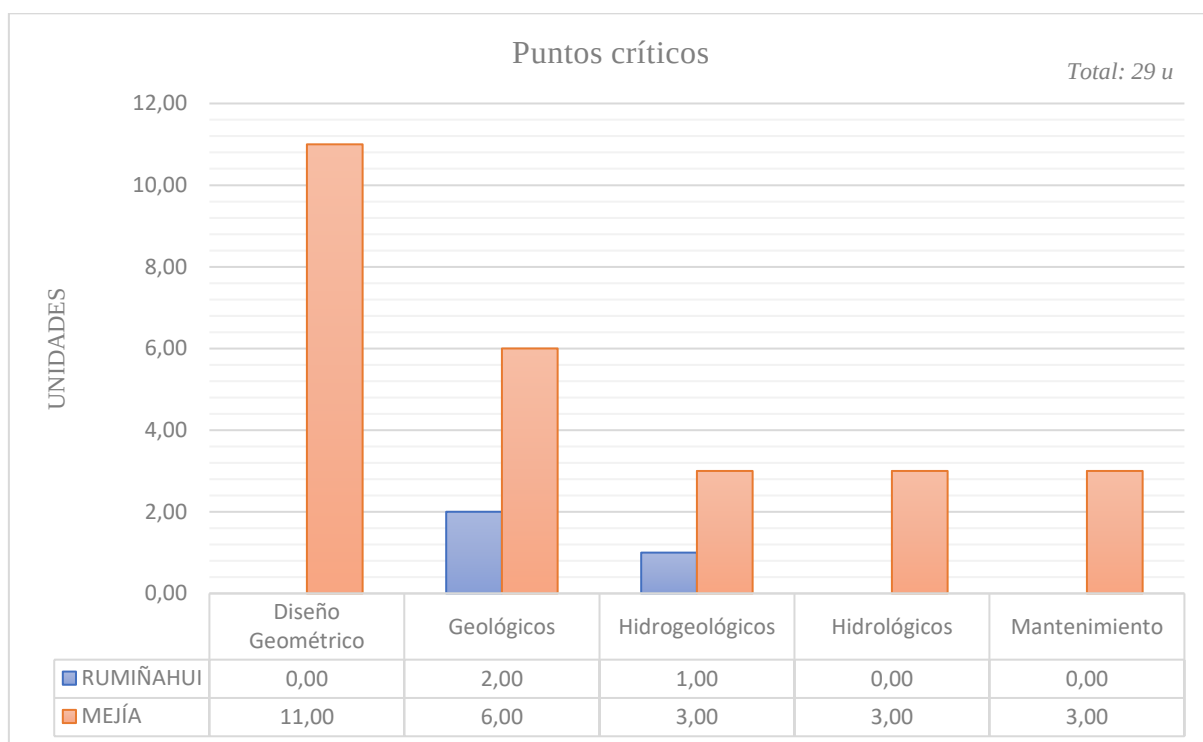


3. Estado de protecciones laterales mixtas



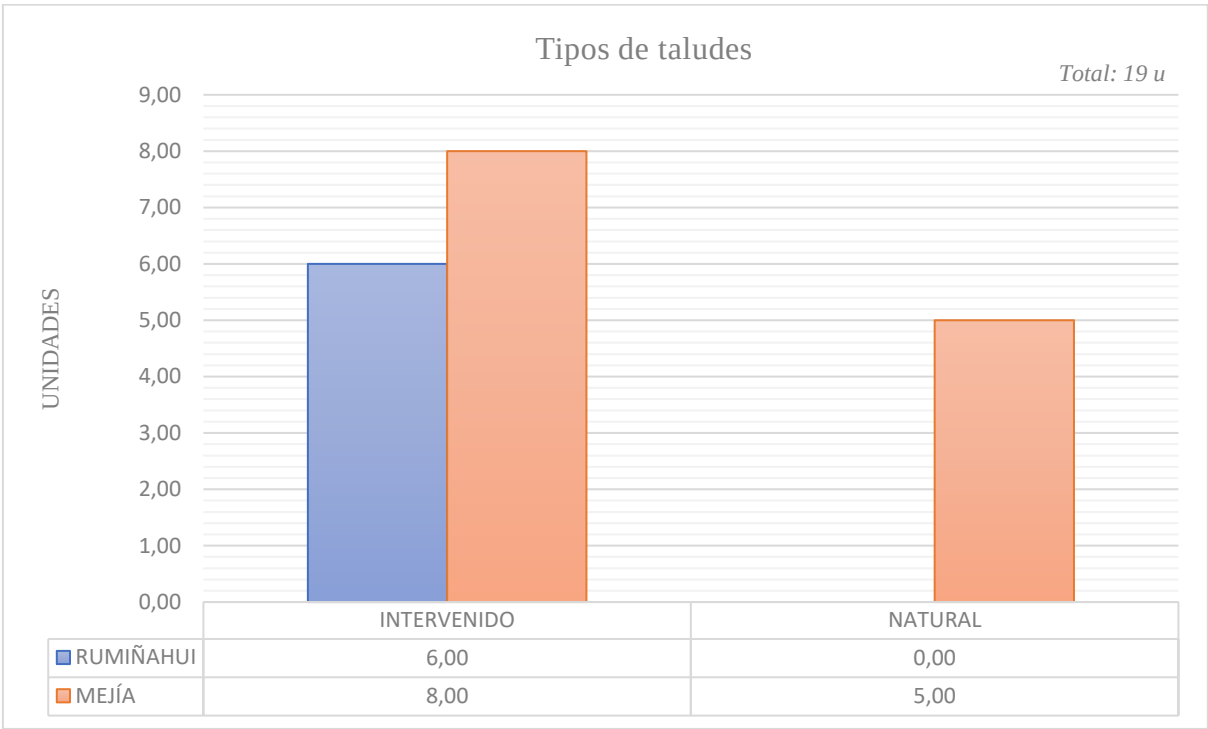
4.7. Diagramas de información de puntos críticos

4.7.1. Tipos de puntos críticos



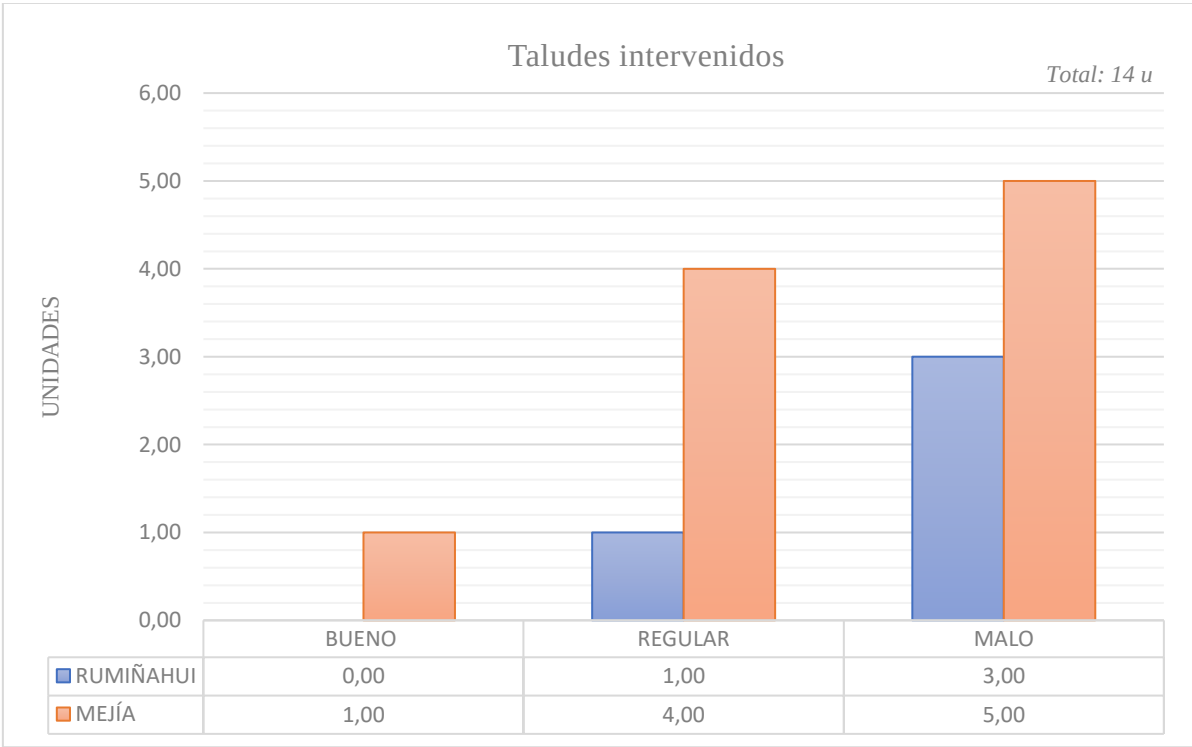
4.8. Diagramas de información de taludes

4.8.1. Tipos de taludes

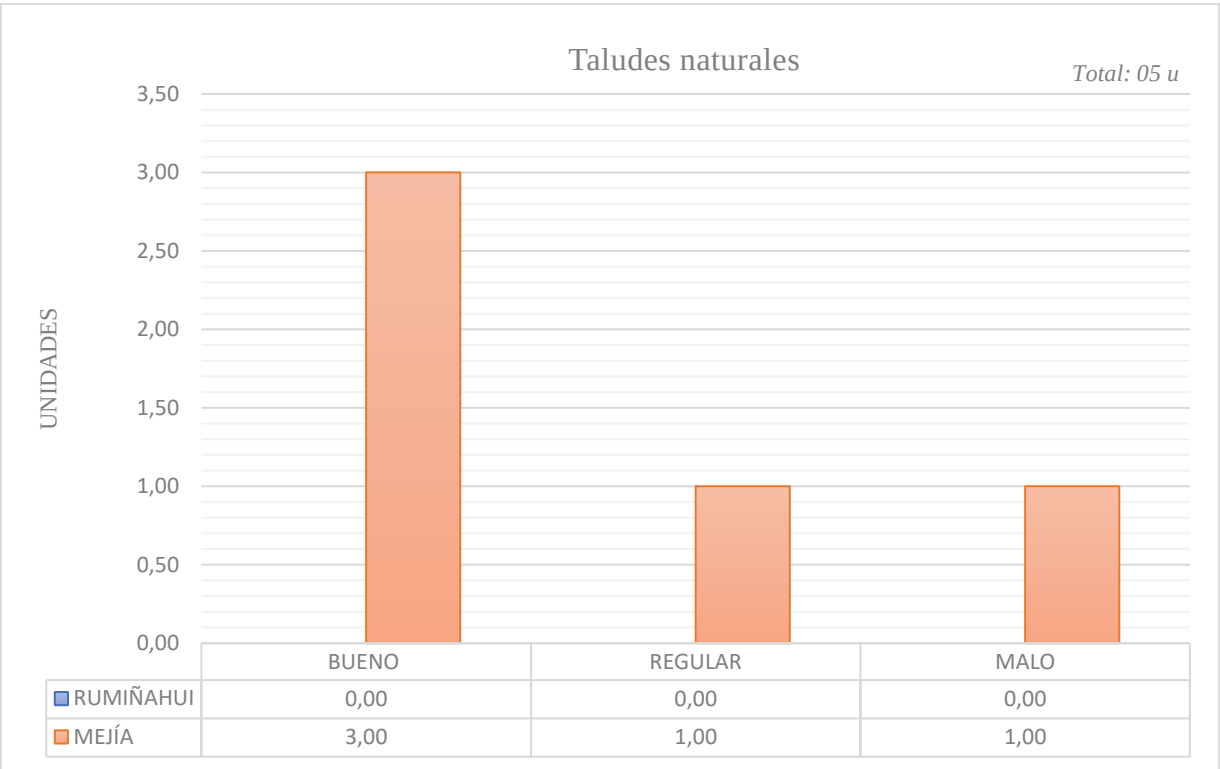


4.8.2. Estado de taludes

1. Estado de taludes intervenidos



2. Estado de taludes naturales



4.9. Registro fotográfico

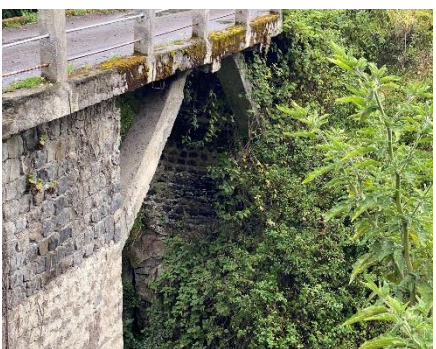
N.º	Superestructura	Infraestructura	Riesgo de Socavación
1			NO
2		No determinado por inaccesibilidad a la zona, presencia de arbustos.	SI
3			NO
4			NO

5		No determinado por presencia de vegetación tanto a la entrada como a la salida	NO
6		No determinado, cerramiento de viviendas a los dos extremos del puente.	NO
7			SI
8			NO

9			NO
10			NO
11			ND
12			NO

13			NO
14			NO
15		No determinado por difícil acceso, abundante vegetación en los extremos del puente.	ND
16		No determinado por presencia de basura y vegetación en los laterales del puente.	ND

17			NO
18			NO
19			NO
20			SI

21			NO	
22			NO	
23			NO	
24		No determinado, presencia abundante de vegetación y cerramientos en los extremos del puente.		ND

25			NO
26			NO
27			NO
28			NO

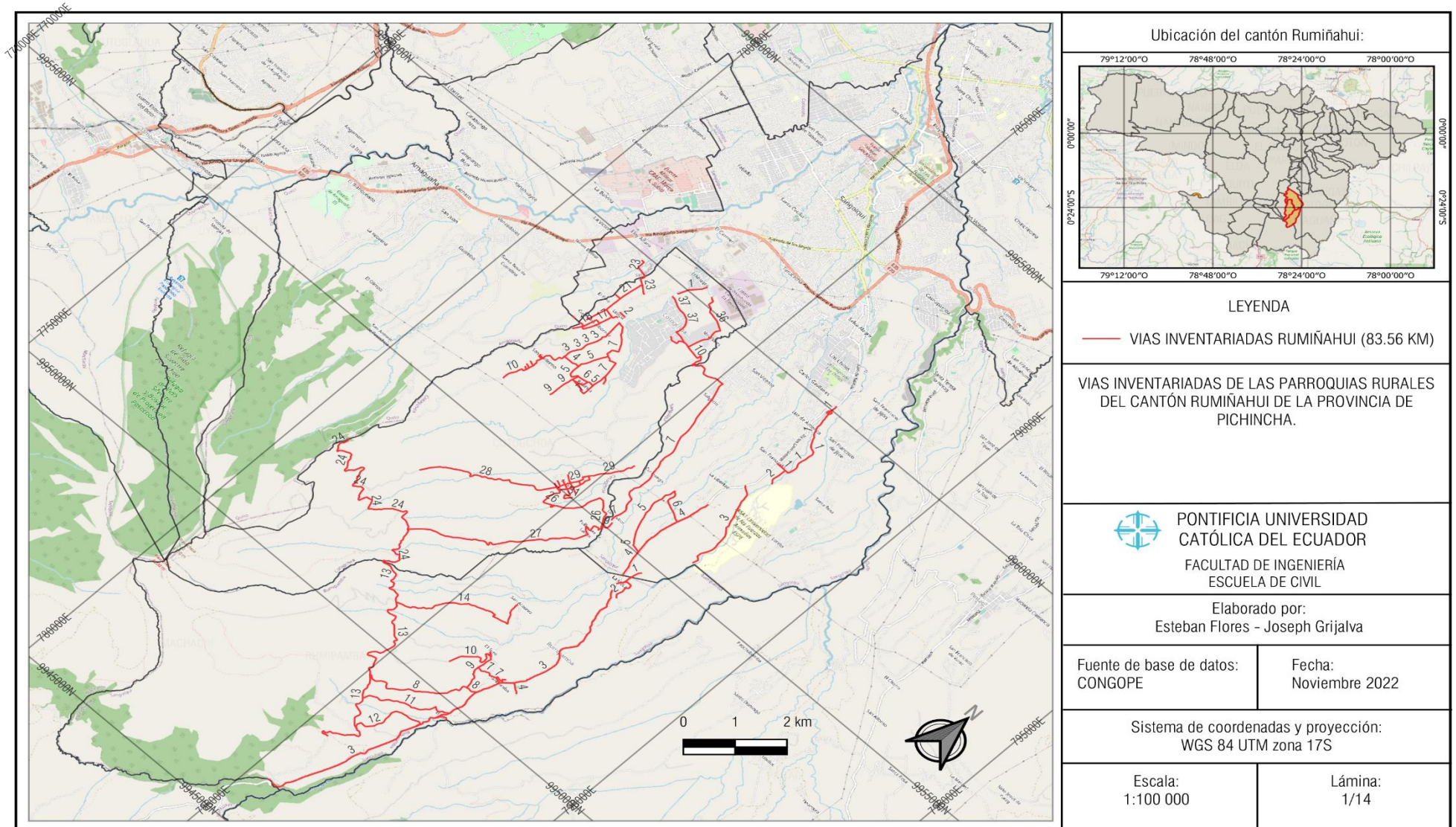
29			NO
30		No determinado, exceso de vegetación en laterales de puente no permite la visualización de infraestructura.	ND
31			NO
32			NO

33			SI
34			NO
35			NO

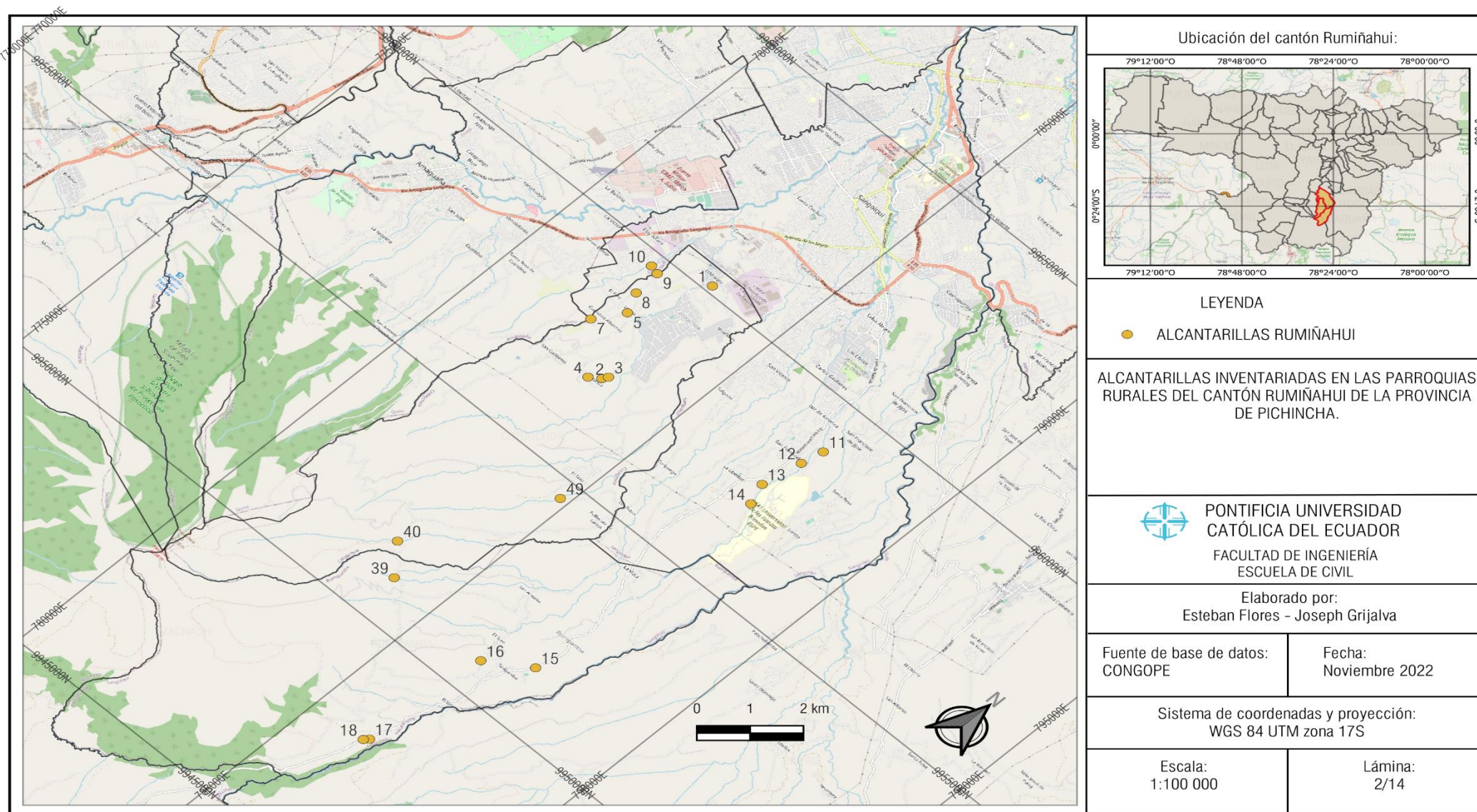
4.10. Mapas

4.2 Mapas de atributos del cantón Rumiñahui

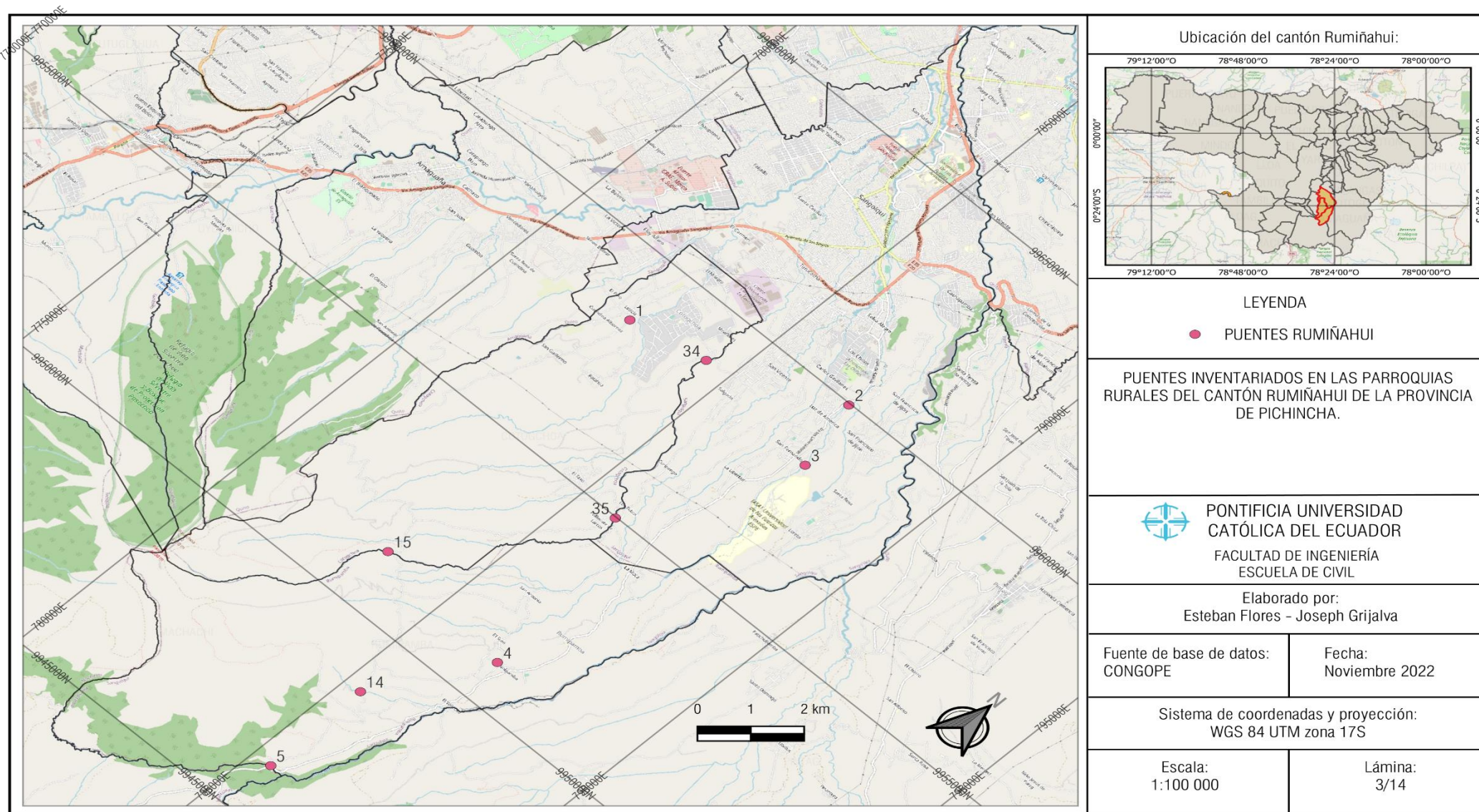
1. Mapa de atributo de vías inventariadas



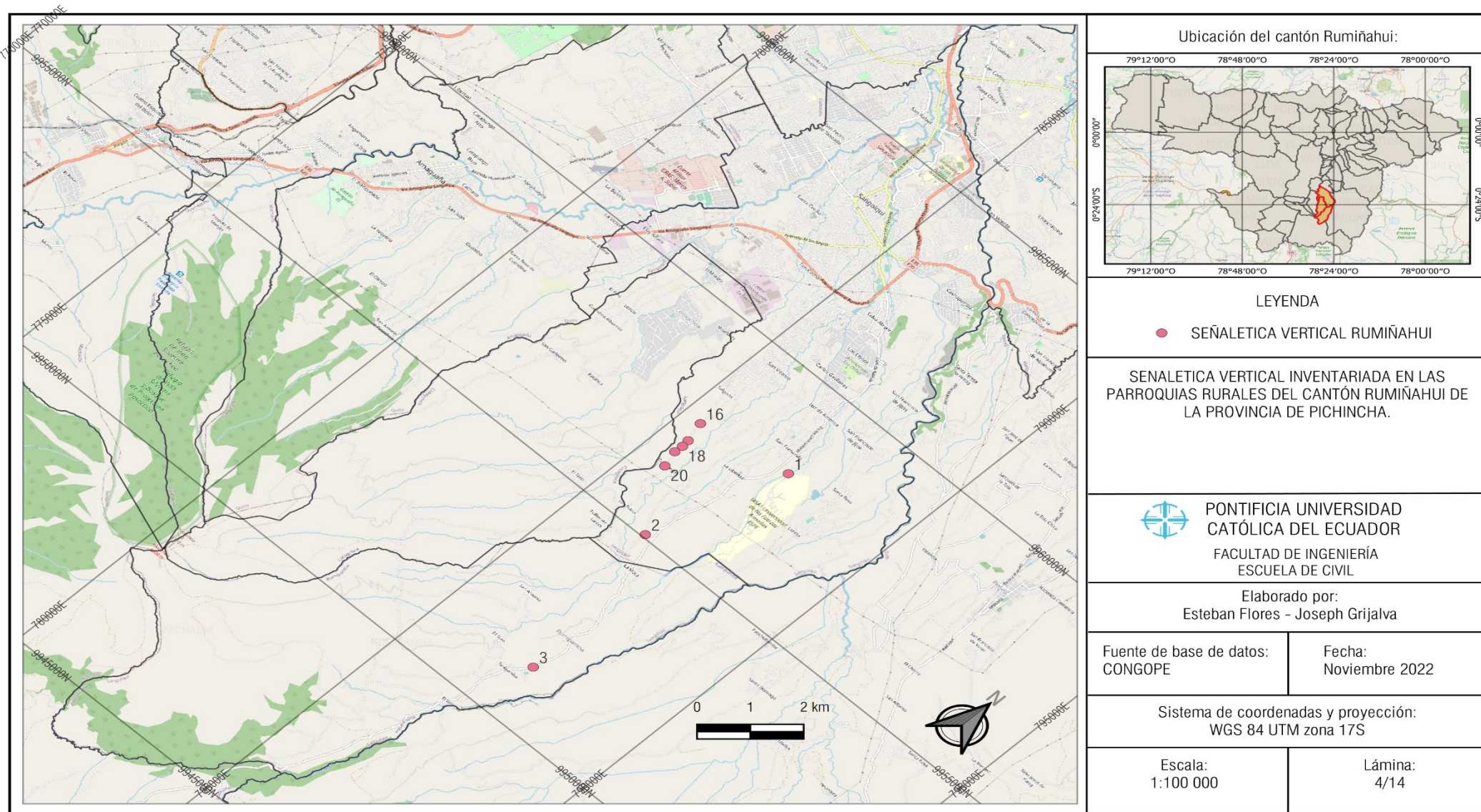
2. Mapa de atributos de alcantarillas inventariadas



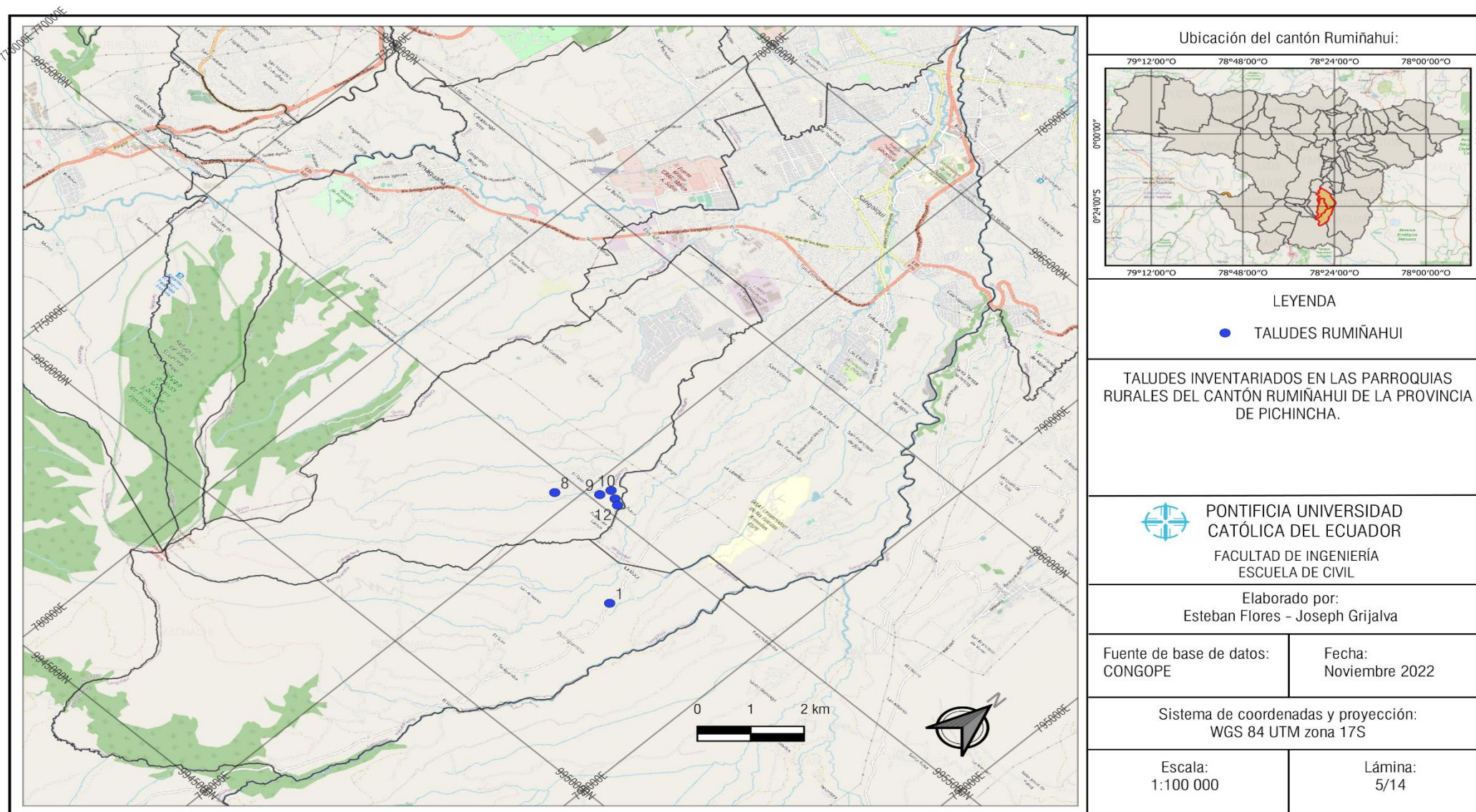
3. Mapa de atributos de puentes inventariados



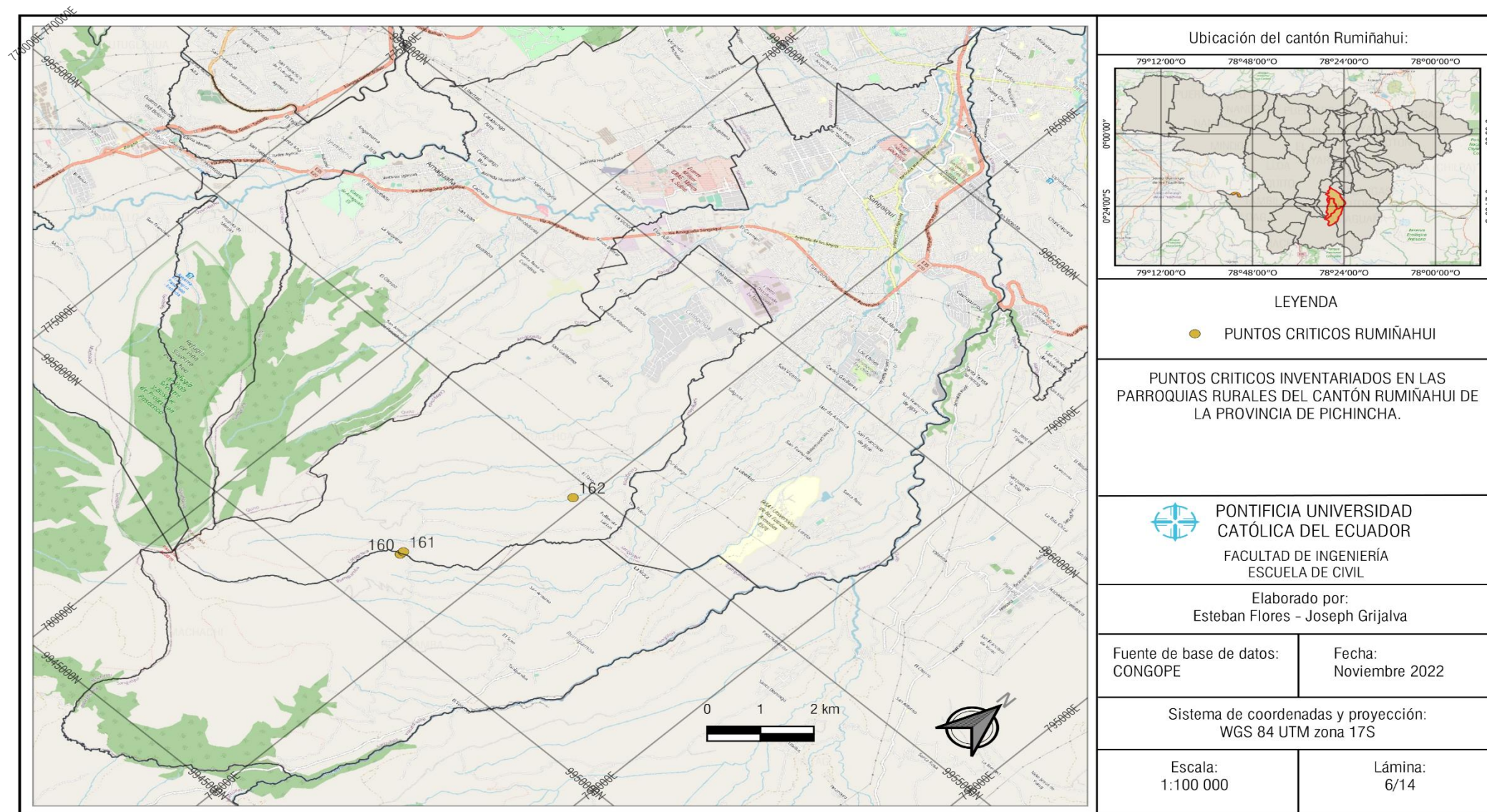
4. Mapa de atributos de señalética vertical inventariada



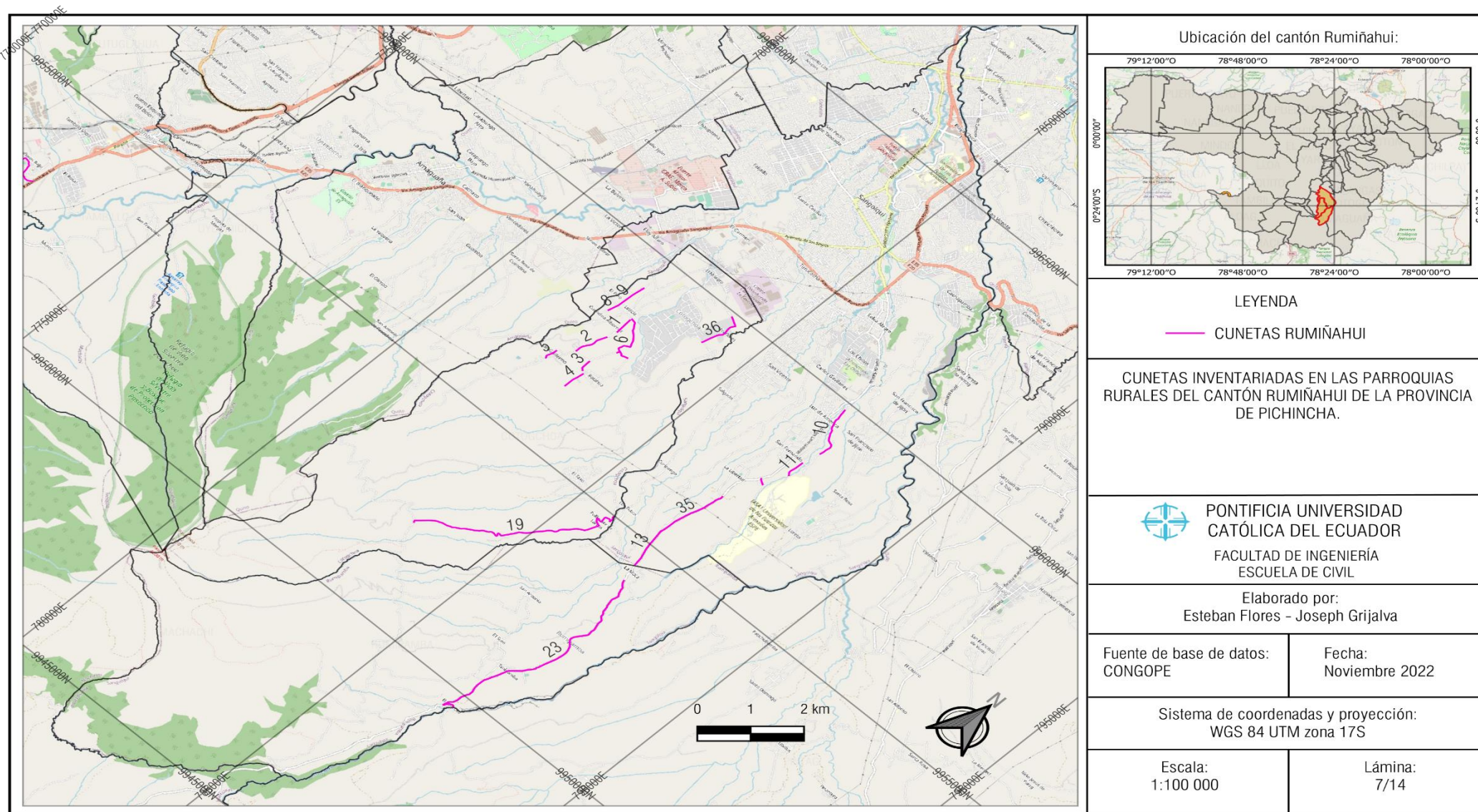
5. Mapa de atributos de taludes inventariados



6. Mapa de atributos de puntos críticos inventariados

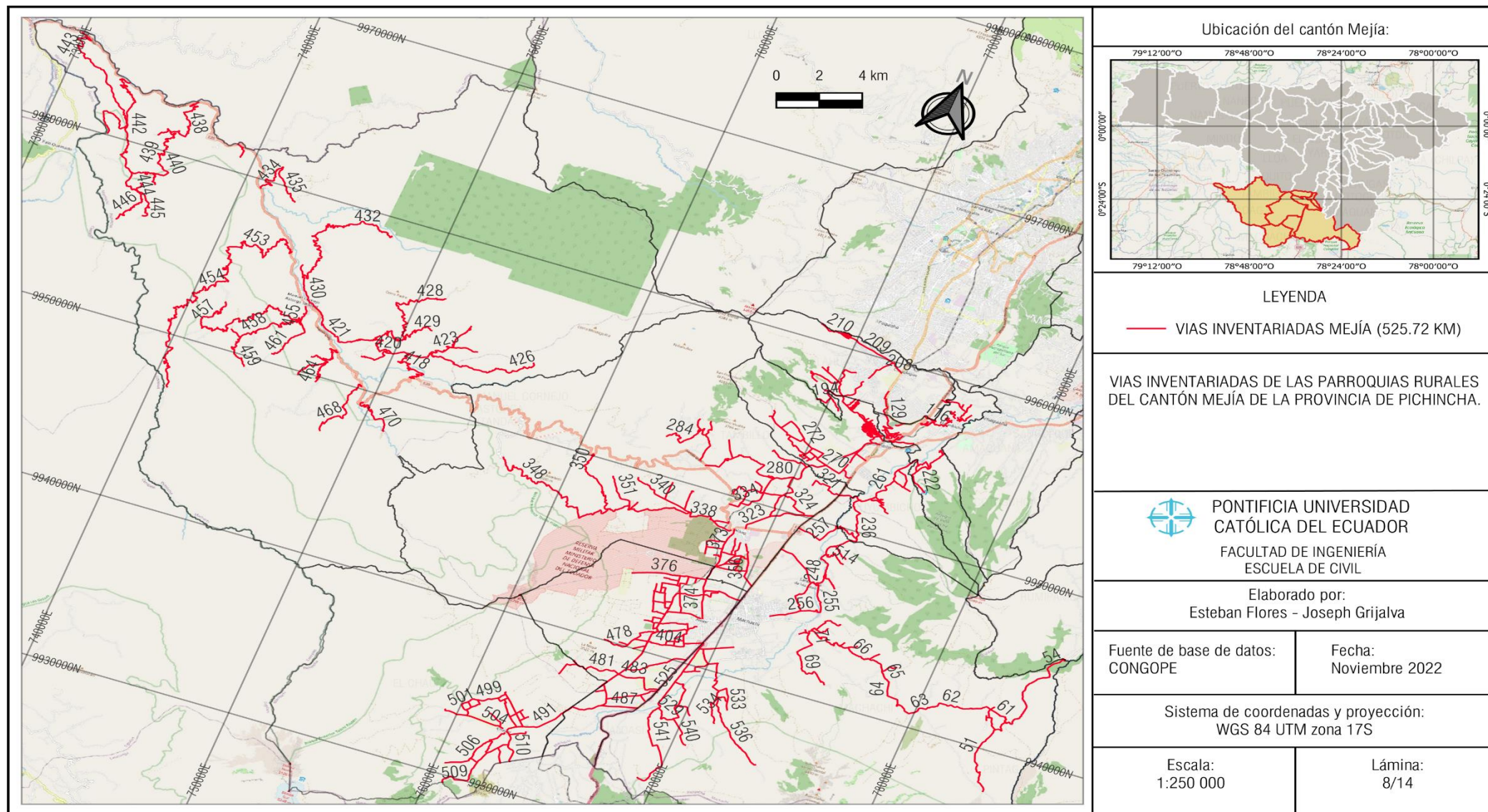


7. Mapa de atributos de cunetas inventariadas



4.3 Mapas de atributos del cantón Mejía

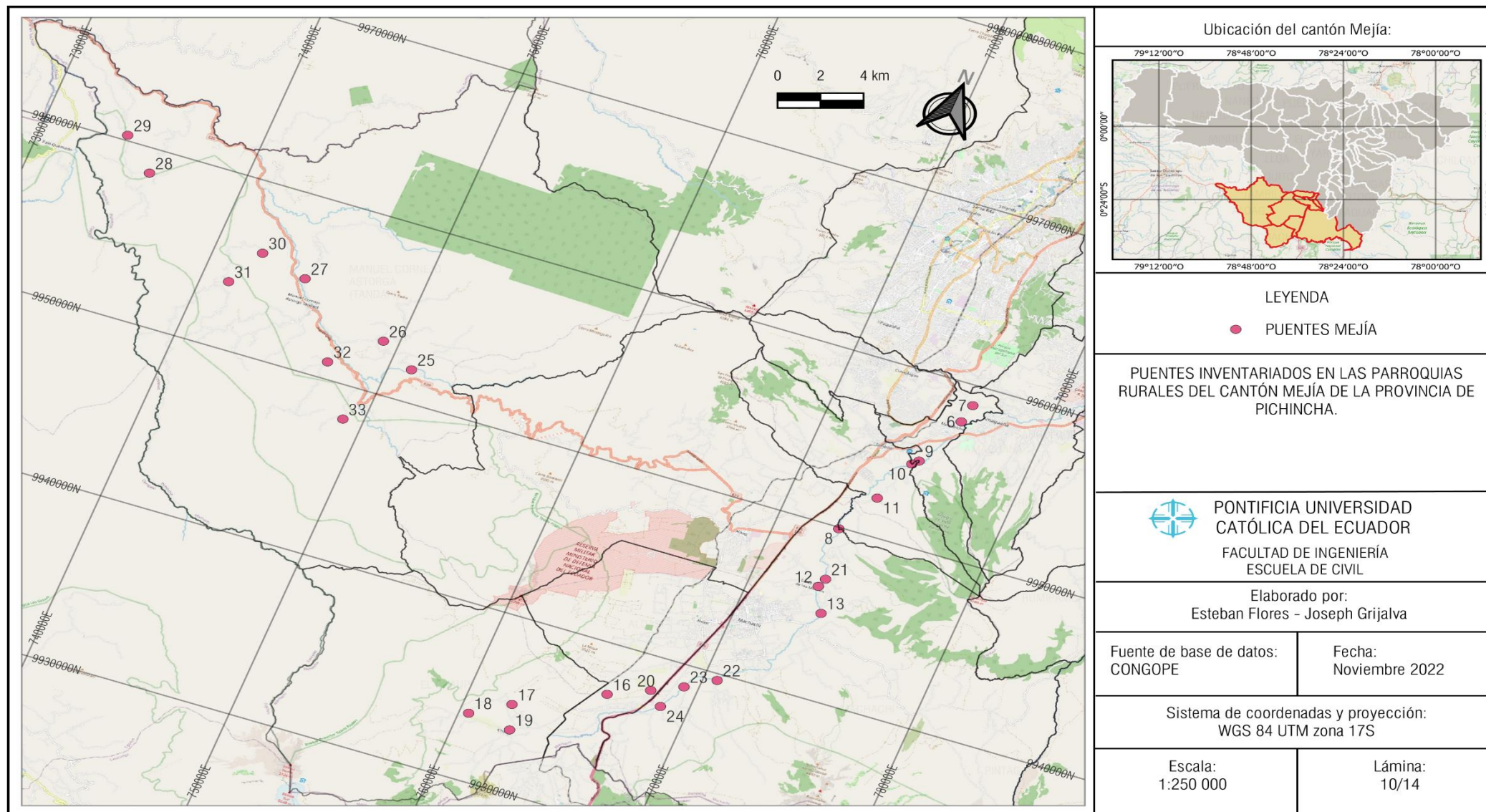
1. Mapa de atributos de vías inventariadas



2. Mapa de atributos de alcantarillas inventariadas



3. Mapa de atributos de puentes inventariados



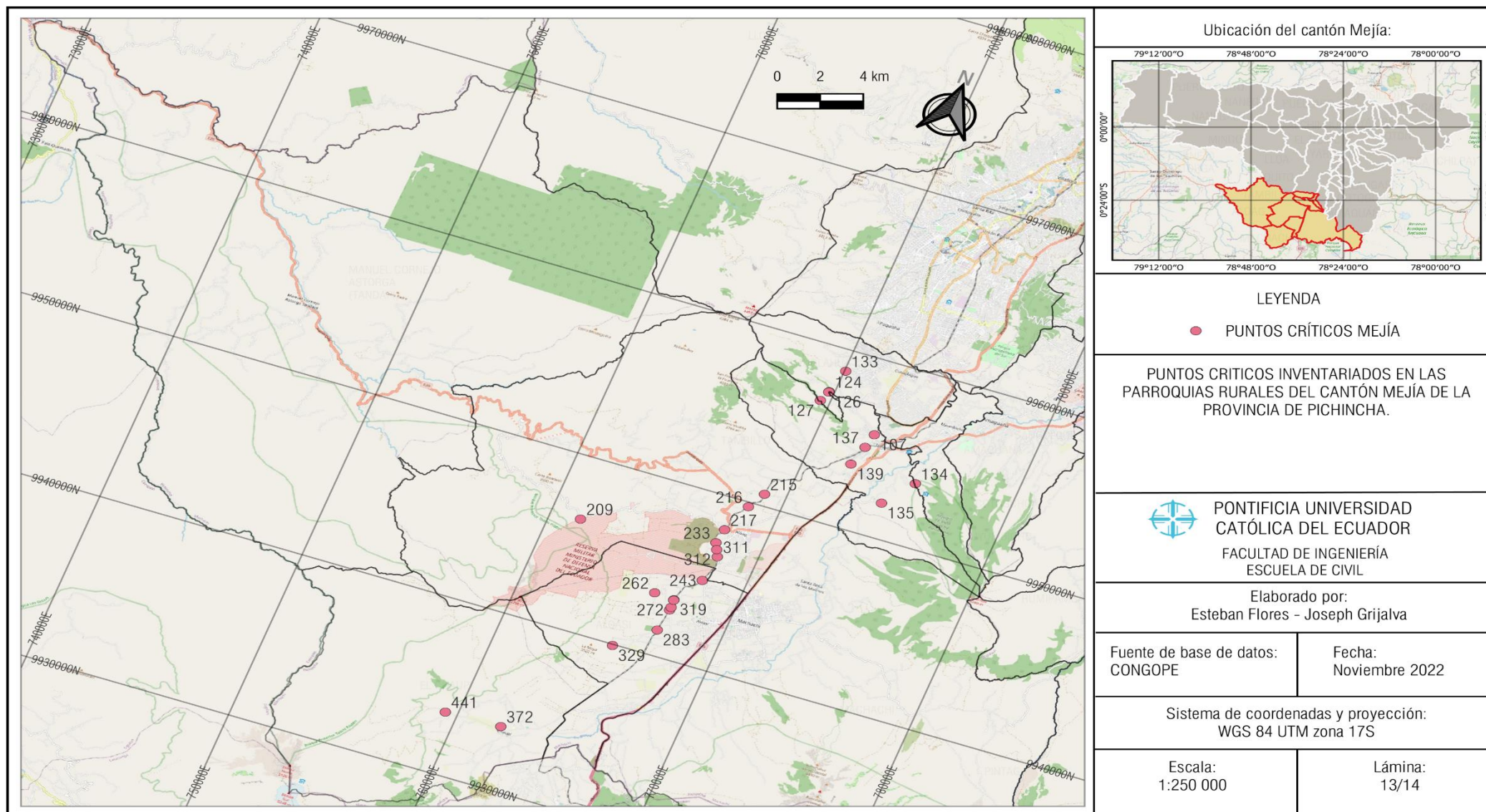
4. Mapa de atributos de señalética vertical inventariada



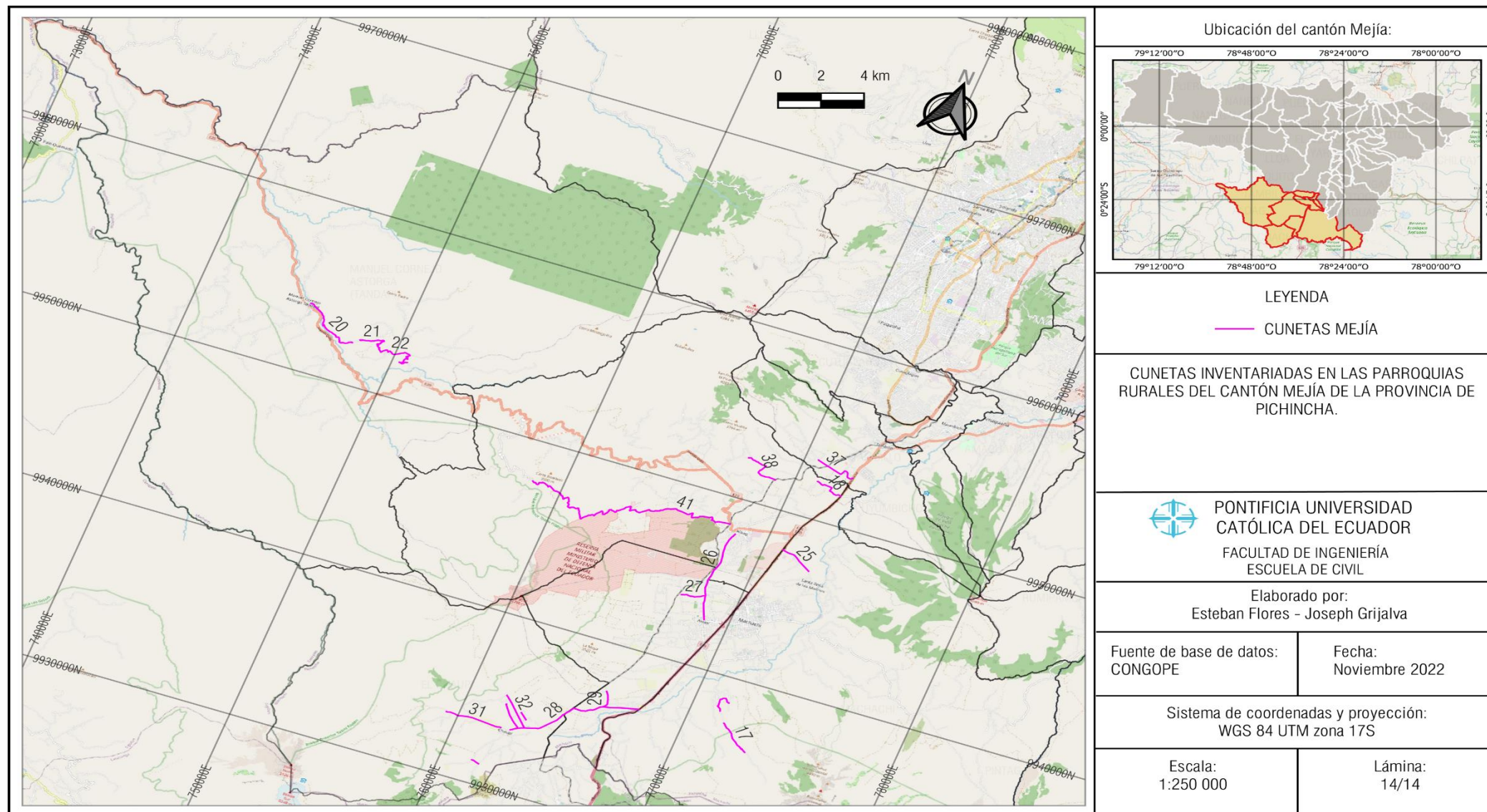
5. Mapa de atributos de taludes inventariados



6. Mapa de atributos de puntos críticos inventariados



7. Mapa de atributos de cunetas inventariadas

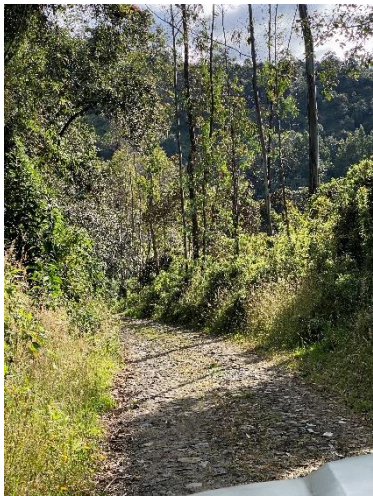


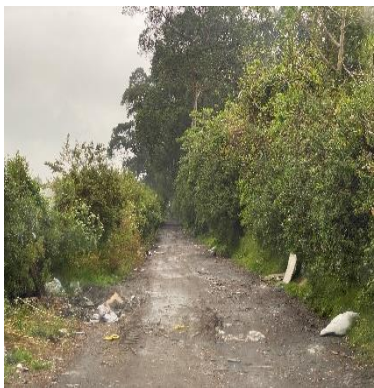
5 CAPÍTULO V: PLAN DE MEJORAMIENTO DE ATRIBUTOS VIALES

Una vez finalizado el levantamiento de información vial de las parroquias rurales de los cantones de Rumiñahui y Mejía, se ha determinado varios tramos viales los cuales necesitan una intervención para mejorar el estado de estos para agilizar el tránsito de los habitantes de los sectores circundantes.

De esta manera se han colocado los atributos más críticos con sus debidas observaciones y propuestas de soluciones a los daños y problemas que presentan estos.

5.1. Tramos viales

N.º	Imagen	Observación	Propuesta
311		Tramo vial en pésimo estado, ancho muy reducido, únicamente puede circular un vehículo de tamaño normal, estado de superficie de rodadura malo, con presencia de rocas grandes desprendidas las cuales general golpes y daño a los vehículos que transitan por el sector.	Ampliación de la vía y mejoramiento, colocación de piedras compactadas, corte y mantenimiento de vegetación lateral, dificulta el transito impidiendo la visibilidad y el paso de luz hacia la superficie de rodadura, lo cual hace que no se seque el agua y se deteriore más con el tránsito de vehículos.
349-350		Vía muy angosta, únicamente puede circular un vehículo, presencia en los laterales de abundante vegetación y árboles.	Corte de vegetación junto a la vía, compactación y ampliación, ya que circulan camiones de las haciendas conjuntas y en ciertos tramos es imposible el paso de los dos vehículos.

518		Tramo vial en mal estado, presencia de basura, gran cantidad de huecos en la capa de rodadura y acumulación de agua, imposible el tránsito en un vehículo pequeño debido a las imperfecciones mencionadas.	Nivelación y ampliación del tramo vial, colocación de lastre para mejorar la circulación y acumulación de agua, vía de suma importancia para haciendas ganaderas aledañas a este tramo.
528		Tramo vial sin cuneta, agua lluvia descende por la calle lo cual ha generado daños en la superficie de rodadura de tierra y lastre.	Construcción de cunetas para la evacuación de agua y de riego de haciendas aledañas, colocación de lastre en toda la superficie de este tramo.

5.2. Puentes

N.º	Imagen	Observación	Propuesta
2		No cuenta con protecciones laterales, no tiene señalización ni iluminación. En la noche, riesgo de caída de personas, animales y vehículos que transitan por esa vía.	Construcción de protecciones laterales, puente de gran gálibo, colocación de señalización vertical preventiva para el aviso de la existencia del puente.

7		No cuenta con protecciones laterales, puente en mal estado, superestructura construida con troncos de madera los cuales se empotran directamente a la infraestructura que es de tierra.	Colocación de señalética para aviso de existencia de un puente, limpieza en la parte de la solera por la acumulación de material vegetal y rocas de gran tamaño.
11		No cuenta con protecciones laterales de un tamaño adecuado.	Colocación de protecciones más altas y con pintura para la fácil visualización de límites de la vía.
20		Sin señalización ni protecciones laterales, capa de rodadura en mal estado, en la solera del río presenta acumulación de material vegetal y basura.	Colocación de señalética y protecciones laterales, limpieza de solera del río para evitar acumulación de agua en caso de crecidas.
23		Puente con protecciones laterales muy deterioradas, en la entrada de uno de sus lados estas están derribadas y se sostienen únicamente por la parte metálica, riesgo de caída de vehículos ya que este daño se presenta justo al ingreso del puente que es por una curva cerrada.	Colocación de señalética, mejoramiento de la capa de rodadura del puente y reposición de protecciones laterales mejor señalizadas y de tamaño más grande debido a la altura del puente respecto al fondo de la quebrada.

32		Puente improvisado construido artesanalmente con tablones y pingos de madera, circulación de vehículos altamente peligrosa, construcción de este se debe a la pérdida de la mesa de la vía por derrumbes.	Construcción de muros de contención en la parte inferior de la vía y excavación de talud para aumentar el ancho de la vía para la circulación de los vehículos.
----	---	---	---

5.3. Taludes

N.º	Imagen	Observación	Propuesta
8-12		Tramo vial a barrio El Taxo presenta una gran cantidad de taludes en mal estado, sin ningún tipo de mantenimiento, presentan derrumbes en toda su longitud, no cuenta con cunetas de coronación, lo cual genera el mal estado de estos.	Perfilado de taludes, construcción de cunetas de coronación para evacuar el agua en la parte alta de estos, corte de árboles de grandes dimensiones y altura en la parte más exterior de los taludes.

13		Derrumbe de corona de talud sobre vía, si no se realiza acciones de remediación podría generarse una obstrucción en la cuneta y carril de vía junto al talud con riesgo de causar accidentes de tránsito al encontrarse ubicado a la salida de una curva cerrada.	Construcción de cuneta de coronación y limpieza de vía, perfilado del talud o construcción de un muro de contención.
----	---	---	--

5.4. Puntos críticos

N.º	Imagen	Observación	Propuesta
133		Quebrada de una altura bastante grande que cruza directamente sobre la vía	Construcción de muros de contención para protección de la vía y vehículos que transiten por esta, adicionalmente construcción de una alcantarilla de gran tamaño para la evacuación de agua y material rocoso.
137		Colapso y socavación de bases en puente, tramos incomunicados vehicularmente	Construcción de nuevo puente con una luz más grande la cual permita la correcta construcción de la infraestructura para evitar que vuelva a generarse socavación y colapso de este.

139		Colapso de alcantarilla generado por la obstrucción con desechos vegetales, acumulación de agua en la parte alta y colapso por lluvias.	Construcción de alcantarilla de mayores dimensiones, adicional realizar mantenimiento periódico para evitar obstrucción del paso de agua por esta.
162	 	Colapso de alcantarilla por obstrucción y acumulación de agua en la parte alta. Adicionalmente se ha habilitado un paso lateral, el cual cuenta con la construcción de una alcantarilla provisional de tierra y piedras, no se visualiza alcantarilla por la alta cantidad de lodo.	Construcción de alcantarilla nueva de mayores dimensiones, realizar mantenimiento periódico para evitar estos problemas.
372		Cruce de río por la vía, solera del río no cuenta con material de mejoramiento, únicamente piedras de estas sueltas.	Construcción de una superficie de rodadura de hormigón o alcantarilla tipo baden en el río para mejorar el tránsito de vehículos y animales a través de este.

441		Cruce de río por la vía, solera del río no cuenta con material de mejoramiento, únicamente piedras de estas sueltas, situación peligrosa ya que se trata del ingreso a un sitio turístico operado por el ministerio del ambiente.	Debido a que se genera una pendiente un poco pronunciada tanto al ingreso como a la salida de este punto crítico, como alternativa de solución se plantea la construcción de un puente para no contaminar el cuerpo hídrico con el paso de vehículos sobre este.
-----	---	--	---

6 CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. Conclusiones

- Una vez finalizada la actualización del inventario vial existente y de vías nuevas de las parroquias rurales de los cantones de Rumiñahui y Mejía, se logró levantar una cantidad de 604.05 kilómetros, de los cuales la mayor cantidad de estos, con un total de 269.41 km se constituían de una superficie de rodadura de piedra, seguida por 196.12 km de vías con superficie de rodadura de lastre, valores que sumados comprenden un 77.07% del total de vías inventariadas en estos cantones, de lo cual únicamente un 7.22% se encuentra en buen estado, lo cual denota la falta de atención por parte del GAD de Pichincha sobre el estado de las mismas las cuales no presentan una superficie de rodadura adecuada para una movilidad adecuada en las zonas rurales de estos cantones cuyas principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería.
- De un total de 1000 km de vías planteadas para su actualización e inventario, no se pudo completar esa meta y se llegó a un total de 604.05 km, el principal inconveniente de este objetivo fue que una gran cantidad de tramos viales en las parroquias rurales de estos dos cantones eran vías privadas, las cuales únicamente servían como ingreso a haciendas y propiedades, consecuentemente la gran

mayoría de estas contaban con puertas de acceso y no se permitía el ingreso, de igual manera, con información proporcionada por el GAD de Pichincha sobre la ubicación de los tramos viales por actualizar, estos contaban con tramos en los cuales no existían vías.

- De un total de 19 taludes inventariados, se llegó a determinar que un total de 9, lo que corresponde a un 47% del total se encuentran en mal estado y generan un peligro para la circulación de vehículos y personas ya que presentan derrumbes y desprendimientos los cuales son causados por la falta de una cuneta de coronación que ayude con la evacuación del agua que se llega a infiltrar por la parte de la corona de estos, una de las zonas con más presencia de taludes en mal estado es la parroquia de Cotogchoa en el cantón Rumiñahui, específicamente en la vía que conecta con el barrio El Taxo, la cual presenta taludes en mal estado en casi el 100% de los taludes que posee.
- Con la información levantada sobre puntos críticos con un total de 29, se logró determinar que los tipos de fallas más comunes en estos cantones es el diseño geométrico con un 38% y el geológico con un 27.6%, estos puntos se general ya que principalmente el ancho es muy pequeño en varios tramos viales y de igual manera tenemos varios puntos donde se intersecan las rieles de tren con los tramos viales, lo cual presenta una superficie de rodadura en pésimo estado debido a la falta de mantenimiento de estos puntos, adicionalmente se evidencio que en el tipo de problemas geológicos se presenta derrumbes tanto del tramo vial como de igual forma sobre este, problema que hay que tenerlo en cuenta debido a que gran cantidad de estas vías pasan junto a quebradas de gran profundidad.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda la construcción de cunetas de hormigón en los tramos viales los cuales cuentan con cunetas naturales para de esta manera se mantenga la vía en buen estado y no se vea deteriorada por las lluvias que en este caso generan acumulación de agua en los laterales de esta, afectando las condiciones de tránsito por estos tramos viales.
- Es de vital importancia el mantener las vías sin la presencia de vegetación que afecte a la visibilidad de los vehículos y personas que transitan por estas, en ciertos tramos viales se presencié una gran cantidad de vegetación y arbustos los cuales impedían el transito normal y limitaban la visibilidad en la carretera, siento uno

de los sectores donde más se presenció esto en la parroquia de Cotogchoa, en el tramo vial que conduce hacia el Pasochoa.

- Realizar periódicamente la limpieza de los elementos como alcantarillas y cunetas para evitar inundaciones y afectaciones a las vías.
- Se recomienda la colocación de señalización vertical la cual indique e informe a las personas que transiten por estas vías sobre las regulaciones, estado e información de hacia dónde conectan los diferentes tramos viales y sus intersecciones.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Medellín. (s.f.). *Señales Verticales Cap.2*. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion_senalizacion/cap2_senales_verticales_informativas.pdf
- Aleaga, I., Gálvez, R., & Fernández, M. (1987). *Inventario vial de la provincia de Cotopaxi*. Quito: PUCE.
- Castro, P. (2022). Clase magistral puentes. Quito.
- Cima Señalizaciones. (2019). *¿Qué es la Señalización Horizontal según el MTC?:* www.ccimasenalizaciones.pe. Obtenido de www.ccimasenalizaciones.pe: <https://www.ccimasenalizaciones.pe/senalizacion/senalizacion-vial-y-carreteras/senalizacion-vertical/85-que-es-la-senalizacion-vertical-segun-mtc>
- CONGOPE. (2019). *Guía para la actualización de los inventarios viales georreferenciados y manejo de la matriz multicriterio*. Quito: Consorcio de gobiernos autónomos provinciales del Ecuador.
- CONGOPE. (2019). *PLAN DE DESARROLLO VIAL INTEGRAL DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA 2019*. Obtenido de <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/Pichincha-plan-vial-integral.pdf>
- Fonseca, A. M. (2002). *Ingeniería de pavimentos Tomo I*. Mexico.
- Fundación Carlos Slim . (6 de Agosto de 2016). *Fundación Carlos Slim* . Obtenido de Fundación Carlos Slim : <https://fundacioncarlosslim.org/significado-de-las-senales-de-transito/#:~:text=Existen%20dos%20tipos%20de%20se%C3%B1alamientos,o%20adheridos%20sobre%20el%20pavimento.&text=Desobedecer%20alguna%20de%20estas%20se%C3%B1ales%20conlle%20a%20multas%20de%20tr>
- GAD Mejía. (2017). *Prefectura de Pichincha*. Obtenido de <https://www.pichincha.gob.ec/cantones/mejia>
- GAD Pichincha. (29 de Agosto de 2017). *Prefectura de Pichincha*. Obtenido de <https://www.pichincha.gob.ec/cantones/mejia>

- GAD Rumiñahui. (2017). *Prefectura de Pichincha*. Obtenido de <https://www.pichincha.gob.ec/cantones/ruminahui>
- Go Raymi. (s.f.). *Go Raymi*. Obtenido de <https://www.goraymi.com/es-ec/pichincha/rutas-paseos/cantones-pichincha-ae4tyzggy#:~:text=La%20Provincia%20de%20Pichincha%20tiene,Pedro%20Viente%20Maldonado%3B%20Pedro%20Moncayo>.
- González, A. (2021). *Análisis Patológico de las Redes de Alcantarillado del Centro Histórico de la Ciudad de Cienfuegos*. Santa Clara.
- Grisales, I. J. (2010). *Diseño Geometrico de Carreteras*. Bogota.
- Guamán, A. (06 de Junio de 2011). *Opinión Histórica de la Realidad*. Obtenido de <https://andresguamanfreire.wordpress.com/2011/06/06/cantonizacion-de-ruminahui/>
- Gustavo, Y. (2021). *Curso de diseño de pavimento PUCE*. Quito: PUCE.
- Herbas, E. (2018). *Alcantarillas metálicas*. Obtenido de <https://www.ingenierocivilinfo.com/2011/03/alcantarillas-metalicas.html>
- Herrera, E., & Martínez, M. (2021). *Metodología Inventario Vial*. Quito: Prefectura de Pichincha.
- Lacalle, A. B. (4 de 11 de 2014). *Pleiades Enginyeria i Consultoria*. Obtenido de <https://pleiadesic.com/es/que-es-quantum-gis-y-por-que-utilizarlo/>
- Latoche, A. (6 de julio de 2018). *Autodesk*. Obtenido de <https://forums.autodesk.com/t5/civil-3d-espanol/badenes-y-alcantarillas/td-p/8102002>
- León, C. (2015). *Tipos de tuberías para alcantarillado*.
- Ley Sistema Nacional de Infraestructura vial de transporte. (2017). Clasificación de vías. *Registro Oficial Suplemento 998*. Quito.
- Manual del Conductor. (2016). *Utilización de la vía*. Lima.
- Ministerio de Obras Públicas. (Octubre de 2002). *Plan Maestro de Vialidad*. Obtenido de http://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/uploads/documents/presentacion%20iii%20andino%20ecuador.pdf

- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (22 de Enero de 2015). *Ministerio de Transporte y Obras Públicas*. Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec/mtop-atiende-necesidades-viales-del-canton-mejia/>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de inventarios viales*. Peru. Lima.
- MOP. (2002). *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes*.
- Morales, A. (s.f.). *Mapping GIS*. Obtenido de <https://mappinggis.com/2022/07/merginmaps-toma-de-datos-en-campo-y-sincronizacion-con-qgis/#:~:text=Es%20un%20espacio%20colaborativo%20que,mb%20de%20uso%20de%20datos>).
- Municipio de Mejía. (2022). *Viajandox*. Obtenido de <https://ec.viajandox.com/mejia/historia-de-mejia-PVC229>
- Municipio de Rumiñahui. (s.f.). *Gobierno Municipal de Rumiñahui*. Obtenido de <https://ruminahui.gob.ec/ruminahui/>
- Núñez, C., & Pérez, I. (s.f.). *El modelo HDM-4: descripción y posibilidades de aplicación dentro de*.
- Orbe, J. (2020). *Asociación de Municipalidades Ecuatorianas*. Obtenido de Plan de Desarrollo Turístico Cantonal Rumiñahui: https://amevirtual.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/PLAN-DE-DESARROLLO-TUR%C3%8DSTICO-GAD-RUMI%C3%91AHUI_compressed.pdf
- Ponce, V. (Septiembre de 2017). *Alcantarillas*. Obtenido de [ponce.sdsu.edu: http://ponce.sdsu.edu/drenaje_de_carreteras_b.html](http://ponce.sdsu.edu/drenaje_de_carreteras_b.html)
- Prefectura. (29 de Agosto de 2017). *pichincha.gob.ec*. Obtenido de <https://www.pichincha.gob.ec/cantones/mejia>
- 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.

RAE. (2021). <https://dle.rae.es/>. Obtenido de <https://dle.rae.es/>

Romero, G. (1 de agosto de 2019). Gestión de inventarios viales. Perú.

Vías, I. N. (2013). *Manual de diseño geometrico de carreteras*. Bogota.

8 ANEXOS

A continuación, se presentan anexos fotográficos de puntos más relevantes, los cuales impidieron o dificultaron en el levantamiento de información en campo.



Ilustración 27: Vía con desprendimiento de superficie de rodadura (Fuente propia)

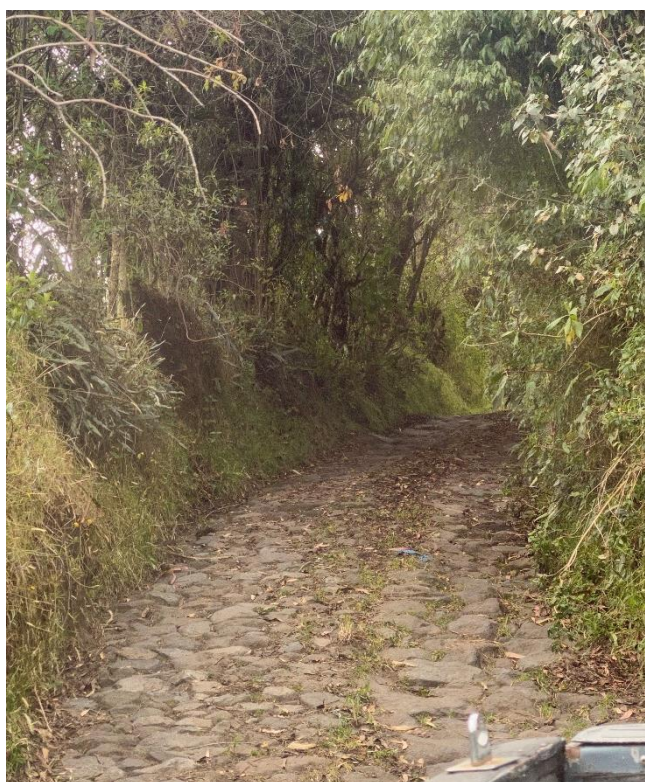


Ilustración 28: Vía extremadamente angosta y con alta presencia de vegetación (Fuente propia)



Ilustración 29: No existe vía, únicamente escalinata de acceso (Fuente propia).



Ilustración 30: Colapso de infraestructura de puente por socavación en estribos. (Fuente propia)



Ilustración 31: Derrumbe sobre la carretera. (Fuente propia)



Ilustración 32: Pozo de revisión sobre el nivel normal de la vía. (Fuente propia)



Ilustración 33: Tramo vial deteriorado con presencia de vegetación y árboles que cubrían la superficie de rodadura. (Fuente propia)



Ilustración 34: Medición de ancho de superficie de rodadura en puente (Fuente propia)



Ilustración 35: Tramo vial perteneciente a propiedad privada. (Fuente propia)



Ilustración 36: Tramo vial dentro de propiedad privada (Fuente propia)