



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Inventario vial de la vía Loja – Malacatos – Vilcabamba como aporte al observatorio de Ingeniería de Tráfico

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Granda Elizalde, Andrés Abel

DIRECTOR: Zárate Torres, Belizario Amador, Msc.

LOJA – ECUADOR

2018



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2018

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Msc. Ing.

Zárate Torres Belizario Amador

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: Inventario vial de la vía Loja – Malacatos – Vilcabamba como aporte al observatorio de Ingeniería de Tráfico realizado por Granda Elizalde Andrés Abel ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, octubre del 2018

f)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Granda Elizalde Andrés Abel declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Inventario vial de la vía Loja – Malacatos – Vilcabamba como aporte al observatorio de Ingeniería de Tráfico, de la titulación de Ingeniería Civil, siendo Belizario Amador Zárate Torres director del presente trabajo; y eximo expresarme a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la universidad”

f)

Autor: Granda Elizalde Andrés Abel

Cédula: 0706354693

DEDICATORIA

El presente trabajo de fin de titulación está dedicado principalmente a mis padres Flor y José que en todo momento me estuvieron apoyando y quienes me brindaron todo el cariño para poder realizarme como profesional y sobre todo como ser humano, me enseñaron que las cosas se las realiza con calma y amor, que si se llega a fallar en algo, eso sirva de impulso para corregir esos errores y seguir adelante; a mis hermanos Dayana, José, Fernando que me ayudaron anímicamente y mostraron mucho cariño en los momentos más difíciles del transcurso de la carrera; a una persona muy especial Diana que siempre me brindo su mano en todo momento y siempre estuvo conmigo acompañándome en este proceso y a todos mis amigos que me dieron unos buenos consejos y trataron en lo posible que sea una persona de bien para la sociedad.

Andrés

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica Particular de Loja, a la titulación de Ingeniería Civil, a todo el personal docente y administrativo que día a día me brindaron sus conocimientos valiosos y quienes fueron los artífices del desarrollo profesional; al docente y director del trabajo de fin de titulación M. Sc. Belizario Zárate Torres que me ayudo en el desarrollo del proyecto de una manera correcta.

De igual manera quiero agradecer a todos mis familiares que me brindaron su apoyo incondicional que me hicieron llegar a donde estoy ahora, ya que sin sus consejos no hubiese podido sobresalir de una forma correcta mi carrera universitaria.

A una persona especial y mis amigos que siempre estuvieron compartiendo esta etapa de vida estudiantil con su amistad, compañerismo y apoyo durante el transcurso de la carrera y el trabajo de fin de titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	I
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ESTADO DE ARTE.....	5
1.1. Estado del arte.....	6
1.2. Inventario vial.....	7
1.3. Inventario vial básico.....	7
1.4. Elementos considerados en el inventario vial.....	7
1.4.1. Alcantarillas.....	7
1.4.1.1. <i>Mantenimiento de las alcantarillas</i>	8
1.4.2. Puentes.....	8
1.4.2.1. <i>Mantenimiento de los puentes</i>	9
1.4.3. Eventos geológicos.....	9
1.4.3.1. <i>Mantenimiento de los deslizamientos</i>	10
1.5. Tráfico.....	11
1.6. Red vial estatal.....	11
1.7. Red vial de la Provincia de Loja.....	12
1.8. Base de datos fotográficos.....	13
1.9. Sistemas de información geográfica.....	13
1.9.1. Elementos principales de un SIG.....	14
1.10. Mapas temáticos en SIG.....	14
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
2.1. Ubicación.....	17
2.1.1. Clima.....	18
2.1.2. Topografía.....	18
2.1.3. Características hidrológicas.....	19

2.2.	Materiales.	19
2.2.1.	GPS Navegador.	19
2.2.2.	Cinta métrica.	19
2.2.3.	Vehículo de transporte y odómetro.	20
2.2.4.	Cámara fotográfica.	20
2.2.5.	Computadora.....	21
2.3.	Método para la realización de un inventario vial.	21
2.3.1.	Información preliminar.	22
2.3.2.	Reconocimiento.....	22
2.3.3.	Medición en campo.....	23
2.3.4.	Trabajo de gabinete.....	23
CAPITULO III. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		24
3.1.	Vía inventariada.	25
3.1.1.	Alcantarillas.....	25
3.1.2.	Puentes.....	30
3.1.3.	Eventos geológicos.....	33
CONCLUSIONES.....		35
RECOMENDACIONES.....		37
BIBLIOGRAFÍA.....		38
ANEXOS.....		41
Anexos fotográficos		42
	Alcantarillas	42
	Puentes	44
	Fallas geológicas	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Alcantarilla rectangular de hormigón Km 0+990 del tramo Loja – Malacatos.	8
Figura 2. Puente de hormigón armado en el km 19+750 del tramo Loja – Malacatos.	9
Figura 3. Deslizamiento en el km 7+220 del tramo Loja – Malacatos.....	10
Figura 4. Porcentajes de las vías primarias y secundarias de la Red Estatal del Ecuador. ...	11
Figura 5. Elementos que forman un sistema SIG.....	14
Figura 6. Mapa vial de la Provincia de Zamora Chinchipe.	15
Figura 7. Mapa de la ciudad de Loja con la vía de análisis.	17
Figura 8. Imagen del equipo GPS Navegador eTrex.....	19
Figura 9. Imagen del equipo de medición, cinta métrica.	20
Figura 10. Imagen del equipo para transporte, motocicleta Bajaj Pulsar.	20
Figura 11. Imagen del equipo para las fotografías, celular Iphone 5.	21
Figura 12. Imagen del equipo para procesar la información, computadora Toshiba.....	21
Figura 13. Flujograma de la metodología utilizada en el desarrollo del TFT.....	22
Figura 14. Tipos de alcantarillas en la vía de estudio.....	25
Figura 15. Estado de las alcantarillas en la vía de estudio.....	26
Figura 16. Mapa de localización de las alcantarillas en el tramo vial Loja - Vilcabamba.	29
Figura 17. Mapa de localización de los puentes de la red vial Loja - Vilcabamba.	32
Figura 18. Mapa de localización de los eventos geológicos de la via Loja - Vilcabamba.....	34
Figura 19. Alcantarilla en buen estado en el Km 3+120 de la vía en estudio.....	42
Figura 20. Alcantarilla en estado regular en el Km 8+210 de la vía en estudio.	42
Figura 21. Alcantarilla azolvada en el Km 23+550 de la vía en estudio.....	43
Figura 22. Alcantarilla mal estado en el Km 29+450 de la vía de estudio.....	43
Figura 23. Puente de hormigón y pasamano de hormigón Km 36+100 de la vía en estudio.....	44
Figura 24. Puente de hormigón y pasamano de acero Km 19+750 de la vía en estudio.	44
Figura 25. Puente Bailey Km 27+170 de la vía en estudio.	45
Figura 26. Deslizamiento del talud Km 3+890 en la red vial Loja - Vilcabamba.....	45
Figura 27. Falla geológica en la carpeta asfáltica Km 4+210 de la vía en estudio.....	46
Figura 28. Asentamiento en la carpeta asfáltica Km 7+850 de la vía en estudio.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Vías Arteriales de la Provincia de Loja.	12
Tabla 2. Vías Colectoras de la Provincia de Loja.	13
Tabla 3. Tipo de Alcantarilla en la vía de estudio.	25
Tabla 4. Estado de las alcantarillas en la vía de estudio.	26
Tabla 5. Tipo y estado de las alcantarillas en la vía de estudio.	27
Tabla 6. Cabezales de las alcantarillas en la vía de estudio.	27
Tabla 7. Diámetros de las alcantarillas circulares en la vía de estudio.	27
Tabla 8. Diámetros de las alcantarillas metálicas en la vía de estudio.	28
Tabla 9. Ubicación de los puentes inventariados en la vía de estudio.	30
Tabla 10. Tipos y dimensiones de los puentes inventariados en la vía de estudio.	30
Tabla 11. Funcionamiento de los puentes de la vía de estudio.	31
Tabla 12. Eventos geológicos establecidos en la red vial de estudio.	33

RESUMEN

Debido a la falta de información en la red vial en la Provincia de Loja se ha optado por técnicas, mecanismos y sistematización para la identificación y recolección de datos obtenidos en campo de la vía.

Con este proyecto vial es posible establecer información detallada de las obras de construcción hidráulicas como: alcantarillas y puentes, esto debido a que con el tiempo las condiciones iniciales de diseño van cambiando; zonas de fallas geológicas, puesto que estos generan problemas y alteran la normal circulación vehicular.

Los detalles de la infraestructura vial se obtienen mediante la ejecución de levantamientos específicos de datos en campo que se logran por medio de recorridos en la red vial. Con la información acopiada y con la ayuda de herramientas informáticas como Sistema de Información Geográfica, se crea una base de datos actualizados y mapas digitales que permitan planificar y mejorar la infraestructura vial.

Esta iniciativa permitirá obtener como resultado información técnica, que servirá como aporte al observatorio de Ingeniería de Tráfico e instituciones que requieran dicha información para el desarrollo de planes de mejoramiento vial.

Palabras Claves: Sistema de Información Geográfica, Georreferenciación, GPS, Inventario Vial, Infraestructura Vial, Smart Land.

ABSTRACT

Due to the lack of information in the road network in the Province of Loja, we have opted for techniques, mechanisms and systematization for the identification and collection of data obtained in the road field.

With this road project, it is possible to establish detailed information on hydraulic construction works such as culverts and bridges, this is because over time the initial design conditions are changing; zones of geological faults, since these generate problems and alter the normal traffic circulation.

The details of the road infrastructure are obtained through the execution of specific surveys of data in the field that are achieved through routes in the road network. With the information collected and with the help of computer tools such as the Geographic Information System, an updated database and digital maps are created to plan and improve the road infrastructure.

This initiative will provide technical information as a result, which will serve as input to the Traffic Engineering Observatory and institutions that require such information for the development of road improvement plans.

Keywords: Geographical Information System, Georeferencing, GPS, Road Inventory, Road Infrastructure, Smart Land.

INTRODUCCIÓN

Las redes viales se consideran como un factor esencial para el desarrollo socio-económico de un territorio, debido a esto el Ingeniero Civil debe tener en consideración aspectos técnicos fundamentales para un buen diseño y montaje de las vías; ya que estas embarcan diferentes actividades como comunicación, comerciales, culturales, turísticas, salud y educación, por lo tanto durante el trascurso del tiempo se ha elegido, obtener información actualizada que permita brindar un mejor transporte vehicular y una comunicación adecuada (Caraguay, 2015).

Debido al crecimiento del uso de tecnologías o herramientas de la información y comunicación, se ha ampliado conceptos referentes a “smartcities”, el cual en su significado hace reseña al desarrollo de una “ciudad inteligente”, que permita aportar a un óptimo aprovechamiento de grandes volúmenes de información y con esto mejorar la gestión del territorio, el manejo de recursos naturales, culturales y patrimonio de las personas y del medio ambiente. Como resultado de esto la Universidad Técnica Particular de Loja ha puesto en marcha un proyecto de Observatorio de Ingeniería de Tráfico el cual hace reseña a una bases de datos detallados que son obtenidos y procesados por parte de los docentes, profesionales en formación, consultores y entidades públicas y privadas; esta base de datos hace referencia a las variables de tráfico de la Red Estatal del cantón y Provincia de Loja, para luego con ella desarrollar proyectos, planificaciones y conservación vial (Universidad Técnica Particular de Loja, 2014).

La Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC) es una institución que tiene la iniciativa de crecer y fortalecer, para obtener información de suma importancia y con esta realizar planes de mantenimiento y actualizaciones más a menudo de investigaciones de la infraestructura vial, mediante boletines presentados de forma mensual. La asociación además tiene como objetivo realizar una gran cantidad de trabajos relacionados con la conservación vial para mejorar los accesos, movilidad, seguridad e infraestructura vial, mediante la incorporación de Comités Técnicos y Grupos de Estudio, para abordar la mayor cantidad de temas y obtener los resultados esperados (Parkman, Booth, Hine y Abell, 2014).

El desarrollo sostenible de los países de América Latina y el Caribe está a cargo de la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), esta institución busca encontrar medidas que coordinadas con otras instituciones permitan fomentar actividades que fortalezcan de una forma efectiva y productiva la realización de proyectos relacionados con la logística y movilidad proponiendo ayuda a las poblaciones y el medio ambiente. La CEPAL tiene como visión provisionar de servicios infraestructurales para facilitar el

movimiento, distribución de bienes y regular cada uno de los servicios de información, transporte de forma digna, oportuna, confiable, eficiente, segura y sostenible a lo largo de los países de habla hispana (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2015).

En Ecuador la institución encargada de contribuir con el desarrollo del sector vial es el MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas), esta entidad tiene como objetivos primordiales la creación de políticas, regulaciones, planes, programas y proyectos que permitan garantizar un transporte de calidad según los estándares internacionales, permitiendo con ello mejorar las condiciones económicas, sociales, medioambientales y creando un plan que permitan un desarrollo nacional (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2017).

El presente estudio fue realizado en la vía Loja – Malacatos – Vilcabamba en el cantón Loja, Provincia de Loja, sur del Ecuador. El principal objetivo fue el de generar información georreferenciada mediante un inventario vial, con el fin de alimentar la base de datos del Observatorio de Ingeniería de Tráfico de la UTPL:

- Geoposicionar las principales obras de arte en el tramo de estudio y determinar su estado de funcionamiento y dimensiones.
- Crear una base de datos actualizada de la infraestructura vial.

El proyecto está limitado a obtener una base detallada de información referente a elementos como son: Drenaje Horizontal (Alcantarillas), Puentes y fallas geológicas; que sean útiles y que garanticen un conocimiento del estado actual de la carretera.

El resultado que se obtendrán en el desarrollo del proyecto es contar con información actualizada de las variables de la infraestructura vial y de esa manera poder realizar planes que en un futuro ayuden a rehabilitar sectores o dar un correcto mantenimiento para garantizar un óptimo nivel de servicio a los usuarios; además elaboraciones de mapas temáticos que garanticen una adecuada observación de los datos que existen en campo y con ello fortalecer los procesos de planificación y toma de decisiones (Almeida, 2013).

El proyecto de fin de titulación constará de los siguientes capítulos que nos permitirán llegar a los resultados esperados y cumplir los objetivos planteados desde un inicio, es por ello que los hemos dividido de la siguiente manera: Capítulo 1 “FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ESTADO DE ARTE”, Capítulo 2 “MATERIALES Y MÉTODOS”; Capítulo 3 “ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS”.

CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ESTADO DE ARTE.

1.1. Estado del arte.

Hoy en día se pueden observar una gran cantidad de investigaciones relacionadas con la recolección de datos viales, así como la utilización de herramientas informáticas que nos permiten ordenar y procesar la información obtenida en campo.

Álvarez, López-Rodríguez, Canito, Moral y Camacho (2007) desarrollaron un modelo que consiste en la planificación del mantenimiento de la red vial de las carreteras en la ciudad de Badajoz, España. Además, Shrestha y Pradhananga (2009) realizaron una herramienta que permita tomar decisiones en el mantenimiento de carreteras, esto mediante la utilización del ArcGis 9.3. En la investigación se consideraron 3 caminos diferentes cuyos costos unitarios y tráfico cambian cada año.

Caraguay (2015) ejecutó un proyecto basado en la obtención de información de la Provincia de Zamora Chinchipe de forma actualizada y organizada; que permita estratégicamente y de forma eficaz realizar una planificación, mantenimiento y posibles mejoramientos de la red vial. Por lo tanto, Almeida (2013) propuso un modelo para la realización de inventarios viales mediante la aplicando del programa ArcGis 8.3, esto con el fin de obtener formularios de campo que sean fáciles de rellenar, que permitan acopiar y registrar fácilmente la información al ingresarlos a una herramienta informática.

La combinación de principios de ingeniería con sólidas prácticas comerciales y teorías económicas, proporcionan herramientas para facilitar un enfoque más organizado, lógico e integral para toma de decisiones. Esto es mediante un inventario que permite evaluar la condición y modelar su desempeño, permitiendo identificar los requisitos en corto y a largo plazo para toma de decisiones (Mihajlovic y Jokanovic, 2011).

Zapata y Cardona (2012) pudieron establecer la caracterización, un análisis de los elementos más importantes de su infraestructura y se identificaron los parámetros técnicos y geométricos que la conforman para integrarlos espacialmente sobre una Geodatabase corporativa que permite el despliegue de diferentes capas temáticas de estudio, tales como red vial, topografía, usos de suelo, red hídrica, catastro, equipamientos colectivos, espacios públicos, división administrativa, sistema de transporte, obras de infraestructura, entre otros.

Estos métodos permiten determinar las condiciones de la vía, evaluar sus indicadores y llevarlos a una herramienta SIG, que ayude a visualizar de una mejor manera el estado de la carretera, realizar diagnósticos y optimizar los recursos existentes, debido a esto hemos tomado en consideración el modelo propuestos por Almeida (2013).

1.2. Inventario vial.

El inventario vial es un conjunto de procedimientos que se basan en la recolección de información técnica, mediante una serie de procedimientos sistematizados que nos permitirán obtener documentos oficiales de datos conseguidos en las mediciones de campo, mediante recorridos en la zona de estudio; con esto se va a poder observar, identificar y registrar toda la información referente al estado de las vías o carreteras de una zona de estudio (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2014, p.11).

1.3. Inventario vial básico.

Un inventario vial básico tiene como objetivo realizar procedimientos que ayuden a recopilar la información estratégica de los elementos más importantes que componen la vía y poder establecer los sectores con mayores problemas, brindando un buen servicio a la ciudadanía (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2014, p.11).

Con todas las variables propuestas que generalmente tiene un inventario vial básico vamos a poder encontrar información eficiente, detallada y actualizada de los elementos que se ven principalmente afectados por las condiciones climáticas y topográficas del sector; ya que salvaguardándolas nos va a permitir contribuir con el desarrollo sustentable de las poblaciones.

1.4. Elementos considerados en el inventario vial.

En el inventario vial realizado se consideró los elementos más importantes que se encuentran en la vía de comunicación y de la misma manera los acontecimientos que se generan en la vía y que producen incomodidad al momento de transportarse.

1.4.1. Alcantarillas.

Una alcantarilla es un elemento estructural generalmente construido de hormigón armado, metal o de otros materiales que se coloca en la sección transversal de la carretera con el fin de evacuar toda el agua proveniente del escurrimiento superficial generado por lluvias (Pulecio, 2015).

Existen varios tipos de alcantarillas que se ha podido observar en la toma de datos de campo, estas son: Circular de Ármico, Circular de Hormigón, Rectangular de Hormigón como se puede observar en la Figura 1.



Figura 1. Alcantarilla rectangular de hormigón Km 0+990 del tramo Loja – Malacatos.

Fuente: El autor.

Elaborado: El autor.

1.4.1.1. *Mantenimiento de las alcantarillas.*

Las alcantarillas necesitan un correcto mantenimiento, para esta actividad se debe considerar la recolección, extracción y remoción de todo tipo de materiales que se encuentren depositados en la sección de las alcantarillas, cajas y canales de entrada y salida, sin tomar en consideración el material que se encuentre en los elementos que conforman la alcantarilla. Se debe tomar en consideración que todo el procedimiento debe estar encaminado a brindar un óptimo desempeño de la estructura cuando se producen temporadas de lluvia (Coronado, 2000).

1.4.2. Puentes.

Un puente como se observa en la Figura 2 es una estructura hidráulica de gran utilidad cuando se requiere comunicar lugares que poseen accesos muy difíciles, estos problemas generalmente se ven reflejados cuando la vía pasa por un río o donde exista una depresión topográfica; cada uno de los diseños van a depender de las condiciones que existan en el lugar, ya sea tipo de suelo, cantidad de agua, sedimentos que transporte el río, etc. Los

puentes se pueden elaborar en gran parte de hormigón, aunque también se puede observar elaborados de metal y madera (Gómez, 2016).



Figura 2. Puente de hormigón armado en el km 19+750 del tramo Loja – Malacatos.

Fuente. El autor.

Elaborado: El autor.

1.4.2.1. Mantenimiento de los puentes.

Este trabajo consiste en retirar todos los materiales, entre estos tenemos arenas, rocas, troncos de árboles o vegetación que se encuentre en la zona de evacuación del agua, estos elementos producen un inadecuado funcionamiento de la estructura hidráulica y reduce el número de años de vida, es decir, que al no realizar un adecuado mantenimiento de las estructuras estas sufrirán un cambio de las condiciones iniciales para las que fueron diseñadas (Coronado, 2000).

1.4.3. Eventos geológicos.

En un inventario vial es de suma importancia realizar una base de datos en los que se pueda observar las condiciones geológicas-geotécnicas como se puede ver en la Figura 3, ya que de esa manera se podrá tener en consideración las zonas de mayor riesgo,

brindando información a la entidad encargada del sistema para un continuo mantenimiento y prevención de riesgos desastrosos (Quintero, 2011)

Estos por lo general aparecen cuando las condiciones iniciales del suelo son alteradas por agentes externos como lluvia, vegetación, etc., es decir, que los valores de capacidad portante del suelo llegan a su punto máximo produciendo por consiguiente el fallo, por esto en una vía es de suma importancia poder encontrar señalética que nos ayude a tener precaución al momento de trasladarnos (Barreto, Valencia y Ramírez, 2013).



Figura 3. Deslizamiento en el km 7+220 del tramo Loja – Malacatos.

Fuente. El autor.

Elaborado: El autor.

1.4.3.1. Mantenimiento de los deslizamientos.

Cuando se produce un deslizamiento es muy difícil realizar su limpieza de una forma manual, ya que muchas de las veces se da el movimiento de grandes volúmenes de suelo que únicamente pueden ser removidas con maquinarias pesadas, es por ello que el mantenimiento vial es muy costoso y muy complicado de adquirir, pero trabajando coordinadamente entre las instituciones estatales se puede solucionar de una forma rápida, permitiendo a los usuarios trasladarse sin retrasos a sus lugares de destino (Coronado, 2000).

1.5. Tráfico.

El tráfico en una red vial es el factor principal que permite establecer las características de diseño, como espesor de la carpeta asfáltica o de hormigón y estructura de los materiales en los que va a ir apoyada; además permite obtener las características geométricas como número de carriles, anchos, espaldones, etc., y el mantenimiento que se le debe dar a la carretera para que pueda alargar su tiempo de vida (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

1.6. Red vial estatal.

La red vial estatal posee aproximadamente un total de carreteras igual 8672,10 km tomando en consideración las vías primarias y secundarias, de estos 12 son corredores Arteriales y 39 son vías colectoras tal como se ve en la Figura 4. Cada una de las carreteras que conforman la red estatal poseen una identificación tanto alfa-numérica, color y nombre, excepto la Troncal de la Costa Alternativa y la Troncal Amazónica Alternativa (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002).

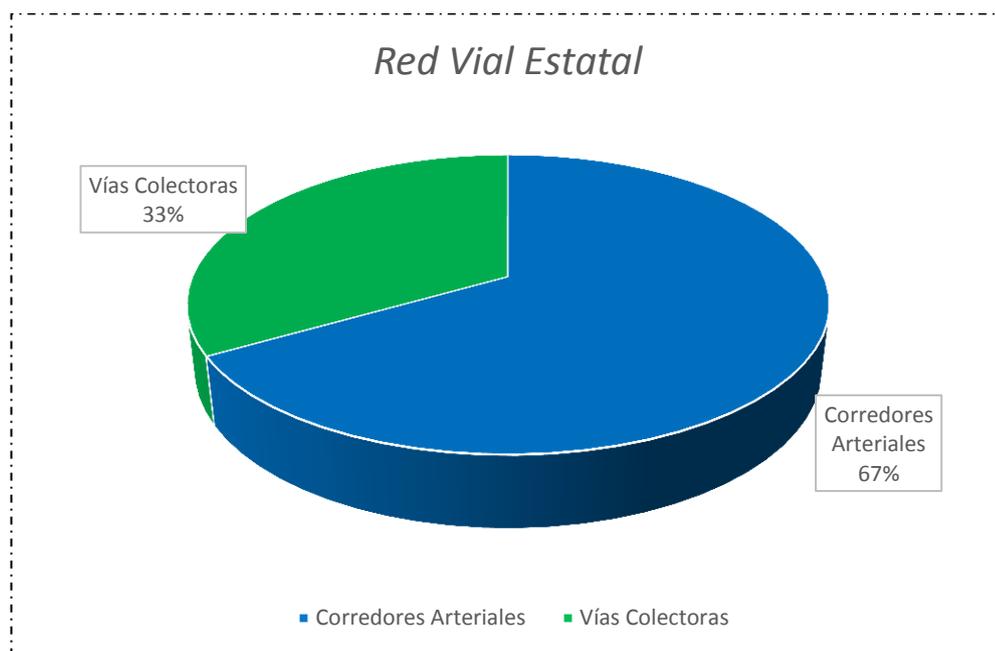


Figura 4. Porcentajes de las vías primarias y secundarias de la Red Estatal del Ecuador.

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002).

Elaborado: El Autor.

El ministerio de Transportes y Obras Públicas es la máxima autoridad responsable de administrar, manejar y controlar, de acuerdo con el decreto ejecutivo 860 del 18 de octubre. Todo el conjunto de carreteras del territorio ecuatoriano se lo conoce como la red vial nacional, las cuales están conformados por una gran variedad de vías, entre ellas se

encuentran las arteriales, colectoras estatales, vías terciarias y caminos vecinales, que por lo general se encuentran en las provincias y cantones; las vías colectoras y arteriales son los que generan registros de tráfico muy altos, ya que estas por lo general comunican las capitales de provincias, cabeceras de cantones, pasos internacionales fronterizos y centros de actividades económicas (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002).

1.7. Red vial de la Provincia de Loja.

La red vial de la provincia de Loja además de estar conformada por vías arteriales y colectoras, tienen una gran cantidad de vías terciarias y caminos vecinales que son de gran ayuda para comunicar cada cabecera cantonal con sus parroquias, barrios y comunidades, que muchas de las veces son zonas productoras (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002).

Las principales vías que unen y que son de gran importancia en la provincia de Loja son 6 entre arteriales y colectoras, en la Tabla 1 se va a poder observar las vías arteriales con su escudo, nombre y la ruta respectiva.

Tabla 1. Vías Arteriales de la Provincia de Loja.

Escudo	Nombre	Ruta
	Troncal de la Costa	Empieza desde el Puente del Río Puyango, pasando por Alamor, Pindal hasta llegar a Zapotillo.
	Troncal de la Sierra	Empieza desde el Puente del Río Daule, pasando por Saraguro hasta llegar a Loja.
	Transversal Sur	Empieza en el límite del cantón Zamora con el cantón Loja pasando por los cantones de Olmedo, Chaguarpamba hasta llegar al límite del cantón Piñas con el cantón Chaguarpamba, (El Oro con Loja).

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002).

Elaborado: El Autor.

Las vías colectoras de la Provincia permiten en su gran parte la comunicación entre los cantones y en algunos casos para unir al Ecuador con el Perú; además se caracterizan por que poseen pequeñas distancias de recorrido ya que se unen o sirven de aporte para las vías arteriales tal como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Vías Colectoras de la Provincia de Loja.

Escudo	Nombre	Ruta
	<p>Vía Colectora Alamor – El Empalme.</p>	<p>Empieza desde la ciudad de Alamor pasando por la ciudad de Celica hasta llegar a la Y de El Empalme.</p>
	<p>Vía Colectora Catamayo – Macará.</p>	<p>Empieza desde la ciudad de Catamayo pasando por el cantón Gonzanamá, Cariamanga hasta llegar al cantón de Macará.</p>
	<p>Vía Colectora Loja – La Balsa.</p>	<p>Empieza desde la ciudad de Loja pasando por la parroquia de Malacatos, Vilcabamba hasta llegar al límite del Cantón Loja con el Cantón Palanda.</p>

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002).

Elaborado: El Autor.

1.8. Base de datos fotográficos.

Contar con una serie de fotografías de las zonas de riesgo en el inventario mejorar las técnicas y expectativas de análisis a los problemas que se presenten y con ello establecer los puntos más críticos para solucionarlos. En el presente trabajo se ha realizado la toma de fotografías para poder contar además de datos de forma escrita, información visual o gráfica, que permitan establecer de mejor manera los cambios que se produzcan de una fecha a otra.

1.9. Sistemas de información geográfica.

Hoy en día este sistema juega un papel muy importante en la administración de información que se presenta de forma georreferenciada, por lo que se considera como una herramienta muy útil en el análisis, presentación e interpretación de datos referenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas de una superficie terrenal (Olaya, 2014).

1.9.1. Elementos principales de un SIG.

Para que los SIG se puedan establecerse como una herramienta útil y válida en la realización de proyectos (Figura 5), se debe tener en consideración los principales elementos que generan un correcto funcionamiento de la herramienta, los cuales son:

- **Datos.** Materia Prima para la generación de los SIG.
- **Métodos.** Formulaciones y metodologías que se aplica en los datos.
- **Software.** Aplicación informática para trabajar en los datos.
- **Hardware.** Equipo para ejecutar el software.
- **Personas.** Encargadas de realizar los SIG mediante el hardware y software.

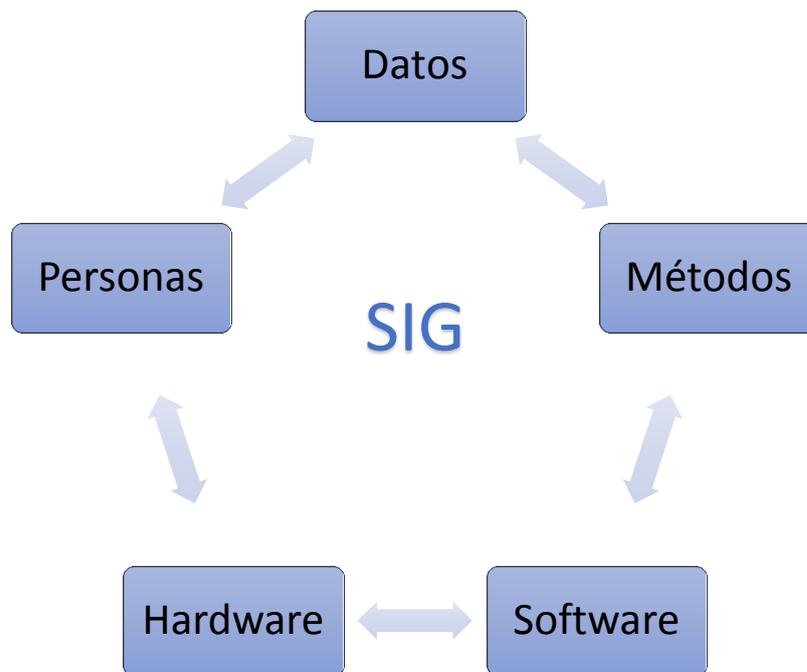


Figura 5. Elementos que forman un sistema SIG

Fuente: (Olaya, 2014).

Elaborado: El Autor.

1.10. Mapas temáticos en SIG.

Son mapas que permiten representar y mostrar las diferentes características de una zona o lugar, con el objetivo de brindar a las personas una idea puntual de información referente a vegetación, suelo, geología, geografía, tráfico, ubicación de elementos viales, etc. El

presente estudio se enfocará en mapas temáticos para geoposicionar cada elemento levantado en el tramo de estudio, un ejemplo del uso es el mostrado en la Figura 6.

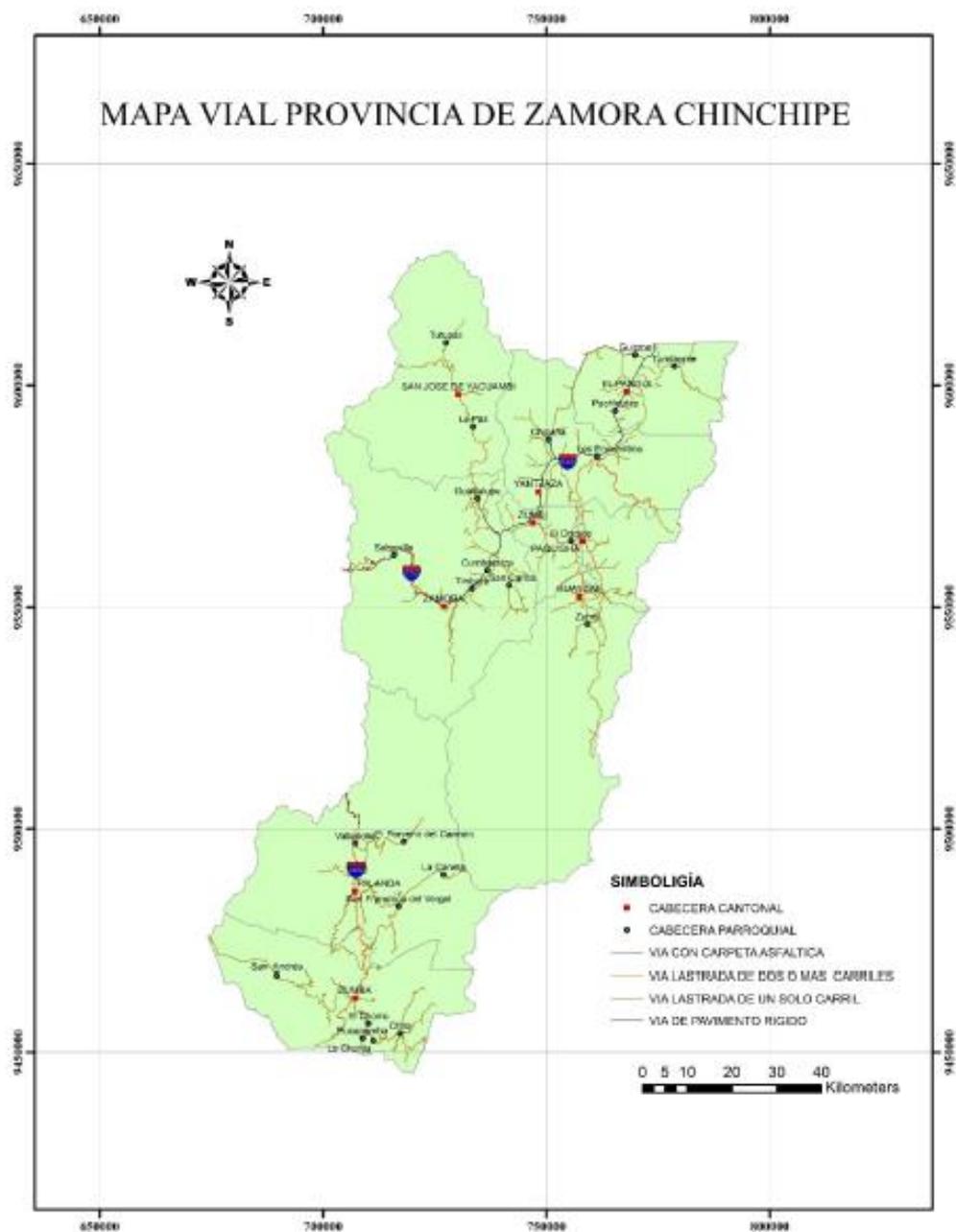


Figura 6. Mapa vial de la Provincia de Zamora Chinchipe.

Fuente: (Caraguay, 2015).

Elaborado:(Caraguay, 2015).

CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Ubicación.

El objeto de estudio corresponde a la vía colectora Loja – La Balsa E682 que une la provincia de Loja con Zamora Chinchipe; la vía de análisis tiene un total de 36,6 km desde la ciudad de Loja, hasta la parroquia de Vilcabamba, tal como se puede observar en la Figura 7.

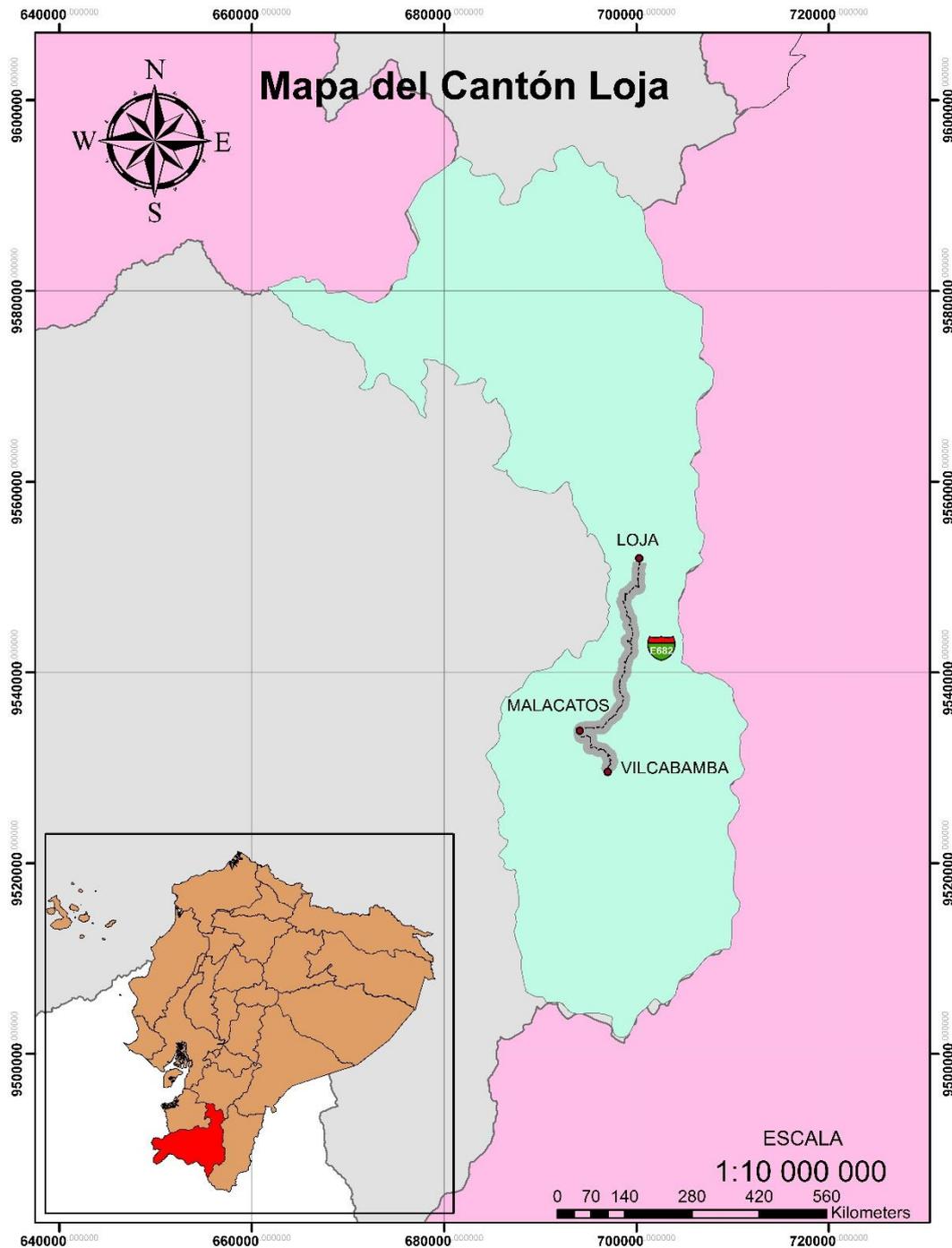


Figura 7. Mapa de la ciudad de Loja con la vía de análisis.

Fuente: El Autor.

Elaborado: El Autor.

En el análisis constan 2 tramos, el primero va desde la ciudad de Loja (Coordenadas UTM Este: 0700264 Norte: 9551334) hasta la parroquia de Malacatos (Coordenadas UTM Este: 0693317 Norte: 9533560) con una distancia total de 26,92 km y el segundo tramo va desde la parroquia Malacatos (Coordenadas UTM Este: 0693317 Norte: 9533560) hasta la parroquia de Vilcabamba (Coordenadas UTM Este: 0697042 Norte: 9529750) con una distancia total de 9,68 km.

2.1.1. Clima.

El clima de la provincia de Loja es muy variado, ya que se puede encontrar diferentes temperaturas y diferentes ambientes, es el caso de la ciudad de Loja, Celica, Saraguro que presentan temperaturas bajas, comparadas con los cantones de Zapotillo, Pindal, Macará, Catamayo que presentan temperaturas más elevadas.

En el caso de la vía de análisis en la que hemos desarrollado el trabajado podemos observar que los primeros kilómetros existen temperaturas que son bajas, esto debido a que se encuentran a mayor altura; luego a medida que se va descendiendo y se va acercando a las parroquias de Malacatos y Vilcabamba la temperatura que se presenta va incrementando.

2.1.2. Topografía.

La provincia de Loja al igual que la mayor parte de la sierra ecuatoriana posee una topografía muy irregular con un sistema montañoso muy pronunciado, esto debido a la presencia de la cordillera de los Andes.

La vía Loja – Malacatos – Vilcabamba está constituida por una topografía muy irregular, lo que la convierte en una carretera con una gran cantidad de pendientes muy pronunciadas y que en muchos de los casos dificultan la circulación de los vehículos; esto es debido a que se debe bajar desde una altura de 2186 m desde el punto inicial en la ciudad de Loja hasta 1477 m que posee la parroquia de Malacatos.

La gran importancia de tener una vía en buen estado es primordial, ya que con ello se podrá sacar los productos sin inconvenientes de una forma rápida, permitiendo generar ganancias al productor y beneficios al consumidor, además impulsando el crecimiento comercial de la provincia.

2.1.3. Características hidrológicas.

Los ríos más significativos de la provincia de Loja son el río Puyango y el río Catamayo que desembocan en la república del Perú, además existen un gran número de afluentes distribuidos en todo el territorio, entre ellos quebradas, vertientes, manantiales, etc.

En el trayecto desde Loja – Malacatos – Vilcabamba se puede observar que existe la presencia de varios ríos y quebradas, entre ellos se puede observar el río Malacatos que nace desde el sector de Cajanuma, el río Campanas y río Sabanilla, también quebradas pequeñas como Landanguí que atraviesan en ciertos lugares de la vía.

2.2. Materiales.

Para la realización del proyecto y para la recolección de información de tuvo que tomar en consideración la utilización de los materiales que se muestra a continuación.

2.2.1. GPS Navegador.

El GPS navegador como se ve en la Figura 8, es de marca Garmin modelo eTrex Venture HC con una pantalla LCD, con resolución de 176 X 220 Pixeles y con una precisión de 5 metros; este ayudó a obtener las coordenadas UTM de cada uno de los elementos que se encontró en la vía para su respectivo geoposicionamiento.



Figura 8. Imagen del equipo GPS Navegador eTrex.

Fuente: (Garmin Inc., 2000).

Elaborado: (Garmin Inc., 2000).

2.2.2. Cinta métrica.

La cinta métrica que se observa en la Figura 9, está elaborada de fibra de vidrio con una longitud de 30 metros (100 ft); esta es una herramienta que permitió las características de cada uno de los elementos, como son diámetro, longitud, etc.



Figura 9. Imagen del equipo de medición, cinta métrica.

Fuente: (Stanley, 2018).

Elaborado: (Stanley, 2018).

2.2.3. Vehículo de transporte y odómetro.

Para el traslado a los diferentes puntos de análisis en la vía, se consideró la utilización de una motocicleta Bajaj Pulsar 180 cc con 5 velocidades y de 4 tiempos como se observa en la Figura 10, esta además permitió con su odómetro establecer las abscisas correspondientes a cada uno de los elementos para la localización longitudinal.



Figura 10. Imagen del equipo de transporte, motocicleta Bajaj Pulsar.

Fuente: (Bajaj, 2018).

Elaborado: (Bajaj, 2018).

2.2.4. Cámara fotográfica.

Para realizar la captura de todos los elementos de la vía se utilizó la cámara del celular Iphone 5 como se observa en la Figura 11, con las peculiaridades que posee una resolución de 8 MP Full HD 1080P.



Figura 11. Imagen del equipo para fotografías, celular Iphone 5.

Fuente: (Apple Inc., 2017).

Elaborado: (Apple Inc., 2017).

2.2.5. Computadora.

Para el procesamiento de la información recolectada, ordenamiento, creación de los mapas temáticos y la redacción de informes se utilizó la computadora Toshiba Satélite de 5ta Generación, con un procesador Intel Inside Core i7 y con una tarjeta de video integrada de 4 GB como se indica en la

Figura 12.



Figura 12. Imagen del equipo para procesar la información, computadora Toshiba.

Fuente: (Toshiba Inc., 2018).

Elaboración: (Toshiba Inc., 2018).

2.3. Método para la realización de un inventario vial.

Para la obtención de información vial se consideró conveniente seguir el siguiente flujograma para observar de mejor manera la metodología empleada en el presente proyecto de investigación (Figura 13).

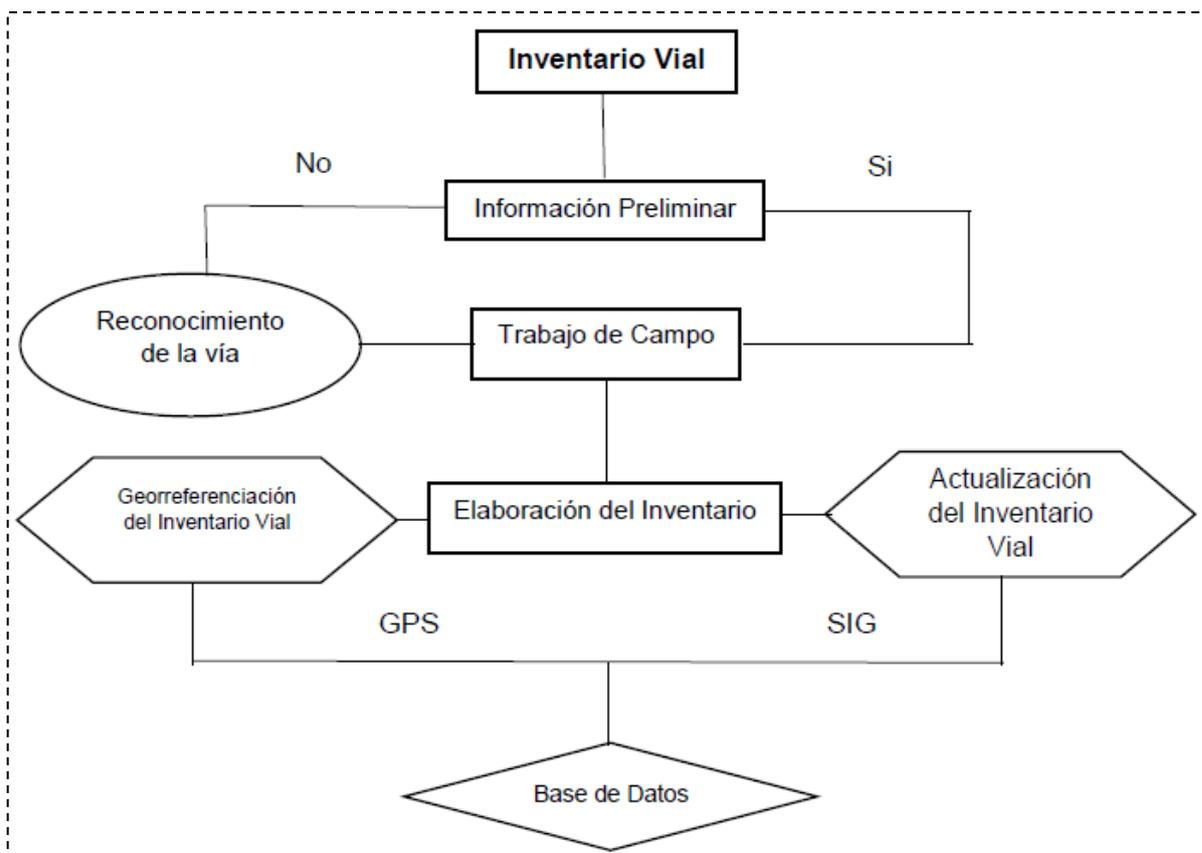


Figura 13. Flujograma de la metodología utilizada en el desarrollo del TFT.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2014).

Elaborado: El Autor.

2.3.1. Información preliminar.

El trabajo se inició con la identificación de cada una de las trayectorias con sus respectivos puntos iniciales y finales de los tramos a inventariar, esto con la ayuda de Google Earth; luego se evaluó los elementos que conforman la red vial y los que se van a tomar en consideración para el levantamiento de información, estableciendo plazos de ejecución de acuerdo con un cronograma de salidas que se consideró para la ejecución del inventario, cada una de estas actividades se las realizó en oficina antes de salir al campo.

2.3.2. Reconocimiento.

En esta sección del trabajo se estableció los puntos iniciales y finales fijos de control de la carretera en campo; una vez establecidos se determinaron las distancias que posee cada uno de los tramos mediante recorridos en la vía con el odómetro de la motocicleta, además de un reconocimiento e identificación de la zona de estudio a priori a la iniciación del trabajo.

2.3.3. Medición en campo.

Para empezar con las mediciones en campo se realizó una calibración y configuración de los equipos que permitirán obtener las abscisas y las coordenadas, esto con la ayuda de la motocicleta que posee el odómetro y GPS Navegador. Desde el punto inicial del primer tramo se partió en la motocicleta y se fue obteniendo las abscisas, con el GPS la georreferenciación y con la cinta las características de cada uno de los elementos como son Alcantarillas, en los que se registró el tipo, ancho o diámetro, longitud, cabezales y su estado; en los puentes se tomaron datos como el tipo, largo, ancho, muros de ala, protección lateral y funcionamiento; en los eventos geológicos se tomó en consideración el tipo de falla en el talud que se había generado. Adicionalmente con el celular se fotografió todos los elementos que constan en el inventario, trayectoria, puntos iniciales y finales que conforman los tramos.

2.3.4. Trabajo de gabinete.

Una vez establecida toda la información de campo se procede a ordenar y exportar la información georreferenciada y registrada, de la misma manera se establece una base de datos fotográficos según el tipo de elemento y abscisa que consta en la vía, para luego con esta elaborar un formato vial en una hoja electrónica para la transcripción de datos y la creación de mapas temáticos viales georreferenciados de cada uno de los elementos considerados en el inventario.

CAPITULO III. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

3.1. Vía inventariada.

Establecidos los datos de campo, se procedió a realizar el ordenamiento y procesamiento de la información obtenida, correspondiente a los tramos Loja – Malacatos – Vilcabamba en los cuales se pudo obtener los resultados que se muestran a continuación:

3.1.1. Alcantarillas.

Las alcantarillas constituyen un factor muy importante en el proceso de construcción y funcionamiento de la vía, debido a esto se ha establecido los resultados se muestran en la Tabla 3, en la cual se indica el tipo de material y su sección característica.

Tabla 3. Tipo de Alcantarilla en la vía de estudio.

Tipo	Total
Metálica	41
Hormigón Circular	35
Hormigón Rectangular	71
Otras (no identificada)	1
Total	148

Fuente: El Autor.

Elaboración: El Autor

Como se puede observar en la Figura 14, el mayor porcentaje de alcantarillas que existen en la vía son de hormigón rectangular y una pequeña parte de estas estructuras se desconocen debido a que se encontraban inaccesibles.

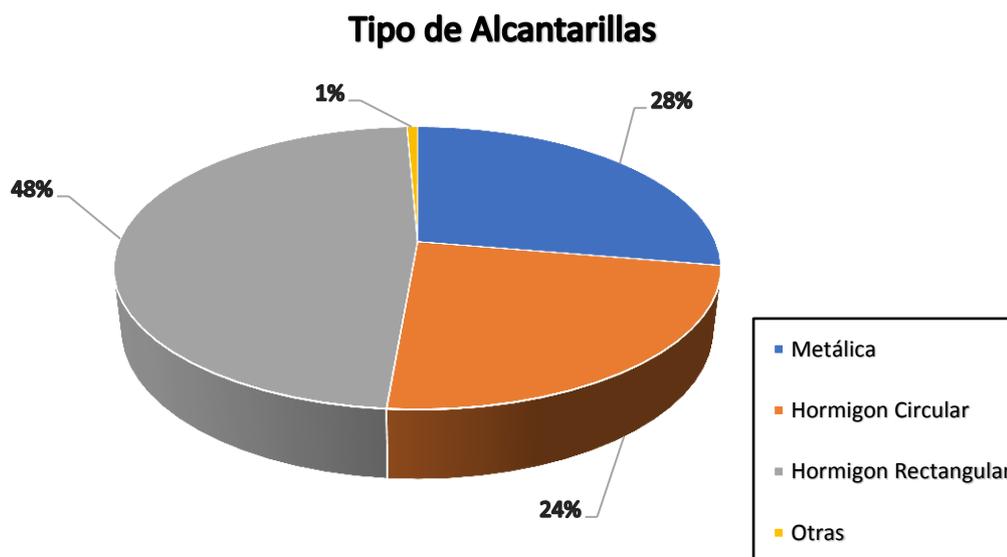


Figura 14. Tipos de alcantarillas en la vía de estudio.

Fuente: El Autor.

Elaboración: El Autor.

Debido al tiempo de vida y el funcionamiento que tienen las carreteras, sufren cambios en su estado; debido a esto, en la vía inventariada se pudo hallar que una gran parte se encontraba en un estado no favorable como se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Estado de las alcantarillas en la vía de estudio.

Estado	Total
Buena	34
Regular	57
Azolvada	45
Mala	12
Total	148

Fuente: El Autor.

Elaboración: El Autor

El estado de las alcantarillas en la vía de análisis se encuentra en su gran mayoría regular y azolvada tal como se observa en la Figura 15.; esto debido a que la vía ya se encuentra en funcionamiento algunos años.

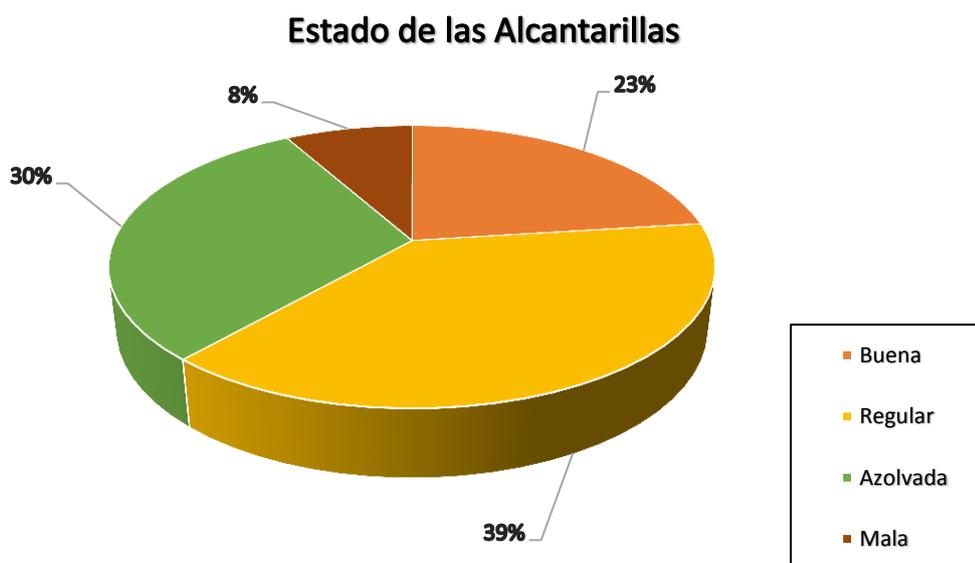


Figura 15. Estado de las alcantarillas en la vía de estudio.

Fuente: El Autor.

Elaboración: El Autor.

Como se mencionó anteriormente, la vía por sus años de servicio su infraestructura vial se encuentra en malas condiciones, en la siguiente información de la Tabla 5 se puede observar que las estructuras de hormigón circular son las que más han sufrido desgaste desde su inicio de funcionamiento hasta la actualidad.

Tabla 5. Tipo y estado de las alcantarillas en la vía de estudio.

Tipo y sección	Estado			
	Buena	Regular	Azolvada	Mala
Metálica	13	17	9	2
Hormigón Circular	6	15	10	4
Hormigón Rectangular	15	25	26	5
Otras	1	0	0	0
Total	35	57	45	11

Fuente: El Autor.

Elaboración: El Autor

Las alcantarillas con todas sus partes estructurales hidráulicas contribuyen a una evacuación del agua de forma más eficiente, debido a esto en los tramos de análisis se pudo observar que la mayor cantidad de alcantarillas constan de cabezales que ayuda a un correcto desalojo del agua (Tabla 6).

Tabla 6. Cabezales de las alcantarillas en la vía de estudio.

Alcantarilla	Total
Con cabezal	133
Sin cabezal	15
Inaccesible (sin datos)	0
Total	148

Fuente: El Autor.

Elaboración: El Autor

Las alcantarillas de tipo circular son las más eficientes hidráulicamente, debido a esto en los tramos de análisis se pudo observar una gran presencia de alcantarillas circulares de hormigón con 3 diámetros diferentes, considerando la de 90 cm la de mayor presencia como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Diámetros de las alcantarillas circulares en la vía de estudio.

Alcantarillas de Hormigón Circular	Total
φ 600 mm	3
φ 900 mm	28
φ 1200 mm	4
Total	35

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

Como se habló anteriormente en los tramos de análisis de la vía se pudo encontrar gran número de alcantarillas circulares, en este caso una gran parte elaboradas de armico (metálicas), con diámetros en su mayoría de 1,2 m como se puede observar en la Tabla 8.

Tabla 8. Diámetros de las alcantarillas metálicas en la vía de estudio.

Alcantarillas Metálicas	Total
φ 900 mm	2
φ 1200 mm	37
φ 3800 mm	2
Total	41

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

La georreferenciación de los elementos estructurales de las vías es de suma importancia para que las instituciones estatales o privadas que están a cargo realicen proyectos que permitan mejorar de la infraestructura vial.

La realización de mapas temáticos como se observa en la Figura 16 es de gran ayuda para realizar programas de mantenimiento y mejoramiento en caso de que fuere necesario por los organismos correspondientes.

Las alcantarillas están en gran parte influenciadas por la presencia de grandes áreas hidrológicas de aporte que están sometidos a caudales y sedimentos que deben ser evacuados por la estructura, por lo tanto, en el diseño se debe tener en consideración la cantidad de sedimentos que se va a obtener a partir del caudal líquido, estos valores van incrementando a medida del paso de los años, viéndose reflejados en el coeficiente de escorrentía; debido a esto es muy necesario realizar la toma de información para ir actualizándola constantemente y no existan problemas que puedan perjudicar el correcto funcionamiento de las obras de arte permitiendo mantenerse en buen estado (Briceño, 2017).

Debido a esto la Universidad Técnica Particular de Loja con el observatorio trata de obtener información con respecto a toda la red vial de la provincia de Loja; para brindar a los lojanos un valioso informe que permita realizar planes de conservación vial y colocar a Loja como una ciudad inteligente.

Como dice Forrero y Garay (2017) la utilización de recursos físicos en la realización de inventarios viales que se basen en el procesamiento y análisis de documentos, permite mejorar las observaciones y resultados que se obtuvieron en el análisis y con esto mejorar la valoración y diagnóstico de los diferentes recursos que se muestren en la zona de estudio.

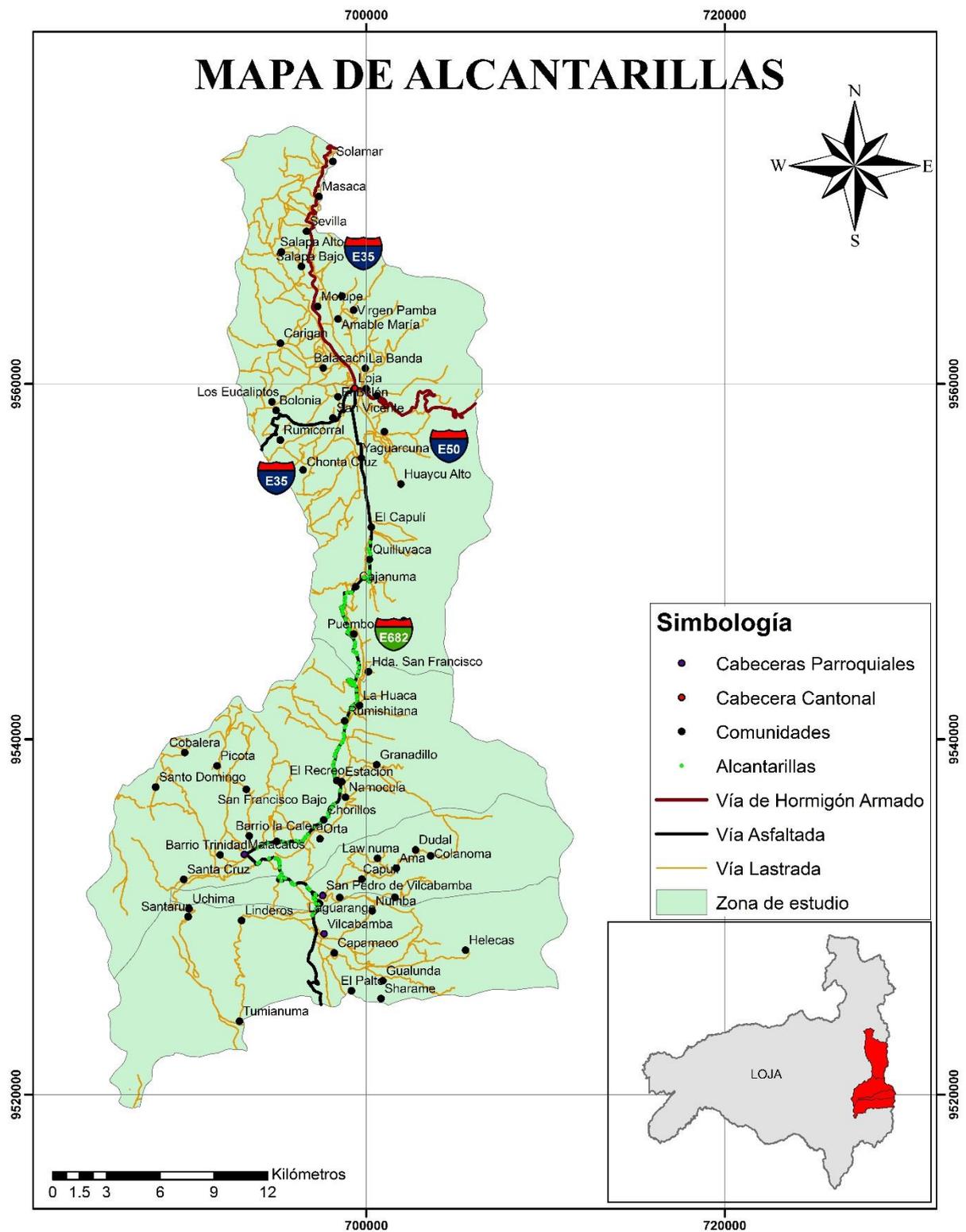


Figura 16. Mapa de localización de las alcantarillas en el tramo vial Loja - Vilcabamba.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

3.1.2. Puentes.

Durante el proceso de recolección de datos e información de la red vial que une Loja – Malacatos – Vilcabamba se pudo establecer la siguiente información que se muestra en la Tabla 9, donde se puede visualizar las características principales de la ubicación de cada una de las estructuras hidráulicas.

Tabla 9. Ubicación de los puentes inventariados en la vía de estudio.

N°	Puente sobre/en	Vía	Parroquia	Coordenadas	
				Norte	Este
1	Río Malacatos	Vía Loja - Malacatos	San Sebastián	9548974	700225
2	Río Malacatos	Vía Loja - Malacatos	San Sebastián	9548900	700215
3	Quebrada Landangui	Vía Loja - Landangui	Malacatos	9536612	698470
4	Río Campanas	Vía Malacatos - Vilcabamba	Malacatos	9533378	693481
5	Río Sabanilla	Vía Malacatos - Vilcabamba	Vilcabamba	9529966	696992

Fuente: El Autor.

Elaboración: El Autor

En un inventario de puentes es muy necesario establecer el tipo de estructura y las dimensiones que presenta cada uno, como se puede observar en la Tabla 10, ya que de esa manera se podrá determinar el caudal circundante que atraviesa, las condiciones de resistencia debe tener para construirlo y para que pueda funcionar de una manera correcta.

Tabla 10. Tipos y dimensiones de los puentes inventariados en la vía de estudio.

N°	Puente sobre	Tipo	Ancho (m)	Largo (m)
1	Río Malacatos	Hormigón	9,50	10,50
2	Río Malacatos	Hormigón	10,25	10,15
3	Quebrada Landangui	Hormigón	9,60	19,20
4	Río Campanas	Metálico (Bailey)	4,60	24,80
5	Río Sabanilla	Hormigón	8,30	21,10

Fuente: El Autor.

Elaboración: El Autor

Los puentes son obras muy grandes e importantes cuando se producen grandes precipitaciones, por lo que se debe tener en consideración muy a menudo su estado actualizado, tal como se muestra en la Tabla 11, permitiendo de esa manera un bajo porcentaje de daños en la vía, como dejarlos incomunicados con otras poblaciones.

Tabla 11. Funcionamiento de los puentes de la vía de estudio.

N°	Puente sobre	Muros de Ala	Protección Lateral	Funcionamiento
1	Río Malacatos	Hormigón	Pasamanos de Hormigón	Correcto
2	Río Malacatos	Hormigón	Pasamanos de Hormigón	Parcial
3	Quebrada Landangui	Hormigón	Pasamanos Metálico	Correcto
4	Río Campanas	No existe	No existe pasamanos	Parcial
5	Río Sabanilla	Hormigón	Pasamanos de Hormigón	Correcto

Fuente: El Autor.

Elaboración: El Autor

La realización de la actualización de los puentes tiene el objetivo de que el tráfico que circule por la zona lo haga de una forma segura, esto mediante la detección de los problemas de una forma temprana. Debido a esto el ingeniero debe proveer de una información completa y detallada luego de haber realizado la inspección visual, esto mediante la presentación de documentos que nos ayuden a establecer las condiciones y deficiencias en las que se encuentra para que en un futuro se pueda alertar y no existan daños muy graves que afecten a la población (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2006).

La digitalización de información recolectada en campo es muy importante, ya que los mapas temáticos como se muestran en la Figura 17, permiten representar de forma gráfica los puntos de interés, ya que obteniendo las coordenadas exactas se podrá plantear propuestas e implementación de mejoramientos (Forrero y Garay, 2017).

Según las características que conforman la estructura del puente estas deben priorizar aspectos importantes como el índice de riesgo relativo el cual se relaciona o combina con el índice de vulnerabilidad, el cual se lo obtiene a partir de las características de cada uno de los elementos que conforman la estructura y la inminencia que se da por medio de los agentes extremos que solicita el puente para soportar grandes precipitaciones, sismos producidos por la zona y utilidad que se produzca, por ejemplo gran circulación de los vehículos, como autobuses y camiones; a diferencia de la carga que se da por la presencia de vehículos livianos o camiones de hasta 3 toneladas (Benzadón, 2007).

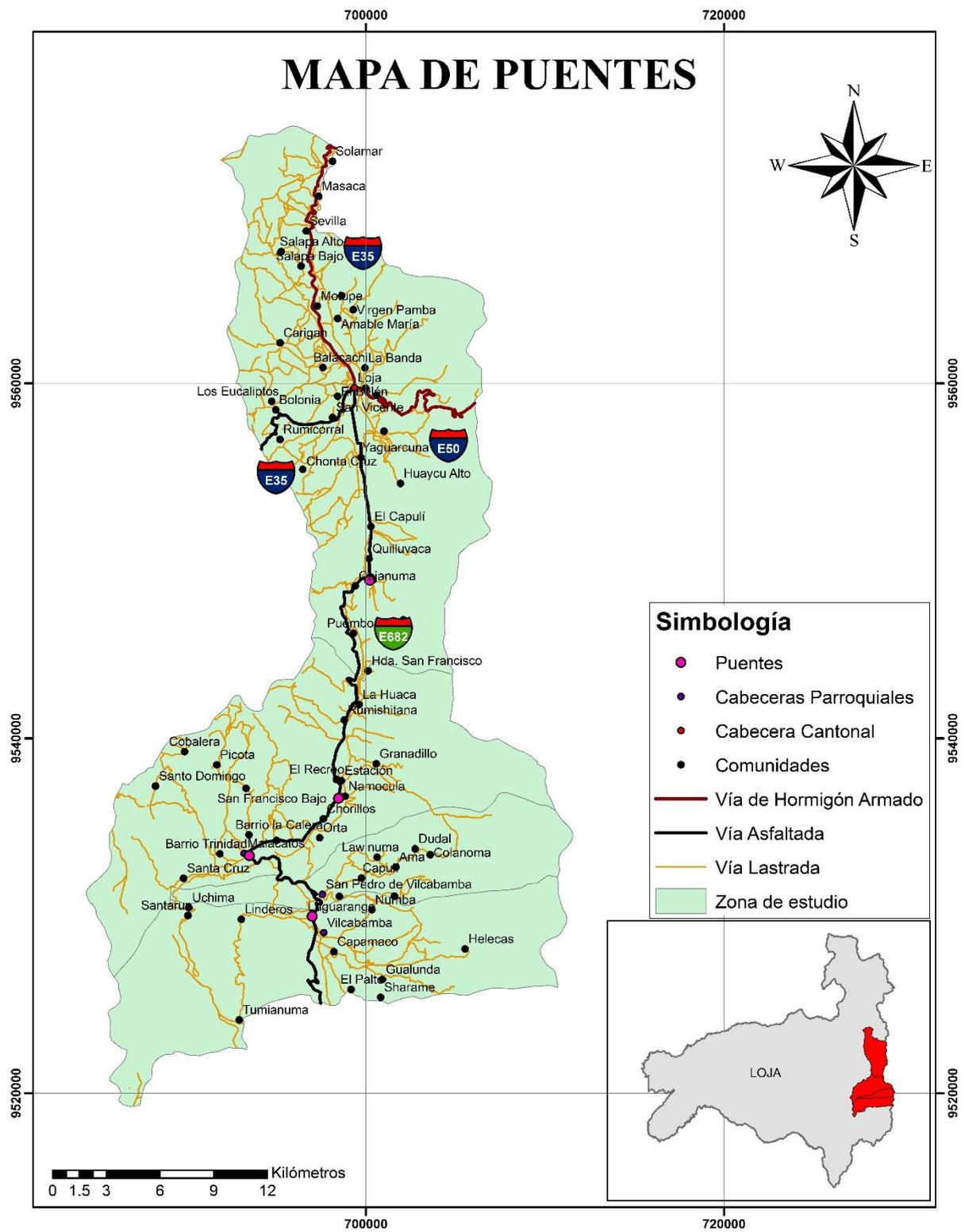


Figura 17. Mapa de localización de los puentes de la red vial Loja - Vilcabamba.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

3.1.3. Eventos geológicos.

Debido a las obstrucciones continuas que se presentan en las carreteras y que conllevan a dificultar el proceso de transporte de la ciudadanía, se realizó la recolección de información de los deslizamientos en la red vial Loja – Malacatos – Vilcabamba, como se puede observar en la Tabla 12, que se muestra a continuación:

Tabla 12. Eventos geológicos establecidos en la red vial de estudio.

N°	Tipo de falla	Coordenadas		Observaciones
		Norte	Este	
1	Deslizamiento	9549128	700235	-
2	Cantera	9548890	700204	Explotación de Material de piedra
3	Deslizamiento	9549052	699811	-
4	Deslizamiento	9548796	699520	-
5	Deslizamiento	9548686	699479	-
6	Deslizamiento	9548634	699402	-
7	Asentamiento	9548560	699258	-
8	Deslizamiento	9546186	699037	-
9	Asentamiento	9545838	699191	-
10	Asentamiento	9545140	699339	-
11	Asentamiento	9544334	699553	-
12	Asentamiento	9543628	699512	-
13	Deslizamiento	9542604	699462	-
14	Deslizamiento	9540470	698763	-
15	Deslizamiento	9539286	698311	-
16	Derrumbe	9537678	698364	-
17	Asentamiento	9534240	695794	-
18	Asentamiento	9534210	695712	-
19	Asentamiento	9534156	695583	-
20	Asentamiento	9534186	695456	-
21	Asentamiento	9534228	695250	-
22	Asentamiento	9534206	694787	-
23	Asentamiento	9533344	694702	-
24	Deslizamiento	9532096	695334	-
25	Deslizamiento	9531728	696652	-
26	Asentamiento	9531286	696972	-
27	Asentamiento	9530864	697231	-
28	Deslizamiento	9530744	697234	-

Fuente: El Autor.

Elaboración: El Autor

Debido a que la red vial en el Ecuador es muy extensa al igual que procesos de estabilidad de taludes, se debe tomar en consideración el análisis de cada uno de los tramos mediante un inventario que contenga la georreferenciación como se muestra en la Figura 18, esto

para poder tener información máxima posible y que no perjudique a las comunidades cercanas.

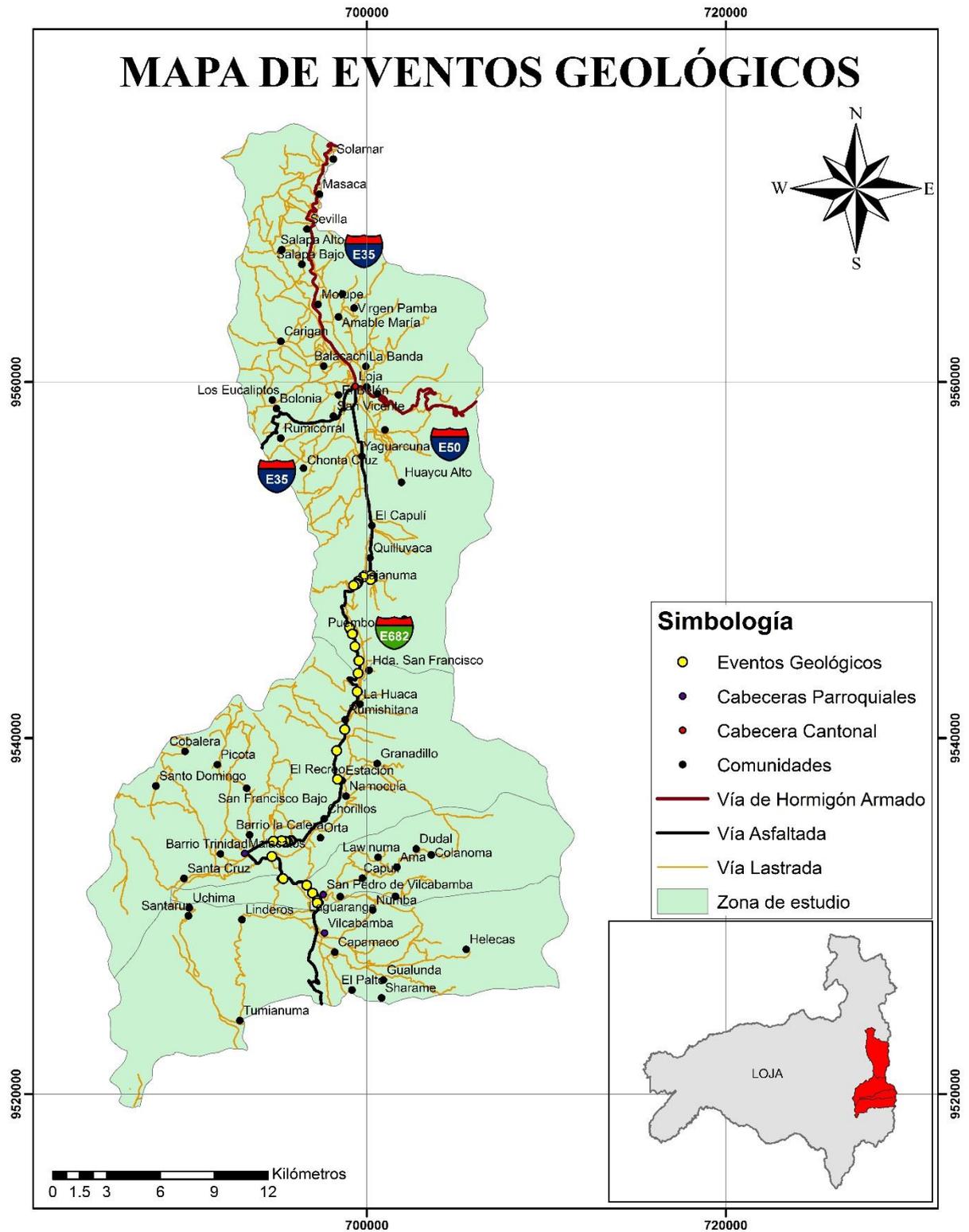


Figura 18. Mapa de localización de los eventos geológicos de la vía Loja - Vilcabamba.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

CONCLUSIONES.

Se estableció un total de 36,6 km de inventario vial referente al tramo E682, el cual está compuesto de capa de rodadura asfáltica con 2 carriles con un estado regular, debido a la gran presencia de baches y asentamientos que se generan por la inestabilidad del suelo y por los años de servicio. A la par se construyó una base datos con la información recabada en campo y un registro fotográfico de la cada una de la infraestructura vial levantada donde se pudo establecer.

- Se obtuvo en el inventario vial un total de 148 alcantarillas, en un promedio se establece que se encontrará una obra de arte cada 250 m, esto debido a que el eje vial se encuentra en un sistema montañoso en la cual se producen lluvias regularmente, por lo consiguiente se necesita un gran número para poder realizar la evacuación del agua. Las alcantarillas inventariadas se encuentran construidas en su gran mayoría de hormigón de sección rectangular (48% del total) y de alcantarillas de ármico metálicas (28% del total) con un diámetro de 1.2 m; de estas una gran parte se encuentran en un estado regular (39% del total) y un 23% del total en buen estado. Las alcantarillas inventariadas de hormigón circular son las que más han sufrido daños y se encuentran en condiciones deficientes, seguidas de las de hormigón rectangular, aunque se encuentre en mayor proporción las alcantarillas rectangulares o cajón.
- Se estableció un total de 5 puentes, en promedio un puente cada 7.32 Km, estos puentes inventariados están en un rango aceptable de funcionamiento, pero se debe tener en consideración un mantenimiento más seguido que no empeore las condiciones de diseño, ya que en ellos se debe priorizar aspectos importantes como el índice de riesgo relativo producido por los vehículos, sismos, crecidas debido a precipitaciones, etc.; estas estructuras hidráulicas la mayor parte están construidas de hormigón armado con sus respectivos elementos, excepto el puente metálico Bailey que se encuentra a la salida de Malacatos – Vilcabamba que fue colocado temporalmente para el tránsito vehicular parcial.
- En el trayecto se encontró un gran número de eventos geológicos, un promedio de un evento cada 1.3 km, esto hace que la vía siempre se encuentre en mal estado tanto su capa de rodadura como su infraestructura vial cambiando las condiciones

iniciales para las que fueron diseñadas; el mayor número de problemas que se estableció en la vía fueron asentamientos (50% del total de eventos) y deslizamientos (43% del total de eventos), estos problemas hacen que la vía se encuentre en mal estado, causando incomodidad y demoras en los usuarios que se trasladan por la vía.

La realización de mapas temáticos para geoposicionar los puntos de interés de las obras de arte es de gran ayuda para estudios que se realice en un futuro, debido a que optimiza el procedimiento y análisis de documentos, obteniendo los mapas se mejora las observaciones que se obtienen en el análisis, la valoración, el diagnóstico, las propuestas de mejoramiento y la implementación de los diferentes recursos que se muestran en la vía donde se va a realizar el estudio; por ello se ha realizado cada uno de los mapas para observar la ubicación con coordenadas UTM de infraestructura vial levantada al igual de eventos geológicos superficiales como es el caso de deslizamientos.

RECOMENDACIONES.

Se debe tratar de que la toma de datos para las abscisas en cada uno de los elementos de la infraestructura vial inventariada, se considere la utilización de un vehículo que tenga una mejor precisión en su odómetro, ya que de esa manera se establecerá la ubicación de una manera más precisa.

Con los recorridos realizados que se pudo establecer que la estructura vial se encontraba con problemas como baños, desgaste, etc., por lo que se debe tomar en consideración en futuras investigaciones la toma de parámetros que permitan cuantificar los daños a la estructura y crear planes que permitan realizar mantenimientos y reparos.

La información obtenida en el inventario vial no solamente debe quedar en repositorio, sino que debe tratar de que llegue a instituciones públicas y privadas que tengan la competencia en la infraestructura vial, para que puedan realizar mejoras y puedan funcionar de una manera correcta, de acuerdo con las necesidades de la población.

Es conveniente que la base de datos del inventario vial obtenido sea alimentada y actualizada continuamente, debido a que cuando entre en intervención o se haya presentado algún evento que cambie las condiciones de la toma de información no se tenga que levantar de nuevo todo y solamente se haga una comprobación.

BIBLIOGRAFÍA.

- Almeida Lema, V. (2013). *Modelo para realizar el inventario de vías en la provincia de Tungurahua, aplicando el programa ARGIS 8.3.*
- Álvarez, P., López-Rodríguez, F., Canito, J. L., Moral, F. J., & Camacho, A. (2007). Development of a measure model for optimal planning of maintenance and improvement of roads. *Computers & Industrial Engineering*, 52(3), 327–335. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2006.12.009>
- Apple Inc. (2017). Celulares iPhone. Retrieved from <https://www.apple.com/la/iphone/buy/ec/>
- Bajaj. (2018). Motocicletas Pulsar. Retrieved from <https://www.globalbajaj.com/mexico/spanish/brands/motorcycles/pulsar/>
- Barreto Maya, A. P., Valencia González, Y., & Ramírez Echeverri, O. (2013). *Evaluación comparativa de la capacidad de carga en cimentaciones profundas. Fórmulas analíticas y ensayos de carga. Boletín de Ciencias de la Tierra* (Vol. 0). Retrieved from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/35996>
- Benzadón, A. M. (2007). Gerencia de infraestructura diseño e implementación de un sistema de gestión vial y de espacio público para Bogotá , Colombia. *Infraestructura Vial, Revista* 17, 4–12. Retrieved from <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/2061>
- Briceño Briceño, E. W. (2017). *Evaluación de la capacidad hidráulica para la evacuación de caudales y sedimentos de drenaje transversal de carreteras.*
- Caraguay Satama, J. L. (2015). *Inventario de la red vial de la provincia de Zamora Chinchipe con miras al proyecto SmartLand.*
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2015). Logística y movilidad. Retrieved June 21, 2018, from <https://www.cepal.org/es/temas/logistica-y-movilidad>
- Coronado, J. (2000). Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial., 342.
- Forrero Naranjo, R. A., & Garay Sánchez, C. F. (2017). *Inventario de la infraestructura vial. Caso estudio UPZ 90 Pardo Rubio, localidad de Chapinero Bogotá D.C.* Universidad Piloto de Colombia.
- Garmin Inc. (2000). Manual del Propietario. *Navegador Personal Etrex*, 24.

- Gómez Verde, E. (2016). Socavación en puentes. | Diseño de puentes - Gipsa Ingeniería. Retrieved July 11, 2018, from <https://www.gipsaingenieria.mx/single-post/2016/08/24/Socavación-en-puentes>
- Mihajlovic, D., & Jokanovic, I. (2011). Road data collection and database establishment in developing countries-three case studies. *Proceedings of the 2009 ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering*, 987–996.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2002). *Plan maestro de vialidad*.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). LIBRO A NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12 -MTOP. Retrieved from https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2017). *Planificación estratégica institucional 2015 - 2017*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2006). *Guía para inspección de puentes*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2014). *Manual de inventarios viales*. Lima.
- Olaya, V. (2014). Sistemas de información geográfica. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Parkman, C., Booth, C., Hine, J., & Abell, R. (2014). *Importancia de la conservación de carreteras*.
- Pulecio Díaz, J. A. (2015). Tipología obras de drenaje y subdrenaje en vías, 6, 31. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.16925/greylit.1198> NOTA
- Quintero González, J. R. (2011). Road Inventories and the Road Net Categorization in the Traffic and Transport Engineering Studies, 20(30). Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/4139/413940769007.pdf>
- Shrestha, P. P., & Pradhananga, N. (2009). GIS-based road maintenance management. *Proceedings of the 2009 ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering*, 346(702), 472–484. [https://doi.org/10.1061/41052\(346\)47](https://doi.org/10.1061/41052(346)47)
- Stanley. (2018). Herramientas Manuales. Retrieved from <http://www.stanleyworks.es/products/sub4/Productos/HERRAMIENTAS+MANUALES+/>

Medición/Flexómetros+

Toshiba Inc. (2018). Computadores. Retrieved from <http://www.toshiba.es/laptops/product-filter/>

Universidad Técnica Particular de Loja. (2014). Smart Land territorios inteligentes. Retrieved June 21, 2018, from <http://smartland.utpl.edu.ec/es>

Zapata Duque, J. A., & Cardona Londoño, G. J. (2012). Aplicación de los sistemas de información geográfica para la gestión de la malla vial de la ciudad de Medellín. *Ing USBMed*, 3(2), 70–84. Retrieved from <http://web.usbmed.edu.co/usbmed/fing/v3n2/v3n2a9.pdf>

ANEXOS

Anexos fotográficos

Alcantarillas



Figura 19. Alcantarilla en buen estado en el Km 3+120 de la vía en estudio.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor



Figura 20. Alcantarilla en estado regular en el Km 8+210 de la vía en estudio.

Fuente: El Autor.

Elaboración: El Autor.



Figura 21. Alcantarilla azolvada en el Km 23+550 de la vía en estudio.

Fuente: El Autor.

Elaboración: El Autor.



Figura 22. Alcantarilla mal estado en el Km 29+450 de la vía de estudio.

Fuente: El Autor.

Elaboración: El Autor.

Puentes



Figura 23. Puente de hormigón y pasamano de hormigón Km 36+100 de la vía en estudio.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor



Figura 24. Puente de hormigón y pasamano de acero Km 19+750 de la vía en estudio.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor



Figura 25. Puente Bailey Km 27+170 de la vía en estudio.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

Fallas geológicas



Figura 26. Deslizamiento del talud Km 3+890 en la red vial Loja - Vilcabamba.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor



Figura 27. Falla geológica en la carpeta asfáltica Km 4+210 de la vía en estudio.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor



Figura 28. Asentamiento en la carpeta asfáltica Km 7+850 de la vía en estudio.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor