

Caracterización de la Vía Terciaria “El Molino – Las Amarillas” de Piedecuesta Santander  
Implementando un SIG.

Daniel Julián Angarita Ocampo

Leidy Carolina Delgado Méndez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Director:

Miller Humberto Salas Rondón

Doctor en Ingeniería Civil – Vías

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2022

### **Dedicatoria**

Primeramente, a Dios que me ha brindado la sabiduría y la paciencia en los momentos difíciles para poder culminar este hermoso proceso de vida universitaria y poder ser un excelente profesional.

A mis padres, Humberto Angarita Martines y Luz Dary Ocampo García quienes siempre han estado para mí, para apoyarme y guiarme por el mejor camino que con su ejemplo de criar una familia amorosa y unida son el mejor modelo a seguir.

A mi tía, Consuelo de Jesús Ocampo García que es mi segunda madre que desde que nací siempre estuvo presente para cuidarme, corregirme y apoyarme con todo el amor.

A mi hermana, Daniela Juliana Angarita Ocampo que es una mujer fuerte y que no se vence ante las adversidades y que me dio la felicidad de poder conocer a mi sobrino Cristian Felipe Medina Angarita.

A todas aquellas personas que han aportado en mi formación personal y profesional.

A todos, ¡MUCHAS GRACIAS!

*Daniel Julián Angarita Ocampo*

A Dios en primera instancia por permitirme haber culminado este proceso de la mejor manera, que a pesar de todas las adversidades siempre me dio fortaleza y sabiduría para seguir adelante más fuerte que nunca.

A mis padres Héctor Saul Delgado Cáceres y Elsa Marina Méndez Peña quienes siempre han sido mi motivación para crecer profesionalmente, que durante el proceso creyeren en mí siempre dándome ánimos, seguridad y confianza de que todo se daría de la mejor manera.

A mis hermanos Keiner Johan Delgado Méndez y Lisbeth Daniela Delgado Méndez quienes estuvieron presentes en dicho proceso por darme alegría en momentos donde me sentía de ánimos bajos, por creer en mí siempre y estar ahí dando amor y alegría.

A todas aquellas personas que estuvieron durante esta etapa de mi vida, por aportar de gran manera en mi vida ética y profesional por su incondicionalidad.

A todos, ¡MUCHAS GRACIAS!

*Leidy Carolina Delgado Méndez*

### **Agradecimientos**

A todas las personas que ayudaron a que este proyecto se pudiera llevar a cabo y que siempre han estado para nosotros con un apoyo incondicional.

A nuestros compañeros con quienes compartimos buenos momentos y nos ayudaron a despejar incontables dudas y con quienes pudimos sufrir y gozar la bella vida universitaria.

**Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	12
1. Objetivos .....	15
1.1 Objetivo General .....	15
1.2 Objetivos Específicos.....	15
2. Marco Teórico.....	16
3. Metodología .....	19
3.1 Contextualización .....	19
3.2 Identificar la Información .....	20
3.3 Recolección de la Información .....	20
3.4 Socialización.....	28
3.5 Guia para la Implementación de Sistemas de Información Geografica SIG .....	31
4. Análisis de Datos y Resultados.....	31
5. Conclusiones .....	35
6. Recomendaciones .....	37
Referencias Bibliográficas .....	39
Apéndices.....	41

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>Distribución Red vial de Colombia</i> .....	14
Figura 2. <i>Tramo vial de 5km extraído de ArcGis</i> .....	19
Figura 3. <i>Capa Propiedades con su respectivo Formularios Variables y Campos Específicos</i> ..	20
Figura 4. <i>Interfaz de Ingreso Trimble Connect</i> .....	21
Figura 5. <i>Creación Proyecto Nuevo</i> .....	22
Figura 6. <i>Creación Espacio de trabajo de Mapas</i> .....	23
Figura 7. <i>Creación de formularios</i> .....	24
Figura 8. <i>App Terraflex Interfaz</i> .....	25
Figura 9. <i>Captura de información</i> .....	26
Figura 10. <i>Datos Recolectados</i> .....	27
Figura 11. <i>Descarga de los Datos en Formato Shapefile</i> .....	27
Figura 12. <i>Archivos Mínimos Requeridos</i> .....	28
Figura 13. <i>Cambio Sistema Coordinado</i> .....	29
Figura 14. <i>Selección Sistema Coordinado</i> .....	30
Figura 15. <i>Montaje de la Información de Entrega</i> .....	30
Figura 16. <i>Estado de Servicio de las Obras de drenaje</i> .....	32
Figura 17. <i>Estado General de las Obras de Drenaje</i> .....	32
Figura 18. <i>Distribución de Tipos de Sitios Críticos</i> .....	33
Figura 19. <i>Distribución de Tipos de Severidad en los Sitios Críticos</i> .....	33

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Cantidad de Puntos Reportados para Distintas Capas</i> .....	31
Tabla 2. <i>Usos de Suelo Curaduría 1 de Piedecuesta, adoptado del P.B.O.T.</i> .....	35

**Lista de Apéndice**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Captura de pantalla precisión de Trimble Terrafle .....	41
Apéndice B. Definición Sitios Críticos.....	42
Apéndice C. Estado de la Vía .....	44

### Resumen

**Título:** Caracterización de la vía terciaria “El Molino – Las Amarillas” de Piedecuesta Santander implementando un SIG\*

**Autores:** Daniel Julián Angarita Ocampo, Leidy Carolina Delgado Méndez\*\*

**Palabras Clave:** Vía, SIG, Terraflex, Caracterización, Formulario

#### Descripción

En el presente proyecto se expone la caracterización de una vía terciaria perteneciente al municipio de Piedecuesta – Santander, con la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG), lo cual es importante actualmente para crear un inventario detallado de la red vial del país la cual actualmente es muy pobre como lo indica el documento Conpes 3857 Lineamientos de Política para la Red Terciaria, que dificulta la posibilidad de tener un inventario de la malla vial terciaria, partiendo de la creación de los formularios pertinentes en el software Trimble Terraflex para la recolección de datos en campo, con base en la metodología para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras – Versión 3, conociendo así daños en la vía, estado de las obras de arte y drenaje y los parámetros que definen la vía y crenado la guía para la implementación de sistemas de información geográfica con el uso de software Trimble Terraflex y su página web principal Trimble connetc donde se gestionan las principales características del proyecto y sentando así las bases para la creación de inventarios viales factorizados que permiten la aplicación de sistemas gestión de mejora y manejo de la malla vial.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingeniería Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director

**Abstract**

**Title:** Characterization of the tertiary road "El Molino - Las Amarillas" of Piedecuesta Santander implementing a GIS\*

**Authors:** Daniel Julián Angarita Ocampo, Leidy Carolina Delgado Méndez\*\*

**Keywords:** Track, GIS, Terraflex, Characterization, Form.

**Description**

The present project describes the characterization of a tertiary road belonging to the municipality of Piedecuesta – Santander, with implementation of a Geographic Information System (GIS), which is currently important to create a detailed inventory of the country's road network, which is currently very poor as indicated in the document Conpes 3857 Policy Guidelines for the Tertiary Network, which hinders the possibility of having an inventory of the tertiary road network, This is based on the creation of the relevant forms in the Trimble Terraflex software for field data collection, based on the methodology for reporting the information that makes up the National Integral System of Road Information - Version 3, thus knowing road damage, state of the works of art and drainage and the parameters that define the road and created the guide for the implementation of geographic information systems with the use of Trimble Terraflex software and its main Trimble connetc web page where the main characteristics of the project are managed, thus laying the foundations for the creation of factored road inventories that allow the application of management systems for the improvement and management of the road network. Translated with [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator) (free version)

---

\* Degree work

\*\* Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director

**Abreviaturas y Acrónimos**

SIG: sistema de información geográfica

SINC: sistema integral nacional de información de carreteras

## Introducción

La red nacional de carreteras en Colombia se rige por lo dispuesto en la Ley 105 de 1993, mediante la cual se establecen los criterios básicos para su administración y gestión. Adicionalmente, el artículo 1 de la Ley 1228 de 2008 establece la categorización de las vías que conforman el Sistema Integral

Nacional de Información de Carreteras (SINC) en tres grupos: vías arteriales o de primer orden, vías intermunicipales o de segundo orden, y vías veredales o de tercer orden. Estas últimas vías tienen la funcionalidad de comunicar una cabecera municipal con una o varias veredas, o varias veredas entre sí (Documento Conpes 3857, 2016).

Las condiciones estructurales y funcionales de las vías dependen de la definición del tipo de estructura que se va a utilizar (características técnicas de cada una de las capas que la conforman). Por lo tanto, para una ejecución exitosa es necesaria la aplicación de conceptos y criterios de la ingeniería de pavimentos, en conjunto con la evaluación ambiental de la zona y el análisis de costos. Esto permite obtener una alternativa técnica, económica y ambientalmente adecuada para las características de los suelos existentes, la subrasante existente y del tráfico que utilizará la vía.

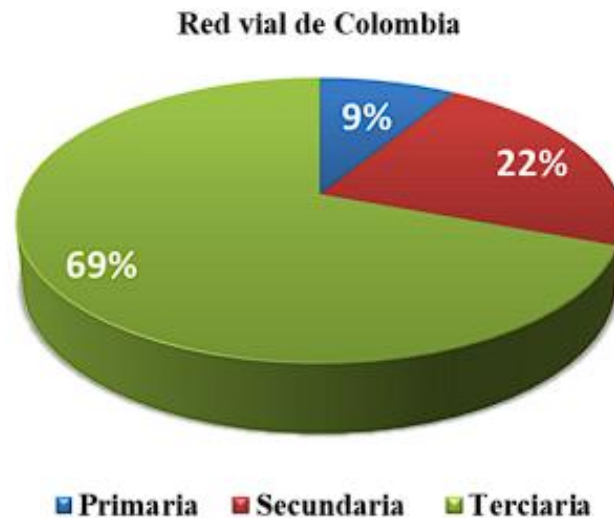
En la actualidad, se cuenta con dos manuales de diseño de pavimentos para todo el país, pero no con manuales y estándares técnicos que reconozcan las condiciones climáticas de sus diferentes zonas o que, indiquen no solo las actividades pertinentes que se deben desarrollar, sino también los materiales con los que cuenta la zona, los diseños avanzados de las obras y las posibles alternativas de costos asociados a las características propias de la región. Esta inexistencia documental dificulta la optimización del uso de los recursos disponibles o la oportunidad de contar

con tecnologías de estabilización de suelos que, a menores costos, logren resultados similares o mejores que los tradicionales (Documento Conpes 3857, 2016).

Las vías regionales tienen la mayor extensión en el territorio nacional representan el 69,4% del total de la malla vial nacional y en conjunto con las vías secundarias comprenden el 91,5%. Así, su funcionamiento, en óptimos niveles de servicio, constituye un elemento relevante para potenciar el crecimiento económico de la población rural del país, permite la movilización de su población y es determinante para la articulación de los centros de producción agrícola con los centros de mayor escala de acopio y distribución. Adicionalmente, permite al Estado fortalecer su presencia en la totalidad del territorio para que los ciudadanos puedan beneficiarse de su oferta social: servicios públicos, seguridad y educación, entre otros (Documento Conpes 3857, 2016).

Uno de los principales obstáculos en la implementación de sistemas de gestión vial es la inexistencia de información organizada que facilite la toma de decisiones de los municipios y la confluencia de esfuerzos de diferentes categorías de gobierno, toda vez que no es posible determinar el estado de las vías, el tipo de intervención que requiere ni el grado de urgencia con el que debe intervenir (Documento Conpes 3857, 2016).

Colombia cuenta con una red de carreteras con una longitud aproximada de 204.855 Km, de los cuales 17.434 Km constituyen la Red Nacional y se encuentran debidamente identificados e inventariados. No pasa lo mismo con la Red Secundaria, a cargo de los departamentos, con una longitud aproximada de 45.137 Km. En el caso de la Red Terciaria, en su mayoría a cargo de los municipios, se considera que tiene una longitud de 142.284 Km (Carvajal Jaimes, 2020).

**Figura 1.***Distribución Red vial de Colombia*

*Nota:* Ministerio de Transporte. (2020). Transporte en cifras vigencia 2019. [Ebook].

<https://www.mintransporte.gov.co/documentos/15/estadisticas/>

El mal estado de estas vías se debe a la variabilidad climática, erosión, deslizamientos de terreno por falta de vegetación, el flujo constante de vehículos de carga y a la presencia de suelos inestables, entre otros, ya que al realizar la obra no se efectúan estudios previos (Carvajal Jaimes, 2020).

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Caracterizar la vía terciaria “El Molino – Las Amarillas” del municipio de Piedecuesta-Santander empleando un Sistema de Información Geográfico- SIG.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Reconocer el estado actual de la vía mediante exploración de campo y haciendo uso del software Terraflex, incluyendo anchos de vía, estado de superficie de rodadura y longitud del tramo vial, y sitios de interés.

Determinar los tramos de la vía que se encuentran en mal estado en cuanto a superficie de rodadura, obras de arte, estabilidad de taludes y necesidad de construcción de placas huella.

Proponer alternativas de mantenimiento para la superficie de rodadura en afirmados en los tramos afectados según lo especifique el manual de mantenimiento de carreteras de INVIAS.

Generar las bases guía para crear un SIG robusto que permita la caracterización de la malla vial terciaria del municipio usando el software Terraflex para futura toma de decisiones de intervención.

## 2. Marco Teórico

Cualquier lugar que cuente con vías de acceso en mal estado tendrá reflejados diferentes riesgos, entre los cuales está la afectación su economía, su bienestar, se genera inseguridad, daños en los vehículos que transiten por este tipo de vías, en el caso de los municipios, generará dificultades de los estudiantes para desplazarse a sus instituciones, muchos municipios de Colombia también carecen de una red hospitalaria de calidad por lo que en muchos casos los pacientes son transportados a las ciudades principales y esto se ve afectado por la condición de la carretera, por lo tanto, para que un departamento pueda tener un buen desarrollo social y económico es necesario contar con una red vial de calidad.

Las vías terciarias son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias (Instituto Nacional de Vías, 2016 ). es importante resaltar que en nuestro país es urgente que el Ministerio de Transporte diseñe un plan de inversiones en las vías terciarias para que el desarrollo llegue a todos los rincones por igual y se logren abaratar los costos de transporte. Debe haber un plan para el mejoramiento de más de 136.000 kilómetros que están en mal estado (El Transporte, 2019). En cuanto a la red terciaria, aunque a través de algunos ejercicios consolidados por el INVÍAS se tiene un estimado en cada municipio, actualmente no se cuenta con estudios o información precisa sobre el estado de la red terciaria ni su magnitud exacta.

El municipio de Piedecuesta, actualmente, cuenta con un inventario de sus vías terciarias en el plan de desarrollo municipal, según el cual el 56.6% de sus vías rurales se encuentran en mal

estado (Carvajal Jaimes, 2020), sin embargo, no se reporta detalladamente los mantenimientos o rehabilitaciones necesarios para que estas vías suministren un servicio apropiado.

En el gran mundo de la informática existen muchos tipos distintos de software, y los mismos están orientados para toda clase de usuarios y brindan la posibilidad de realizar infinidad de funciones y tareas distintas. Los softwares de aplicación cumplen con una o varias de las características como lo son: orientado al usuario, gratuito, de pago, preinstalado, disponible para instalar, compatibilidad y requisitos de hardware.

Un Sistema de Información Geográfico (SIG) permite relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica. Esto quiere decir que en un solo mapa el sistema muestra la distribución de recursos, edificios, poblaciones, entre otros datos de los municipios, departamentos, regiones o todo un país. Este es un conjunto que mezcla hardware, software y datos geográficos, y los muestra en una representación gráfica. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada.

Los usuarios pueden editar los mapas, trabajar por capas y manipular la información que almacena el sistema para obtener resultados específicos o generales de una consulta. Encuentran respuestas como qué hay en un lugar, dónde sucedió un hecho, qué cambios ha habido, qué camino tomar o qué construcciones cercanas se encuentran.

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG). ArcGIS permite publicar la información geográfica para que esté accesible para cualquier usuario. El sistema está disponible en cualquier

lugar a través de navegadores Web, dispositivos móviles como smartphones y equipos de escritorio (ArcGIS Resources, sf).

Trimble Terraflex es una solución de nube flexible y fácil de usar para la captura de datos de campo. TerraFlex le permite crear una completa colección de formularios digitales para registrar información de recursos y de SIG geolocalizada precisa y con abundantes atributos en un solo flujo de trabajo. Le ofrece un valioso conjunto de herramientas que pueden ser utilizadas para una amplia gama de aplicaciones e industrias. El software TerraFlex está disponible en dos ediciones, Basic y Advanced, y garantiza que sus datos estén al día y sean confiables (Datum Ingeniería, 2022).

### 3. Metodología

El presente trabajo de investigación está encaminado a la caracterización de vías terciarias mediante sistemas de información geográfica, lo cual facilita el acceso a la información de manera rápida y eficaz.

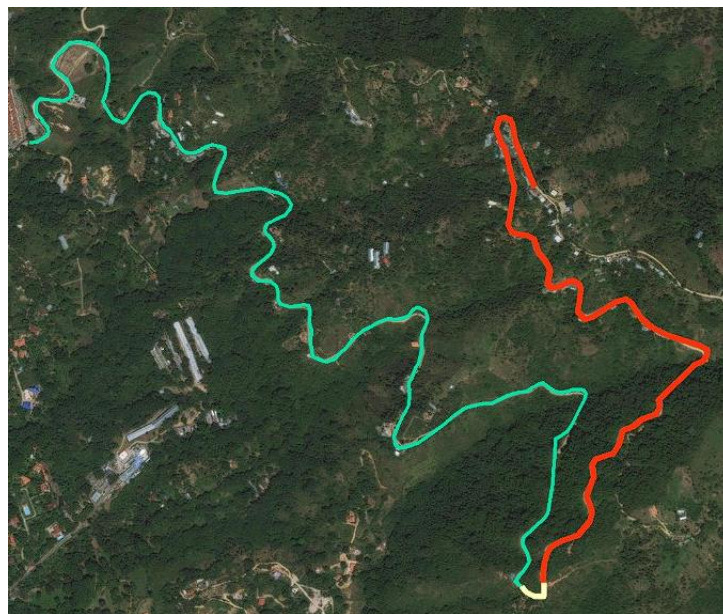
Dicho proceso se separa en 4 etapas denominadas contextualización, identificar la información, recolección de la información y socialización:

#### 3.1 Contextualización

Definir la vía o tramo de vía a caracterizar, en el caso de este proyecto un de tramo vial de 5 km en la vía El Molino – Las Amarillas ubicada en el municipio de Piedecuesta

#### Figura 2.

*Tramo vial de 5km extraído de ArcGis*



*Nota:* Trimble. (sf). Página oficial.

<https://web.connect.trimble.com/projects/hqg4zCUnwqc/data/folder/fkNH4NOW54A>

**3.2 Identificar la Información**

Identificar cual es la información a recolectar, que está especificada en la resolución número 0001321 del 30 de abril 2018 (Ministerio de Transporte, 2020), en esta resolución se encuentran estipuladas cada una de las capas y los formularios que se deben crear con los tipos de variables y campos específicos.

**Figura 3.**

*Capa Propiedades con su respectivo Formularios Variables y Campos Específicos*

**6.4 PROPIEDADES**  
 Tipo de geometría: Polilínea

Nombre	Tipo	Descripción	Dominio	Oblig.
CODIGOVIA	Texto	CODIGOVIA del registro asociado en la capa EJES.	Texto de 4 a 15 caracteres	Sí
FECHA	Texto	Fecha de toma de información en campo asociada al registro.	Texto de 10 caracteres en formato: AAAA-MM-DD	Sí
LONGITUD	Real	Longitud verdadera (considerando altitudes) del registro en metros.	Número entre 1 y 250000	Sí
TIPOTERR	Entero	Tipo de terreno.	Número entre 1 y 4 en donde: 1 = Escarpado 2 = Montañoso 3 = Ondulado 4 = Plano	Sí
PENDIENTE	Real	Pendiente en grados sexagesimales, positiva en ascenso y negativa en descenso, tomando el sentido del inicio al final de la vía asociada.	Número entre -45 y 45	Sí
TIPOSUPERF	Entero	Tipo de superficie.	Número entre 1 y 8 en donde: 1 = Destapado 2 = Afirmado 3 = Pavimento asfáltico 4 = Tratamiento superficial 5 = Pavimento rígido 6 = Placa huella 7 = Pavimento articulado 8 = Otro	Sí
ESTADO	Entero	Estado del segmento de la vía asociado al registro según lo	Número entre 1 y 5 en donde: 1 = Bueno 2 = Regular	Sí

**3.3 Recolección de la Información**

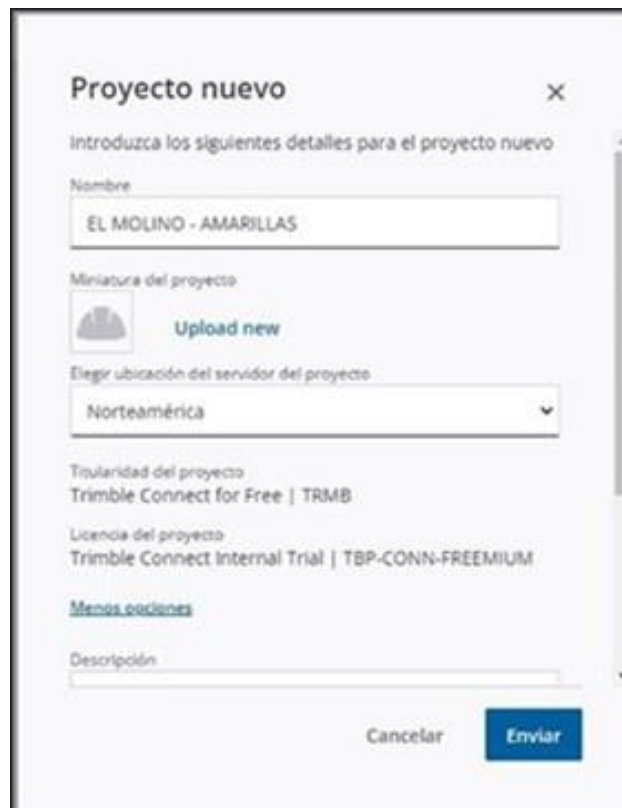
Para este trabajo se empleó el software Trimble Terraflex. Para ello se empezó con la creación de un correo electrónico para poder hacer registro en la página de Trimble connect, y así ingresar con un correo de Google o una cuenta de IOS, la página administra dicho software.

**Figura 4.**

*Interfaz de Ingreso Trimble Connect*



En la página se crea un nuevo proyecto, el cual admite colaboradores, permite asignar tareas, revisar avances del proyecto y aporte de los integrantes, permitiendo así aligerar la carga de trabajo porque toda la información va quedando guardada en la nube que facilita el acceso a esta (ver Figura 5), la información queda disponible en un enlace de Google drive a la cual cualquiera puede tener acceso (Google Drive , sf).

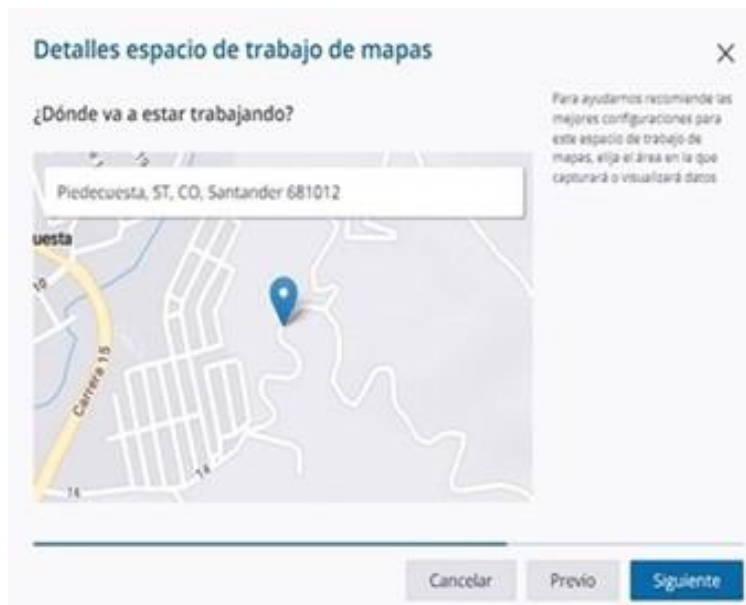
**Figura 5.***Creación Proyecto Nuevo*

The image shows a web form titled "Proyecto nuevo" (New Project) with a close button (X) in the top right corner. Below the title, it says "Introduzca los siguientes detalles para el proyecto nuevo" (Enter the following details for the new project). The form contains several fields and sections:

- Nombre:** A text input field containing "EL MOLINO - AMARILLAS".
- Miniatura del proyecto:** A section with a placeholder image icon and a button labeled "Upload new".
- Elegir ubicación del servidor del proyecto:** A dropdown menu with "Norteamérica" selected.
- Tiularidad del proyecto:** A text field containing "Trimble Connect for Free | TRMB".
- Licencia del proyecto:** A text field containing "Trimble Connect Internal Trial | TBP-CONN-FREEMIUM".
- Menos opciones:** A link in blue text.
- Descripción:** A text input field.

At the bottom right of the form, there are two buttons: "Cancelar" (Cancel) and "Enviar" (Send).

Se abre un mapa de trabajo especificando la región de interés, una descripción del proyecto, la ubicación del proyecto y un servidor el cual para este proyecto se escoge Norte América (ver **Figura 6**).

**Figura 6.***Creación Espacio de trabajo de Mapas*

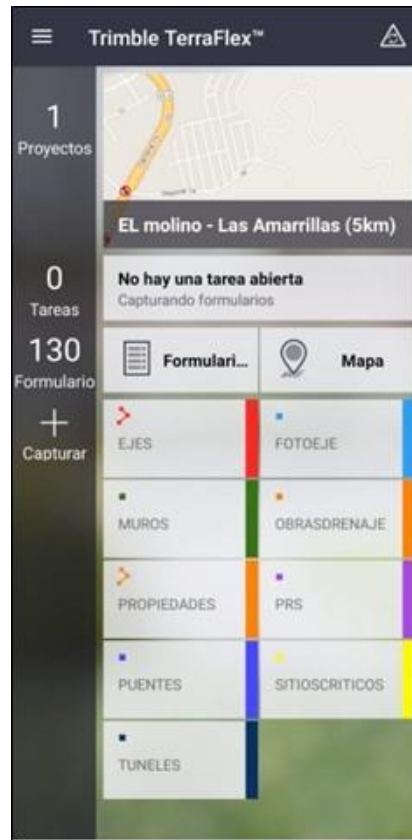
En este espacio se crean los formularios siguiendo la norma (Ministerio de transporte, Resolución número 0001321 del 30 de abril 2018) en dicha resolución de la página 11 a 26 están las respectivas indicaciones para cada formulario, en los cuales se encuentran distintos campos como lo son: ejes de las vías, foto de la vía, puntos de referencia lineal, propiedades de las vías, puentes, muros, túneles, sitios críticos de inestabilidad, obras de drenaje. Al crear cada formulario se debe tener en cuenta el tipo de forma, y en cada variable que campo tiene, ya sea si es un número entero, una cadena de texto, opciones múltiples, longitud y demás campos tal como se ilustra en ir a la **Figura 7.**

**Figura 7.***Creación de formularios*

Descargar la app Trimble terraflex de la *play store* para Android o la *app store* para IOS en el equipo donde se trabajará la recolección de datos, lo primero es ingresar la cuenta creada anteriormente para lograr la sincronización de datos con la nube, en esta aplicación se visualizan los distintos tipos de formularios creados los cuales procederán a ser capturados en campo (ver **Figura 8**).

**Figura 8.**

*App TerraFlex Interfaz*



Se procede a la recolección de la información en campo llenando cada formulario de forma adecuada siempre teniendo en cuenta las especificaciones dadas por la resolución número 0001321 del 30 de abril 2018, del ministerio de transporte (ver **Figura 9**).

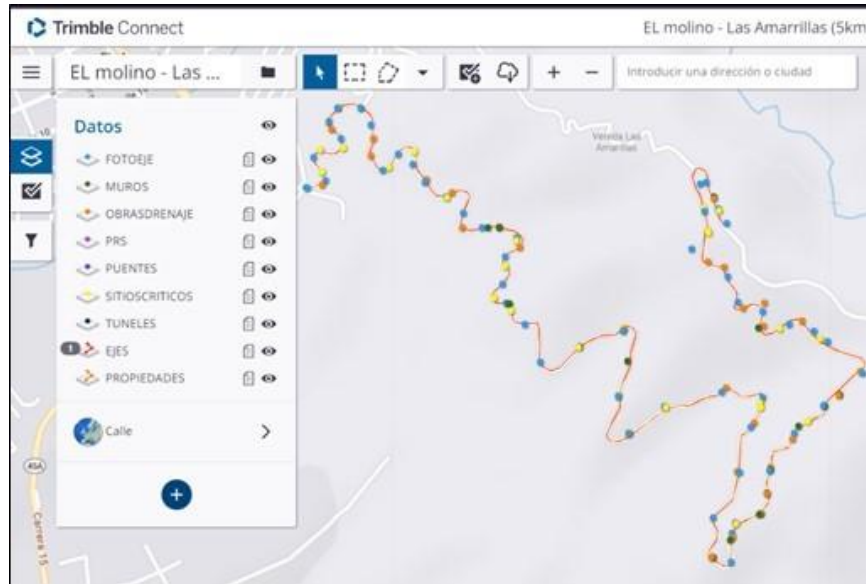
**Figura 9.***Captura de información*

The screenshot displays a mobile application interface for data capture. At the top, the status bar shows the time as 6:27 PM, a data speed of 115kB/s, and a battery level of 79%. The app's header is dark blue with the word 'EJES' in white, accompanied by navigation icons (back, add, check, and menu). Below the header, there is a search icon, the word 'LINEA', a right arrow, and a location pin icon. A status bar below this indicates '9.6 m' and 'NO CAPTURADA', with a 'Mapa' button. The main form consists of several white input fields with labels: 'CODIGOVIA' (with the value '68547-01'), 'NOMBRE VIA' (with the value 'El Molino - Las Amarillas'), 'CATEGORIA', 'LONGITUD' (with the unit 'm'), 'TIPOEJE', 'SENTIDO', 'CODIGOVIA1', and 'OBS'. The bottom of the screen shows a home indicator bar.

Una vez culminada la recolección de datos del tramo vial, se procede a confirmar que los datos se hayan guardado en la nube del trimble terraflex para proceder a realizar la descarga de la información recolectada, se corrobora que los archivos queden con la extensión tipo shapefile y se procede a descargar capa por capa de archivos (ver **Figura 10 y 11**).

**Figura 10.**

*Datos Recolectados*

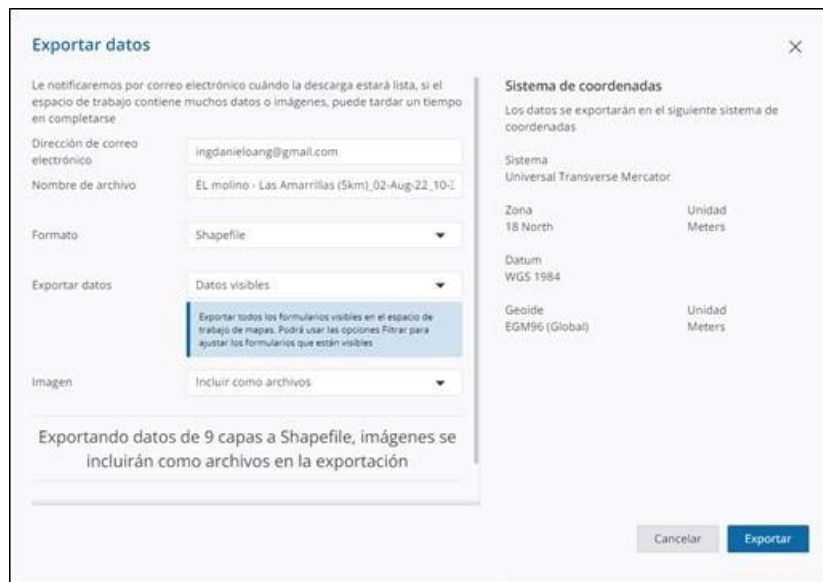


*Nota:* Trimble connect. (sf). Página oficial.

<https://viewer.maps.trimblegeospatial.com/app/#/mapViewer>

**Figura 11.**

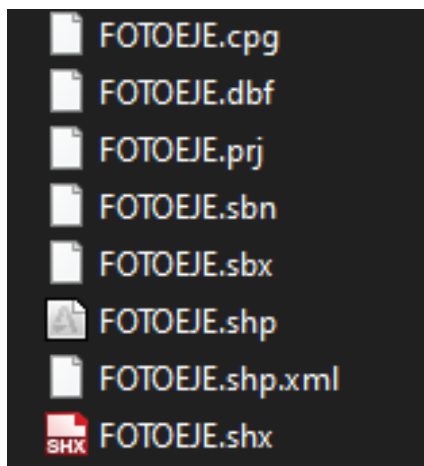
*Descarga de los Datos en Formato Shapefile*



Se descomprime la información y verifica los archivos específicos de formato tipo (shp, shx, dbf y prj) y se procede a realizar el montaje de la información a un visor geográfico en este caso ArcGIS, donde se podrán observar todos los datos recolectados en campo.

### Figura 12.

*Archivos Mínimos Requeridos*

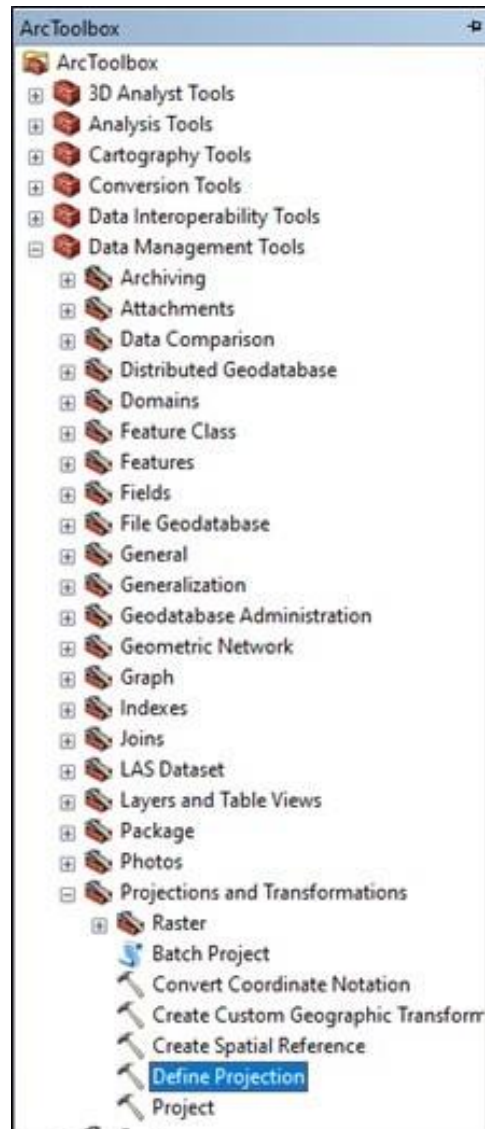


### 3.4 Socialización

Se hace el montaje en ArcGis específicamente en ArcMap, lo primero es cargar capa por capa luego se procede a realizar la transformación del sistema coordinado de WGS84 al Magna-sirgas que es el especificado según la normativa (resolución número 0001321 del 30 de abril 2018), aunque existen varios el empleado fue usando el Arctoolbox en la pestaña Data Management Tools, Projections and Transfomartions se escoge la opción Define Projection(ver Figura 13), se procede a escoger el sistema coordinado y para facilitar la búsqueda el código requerido es 4686 (ver Figura 14). Y se observan todas las capas ya cargadas en el programa donde se puede abrir tablas de atributos para ver la información, se puede asignar distintas formas a cada tipo de capa para distinguirlas en ellas (ver Figura 15).

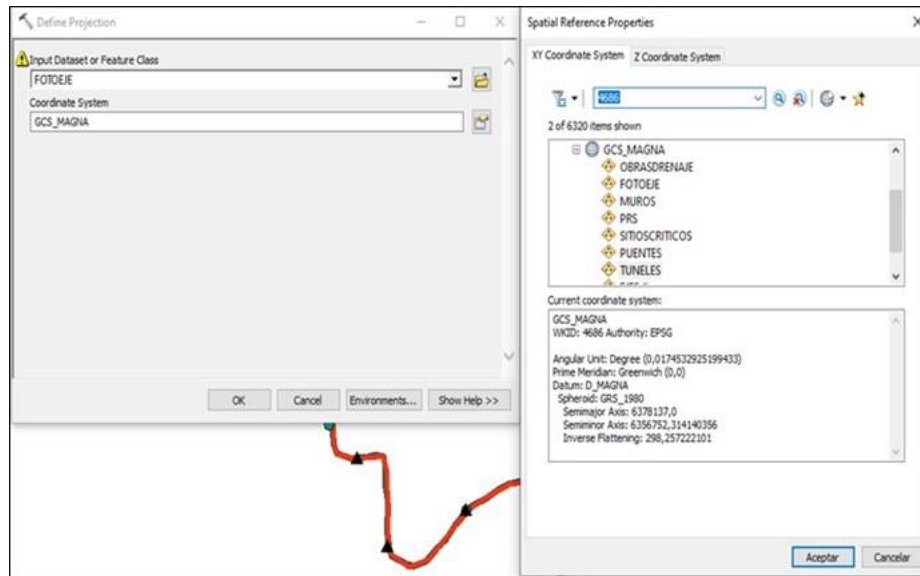
**Figura 13.**

*Cambio Sistema Coordinado*



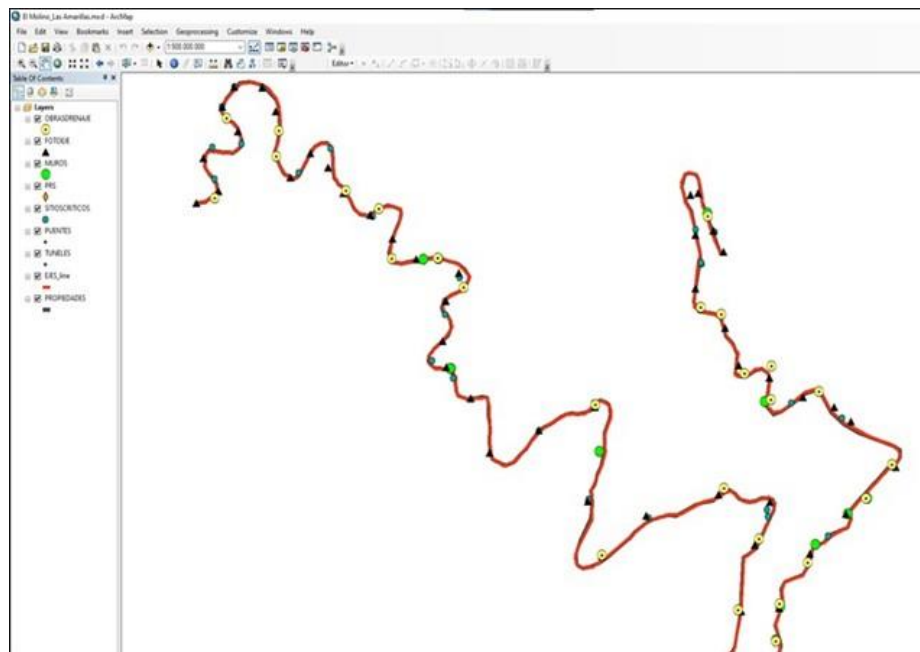
**Figura 14.**

*Selección Sistema Coordinado*



**Figura 15.**

*Montaje de la Información de Entrega*



### 3.5 Guía para la Implementación de Sistemas de Información Geografica SIG

La siguiente guía indica los pasos a seguir para implementar SIG a la hora de caracterizar vías terciarias usando Trimble Terraflex en donde se toman los datos en campo y cuenta con una licencia gratis de 1 mes y ArcGis, para esto se debe conocer la información a recolectar la cual se encuentra en “Metodología para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras — Versión 3” (Google Drive , sf)

## 4. Análisis de Datos y Resultados

En la siguiente sección se trata los datos obtenidos al tomar la información con los cuales se identificará el estado general de la vía o tramo vial, en este caso un tramo de 5km de la vía El Molino – Las Amarillas de Piedecuesta, Santander.

Lo primero es usar las tablas de atributos para cada capa con el fin de analizar la información recolectada.

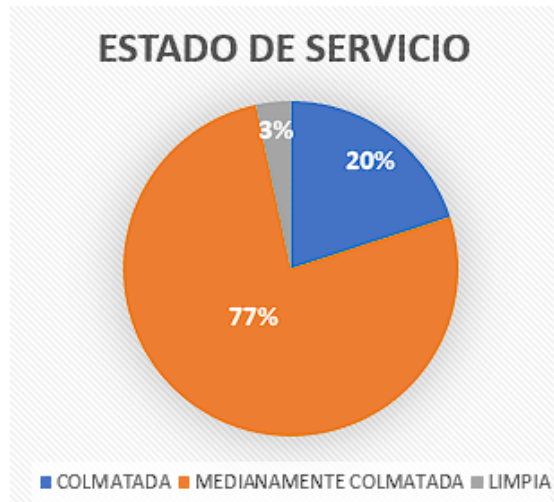
### Tabla 1.

*Cantidad de Puntos Reportados para Distintas Capas*

Obras drenaje	30
Muros	14
Sitios críticos	30
Prs	1
Túneles	0
Puentes	0

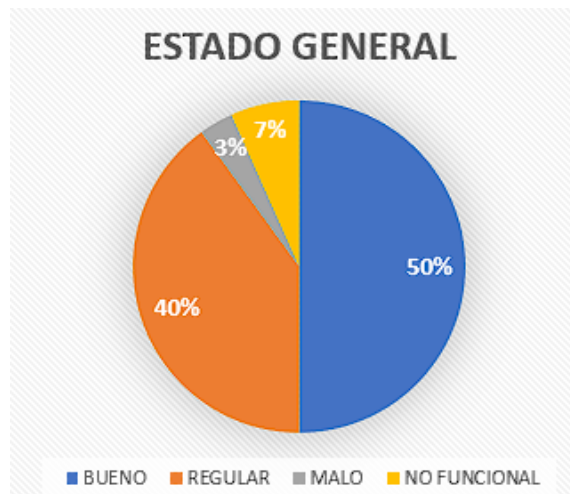
**Figura 16.**

*Estado de Servicio de las Obras de drenaje*



**Figura 17.**

*Estado General de las Obras de Drenaje*



El estado general de la obra de drenaje es definido en base al estado estructural de la misma, y de la estructura adyacente a ella como lo es la cuneta por donde se conduce el agua, el estado de servicio es definido por la funcionalidad de las obra de drenaje al momento de capturar la información y que tan limpia se encuentre, una obra de drenaje colmatada hace referencia a cuando la cuneta y la obra de drenaje se encuentran obstruidas por vegetación impidiendo su debida

funcionalidad, medianamente colmatada es cuando la obra de drenaje cumple con su deber pero en menor medida ya que está obstruida de forma disminuida respecto a la colmatada y limpia es cuando presta el servicio en toda su capacidad y sin obstrucciones.

En las Figuras 18 y 19 se aprecia la distribución en cuanto como se encuentran las obras de drenaje respecto a su funcionalidad y su estado general.

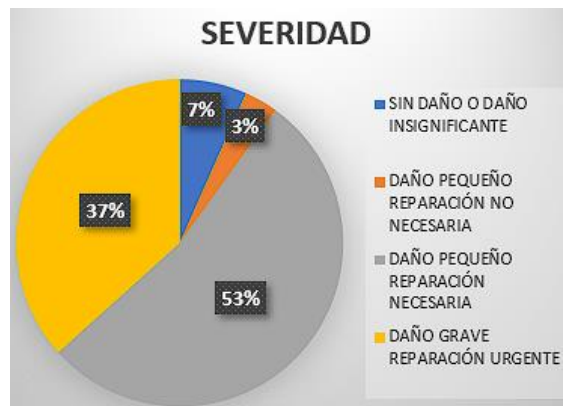
**Figura 18.**

*Distribución de Tipos de Sitios Críticos*



**Figura 19.**

*Distribución de Tipos de Severidad en los Sitios Críticos*



Al momento de capturar la información los sitios críticos quedan georreferenciados con una precisión de hasta 1.5 m (ver Apéndice A), en la resolución número 0001321 del 30 de abril 2018 (Ministerio de Transporte, 2020) se encuentra la información y clasificación de los mismos la cual se debe tener en cuenta al momento de identificarlos. (ver Apéndice C)

Con base a los datos mostrados en la tabla 1 para un total de 30 sitios críticos reportados la mayoría se estos sitios reportados necesitan que sean intervenidos para mejorar las condiciones de la vía en cuanto seguridad y confort.

El tamo vial se dividió en 3 secciones (figura 2) las cuales presentan anchos y pendientes similares sin embargo en ella la sección 1 en afirmado con una longitud de 3100m y una pendiente de 25% presenta un ancho de 5m con cunetas de 0.6 m y se encuentra en estado regular, la sección 2 es una placa huella de longitud 200m con pendiente de 28% ancho de 5m con cunetas de 0,6 y se encuentra en buen estado, para la última sección de 1700m en afirmado con pendiente de 26% y estado general regular.

Según el concepto de uso de suelo USO-060-017 de la curaduría de Piedecuesta para un sector aledaño a la vía denominado Tres Esquinas se aprecia en la siguiente tabla los usos y prohibiciones del suelo.

**Tabla 2.***Usos de Suelo Curaduría 1 de Piedecuesta, adoptado del P.B.O.T.*

Uso del Suelo	
Principales	Desarrollos metropolitanos (terminal de transporte, patios de circulación y tránsito y otros.
Compatibles	Residencial de baja densidad, recreación, institucional grupo 1 y2, instituciones educativas y de investigación de bajo impacto, servicios comerciales grupo 1 tipa A y B y producción agrícola sostenible, forestales y protección de recursos naturales, reforestación todos los fines con especies nativas.
Condicionados	Turismo bajo impacto, industria grupo 1, servicios viales, silvopastoril, explotación forestal, desarrollos metropolitanos de bajo impacto
Prohibidos	Agroindustria tipos 2,3 y 4, urbanismo de alta densidad, vivienda de interés social, ganadería intensiva, moteles, casa de lenocinio y demás grupos comerciales
Tratamiento	Desarrollo
Actuaciones	Parcelación, construcción y de espacio público

## 5. Conclusiones

Partiendo de la información recabada en campo y gracias a análisis posterior se concluye que aunque las obras de drenaje se mantienen funcionales lo que contribuye a que el deterioro se mantenga a un nivel regular, el tramo vial se encuentra en un estado malo (ver Anexo 15), teniendo en cuenta la cantidad de sitios críticos que se encuentran a lo largo este ya que el 90% de esto sitios requieren intervención ya sea para un daño pequeño que equivalen 37% o un daño grave 53% del total reportados porque son causantes de adecuar la velocidad a las condiciones del perfil

longitudinal por las frecuentes irregularidades que provocan continuo golpeteo, vibración y cabeceo en la marcha del vehículo.

Según los datos proporcionados por el documento Conpes 3857 Lineamientos de Política para la Red Terciaria en cuanto a los porcentajes de la red vial terciaria se reitera que estas vías en el país son un gran porcentaje y que al ser denominadas vías veredales son las que conectan la cabecera municipal con las regiones de producción agrícola local que es de importancia económica para el municipio, en consecuencia es de suma significación tener un inventario vial el cual puede ser alimentado y actualizado de manera continua con la implementación de los SIG.

Con base en el análisis realizado en este proyecto se evidencia que el estado en que se encuentran la vía es malo. Por lo tanto, se afecta toda la población en general, como por ejemplo se puede ver que cada día se requieren más gastos al momento de transportar alimentos por las vías veredales, esto lleva a que los productos incrementen sus precios y el ciudadano del común se vea afectado al momento de comprarle al sector agrícola

Con la realización de la guía planteada para la respectiva caracterización del tramo vial se pueden obtener los datos suficientes para contribuir con la información que sea requerida a la hora de realizar placa huellas y demás obras de rehabilitación en el tramo vial, siguiendo lo establecido en la cartilla de obras menores de drenaje y estructuras viales lo cual ayuda al desarrollo de la zona rural que se vería favorecida con la ejecución de dichas obras ya que el confort y la seguridad serían mayores al momento de transitar por la vía.

## 6. Recomendaciones

Se recomienda implementar el uso de softwares como Trimble terraflex para caracterizar las vías veredales de nuestro país y así mejorar la red terciaria, ya que nos permite realizar una caracterización muy eficiente con una precisión de hasta 1.5 m(ver anexo 13) y al permitir descargar la información en capas y en el formato requerido esta puede ser almacenada en servidores gubernamentales o un servicio de nube de información, para el caso de este proyecto la información queda disponible a todo público interesado a través de un enlace en (Google Drive , sf).

Se recomienda implementar este software como empresa al gobierno ya que sería de más fácil acceso poder acceder a las membresías en el país que sea comercializable y lo cual podría ser negocio rentable, ya que para realizar proyectos de mejora a la red terciaria podría ser mediante la implementación de dicho software

Se recomienda la implementación de los SIG ya que facilitan la revisión de la brecha entre las condiciones esperadas y las actuales, ya que permiten moverse entre una visión general y los acercamientos selectivos al tema y grado de detalle que requiere cada usuario en particular.

A la hora de realizar la recolección de datos en campo es necesario tener una buena conexión a datos dado que de ello depende la carga de formularios recolectada de manera adecuada e ir en días con buen clima ya que con lluvia se presenta intermitencia en los datos y esto puede presentar problemas a la hora de subir los formularios.

Si el tramo de vía es mayor a 5km se recomienda llevar a cabo el recorrido en vehículo para aminorar el tiempo de la recolección de datos.

Se recomienda realizar la recolección de datos en equipo, dado que se pueden asignar tareas y por tanto varios integrantes podrán realizar la recolección de datos, lo cual aminora el tiempo de recolección de datos.

Se recomienda llevar a campo instrumentos de medición para los anchos de vías y obras de drenajes existentes, ya que en distintos formularios del Trimble requieren medidas.

**Referencias Bibliográficas**

- ArcGIS Resources. (sf). *¿Qué es ArcGIS?* Obtenido de <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Carvajal Jaimes, M. (2020). *“Plan de desarrollo municipio de Piedecuesta 2020-2023”*. Alcaldía Piedecuesta, pp 127.
- Datum Ingeniería. (2022). *Software Trimble Terraflex*. Obtenido de <https://datuming.com/producto/terraflex/>
- Documento Conpes 3857. (2016). *Lineamientos de Política para la Red Terciaria*. . Obtenido de [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3857\\_RedTerciaria.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3857_RedTerciaria.pdf)
- El Transporte. (19 de febrero de 2019). *VIAS: Vías terciarias, las grandes olvidadas*. Obtenido de <https://eltransporte.com/vias-terciarias-en-colombia/>
- Google Drive. (sf). *El Molino - Las Amarillas*. Obtenido de [https://drive.google.com/drive/folders/1\\_RFMgZQ0o3K9qJUDhSeYMmZzmPKQra4K?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1_RFMgZQ0o3K9qJUDhSeYMmZzmPKQra4K?usp=sharing)
- Instituto Nacional de Vías. (29 de Agosto de 2016 ). *Clasificación de las Carreteras*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/red-vial-nacional/2-uncategorised/2706-clasificacion-de-las-carreteras>
- Ministerio de Educación Nacional. (sf). *¿Qué es un SIG?* Obtenido de <https://www.mineduccion.gov.co/1621/article-190610.html> [citado 09 julio de 2022]
- Ministerio de Transporte. (2020). *Inventario Nacional*. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=16267#:~:text=Cr%C3%A9ase>

%20el%20Sistema%20Integral%20Nacional,que%20conformar%C3%A1n%20el%20inventario%20nacional

Ministerio de Transporte. (2020). Transporte en cifras vigencia 2019. [Ebook].

<https://www.mintransporte.gov.co/documentos/15/estadisticas/>

TecnoMagazine. Disponible: <https://tecnomagazine.net/software-de-aplicacion/> [citado 09 julio de 2022]

Trimble Connect. (2022). <https://viewer.maps.trimblegeospatial.com/app/#/mapViewer>

Trimble. (2022). Página oficial.

<https://web.connect.trimble.com/projects/hqg4zCUnwqc/data/folder/fkNH4NOW54A>

Apéndices

Apéndice A. Captura de pantalla precisión de Trimble Terrafile

The screenshot shows a mobile application interface for data collection. At the top, a dark header contains a back arrow, the title 'FOTOEJE', a checkmark, and a menu icon. Below the header is a white form with several fields:

- PUNTO**: A field with a satellite icon on the left and a location pin icon on the right. Below the title, it shows '1.5 m' on the left, a blue button labeled 'CAPTURADO' in the center, and 'Precisión: 1.5 m' on the right. A 'Mapa' button is also visible.
- CODIGOVIA \***: A text input field.
- FECHA \***: A date picker showing '2021-01-08'.
- NUMPR \***: A text input field containing '40'.
- FOTO \***: A text input field containing '[Letreroindicado](#)'.
- RUTAFOTO \***: A text input field containing 'URL DE LA FOTO'.
- CALZADA**: A text input field containing '3 CALZADA UNICA'.
- CALZADA \***: A text input field containing '3', with a QR code icon on the right.
- OBS**: A text input field containing 'OBSERVACIONES'.

### Apéndice B. Definición Sitios Críticos

<b>Tipo de Sitio Crítico</b>	
1. Hundimiento de subrasante o pérdida de la banca	Desplazamientos verticales de la calzada pueden indicar movimientos de reptación de la ladera o el desarrollo de un proceso de inestabilidad de talud inferior. Sin embargo, estos movimientos pueden estar asociados con el asentamiento del relleno alrededor de las alcantarillas. <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 24)</i>
2. Detritos en la vía	Los detritos pueden generarse directamente en el sitio de desintegración de la roca, o ser transportados y depositados en otros sitios por las corrientes de agua. Estos detritos pueden ser antecedentes a una caída masiva de rocas o de un deslizamiento. <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 24)</i>
3. Abultamiento sobre o bajo la carretera	Muchos deslizamientos de masas de suelo pueden presentar abultamiento hacia la pata del talud, en la que la masa deslizada se ha acumulado. <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 24)</i>
4. Cambios de forma	Desviaciones en árboles, líneas eléctricas, postes de teléfono y cercados tensionados o inclinados son indicadores de movimientos de terreno. <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 24)</i>
5. Deformación de estructuras adyacentes	aproximación, debido a que pueden estar relacionadas con movimientos de flujo plástico (reptamiento o creep). En edificaciones, dependiendo de su ubicación con la masa deslizada, pueden presentarse agrietamientos en muros, cimentaciones, levantamientos o hundimientos. En estructuras de contención, puede observarse una pérdida de verticalidad o algún tipo de agrietamiento debido a los empujes de las masas deslizadas. <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 24,25)</i>

---

**Tipo de Sitio Crítico**

---

6.Erosión	Encierra los problemas de socavación ocasionados por defectos en las entregas de las estructuras de drenaje en la pata de los terraplenes o taludes de corte. <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 25)</i>
7.Derrumbes	Abarca los lugares donde existen derrumbes sobre la vía. o adyacentes a ella <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 25)</i>
8.Deslizamientos:	Lugares donde se ha presentado rotaciones o traslaciones del talud <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 25)</i>
9.Grietas de tracción en carreteras o en los taludes	Permiten la infiltración de agua y por consiguiente favorecen la reducción de la resistencia a lo largo del plano de falla debido a la generación de presiones de poros adicionales. Indican que la ladera o el talud se encuentran en las primeras etapas de su movimiento. <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 25)</i>

---

**Apéndice C. Estado de la Vía**

---

<b>Metodología de Definición de Estado de la Vía</b>	
<b>Estado</b>	<b>Tipo de Daño</b>
Intransitable	Daños en la vía que no permitan el paso de los vehículos <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 20)</i>
Pésima	Presenta desplazamientos y saltos provocados por continuas y severas irregularidades del pavimento, obligando no solo a regular marcha sino también a frecuentes maniobras para anticiparse o esquivar dichos daños. Circulación peligrosa. <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 20)</i>
Malo	La velocidad debe adecuarse a la condición del perfil longitudinal; frecuentes irregularidades por deficiencias varias provocan continuo golpeteo, vibración cabeceo en la marcha del vehículo <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 21)</i>
Regular	Existen irregularidades en el perfil y acabado del pavimento originadas en juntas defectuosas, reparaciones mal terminadas, deformaciones localizadas, que sin imponer restricciones a la 1 velocidad de operación afectan la comodidad de manejo. <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 21)</i>
Bueno	Circulación segura, brinda un nivel de servicio muy buena satisfactorio; ocasionalmente se detectan pequeñas irregularidades que no afectan la calidad de manejo <i>(Según Art 1321 de 2018, pág. 21)</i>

---