

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MALLA VIAL TERCIARIA DIGITAL DEL IGAC DE  
LAS VEREDAS EL BUCO, IRLANDA, BERLÍN Y PARQUE NATURAL NEVADO DEL  
HUILA, MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS SIG**

**Presentado por:**

**Jonnatan Eduard Ferro Pardo Cód. d7302130**

**Universidad Militar Nueva Granada**

**Facultad de Estudios a Distancia**

**Programa de Ingeniería Civil**

**Diplomado Sistemas de Información Geográfica**

**Directora: Yohana Catalina Parra Gómez**

**2021**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MALLA VIAL TERCIARIA DIGITAL DEL IGAC DE  
LAS VEREDAS EL BUCO, IRLANDA, BERLÍN Y PARQUE NATURAL NEVADO DEL  
HUILA, MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS SIG**

**Jonnatan Eduard Ferro Pardo Cód. d7302130**

**Ensayo académico del diplomado de Sistema de Información Geográfica (SIG)  
presentado como requisito para optar al título de:**

**Ingeniero Civil**

**Directora:**

**Yohana Catalina Parra Gómez**

**Universidad Militar Nueva Granada**

**Facultad de Estudios a Distancia**

**Programa de Ingeniería Civil**

**Bogotá Colombia**

**2021**

## Tabla de contenido

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introducción .....                                                     | 8  |
| 2. Planteamiento del Problema .....                                       | 11 |
| 3. Justificación .....                                                    | 13 |
| 4. Objetivos.....                                                         | 15 |
| 5. Marco de referencia .....                                              | 16 |
| Antecedentes .....                                                        | 16 |
| Marco Conceptual .....                                                    | 17 |
| Descripción del área de estudio .....                                     | 18 |
| 6. Metodología.....                                                       | 20 |
| 7. Análisis de Resultados.....                                            | 22 |
| Selección de imagen satelital y descarga.....                             | 22 |
| Búsqueda y compilación de insumos.....                                    | 22 |
| Elaboración de shapefile y establecimiento de sistema de referencia ..... | 22 |
| Actualización y digitalización de malla vial terciaria .....              | 24 |
| 8. Conclusiones .....                                                     | 29 |
| 9. Bibliografía.....                                                      | 31 |

## **Lista de Tablas**

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Identificación de la metodología a emplear.....       | 20 |
| Tabla 2. Comparación longitud actualización vía terciaria..... | 27 |

## Lista de Ilustraciones

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1. Ubicación geográfica área de estudio.....                                 | 19 |
| Ilustración 2. Herramienta proyecciones y transformaciones ArcToolbox.....               | 23 |
| Ilustración 3. Creación shapefile polygon ArcCatalog.....                                | 24 |
| Ilustración 4. Herramienta editor - create feature.....                                  | 25 |
| Ilustración 5. Superposición Via_IGAC - imagen satelital.....                            | 25 |
| Ilustración 6. Imagen satelital y Vía_IGAC recortada.....                                | 26 |
| Ilustración 7. Malla vial terciaria digitalizada.....                                    | 27 |
| Ilustración 8. Mapa actualización digital malla vial terciaria PNN Nevado del Huila..... | 28 |

## Resumen

El presente trabajo busca comparar diferencias en longitudes obtenidas a través de uso de herramientas SIG para el proceso de digitalización de la malla vial terciaria de las veredas El Buco, Irlanda y Berlín en el PNN Nevado del Huila y la capa desarrollada por el IGAC a escala 1:100.000 de la red vial terciaria establecida en el área de influencia del polígono seleccionado para el área de estudios, y el cual fue establecido a través de imagen satelital LANDSAT obtenida de la plataforma VERTEX de la NASA. Los resultados reflejan una diferencia alrededor del 34%, siendo necesario que las entidades encargadas del proceso cartográfico realicen la actualización de la información vial con el fin de mejorar el acceso para turistas y pobladores locales, quienes son la población que hace influencia en la zona y que permitirá mejorar las condiciones económicas de las comunidades.

**Palabras Clave:** Digitalización, capas viales, SIG.

## Abstract

The present work seeks to compare differences in lengths obtained through the use of SIG tools for the digitalization process of the tertiary road mesh of the El Buco, Ireland and Berlin paths in the Nevado del Huila PNN and the layer developed by the IGAC at scale 1: 100,000 of the tertiary road network established in the area of influence of the polygon selected for the study area, and which was established through a LANDSAT satellite image obtained from NASA's VERTEX platform. The results reflect a difference of around 34%, making it necessary for the entities in charge of the cartographic process to update the road information in order to improve access for tourists and local residents, who are the population that influences the area and that will improve the economic conditions of the communities.

**Key Word:** Digitization, road layers, SIG.

## 1. Introducción

El desarrollo vial de un país es un objetivo primordial para el crecimiento económico desde el nivel local, regional y nacional, puesto que permite la conexión de las diferentes zonas en las cuales se desarrollan actividades productivas, de expansión urbana y comercial, facilitando los desplazamientos de cada lugar, logrando la reducción de tiempo y costos, con conexiones similares en funcionamiento a las arterias que existen en el sistema circulatorio, ya que permiten el flujo y tránsito de una población a otra sin importar la distancia a la que se encuentren.

En la antigüedad el expansionismo de las civilizaciones creó la necesidad de intercomunicar territorios para mejorar los procesos comerciales y de ampliación de urbes, siendo necesario crear espacios destinados para la movilización de tropas, carretas y demás medios de transporte de la época, garantizando un menor desgaste mecánico – humano y disminuyendo los tiempos de recorrido de una población a otra. Es de resaltar que una de las civilizaciones con más desarrollo tecnológico de la historia a nivel vial fue la Romana, ya que en su misión de expansión por el territorio requirió desarrollar grandes carreteras para comunicar el imperio, desde su centro en la península itálica, hasta los terrenos bálticos con infraestructuras diseñadas para resistir, con una buena vida útil y el menor requerimiento de mantenimientos, las cuales también fueron claves para los acuerdos comerciales entre sus aliados, protectorados y facciones interesadas en el intercambio de materias primas.

Para Colombia, el desarrollo de la malla vial ha presentado un avance tecnológico reducido en comparación con los países vecinos como Ecuador y Brasil, con déficit de infraestructura vial para la intercomunicación del territorio nacional, lo cual genera una enorme afectación a la apertura y desarrollo económico, incrementando los retos a nivel de globalización. De acuerdo con lo expresado por (Acosta, 2017) en Colombia se presentan

grandes desventajas como la ausencia de autopistas de más de dos carriles y una malla vial con pocas mejoras a nivel de ampliación, tanto en las urbes de enormes proporciones como a nivel rural; se resalta en mayor medida la preponderancia de vías de dos carriles a lo largo del territorio, con deficiencias a nivel estructural del pavimento en los diferentes sectores (Urbano y Rural), y sumado al hecho de encontrar sólo un 20% de vías pavimentadas en el país con respecto al total de la red nacional, según estadísticas arrojadas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Ministerio de Transporte, muestran con gran facilidad el retraso del desarrollo vial del territorio nacional.

La red terciaria del País es uno de los eslabones más importantes para el desarrollo rural, puesto que son el medio que permite la comercialización de los insumos y productos de las labores del campo, las cuales son fundamentales para el crecimiento del PIB, y que de acuerdo a lo observado en el transcurso inicial de la emergencia sanitaria vivida en el 2020 por cuenta del Covid-19, la producción de alimento fue un apoyo para resistir el declive económico causado por las cuarentenas decretadas por el Gobierno en todo el territorio nacional. Otro de los aspectos a resaltar, es la importancia de estas vías para el acceso a las zonas de protección ambiental, ya que de su estado depende el traslado de turistas y entidades territoriales<sup>1</sup>, los cuales dinamizan un nicho social y económico, igualmente garantizan un cuidado de zonas de importancia ambiental como lo son los Parques Naturales, Santuarios de Fauna y Flora, Reservas Ambientales, Humedales y Páramos entre otros tipos de ecosistemas.

Una de las apuestas del Departamento del Huila, es el fortalecimiento del ecoturismo en Parques Naturales, con el fin de realizar una muestra de la gran variedad ecosistémica de la región, para la generación de conciencia y con el fin de resaltar la importancia del cuidado de estos medios naturales; pero uno de los mayores inconvenientes que se tiene para el

---

<sup>1</sup> Son entidades territoriales los departamentos, los distritos, los municipios y los territorios indígenas. La ley podrá darles el carácter de entidades territoriales a las regiones y provincias que se constituyan, en los términos de la Constitución y la ley.

desarrollo de esta propuesta es el estado vial para su acceso, ya que estas vías terciarias son encargadas a los gobiernos territoriales, quienes en su plan de gobierno relevan u olvidan la importancia de mejorar las condiciones de estas vías, dejando a la suerte las condiciones de acceso de pobladores y empresas que subsisten del turismo. El parque Natural Nevado del Huila es una zona de alto atractivo ecoturístico, debido a sus condiciones de exuberancia a nivel paisajístico y condiciones climáticas que impulsan a investigadores, académicos, deportistas extremos y turistas a participar de una experiencia única, pero que debido a su dificultad de acceso los costos de transporte incrementan enormemente los gastos a surtir al momento de participar en la actividad turística. Es por esto, que como propuesta del presente ensayo o trabajo de grado se tiene como fin actualizar digitalmente la malla vial de la zona de influencia del Parque Natural Nevado del Huila, veredas (Buco, Irlanda y Berlín) a través del uso de herramientas SIG, el cual será un insumo fundamental para la toma de decisiones por parte de las entidades del gobierno a nivel nacional, departamental y municipal.

## 2. Planteamiento del Problema

La llegada de las herramientas SIG a Colombia, significó un cambio enorme de las condiciones de actualización cartográfica, ordenamiento territorial, planificación del territorio y toma de decisiones para las entidades territoriales, debido a que su practicidad y facilidad agilizan la información y reducen los costos de desarrollo de actualizaciones de inventarios de los diferentes bienes de un territorio. Es de resaltar, que los inventarios viales han presentado un enorme retraso de actualización por parte de las entidades del estado; puesto que no se tiene claridad en cabeza de quien recae la responsabilidad del mantenimiento de la vía, y como consecuencia se ha dejado entrever la importancia de la generación cartográfica del estado actual de cada una de las vías en sus tres niveles (Primaria, Secundaria y Terciaria), con el fin de tomar decisiones que garanticen su buen estado.

Para el caso de las vías Primarias y Secundarias encontramos un nivel de estudio más detallado por su importancia para las ciudades principales y el uso constante de los medios de transporte comercial, privado y público, generando actualización del estado de las vías a través de mapas y guías de ubicación física o digital, ya sea por medio del uso de (GPS) o herramientas de posición que facilitan la toma de decisiones a los conductores de vehículos automotores en tiempo real, sin embargo, la actualización digital de las vías terciarias presenta un desinterés generalizado, dadas las condiciones del estado vial, distancias de desplazamiento y gastos inherentes del proceso de georreferenciación y levantamiento real de las vías.

En el Departamento del Huila a nivel territorial y en el IGAC a nivel nacional, encontramos información digital de las vías terciarias, con algunas diferencias entre los niveles de detalle de escala al momento de la digitalización, puesto que sus proyectos de actualización se basan a 1:100.000 generando una mayor cobertura de área, pero un menor

detalle de la zona, siendo esta base cartográfica la única disponible para implementar en la zona rural y ambiental, creando vacíos de gran envergadura para la toma de decisiones tanto públicas como privadas.

El parque Natural Nevado del Huila, por su importancia regional para la generación de ecoturismo, se convierte en un ideal de proyecto para realizar la actualización de las vías terciarias en un mayor nivel de detalle, por las cuales se accede a su área de interés, y como también ayudaría a caracterizar de manera precisa el estado en el que se encuentran, el número de pobladores, la diversidad de cultivos y el área a proteger; esto con el fin de resolver los inconvenientes de información actual que tienen las entidades territoriales para priorizar sus planes de gobierno en base a una propuesta ecoturística y que indirectamente impactaría a la economía local al proyectar el mejoramiento vial con información precisa y real. Es por esto que se requiere plantear la siguiente pregunta ¿La Base de Datos digital actual de la malla vial terciaria es acorde a la realidad?

### 3. Justificación

La actualización cartográfica en Colombia es una de las principales metas que se tiene trazada por cada una de las entidades encargadas del proceso de ordenamiento y planificación del territorio, conforme a que la introducción del SIG facilitó el desarrollo de esta actividad y como también la aplicación de nuevas técnicas de georreferenciación que mejoraron considerablemente la precisión de los mapas temáticos y demás sistemas de ubicación; sin embargo, esta tarea por la dimensión del territorio nacional, genera necesidades importantes de recurso humano calificado y herramientas de cómputo, con el fin de administrar la enorme cantidad de datos que se produce de cada una de las actividades de digitalización y actualización de información; siendo este inconveniente, una barrera constante desde el nivel nacional hasta municipal, ahora bien, a través de los Planes de Ordenamiento Territorial y demás herramientas de planeación se ha ordenado establecer memorias cartográficas de los diferentes territorios a escalas pequeñas, pero debido al reducido presupuesto, muchos de estos productos presentan errores o diferencias significativas con la realidad en terreno por el empleo de insumos cartográficos de poco detalle.

Uno de los problemas más frecuente para estos errores es la escala con la que se desarrolla la cartografía, debido a que por el reducido recurso se toman escalas grandes para el acaparamiento de mayor área, reduciendo en gran medida el nivel de detalle del producto, influyendo en los demás subprocesos que se entrelazan con los insumos base cartográficos; puesto que generan resultados con grandes suposiciones a nivel de cómputo para el resultado de una capa de mayor procesamiento, como por ejemplo, el uso de hidrografía en escala 1:100.000 para diseños hidráulicos o el empleo de capas de cobertura vegetal, geología y demás, para el desarrollo de cartografía de vocación del suelo, las

cuales por su complejidad presentan un gran impacto para la toma de decisiones por parte de las entidades territoriales.

En el Parque Natural Nevado del Huila, por su importancia ambiental se presentan un sin número de estudios desde el ámbito geológico, ambiental, social, hidrológico, económico, entre otros; pero que por su complejidad a nivel de acceso vial ha requerido el uso de insumos cartográficos a escalas de bajo detalle, presentando resultados con diferencias significativas a nivel del territorio, por tal motivo el presente ensayo pretende realizar una actualización digital de la malla vial terciaria del área de influencia del Parque en las veredas Buco, Irlanda y Berlín con el fin de generar una cartografía precisa y acorde al territorio por medio del uso de escala a 1:25.000.

## **4. Objetivos**

### **Objetivo General**

Realizar digitalización de la malla vial terciaria del Parque Natural Nevado del Huila en las veredas El Buco, Berlín e Irlanda, utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el fin de comparar con la malla vial existente en el IGAC.

### **Objetivos Específicos**

Establecer la cantidad de malla vial terciaria presente en el área de influencia veredal de El Buco, Berlín e Irlanda del Parque Natural Nevado del Huila.

Comparar los resultados del proceso de digitalización de la malla vial terciaria del polígono del área de estudio con los establecidos por el IGAC en la capa de vías a escala 1:25.000.

Generar geodatabase con la información de los diferentes productos obtenidos del proceso de digitalización y comparación entre la capa de IGAC y el polígono del área de estudio.

## 5. Marco de referencia

### Antecedentes

Para la zona de investigación se realizó la búsqueda de estudios relacionados con el proceso de revisión de malla vial del PNN Nevado del Huila, evidenciándose la ausencia de estudios con referencias similares frente al presente estudio. Se resalta la evidencia de procesos investigativos en los cuales a través de herramientas SIG se estudia la actividad volcánica del nevado, como también el plan de manejo ambiental del PNN en el cual se detallan aspectos generales de megaproyectos para la región del alto magdalena.

Entre los estudios realizados mediante el uso de SIG:

(Aguilar et al.,2015) Estudian y analizan la actividad volcánica luego de los eventos ocurridos en los años 2007,2008 y 2009, mediante el uso de imágenes LANDSAT las cuales permiten obtener información de las anomalías térmicas durante los periodos eruptivos.

(EL TIEMPO, 2021): Detalla un informe de las vías de acceso la PNN nevado del Huila resaltando la importancia del parque para el desarrollo de ecoturismo por parte de alpinistas y personas con intereses de reconocer los majestuosos paisajes que integran este ecosistema.

(PARQUES NACIONALES NATURALES, 2007): A través de la elaboración del Plan Básico de Manejo Ambiental se relaciona el estado actual de las vías y la proyección de desarrollo vial para el parque a un horizonte de cuatro (4) años mencionando prioritariamente inversiones de megaproyectos viales con el fin de facilitar el acceso y conectividad intermunicipal y departamental para la zona de estudio. Allí no se menciona el estado de la red vial terciaria.

(Aguilar et al.,2015) Evalúa la variación del sistema glaciar en un periodo de veintinueve (29) años a través del uso de imágenes LANDSAT y ASTER las cuales se

priorizaban según la calidad y nubosidad para analizar los periodos de alta actividad sísmica. Cada una de las imágenes fue procesada por medio de aplicación de corrección radiométrica, atmosférica y ortorectificación debido a las altas pendientes de la zona que dificultan la precisión de las imágenes para el análisis cartográfico.

## **Marco Conceptual**

**Malla Vial:** La malla vial es el conjunto de elementos físicos como obras civiles, o algunas veces intangibles como los sentidos, que integrados permiten el desplazamiento de personas y vehículos de modo terrestre. La malla vial es un conjunto de líneas que definen los ejes viales, de cada una de las vías del municipio. Estas líneas tienen estructurada como atributo la información de nomenclatura vial, el sentido del tránsito vehicular y su clasificación de acuerdo al tipo de tráfico que soporta. (ARCGIS, 2021)

**Vía Terciaria:** 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. (INVIAS, 2021)

**SIG:** Es una estructura para recopilar, gestionar y analizar datos. Arraigado a la ciencia de la geografía, GIS integra muchos tipos de datos. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información en visualizaciones mediante mapas y escenas en 3D. Con esta capacidad única, GIS revela información más profunda sobre los datos, como los patrones, las relaciones y las situaciones, lo que ayuda a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes. (ESRI, 2021)

**Parque Nacional Natural (PNN):** Son lugares cuyos ecosistemas no han sido modificados en su totalidad por los humanos, lugares que tienen un valor importante para la ciencia y la educación, espacios que son esenciales para la humanidad y en busca de su perpetuidad, sometidos a un riguroso cuidado. La intención de tenerlos bajo vigilancia es conservar la biodiversidad in situ en pro de la protección de los valores naturales, ecosistémicos y culturales que poseen las áreas protegidas, procesos a largo plazo en el que se realizan análisis de contextos territoriales, investigaciones integrales de riesgo y en el que se aborda la realidad ambiental de estos espacios. (Arcila, 2018)

### **Descripción del área de estudio**

El área protegida se encuentra dentro de la zona declarada por la Unesco como reserva de la Biósfera, a su vez posee el mayor relicto glaciar de la cordillera central.

Es considerada estratégica ya que abastece las dos cuencas más importantes del país (Cuenca alta del Río Magdalena y Cuenca alta del Río Cauca) catalogándola como una estrella hídrica del macizo colombiano, que aporta bienes y servicios ambientales representados en ecosistemas de Páramo, subpáramo, bosque Andino y altoandino, favoreciendo así la viabilidad de especies de flora y fauna.

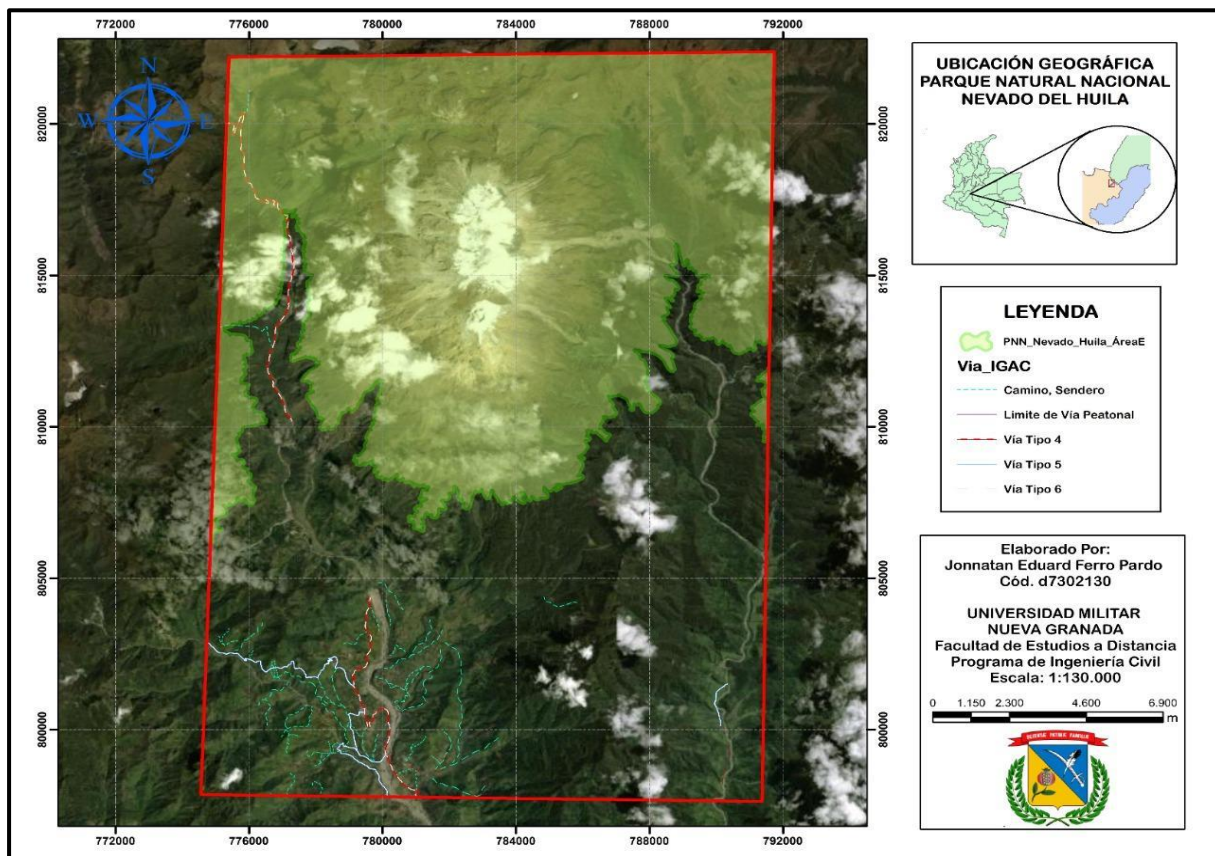
El Parque Nacional Natural Nevado del Huila, está constituido por un área volcánica con vegetación de páramo, subpáramo, Bosque Andino, Altoandino y Zona Nival con una minoría en pajonales. Se encuentra en la categoría de traslape con resguardos indígenas en los departamentos del Tolima y Cauca. Su sede administrativa se encuentra localizada en la ciudad de Neiva (Huila) y posee dos sedes operativas dónde se realiza control y vigilancia situadas en los municipios de Iquira y Santamaría (Huila). Se destacan sitios de gran valor ecosistémico como los páramos de Moras, Monterredondo, Laguna Páez entre otros.

La localización de volcán Nevado del Huila es particular, ya que no conforma un grupo como la mayoría de los volcanes, siendo el segundo glaciar más grande del país, después del Cocuy. El Nevado del Huila actualmente presenta una tasa de pérdida en su área nival de 0.7% anual, la menor de los glaciares, lo que haría de este nevado el más duradero de Colombia, de mantenerse las actuales condiciones climáticas.

En la actualidad, el Volcán Nevado del Huila se encuentra en constante actividad, presenta un cráter formado durante la erupción del 20 de noviembre de 2008, a través del cual está extruyendo un cuerpo dómico. Está conformado en su cima por cuatro picos, alineados en dirección N-S denominados Norte, cresta, Central y Sur (PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA, 2021).

### Ilustración 1.

#### *Ubicación geográfica área de estudio*



*Nota:* En esta ilustración se puede observar la imagen satelital LANDSAT del PNN Nevado del Huila, delimitada por el área de estudio y las capas de las vías existentes en el IGAC. Fuente: Propia.

## 6. Metodología

**Tabla 1.**

*Identificación de la metodología a emplear*

| Tarea                                                                     | Actividades                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>I-Preliminares</b>                                                     |                                                                                                                                                          |
| 1. Selección y determinación de Problemática                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión bibliográfica de temas relacionados con la problemática elegida.</li> </ul>                              |
| 2. Delimitación del área a estudiar                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la zona a intervenir.</li> </ul>                                                                       |
| 3. Desarrollo de Perfil y Anteproyecto                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Selección de información base, para la construcción de documentos de avance del trabajo de grado.</li> </ul>      |
| 4. Recopilación de Información                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Selección de Imagen Satelital</li> <li>Descarga de Información Plataformas de Datos libres IGAC - SIAC</li> </ul> |
| <b>II-Implementación de Propuesta</b>                                     |                                                                                                                                                          |
| 1. Identificación de Capas Insumo para la digitalización de la Malla Vial | <ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de la capa Vial – IGAC.</li> <li>Georreferenciación de Imagen Satelital.</li> </ul>                      |
| 2. Análisis de información recopilada                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cruces capas PNN Nevado del Huila y Vías.</li> </ul>                                                              |
| 3. Unificación de sistemas de coordenadas de capas.                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Selección del sistema de coordenadas a emplear.</li> </ul>                                                        |
| 4. Creación del shapefile de vía para digitalizar.                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo del shapefile en figura polígono.</li> </ul>                                                           |
| 5. Digitalización de vía terciaria del área de estudio.                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Superposición de la capa de vías, PNN Nevado del Huila e Imagen Satelital.</li> </ul>                             |

**Tabla 1.***Identificación de la metodología a emplear. Continuación*

| <b>Tarea</b>                                                 | <b>Actividades</b>                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>III-Análisis de Resultados</b>                            |                                                                                                                                                                |
| 1. Análisis de resultados según la bibliografía consultada   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Determinar el metraje digitalizado de la capa vial terciara actualizada</li> </ul>                                    |
| 2. Comparación de resultados con la capa Vías del IGAC       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Comparar los metrajes de la malla vial digitalizada y la capa del IGAC.</li> </ul>                                    |
| <b>IV-Validación y Recomendación de Resultados</b>           |                                                                                                                                                                |
| 1. Corrección de resultados y validación de datos obtenidos. | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Validación de resultados obtenidos.</li> <li>● Elaboración del Geodatabase con la información actualizada.</li> </ul> |
| 2. Recomendaciones según la clasificación vial de la zona    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Determinación de las recomendaciones para la actualización continua de la base digital vial terciaria.</li> </ul>     |

*Nota:* En la anterior tabla se establecen los procedimientos metodológicos realizados para cumplir los objetivos propuestos.

## **7. Análisis de Resultados**

### **Selección de imagen satelital y descarga**

Una vez identificada el área de estudio y la problemática a tratar se procedió a descargar la imagen satelital que cumpliera con estándares de visibilidad óptima o baja nubosidad a través de la plataforma SCIENCE FOR A CHANGING WORLD (USGS) de la NASA, procurando contar con una buena resolución para detallar de manera adecuada las vías terciarias que requerían actualización digital. La capa obtenida como imagen satelital es de tipo Ráster incluyendo su georreferenciación en el sistema geodecimal WGS84.

### **Búsqueda y compilación de insumos**

Para realizar la debida comparación de la información obtenida del proceso de actualización e insumo para la guía del detalle vial, se emplearon los datos abiertos de cartografía y catastro cargados por el IGAC a través de una compilación de las capas de vías, cartografía, transporte terrestre, vías a escala 1:25.000 en un geodatabase junto con la imagen satelital; para su uso a través del software ARCGIS en el cual se realizaron cada uno de los procesos de actualización que posteriormente se enuncian.

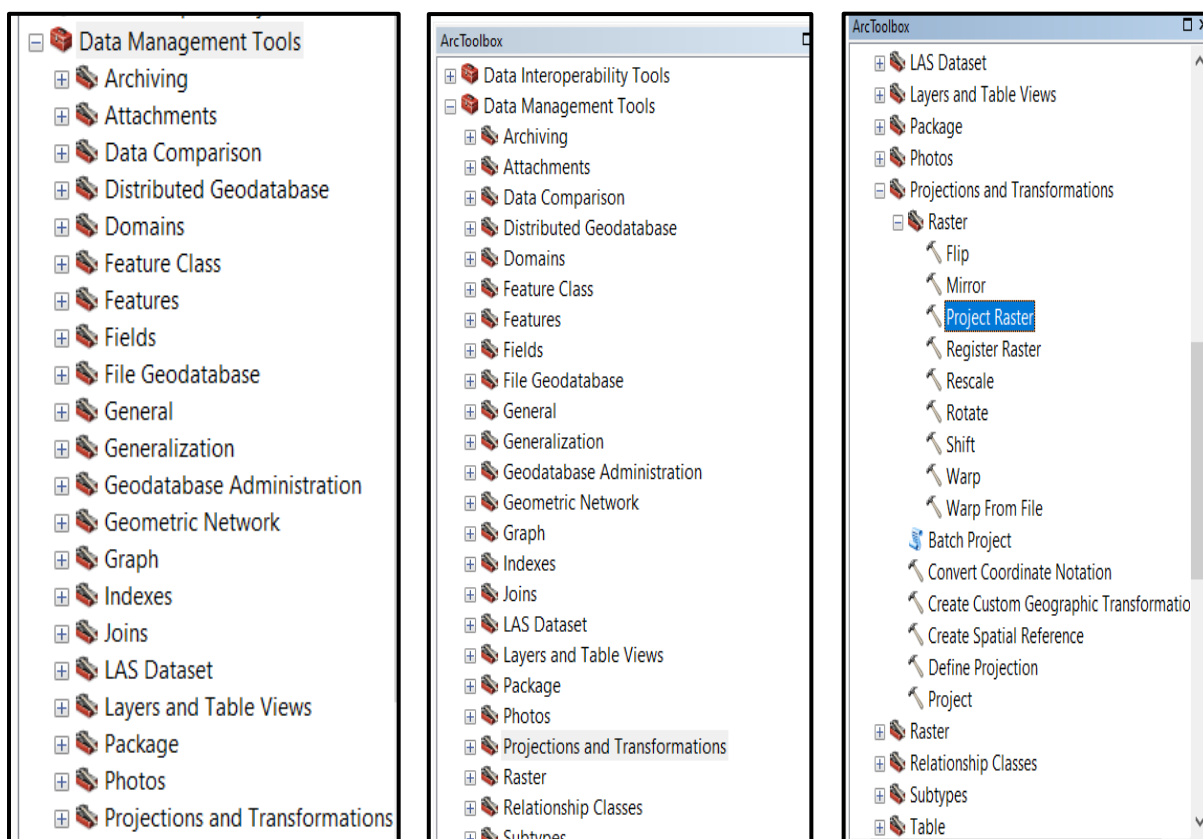
### **Elaboración de shapefile y establecimiento de sistema de referencia**

Una vez obtenidos los insumos para el proceso de superposición de capas en el cual se actualizó la vía terciaria de la zona de estudio del PNN, se estableció que el sistema de referencia a emplear para el estudio es Magna Colombia Bogotá, debido a que el origen en dónde se ubica es en el margen de la zona de Bogotá. Posteriormente cada uno de los insumos se proyectó al sistema de referencia mencionado en el Software ARCGIS a través de su ArcToolbox en “Data Management Tools” herramienta “Proyecciones y Transformaciones” - “proyectar”, la cual para Ráster se denomina “Proyectar Ráster” y para

Vector “Proyectar”, siendo necesario utilizar esta herramienta por cada una de las capas insumo que se tenían dispuestas por superponer. Para la capa en la cual se desarrolló la actualización de la vía terciaria tuvo como inicio la creación del Shapefile por medio del ArcCatalog seleccionando el tipo de forma “Polilínea” y el sistema de referenciación anteriormente mencionado, posteriormente se ubicó en el Geodatabase y en el ArcMap, seleccionándola para el proceso de superposición entre los insumos obtenidos en el proceso de revisión.

## Ilustración 2.

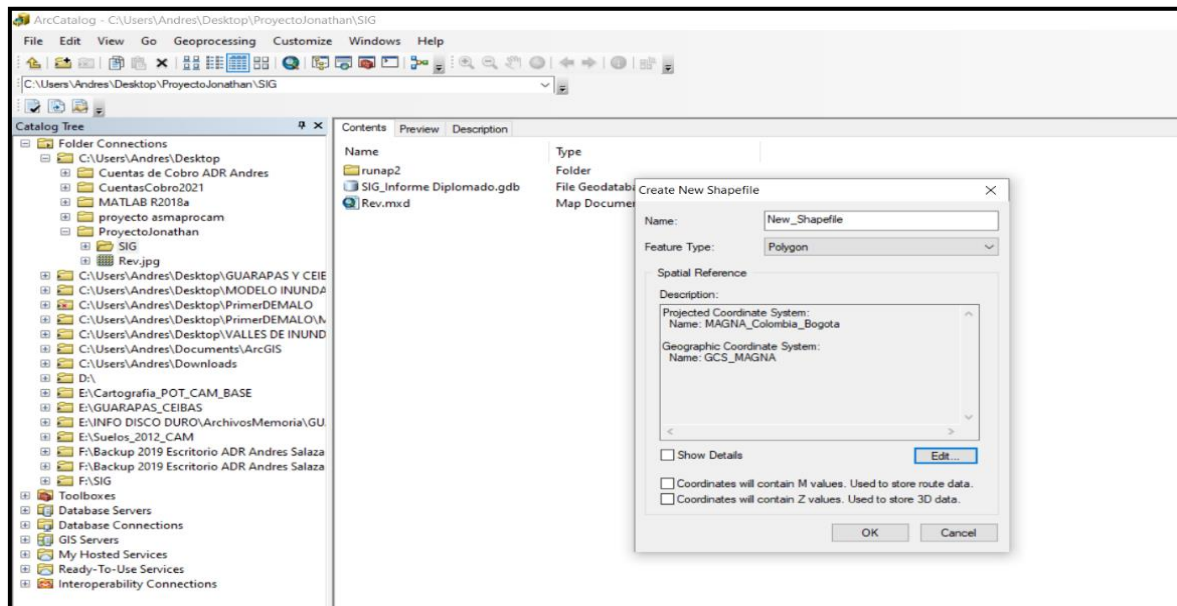
### *Herramienta proyecciones y transformaciones ArcToolbox*



*Nota:* En esta imagen se observa la ruta que hay que seguir para realizar la proyección de las capas utilizadas a coordenadas Magna- Colombia-Bogotá. *Fuente:* Software ArcGIS 10.3

### Ilustración 3.

#### Creación shapefile polygon ArcCatalog



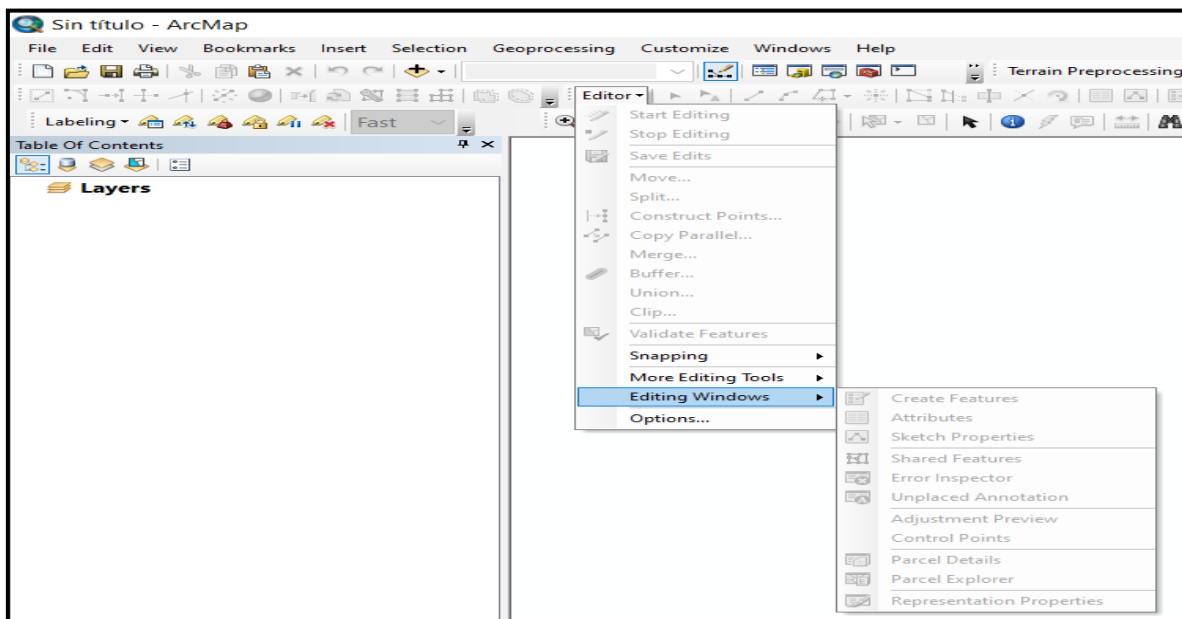
Fuente: Software ArcGIS 10.3

### Actualización y digitalización de malla vial terciaria

Establecidos los insumos y capa de actualización en el sistema de georreferenciación Magna Colombia Bogotá, se procedió a realizar el cargue en el área de trabajo del software ARCGIS, iniciando con la capa actual del IGAC, y debajo el ráster de la zona de estudio, para visualizar las zonas que presentan inconsistencias con el proceso digital. Para iniciar el proceso se seleccionó la herramienta “Editor” – “Editing Window” – “Create Features” – “Polilínea”.

#### Ilustración 4.

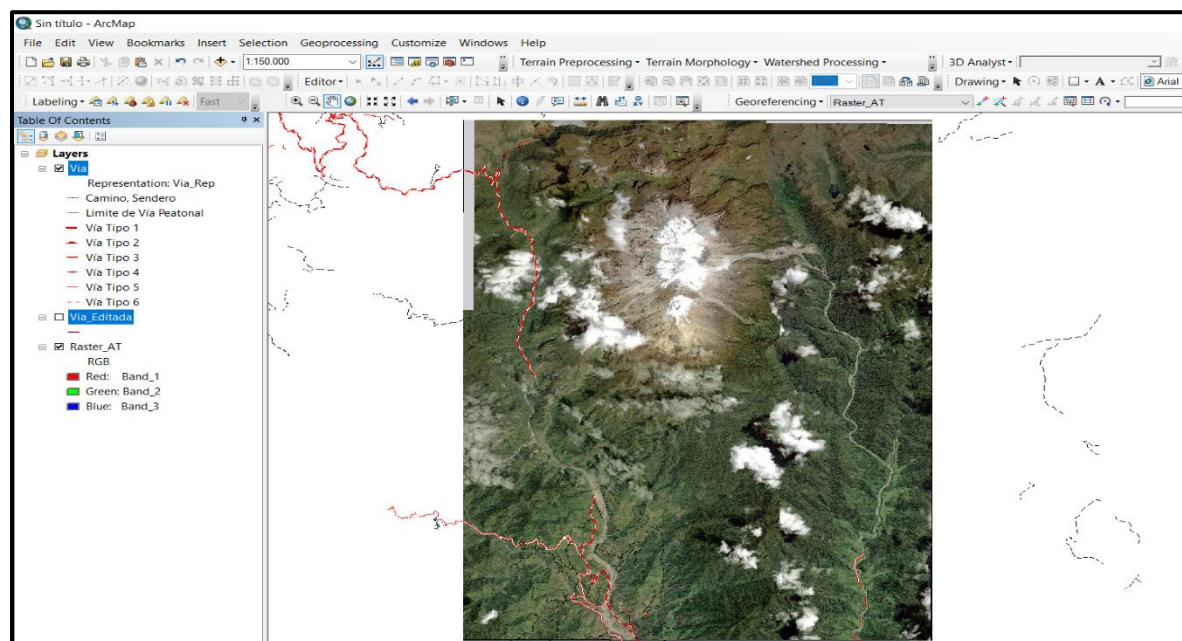
*Herramienta editor - create feature*



Fuente: Software ArcGIS 10.3

#### Ilustración 5.

*Superposición Via\_IGAC - imagen satelital*

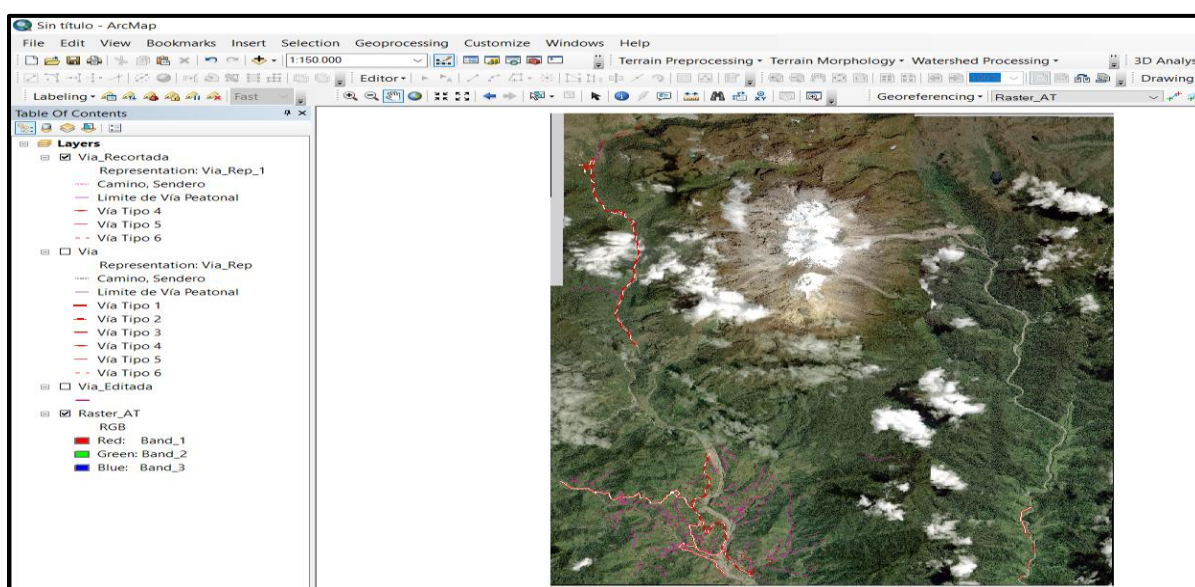


*Nota:* En esta ilustración se puede observar las capas de vías terrestres y la imagen satelital landsat activas y superpuestas para el dar inicio de la digitación de la misma. Fuente: Software ArcGIS 10.3

Una vez identificadas las zonas que requerían actualización, se tomó como referencia la digitalizada por el IGAC complementando las vías terciarias de toda el área de estudio a través del proceso de digitalización de la capa creada como Vía\_Editada, teniendo como referencia el área de estudio seleccionado el cual fue recortado, tanto en la imagen satelital como para las capas insumo a través de la herramienta “Clip”.

## Ilustración 6.

### *Imagen satelital y Vía\_IGAC recortada*

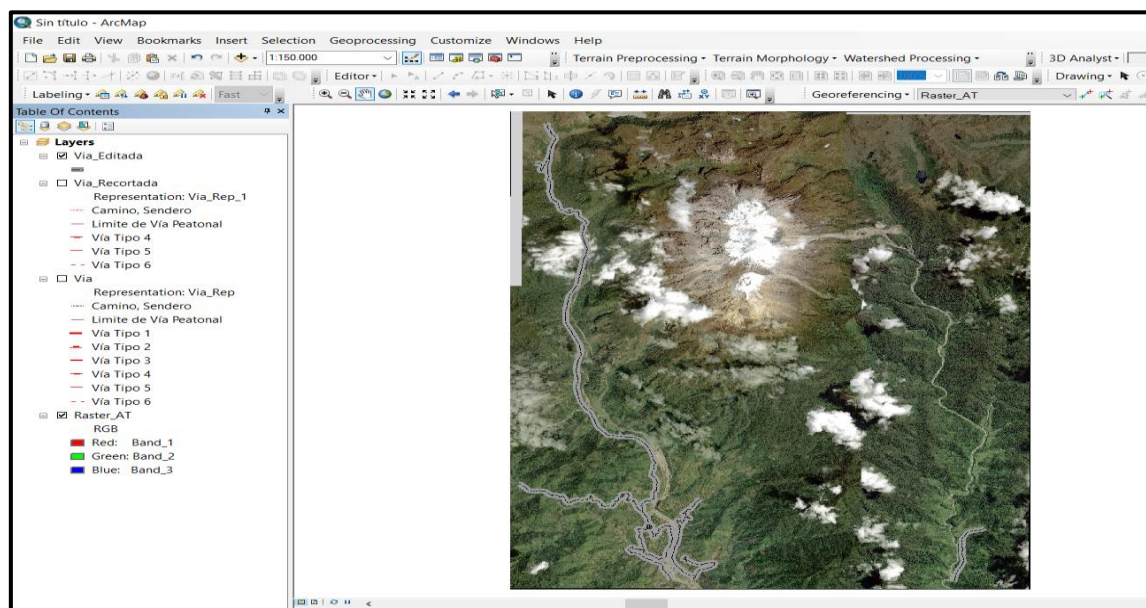


*Nota:* En esta ilustración se puede observar las capas de vías terrestres y la imagen satelital landsat recortada de acuerdo al polígono seleccionado anteriormente. Fuente: Software ArcGIS 10.3

Finalmente, terminada la digitalización se visualiza a detalle el proceso realizado y se revisan los resultados a nivel de distancia expresados por las capas del IGAC y los actualizados.

## Ilustración 7.

### Malla vial terciaria digitalizada



*Nota:* En esta ilustración se puede observar la malla vial digitalizada de la zona de estudio. Fuente: Software ArcGIS 10.3

**Tabla 2.**

### Comparación longitud actualización vía terciaria

| Actualización Vía Terciaria |            |            |
|-----------------------------|------------|------------|
| Capa                        | Kilómetros | Metros     |
| Editada                     | 57,892475  | 57892,4749 |
| IGAC                        | 38,0906464 | 38090,6464 |
| Diferencia                  | 19,8018286 | 19801,8285 |
| 34%                         |            |            |

*Nota:* En esta tabla se relaciona la longitud de malla vial existente en las capas del IGAC, demostrando después de un análisis comparativo la inexistencia de 19.8 kilómetros faltantes de vía, solamente en el polígono del área de estudio seleccionada.

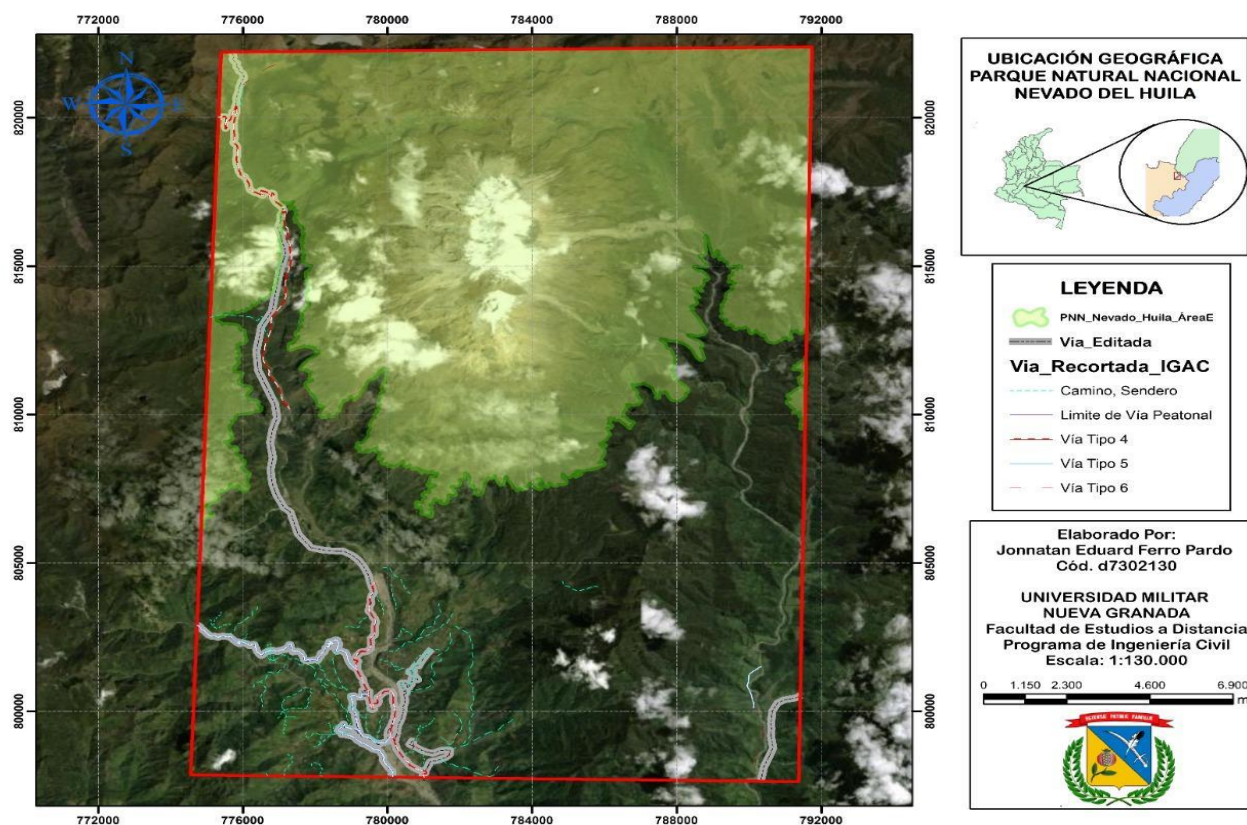
De acuerdo a la **Tabla 2**, observamos que la diferencia entre la capa del IGAC y la editada corresponde a 19 km de vía terciaria, la cual representa un 34% del total de vía establecida en la zona de estudio, siendo lo anterior un insumo de relevante importancia para el proceso de gobierno de ámbito Nacional, Departamental y Municipal, en vista de fortalecer el acceso al PNN Nevado del Huila, para la generación de Ecoturismo, Empleo

Local y Protección de zonas de recarga hídrica de cuencas hidrográficas aledañas, por medio de la implementación de Planes de Manejo y/o POMCA u otro instrumento de planificación.

Es importante resaltar que por las condiciones de alta pluviosidad y humedad el mantenimiento vial es de tipo correctivo en grandes tramos del PNN y de orden preventivo en zonas aledañas a caseríos locales; por lo cual es imperante que se tomen en cuenta los procesos de visita en campo para identificar de manera precisa las necesidades de mantenimiento vial, lo cual permitirá cumplir con los requerimientos viales de los pobladores y demás población flotante en el área del PNN.

### **Ilustración 8.**

*Mapa actualización digital malla vial terciaria PNN Nevado del Huila*



*Nota:* En esta ilustración se observa el producto obtenido del proceso de digitalización de la malla vial  
Fuente: Propia.

## 8. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el proceso de actualización digital de la malla vial terciaria, se tienen alrededor de 19 km de vía sin el conocimiento formal por parte de las entidades gubernamentales para inclusión en los programas de mantenimiento de orden Municipal o Departamental.

El 34% de la malla vial del área de estudio se encuentra fuera del levantamiento realizado por el IGAC, motivo por el cual se debe solicitar la introducción o actualización al levantamiento de malla vial terciaria para todo el PNN, con el fin de mejorar las condiciones de acceso para la población local y flotante.

El uso de las herramientas SIG es fundamental para facilitar los procesos de actualización digital de las zonas que presentan difícil acceso, con márgenes de error aceptables para estudios de investigación y toma de decisiones en elementos de planificación territorial, con el fin buscar recursos de financiación a través de las diferentes fuentes dispuestas por el Gobierno Nacional.

El mantenimiento de las vías terciarias es una meta de gran importancia para mejorar las condiciones de vida de pobladores locales del PNN, puesto que su actividad comercial se ve enmarcada en los servicios prestados a los turistas y demás población flotante del parque y como también del ingreso de remesa para el suplemento constante de los alimentos básicos de consumo, evitando así el desarrollo de actividades agropecuarias de pan coger y/o producción.

El proceso de digitalización y comparación permitió la obtención de una capa actualizada de la vía terciaria del polígono del área de estudio, la cual solo refleja a nivel de longitud la actualización, debido a que la introducción de información adicional en

comparación con la capa del IGAC requiere el desplazamiento a campo para identificar características propias de la malla vial, pero por condiciones de desplazamiento y recursos de financiación no fue posible cobijarlas en el presente estudio. Finalmente se aclara que cada una de las capas y/o Shapefile empleados se compilaron en una geodatabase la cual es un producto que se anexa al informe como resultado del proceso.

## 9. Bibliografía

- Acosta Ariza, M. A., & Alarcón Romero, P. A. (2017). ANÁLISIS DE LA CANTIDAD Y EL ESTADO DE LAS VÍAS TERCARIAS EN COLOMBIA Y LA OPORTUNIDAD DE LA INGENIERÍA CIVIL PARA SU CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO. BOGOTÁ D.C., COLOMBIA: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA.
- ARCGIS. (2021, Febrero 21). *ARCGIS.COM*. From <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=e5a20a8df65645ebae480bca0373677f>
- Arcila Perdomo, P. (2018, 06 06). *Descubre los rincones naturales de Colombia en "Instinto de conservación"*. From SEÑAL COLOMBIA: <https://www.senalcolombia.tv/documental/que-es-un-parque-natural-y-para-que-sirve#:~:text=Los%20parques%20nacionales%20naturales%20son,sometidos%20a%20un%20riguroso%20cuidado.>
- ESRI. (2021, 02 28). *ESRI COLOMBIA*. From <https://esri.co/esri-dummies/sig/>
- INVIAS. (2021, 02 28). *INVIAS*. From <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/2-uncategorised/2706-clasificacion-de-las-carreteras>
- PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. (2021, 02 28). *parquenacionales.gov.co*. From <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/parques-nacionales/parque-nacional-natural-nevado-del-huila/>
- ALPALA AGUILAR, J. A., ARDILA FERNANDEZ, A. F., & MONTENEGRO ARBOLEDA, L. S. (2015). HERRAMIENTAS SIG PARA CARACTERIZAR LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA DEL VOLCÁN NEVADO DEL HUILA [1996-2013]. MANIZALEZ: UNIVERSIDAD DE MANIZALEZ.
- ALPALA AGUILAR, R. L. (2016). EVOLUCIÓN DEL GLACIAR DEL VOLCÁN NEVADO DEL HUILA A TRAVÉS DEL TRATAMIENTO DE IMAGENES SATELITALES (1987-2016). MANIZALEZ, COLOMBIA: UNIVERSIDAD MANIZALEZ.
- EL TIEMPO. (06 de 06 de 2021). *EL TIEMPO*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-655236>
- PARQUES NACIONALES NATURALES. (2007). PLAN BÁSICO DE MANEJO 2007-2011. POPAYAN: MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE.