

## La Teledetección como ayuda para identificar la disminución en la cobertura boscosa en altos del encanto corregimiento del Coco distrito de Coclé y presentar una propuesta de Diseño de Infraestructura Vial

Remote Sensing as an aid to identify decline in forest cover in Altos del Encanto, corregimiento del Coco, Coclé district and to present a road infrastructure design proposal

<sup>1</sup>. Irving Isaac Isaza Santos, <sup>2</sup>. Andreina Reyes Sánchez

<sup>1</sup>. Universidad de Panamá, Facultad de Ingeniería, Panamá,

[irving.isaza@up.ac.pa](mailto:irving.isaza@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0002-4029-0992>

<sup>2</sup>. Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil. Panamá.

<https://orcid.org/0009-0002-6159-1337>, [reyes.andreina@utp.ac.pa](mailto:reyes.andreina@utp.ac.pa)

**Recibido: 13/6/2025 - Aceptado: 11/8/2025**

**DOI** <https://doi.org/10.48204/j.guacamaya.v10n1.a8377>

### Resumen

Este proyecto de investigación tiene como objetivo analizar el crecimiento urbano en el sector de altos del Encanto, corregimiento del Coco, distrito de Penonomé, provincia de Coclé, ya que en este sector se da un crecimiento poblacional informal y se quiere presentar con esta investigación mejorar las condiciones de infraestructuras vial y de transporte. Aplicando la metodología de Teledetección y su uso en el transporte presentar como propuesta la ampliación de la vía a 3 paños intercalados en toda su trayectoria mejorando con esto, su valor de compra y venta y adicional además de mejorar su vía de camino de producción y de turismo la cual se encuentra a 3 kilómetros de la cabecera de la provincia.

**Palabras claves:** Teledetección, viabilidad, escorrentía, planificación.

### Abstract

This research project aims to analyze urban growth in the Altos del Encanto sector, Coco district, Penonomé district, Coclé province, since this sector is experiencing informal population growth. This research aims to improve road and transportation infrastructure conditions. By applying remote sensing methodology and its use in transportation, the proposal is to expand the road to three sections interspersed throughout its entire length, thereby improving its sales and

purchasing value. Additionally, it will also improve its production and tourism route, which is located 3 kilometers from the provincial capital.

**Keywords:** Remote sensing, viability, runoff, planning.

## Introducción

Las vías de estas poblaciones en aumento se deterioran más rápidamente ya que no estaban diseñadas para el tránsito constante y numeroso. Por eso es importante resaltar que una carretera, camino o calle de carácter urbano o rural, le pertenecen al dominio público y por tanto al Estado. (Keller Gordon & Sherar James 2004)

El presente estudio busca, a través de la teledetección, obtener datos acerca de la superficie terrestre, por medio de información levantada en campo, de esta manera se puede analizar las características físicas en cuanto a elevaciones y comportamiento de los terrenos versus al aumento poblacional, que se ha dado en este sector, ya que está cerca al centro de Penonomé y se encuentra rodeado de Cerros como: Cerro El Encanto (Reserva Natural) y Cerro el Gallote, que son atractivos turísticos. Y determinar la escorrentía que pueden causar estas diferencias de elevaciones con respecto a las vías actuales y las recomendaciones de las mejoras a futuro, para lograr una comunidad sostenible (Mancebo Quintana, Ortega Pere<, Martín Fernández, Valentín Criado 2009).

## Figura 1

### Área de Estudio



*Nota:* En la imagen tomado de Dron, se puede ver el relieve de los alrededores de la vía existente de la comunidad de Altos del Encanto.

Es muy importante promover el manejo adecuado de las tierras, mejorar la calidad de vida y minimizar los riesgos de pérdidas de vidas por falta de aceras, movilidad e insalubridad. (Mancebo Quintana, Ortega Pere<, Martín Fernández, Valentín Criado, 2009) La movilidad de los distintos actores de la sociedad es fundamental para un adecuado desarrollo económico y social.

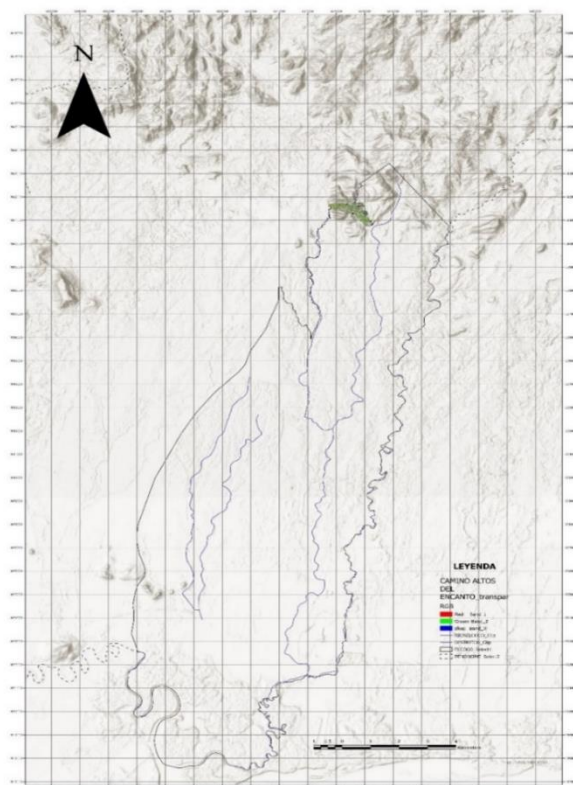
Altos de Encanto es un lugar ubicado en Corregimiento del coco, Distrito de Penonomé, Provincia de Coclé. Colindando al Norte: Con el poblado de Santa Cruz, al Sur: Con el poblado de Cuarto Centenario, al Este: Con el Corregimiento de Nanzal, Oeste: con el centro de

Penonomé (Redacción Nacional 7 de febrero de 2023). En este estudio se va a evaluar el diseño de 1 km + 778 ml de pavimento.

## Figura 2

*Mapa del Corregimiento Del Coco*

### MAPA DEL CORREGIMIENTO DEL COCO



E: 573311.818

N: 941678.415

## Materiales y Métodos

La primera etapa de los trabajos se encuentra relacionada con la preparación de las imágenes satelitales (Price Maribeth 2020).

1. Inspección: se realizó una visita de campo que empleen equipos de teledetección y de fotografía, que recaben datos y mediciones de aspectos como:
  - La ubicación del sector donde se está dando la expansión de población, en la mancha urbana.
  - Condiciones orográficas (efecto del cambio en las condiciones atmosféricas causado por un cambio en la elevación, principalmente debido a las montañas), del terreno con medición de pendientes y longitudes de los tramos principales de acceso.
  - Materiales predominantes en la construcción de las viviendas, dimensionamiento exterior de las viviendas y separación entre predios.
  - Clasificación material de la capa de rodadura de las vías, localización de cuerpos de agua, entre otros aspectos (Castaño Federico, Herrera Jorge, Gómez José y Reyes Fredy 2009).

### Figura 3

#### *Cobertura Boscosa de parte del Área de Estudio*



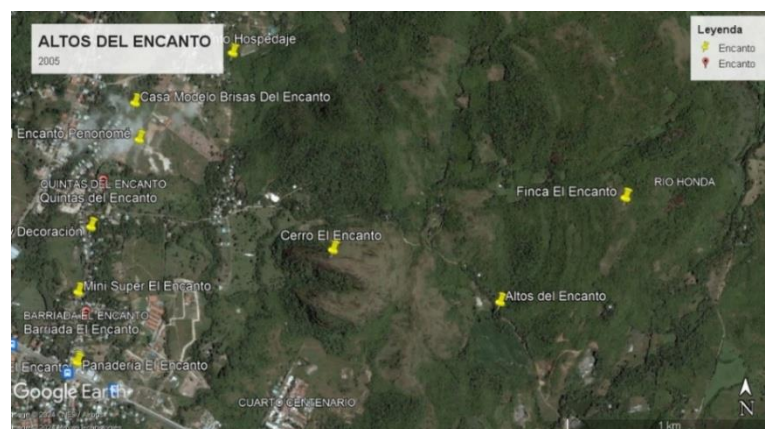
*Nota:* En la imagen tomado con Dron, se puede ver los materiales predominantes en las viviendas y el tipo de rodadura en cada punto.

2. Mapeo para generación de ortofoto (Candanedo Martin 2013).
  - Tipo de Terreno: Montañoso
  - Equipo Utilizado: Mavic 3 enterprise
  - Cámara del equipo: Sensor CMOS 4/3; 20 Megapíxeles, obturador mecánico con intervalo de disparo de 0.7 segundos que evita el desenfoqué por movimiento
3. Plan de vuelo:
 

Se realizaron 2 planes de vuelo. El primero con un total de 472 fotografías y el segundo con 110 fotografías, se definió un traslape lateral de 70% y 80% longitudinal. La aplicación utilizada es Dji pilot 2

### Figura 4

#### *Imagen Satelital de Penonomé y el Sector del Encanto 2005*



Fuente: Google Earth.

## Figura 5

*Imagen Satelital de Penonomé y el Sector del Encanto 2014*



Fuente: Google Earth.

## Figura 6

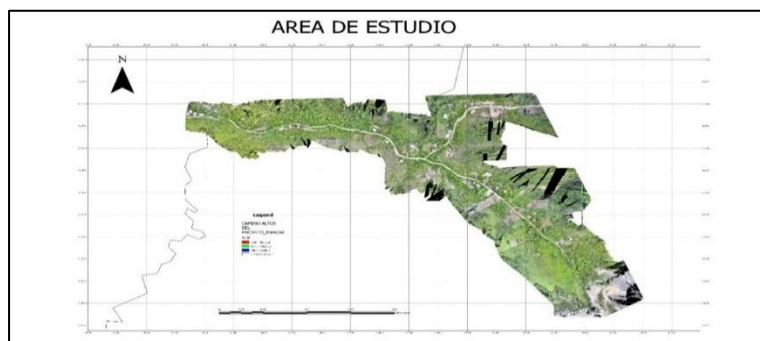
*Imagen Satelital de Penonomé y el Sector del Encanto 2024.*



Fuente: Google Earth.

## Figura 7

### Orto mosaico del Sector del Encanto en el área de Estudio



*Nota:* Se aprecia la pérdida de cobertura boscosa y los caminos que se encuentran sin darles mantenimiento.

4. **Altura de Vuelo:** se estableció a 50 metros respecto al suelo, para lograr un alto nivel de detalle en la información, lo que obtenido un GSD (tamaño de pixel en el terreno) de 1.35 cm/ píxel. En el equipo de activó el "seguimiento de terreno", para mantener siempre la misma altura respecto al suelo y conservar el mismo GSD, aunque existan desnivel en el terreno.
5. **Ortofoto:** se realiza el postproceso de las fotografías en el software Pix4d para obtener la ortofoto.

La idea es lograr una descripción técnica del lugar, sus viviendas e infraestructura disponible, como elemento para planeación de mejoras e intervenciones (Salvador Jesús Palomino Altez 2018). Según la Ortofoto podemos ver que del 1 km + 778 ml de carretera, solo hay un 3 % con cobertura de asfalto que está montada solo en la subrasante sin tosca, ni capa base y el 80% esta su rodadura cubierta con tosca y un 17% solo esta corta hasta su subrasante.

## Figura 8

### Orto mosaico del Tramo de Calle a Ejecutar como Proyecto Vial



Fuente: Lic. Ovidio Mendoza.

## Figura 9

*Ancho de Servidumbre que incluye la zona de ampliación de la vía*



La metodología la podemos dividir en tres fases:

- 1- Recolección de los datos demográficos y geográficos (Redacción Nacional 22 de abril de 2011).
- 2- Unificar todos los datos y generar una cartografía temática que representa la tendencia de crecimiento del Sector El Encanto.
- 3- Análisis de los datos recopilados y las diferentes sugerencias para idear una planificación ordenada, salvaguardando el ecosistema y paisajismo de la región.

Los mecanismos o infraestructura para facilitar la movilidad a la gente, especialmente a centros urbanos, requiere de inversión pública y la participación de entidades privadas como empresarios del sector transporte (Garber Nicholas y Hoel Lester 2005), para sí poder brindar un sistema de transporte público eficiente que se identifique con criterios como:

- Geometría adecuada en la red vial del poblado para facilitar el paso de vehículos de transporte público y de emergencia (Keller Gordon & Sherar James 2004).
- Disposición de senderos peatonales seguros (Luigi Alexander Acosta Ordoñez 2020)
- En la actualidad este sector cuenta con camino de tosca, sin cuneta y con luz en algunos sectores, no cuenta con transporte público, y el transporte selectivo se limita hasta ciertas horas del día (Redacción Nacional 2016).

## Figura 10

*Inicio de Camino de Tierra – Calle de Asfalto vs Calle de tosca*



Fuente: Lic. Ovidio Mendoza.

## Resultados y Discusión

Los registros permitieron identificar, que la mayor parte del trayecto no tiene tratamiento de carpeta, que la condición peatonal es compleja por alta pendiente y nula presencia de aceras. No se aprecian obras para el manejo de escorrentías, lo cual dificulta la accesibilidad en temporada de lluvias. No hay presencia de transporte público al interior del sector. El trazado geométrico no es el adecuado por: alta pendiente, anchos no aptos para doble circulación y un bajo radio de giro en algunas curvas.

Empleando imágenes de generadas de un Dron, y con la detección atrás de las imágenes satelitales obtenidas por Google Earth, se puede determinar el crecimiento en esta zona y el aumento en un par de años más, a raíz de esto presento propuesta de ampliación y adaptación de la carretera, sistema de recolección de agua pluviales y la protección de áreas con taludes sostenibles, para que la comunidad pueda gozar de todos estos beneficios.

**Tabla 1**

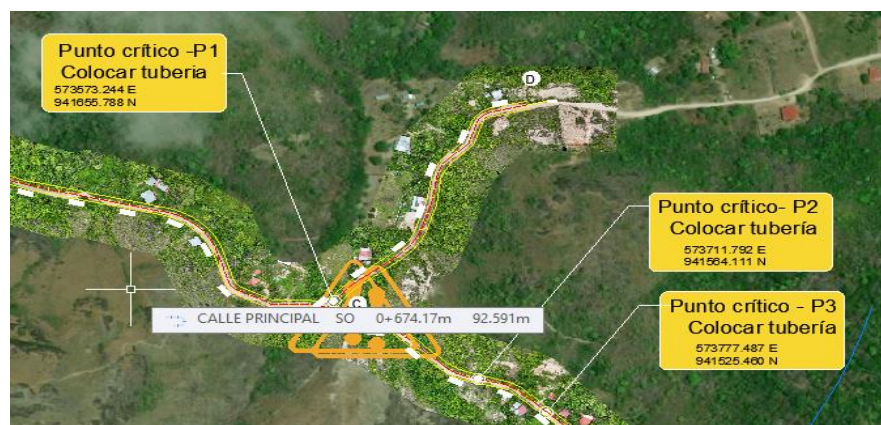
*Longitudes de Tramo de Calle en el Área de Estudio*

| CARRETERA- ALTOS DEL ENCANTO |             |
|------------------------------|-------------|
| TRAMO                        | LONGITUD    |
| A-B                          | 1 km + 453m |
| C-D                          | 0 km + 325m |
| TOTAL                        | 1 km + 778m |

*Nota:* Tramos de Calle a Ejecutar como Proyecto Vial.

**Figura 11**

*Puntos Críticos.*



*Nota:* Se pudieron determinar los puntos críticos para la colocación de tuberías y tragantes pluviales.

Fuente: Lic. Ovidio Mendoza.

## Figura 12

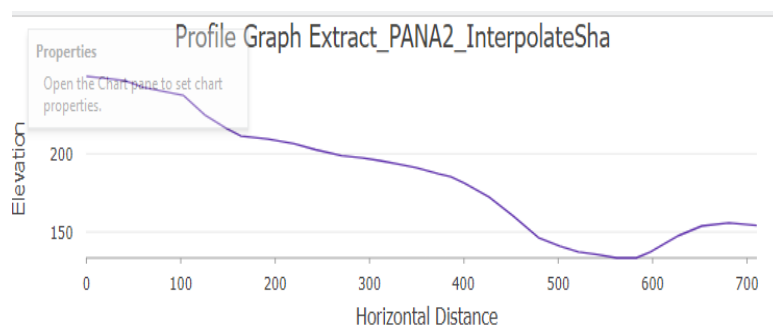
*Diseño a Base de Curvas de Nivel.*



*Nota:* Del Modelo Digital de Elevación se obtienen las curvas de Nivel.

## Figura 13

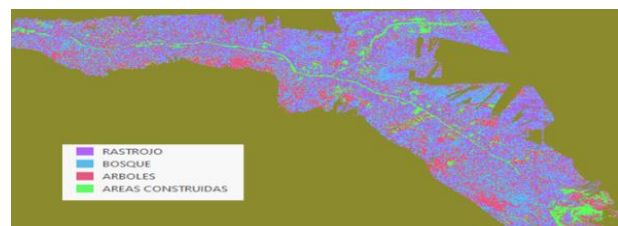
*Perfil Transversal de la Sección de Estudio*



A través de la Teledetección pudimos ubicar las pendientes que deberán realizarse los diferentes cortes y rellenos en algunas zonas, que propongo reforzar con Taludes modernos, para la sostenibilidad del terreno y así asegurar la vida útil de la vía. Al determinar la ubicación de las tuberías que formaran parte del sistema de aguas pluviales, debemos contemplar los drenajes subterráneos que se puedan manifestar en algunas zonas.

## Figura 14:

*Imagen del Pixelado de la Cobertura Boscosa del Área del Encanto.*



*Nota:* Podemos ver las zonas de identificamos para proteger esta área que es de vital importancia para la fauna y flora de Penonomé.

## Conclusión

Se concluye que se debe expandir los kilómetros de pavimento flexible debido a que la población está en constante crecimiento, las pendientes representan un peligro si no se toman las precauciones adecuadas ya que podrían dejar sin comunicación esta comunidad.

A lo largo de los años he comprendido la importancia que tiene respetar los retiros viales, a su adecuado tiempo, puesto que de esta forma podemos organizar bien nuestras comunidades crecientes y así obtener un desarrollo pleno.

En este proyecto encuentra detallado, un análisis y diseño para la construcción de su sistema vial integrado.

## Referencias Bibliográficas

- Candanedo Martin (2013) Introducción a la Fotogrametría, Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil.
- Castaño Federico, Herrera Jorge, Gómez José y Reyes Fredy. (agosto 2009) Análisis Cualitativo del flujo de agua de infiltración para el control del drenaje de una estructura de pavimento flexible en la ciudad de Bogotá D.C.  
<https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/5051954.pdf>
- Garber Nicholas y Hoel Lester. (2005) Ingeniería de Tránsito y Carreteras, Editorial THOMSON, Tercera Edición.
- González Silene y Ordoñez Abel. (2006). Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos, Universidad Nacional de ingeniería, Lima Perú, Editorial ICG Segunda Edición
- Kraemer Carlo, Pardillo José, Rocci Sandro, Romana Manuel, Sánchez Víctor y Del Val Miguel Ángel. (2003). ingeniería de Carreteras. Volumen I, Editorial McGraw Hill.
- Keller Gordon & Sherar James (septiembre de 2004) ingeniería de Caminos Rurales” Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Administración”. Instituto Mexicano del Transporte, México.
- Luigi Alexander Acosta Ordoñez. (2020). *Propuesta Vial para mejorar la transmisibilidad vehicular en la intersección de las avenidas prolongación Francisco Bolognesi y José Leonardo Ortiz en la provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque*. (Tesis de Maestría de Universidad de San Martín de Porres). Recuperado <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7076>
- Mancebo Quintana, Ortega Pere, Martin Fernández, Valentín Criado. (2009). Libro SIG “Aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental, ejercicios”, Madrid, España.
- Ministerio de Infraestructura, Dirección Provincial de Ordenamiento Urbano y Territorial Subsecretaria de Urbanismo y Vivienda. (septiembre de 2011). “Sistema de Información Geográfico para el Ordenamiento Territorial, Argentina, Buenos Aires.
- Ministerio de Obras Públicas. (2021). *Manual de Requisitos para la revisión de planos*. Recuperado de Chrome extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29308\_B/GacetaNo\_29308b\_20210615.pdf
- Price Maribeth. (2020). Mastering ArcGIS Pro, McGraw Hill, First Edition

- Puerta Ronal, Rengifo Juan, Bravo Nino 2013, Manual de ArcGIS 10 Nivel Intermedio, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables. Perú
- Redacción Nacional. (30 de noviembre de 2016). “Inundaciones, derrumbes y caída de árboles por fuertes lluvias en Coclé, La Prensa.  
[https://www.prensa.com/provincias/Inundaciones-derrumbes-arboles-lluvias-Cocle\\_0\\_4633036687.html](https://www.prensa.com/provincias/Inundaciones-derrumbes-arboles-lluvias-Cocle_0_4633036687.html)
- Redacción Nacional. (7 de febrero de 2023).” MOP continua con trabajos de mantenimiento vial en Coclé y Colon” Ministerio de Obras Publicas Nota de Prensa <http://www.mop.gob.pa/index.php/prensa/sala-de-prensa-2/item/2829-mop-continua-con-trabajos-de-mantenimiento-vial-en-cocle-y-colon>
- Redacción Nacional. (22 de abril de 2011). “Moradores de El Encanto protestan y Cierran carretera”. La Prensa, [https://corprensa-la-prensa-prod.cdn.arcpublishing.com/imprensa/nacionales/Moradores-Encanto-protestan-cierran-carretera\\_0\\_3096440453.html](https://corprensa-la-prensa-prod.cdn.arcpublishing.com/imprensa/nacionales/Moradores-Encanto-protestan-cierran-carretera_0_3096440453.html)
- Salvador Jesús Palomino Altez. (2018). *Propuesta de Gestión vial para reducir la congestión vehicular y su impacto social en la intersección de la Av. Arequipa con la Av. Aramburu*. (Tesis de Maestría de Universidad Nacional Federico Villarreal). Recuperado <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2723>