

# ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EN LA TOPOGRAFÍA MODERNA

Valeria Alexandra Pinzón<sup>1</sup>, Luz Tatiana Torres<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

## Introducción

Las tecnologías de ondas electromagnéticas, como LIDAR (Light Detection and Ranging) y GPR (Ground Penetrating Radar), han transformado la topografía al proporcionar datos precisos sobre la superficie y el subsuelo. La combinación de estas tecnologías con drones ha permitido crear mapas tridimensionales detallados, facilitando la planificación de infraestructuras, estudios geológicos y la prevención de desastres naturales. La capacidad de estas ondas para penetrar el terreno y revelar su estructura interna es clave para proyectos de ingeniería y geología avanzada.

## Tecnologías LIDAR y GPR

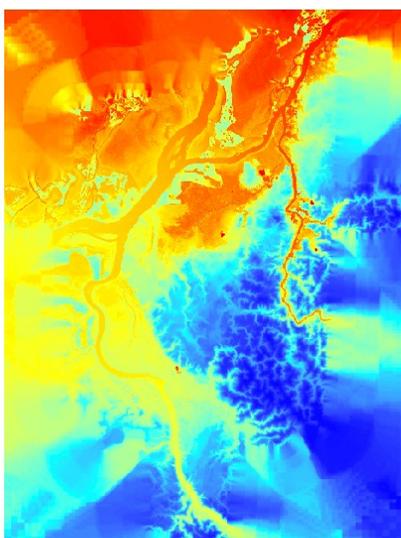
**LIDAR:** Utiliza pulsos de luz láser infrarroja para medir la distancia entre el dron y la superficie del terreno. Al emitir pulsos y medir el tiempo de retorno, LIDAR genera una nube de puntos 3D extremadamente precisa, útil para cartografía y estudios topográficos.

**GPR:** El Radar de Penetración Terrestre (GPR) emite ondas de radio de baja frecuencia que penetran en el subsuelo, permitiendo detectar estructuras internas como fallas geológicas, tuberías o cavidades subterráneas.



## Obtención de Modelos Digitales

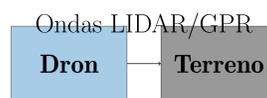
Conocidos en el mundo de la topografía como DTM (Modelo digital del terreno) es una representación digital de la superficie terrestre, enfocada en mostrar únicamente las elevaciones del terreno natural, sin incluir objetos como edificios, vegetación o infraestructuras. Se genera a partir de datos topográficos, como los obtenidos por levantamientos de campo, drones, o tecnologías como LIDAR.



## Proceso Topográfico y Creación de Modelos

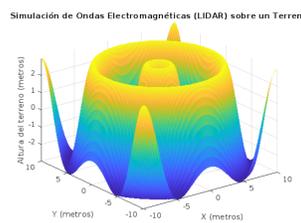
El flujo de trabajo para obtener mapas precisos y modelos digitales del terreno involucra:

- **Emisión de ondas:** El dron sobrevuela el área de estudio, emitiendo pulsos LIDAR o señales GPR que interactúan con la superficie o penetran en el terreno.
- **Captura de datos:** Los sensores del dron miden el tiempo de retorno de las ondas reflejadas o refractadas, obteniendo información detallada de la topografía y la estructura interna del subsuelo.
- **Generación de nubes de puntos:** Los datos recolectados se transforman en una nube de puntos georreferenciada, permitiendo la creación de modelos de elevación digital (DEM).



## Simulación de Ondas Electromagnéticas

La simulación muestra cómo los pulsos LIDAR se propagan y reflejan sobre un terreno. Se generó un terreno 3D basado en una función senoidal, lo que simula una superficie montañosa. Las ondas electromagnéticas se representan como esferas que se expanden y se reflejan en el terreno, representando cómo los pulsos LIDAR interactúan con la topografía.



Cada esfera representa una onda LIDAR que se expande a medida que avanza en el tiempo. La simulación demuestra cómo estas ondas capturan la forma del terreno y cómo el sistema LIDAR puede generar una nube de puntos precisa al medir el tiempo de retorno de los pulsos emitidos.

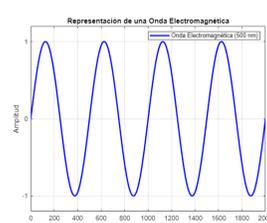
## Relacion entre la longitud de la onda y Resolución

Para estimar la resolución espacial en función de la longitud de onda  $\lambda$  del láser utilizado, se puede usar la relación entre la longitud de onda y la precisión del sistema:

$$\Delta d \approx \frac{\lambda}{2}$$

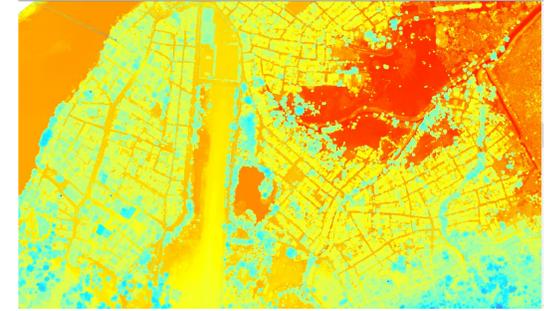
Donde:

- $\Delta d$ : la precisión o resolución en la medición de distancia.
- $\lambda$ : longitud de onda del láser (usualmente en el rango del infrarrojo cercano para LIDAR, como 1064 nm o 1550 nm).



## Modelo Digital de Superficie

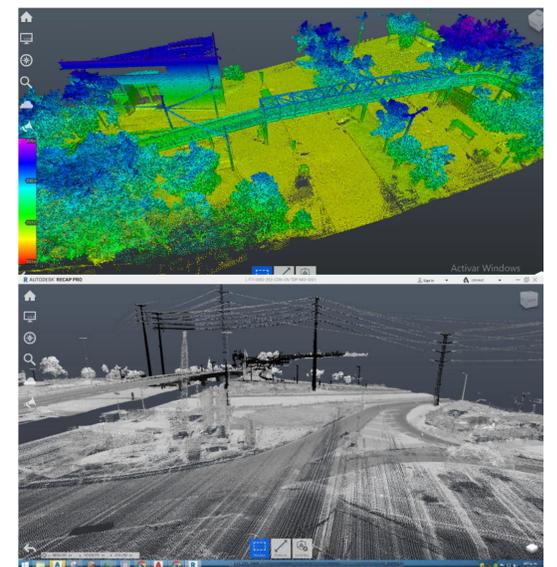
Es una representación digital del terreno que incluye no solo la topografía del terreno, sino también todos los elementos que están sobre él. A diferencia de un **DTM**, que muestra solo la superficie terrestre desnuda, el **DSM** refleja la altura de todas las características sobre el suelo. Es una herramienta valiosa en la gestión y análisis geoespacial, proporcionando una representación detallada y tridimensional de la superficie terrestre y sus características.



## Resultados y Aplicaciones

Los datos generados por drones equipados con LIDAR y GPR permiten aplicaciones clave:

- **Planificación de infraestructuras:** Detectar estructuras subterráneas y generar mapas topográficos de alta precisión.
- **Estudios geológicos:** Analizar el subsuelo para identificar recursos minerales o detectar fallas geológicas.
- **Prevención de desastres:** Monitoreo de terrenos en áreas sísmicas o propensas a deslizamientos.



## Conclusiones

La integración de drones y ondas electromagnéticas ha revolucionado la topografía moderna. Gracias a tecnologías como LIDAR y GPR, es posible obtener una representación precisa tanto de la superficie como del subsuelo, lo que facilita la toma de decisiones en proyectos de infraestructura, geología y prevención de desastres. Con avances continuos en automatización y procesamiento de datos, estas herramientas seguirán siendo cruciales para el desarrollo de múltiples disciplinas.

## Referencias

author Hertz, Heinrich and García Doncel, Manuel and Roqué, Xavier, title Las ondas electromagnéticas, year 1996, publisher Universitat Autònoma de Barcelona and Universitat Politècnica de Catalunya, location Barcelona, Earth Data Science - Earth Lab; SpringerLink

