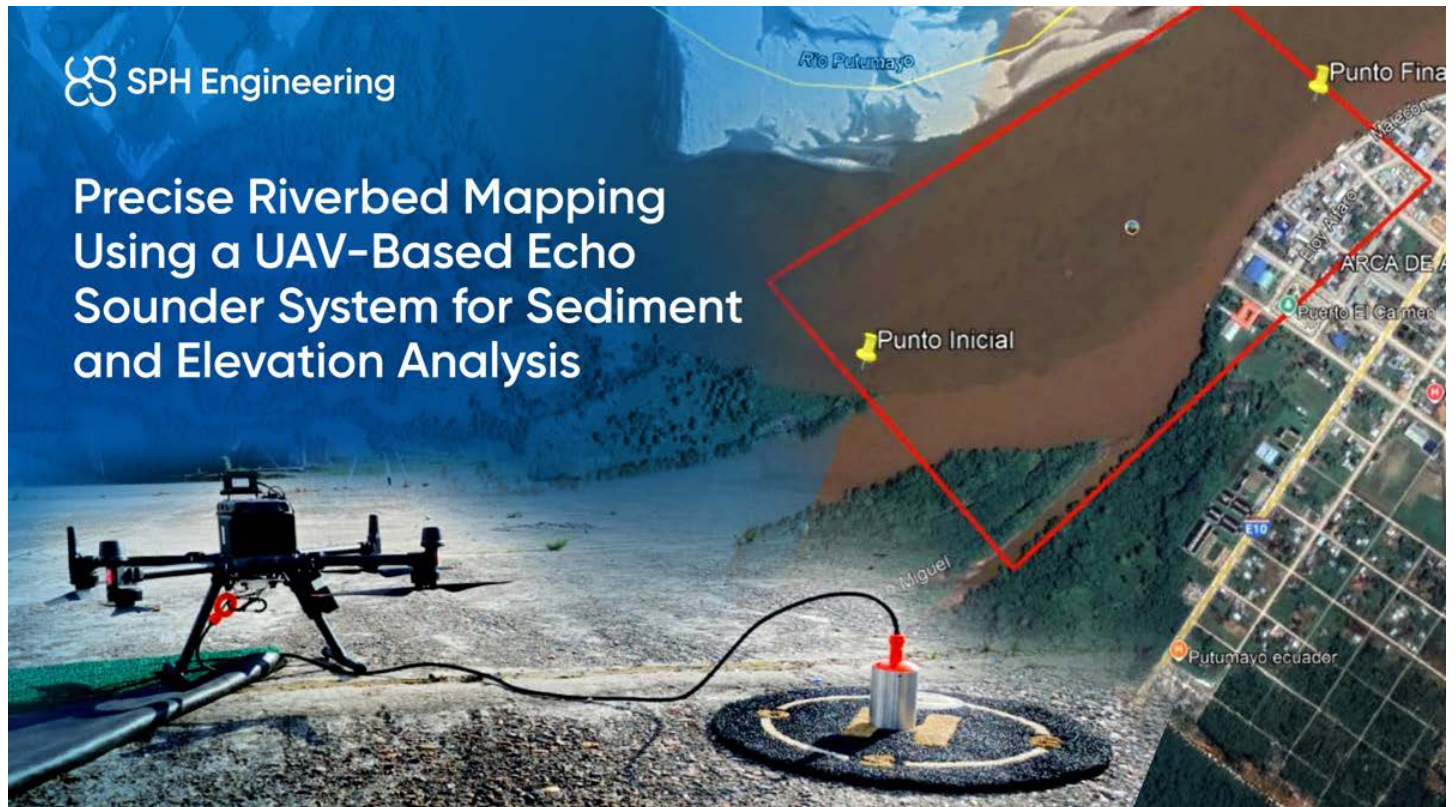


Mapeo Preciso del Lecho de Río Usando un Sistema de Ecosonda Aérea para Análisis de Sedimentos y Elevación

14 de enero de 2025



Este estudio de caso destaca la aplicación de tecnología batimétrica basada en drones UAV para monitorear el **socavamiento del lecho del río en Ecuador**. Llevado a cabo por el socio de SPH Engineering, **Aerial Development Services (ADS)**, el proyecto demostró la capacidad del sistema de ecosonda para superar los desafíos planteados por **corrientes fuertes** y **aguas con alta carga de sedimentos**, consolidándose como una alternativa confiable y eficiente frente a los métodos tradicionales con embarcaciones.

Antecedentes

Tradicionalmente, los **levantamientos batimétricos** utilizan ecosondas montadas en plataformas como **embarcaciones tripuladas** o **vehículos de superficie no tripulados (USVs)**.

Estas herramientas permiten realizar un **x** y otras superficies subacuáticas.

Sin embargo, la eficiencia de estos sistemas depende en gran medida de la **accesibilidad** del sitio y las **condiciones ambientales**.

En este caso, el levantamiento batimétrico se realizó en los **ríos San Miguel y Putumayo**, ubicados en el **Cantón Putumayo, Provincia de Sucumbíos, Ecuador**, utilizando un dron **DJI RTK M350** equipado con la **ecosonda ECT D052S**. El objetivo fue generar un **Digital Terrain Model (DTM)** detallado del lecho del río, incluyendo **alturas absolutas, niveles de agua y mediciones de calado**.



Uno de los dos puntos de control, ubicado cerca del Malecón Río Putumayo

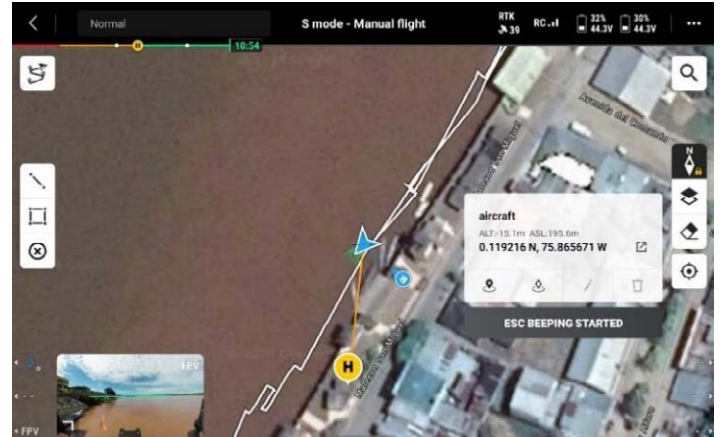


Ecosonda ECT D052S de doble frecuencia montada en un dron DJI M350

Desafíos

La ejecución del levantamiento batimétrico presentó **diversos retos importantes**:

- **Accesibilidad compleja:** Los tramos angostos con **corrientes rápidas** y **orillas empinadas o con vegetación densa** dificultaban el despliegue de plataformas tradicionales como embarcaciones o USVs, y complicaban el transporte de equipos voluminosos a zonas remotas.
- **Condiciones ambientales adversas:** Las **corrientes fuertes** generaban inestabilidad en los equipos tradicionales, mientras que el **alto contenido de sedimentos** reducía la efectividad de los sensores de profundidad. Estas condiciones no solo afectaban la **precisión de los datos**, sino que también representaban un **riesgo para la seguridad del personal**.
- **Limitaciones de los métodos tradicionales:** Las embarcaciones requieren puntos de entrada/salida adecuados y son fácilmente afectadas por **corrientes o residuos flotantes**. Los USVs, por su parte, **no funcionan bien en aguas poco profundas o con vegetación superficial densa**, y requieren **logística compleja** para su recuperación.



Ecosonda ECT D052S de doble frecuencia montada en un dron DJI M350

Solución: Tecnología UAV como alternativa

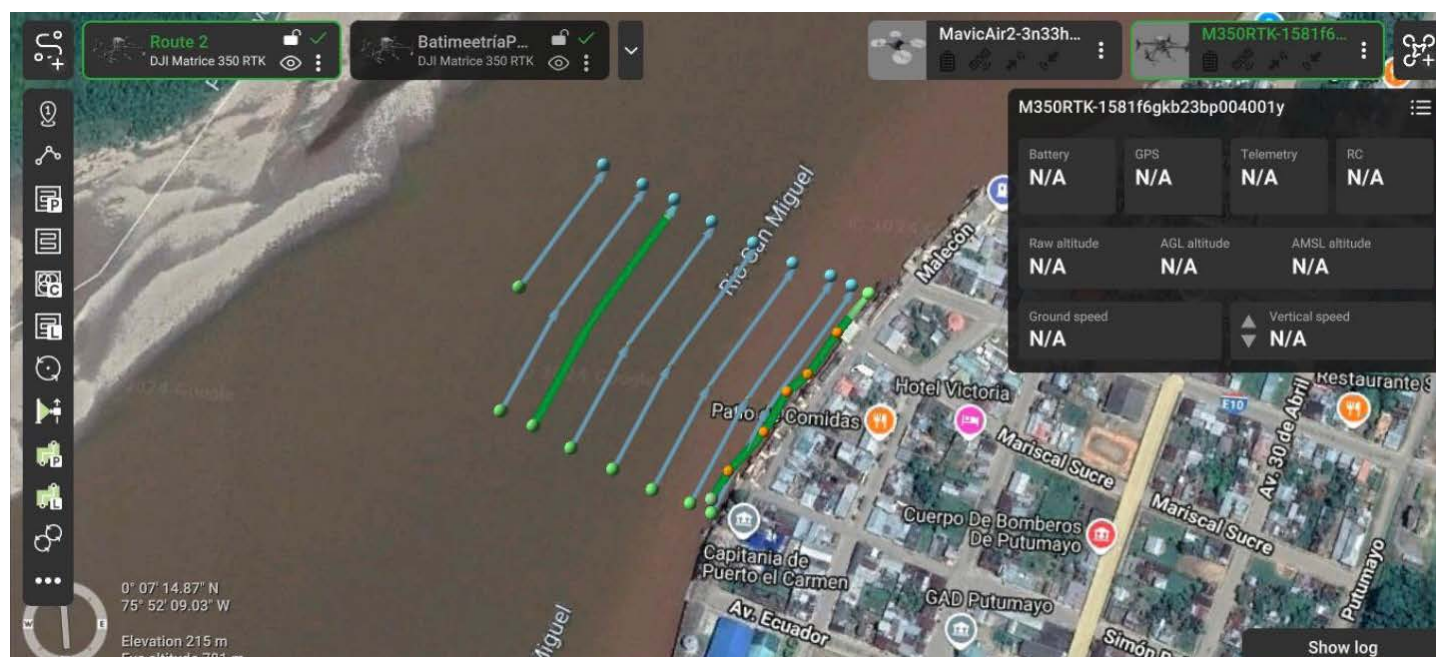
Para superar estos obstáculos, se optó por una solución basada en drones UAV. Esta tecnología ofrece una ventaja clara al **volar por encima del agua**, permitiendo recolectar datos **sin ingresar físicamente al cuerpo de agua**. Esto la convierte en una opción ideal para áreas de difícil acceso o peligrosas, donde los métodos convencionales resultan inviables.

Metodología

El dron operó con un sistema de posicionamiento **RTK** para lograr una **precisión centimétrica**, utilizando una **estación base** en un punto geodésico conocido. Las rutas de vuelo se planificaron previamente y se ejecutaron de forma **autónoma**, asegurando **cobertura completa** del área de estudio.

La recolección de datos se realizó con dos enfoques:

- **Método de barrido (Sweep Method)** El dron volaba en **líneas paralelas**, siguiendo la dirección del flujo del agua, para capturar mediciones continuas de profundidad.
- **Método saltamontes (Grasshopper Method)** Se realizaron mediciones **puntuales específicas**, evitando obstáculos en la superficie como vegetación o residuos flotantes.



Planificación de vuelo con el Método de Barrido en el bloque oriental del río



Datos brutos de la Fase II - Método Grasshopper

La ecosonda de doble frecuencia capturó:

- **Datos de alta frecuencia:** ideales para **zonas poco profundas y capas de sedimentos**.
- **Datos de baja frecuencia:** utilizados para **áreas más profundas del río**.

Un **altímetro por radar** mantuvo la **altura constante del dron sobre el agua**, lo cual fue crucial para obtener datos precisos y garantizar la seguridad del equipo.

Ejecución del proyecto

El flujo de trabajo siguió estas fases:

1. Fase de Fotogrametría

Se realizaron vuelos preliminares para evaluar el acceso, validar los protocolos de seguridad y establecer los **puntos de referencia RTK**. También se determinaron las **alturas seguras de operación**, y se calibraron las señales GPS.

2. Recolección de Datos Batimétricos

Aunque inicialmente se intentó el método Grasshopper, las corrientes intensas obligaron a pasar al **método de barrido**, que permitió mantener la ecosonda **alineada verticalmente** y lograr mediciones continuas y precisas.

3. Procesamiento de Datos

Los datos fueron procesados con el software **Hydromagic**, donde se refinaron las mediciones, se corrigieron latencias del GNSS y se generaron **contornos de profundidad** y **modelos 3D**.

Los resultados fueron **validados con puntos de control**, asegurando alta precisión y coherencia.



Matriz de elevación del lecho del río generada con Hydromagic

Resultados

El levantamiento aéreo recolectó más de **25.000 puntos de datos**, mapeando la **profundidad y características del río con gran precisión**.

El sistema identificó:

- **Punto más profundo:** 9,9 metros
- **Punto más superficial:** 0,7 metros

También se obtuvo información detallada sobre **elevaciones y sedimentos**.

Al compararse con **levantamientos tradicionales realizados con embarcaciones**, los datos obtenidos por el dron mostraron una **coincidencia perfecta**, demostrando su **fiabilidad y exactitud**.

Conclusión

Este estudio demuestra la **versatilidad y eficiencia de los sistemas batimétricos basados en drones UAV** para el monitoreo ambiental.

En comparación con los métodos tradicionales, los drones ofrecen:

- Mayor **flexibilidad operativa**
- Mejoras en la **seguridad del personal**
- Acceso a **terrenos complejos o peligrosos**

Esta solución consolida a la tecnología UAV como una **alternativa confiable** para estudios ambientales similares, especialmente en **ríos dinámicos y con condiciones difíciles**.

A futuro, integrar estos sistemas con herramientas de **monitoreo en tiempo real** puede optimizar aún más los procesos de recolección y análisis de datos.