



Uso de IA para el análisis de imágenes de drones en la evaluación de daños causados por inundaciones

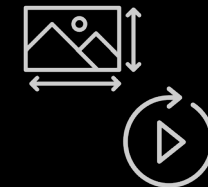
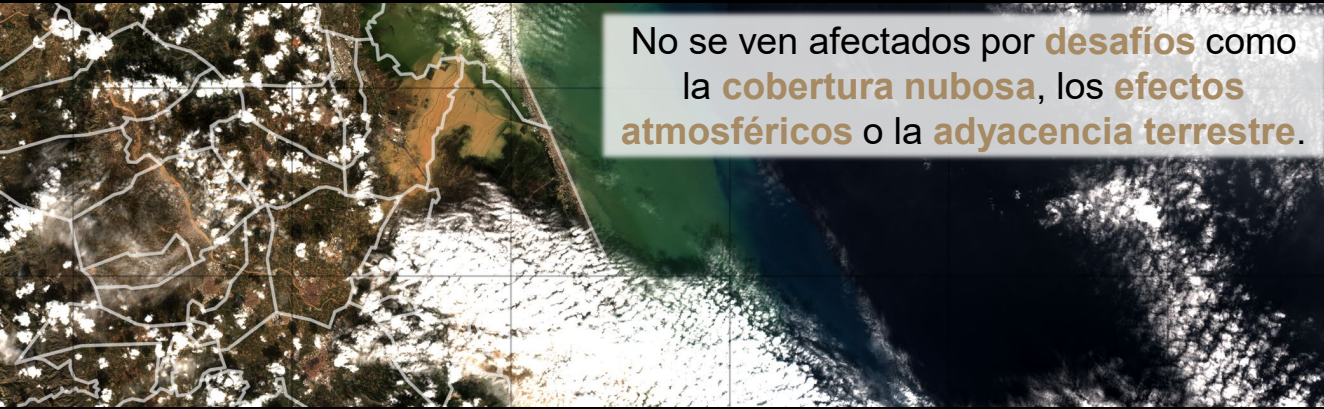
Dr. Alejandro Román



- 1** Dron+IA: Emergencias
- 2** La DANA de Valencia en 2024
- 3** DL: Detección de Objetos
- 4** Predicción Inundaciones
- 5** Escalado+Super-resolución
- 6** Otras Aplicaciones
- 7** Lecciones Aprendidas



¿Por qué utilizar drones en emergencias como las inundaciones?



Fuente: earthobservations.org



La aparición de nuevas **técnicas de IA** ha provocado una verdadera revolución en el uso de la **Teledetección** en situaciones de **emergencia**, donde los **drones** se han convertido en un recurso de gran valor para la **respuesta**, la **recuperación** y el retorno a la **normalidad**.

OPERATOR ORIGIN	No. OPERATORS	%
PUBLIC ADM.	20	1.47%
DGT	14	1.03%
PUBLIC COMPANY	71	5.22%
FF CC SEGURIDAD	559	41.10%
GEN. VALENCIANA	18	1.32%
NGO	17	1.25%
PRIVATE	330	24.26%
SPEIS	36	2.65%
UME	295	21.69%

TOTAL	1,360	100.00%
-------	-------	---------

UME + FF CC SEG. ESTADO	62.79%
-------------------------	--------

TYPE	No. OPERATORS	%
DRONE	1,061	78.01%
HELICOPTER	269	19.78%
AIRCRAFT	30	2.21%

TOTAL	1,360	100.00%
-------	-------	---------

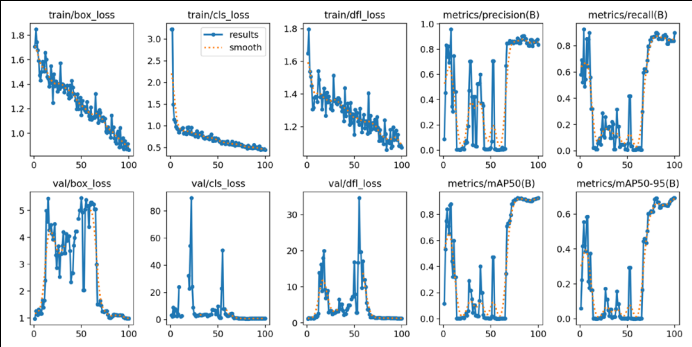


Detección de objetos basada en aprendizaje profundo.

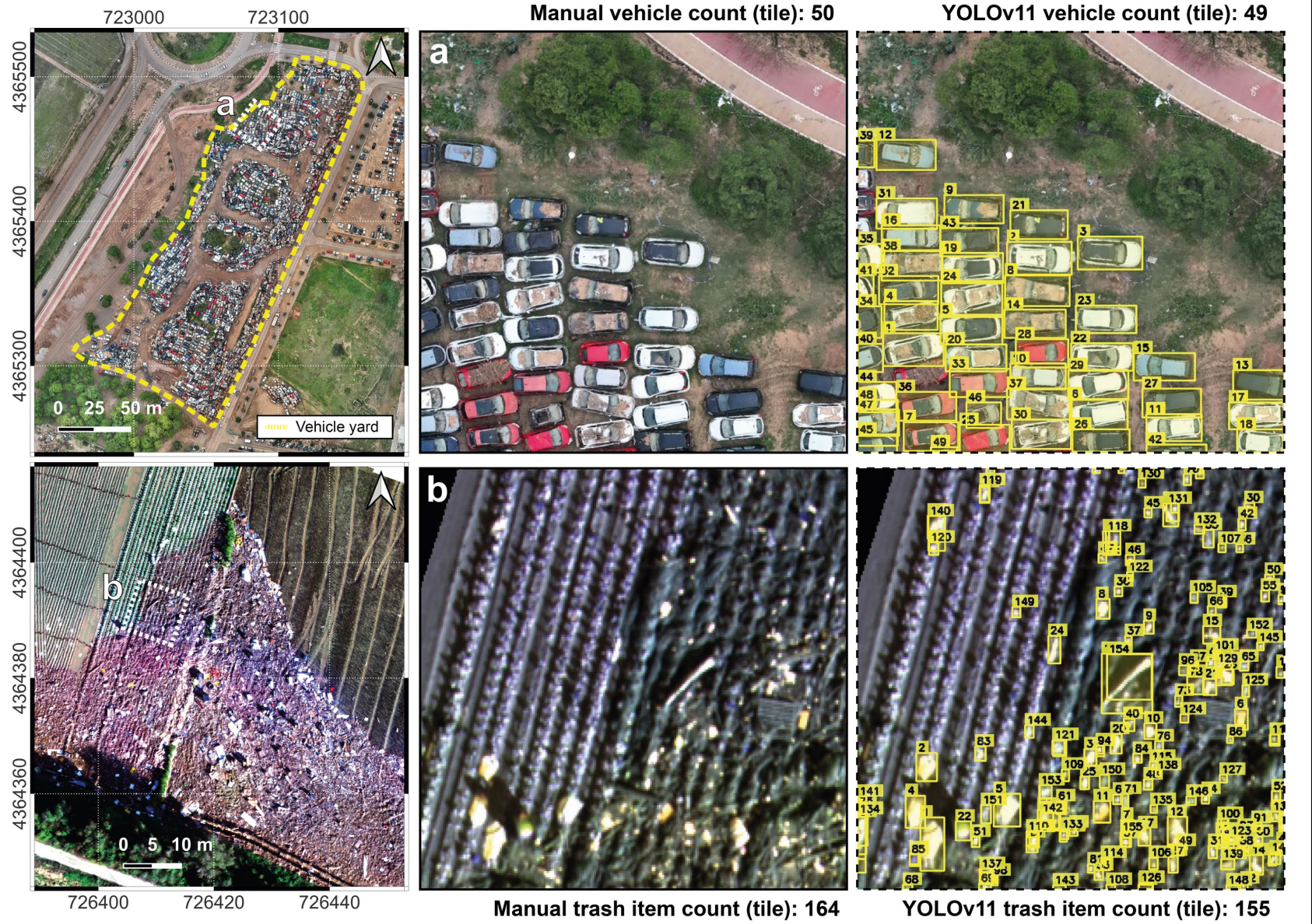
Entrenamiento/Test/Validación:
85%/10%/5%



Inferencia: YOLOv11



$R = 0.899$
 $mAP50 = 0.926$



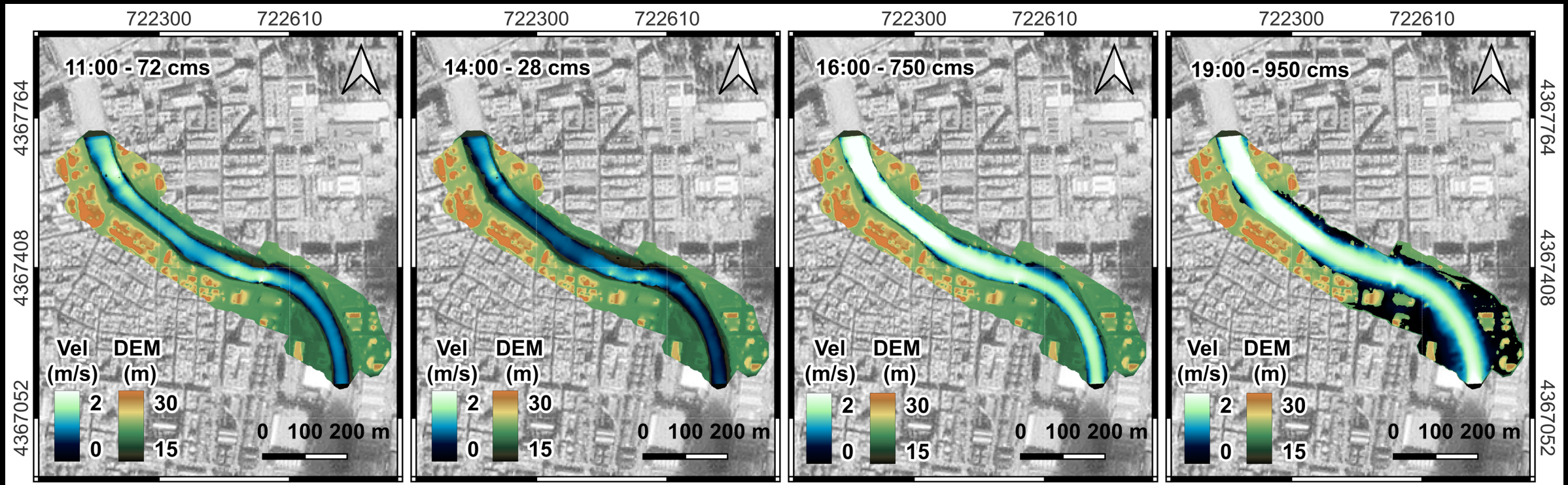
Predicción inundaciones

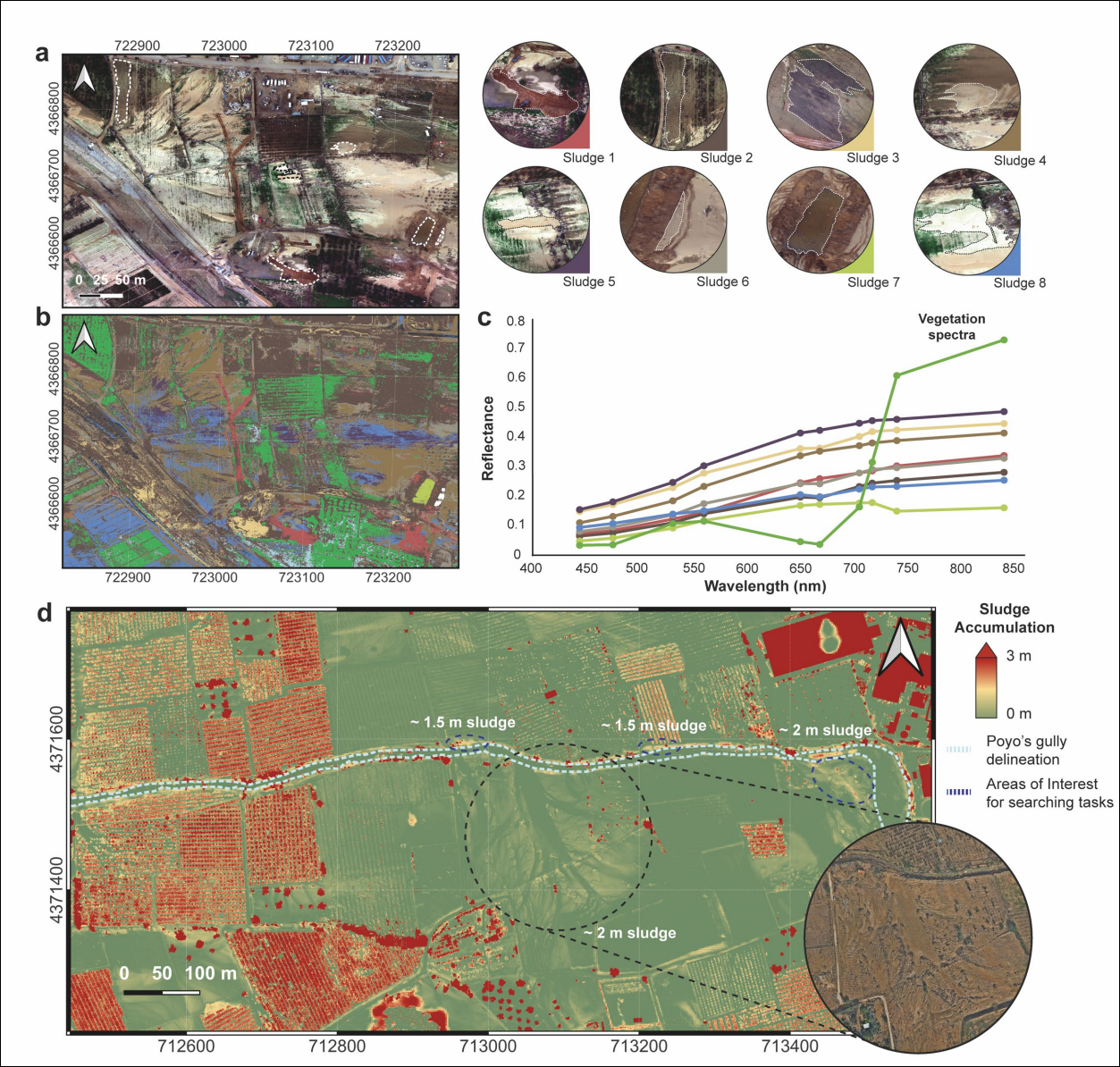


Se utilizó la versión alfa del software **HEC-RAS 2025** del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos para modelar y simular inundaciones a partir de un **Modelo Digital de Elevación (MDE)** obtenido mediante **tecnología LiDAR montada en drones**.

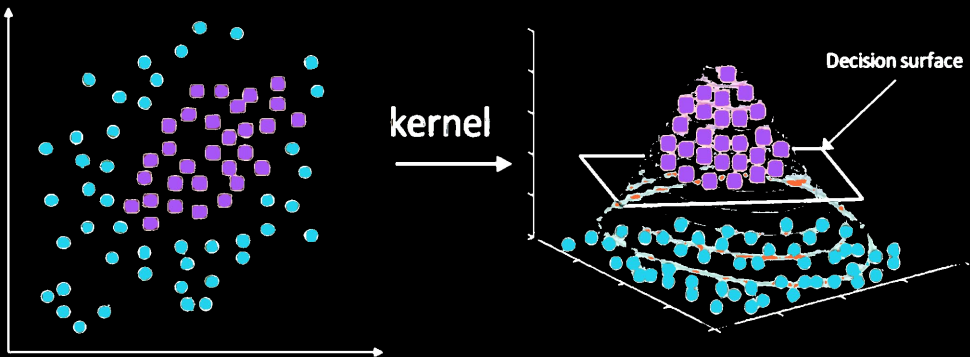


La simulación se realizó bajo condiciones **sin precipitación**, incorporando un **caudal de agua variable** durante un período de 8 horas. Bajo condiciones de **bajo caudal**, el canal es capaz de contener la descarga, con **velocidades del agua cercanas a 2-3 m/s**. Bajo condiciones de **alto caudal**, las velocidades del agua aumentan significativamente, **superando los 2 m/s y alcanzando hasta 5 m/s**, lo que provoca desbordamientos e inundaciones en las áreas urbanas adyacentes.

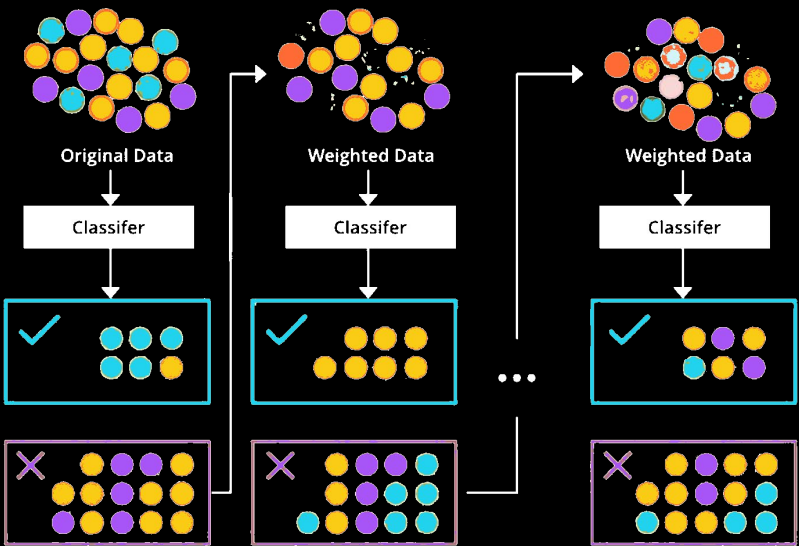


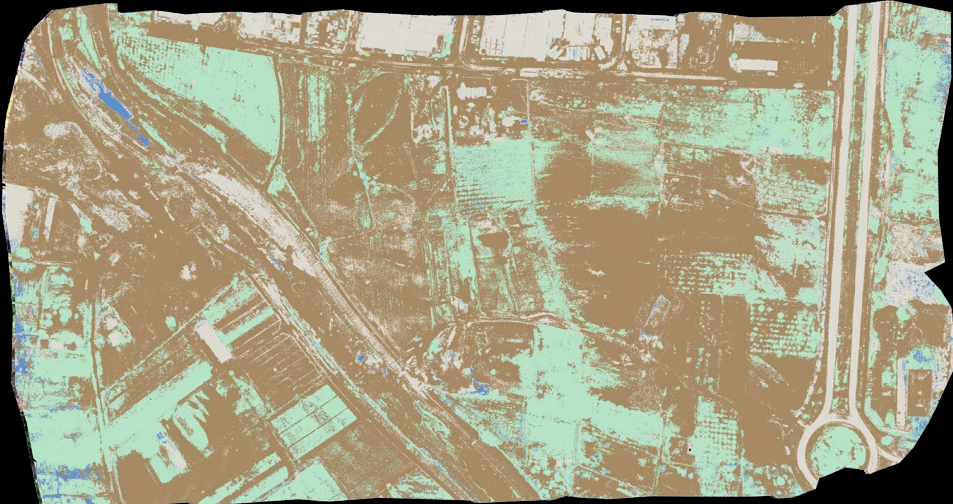
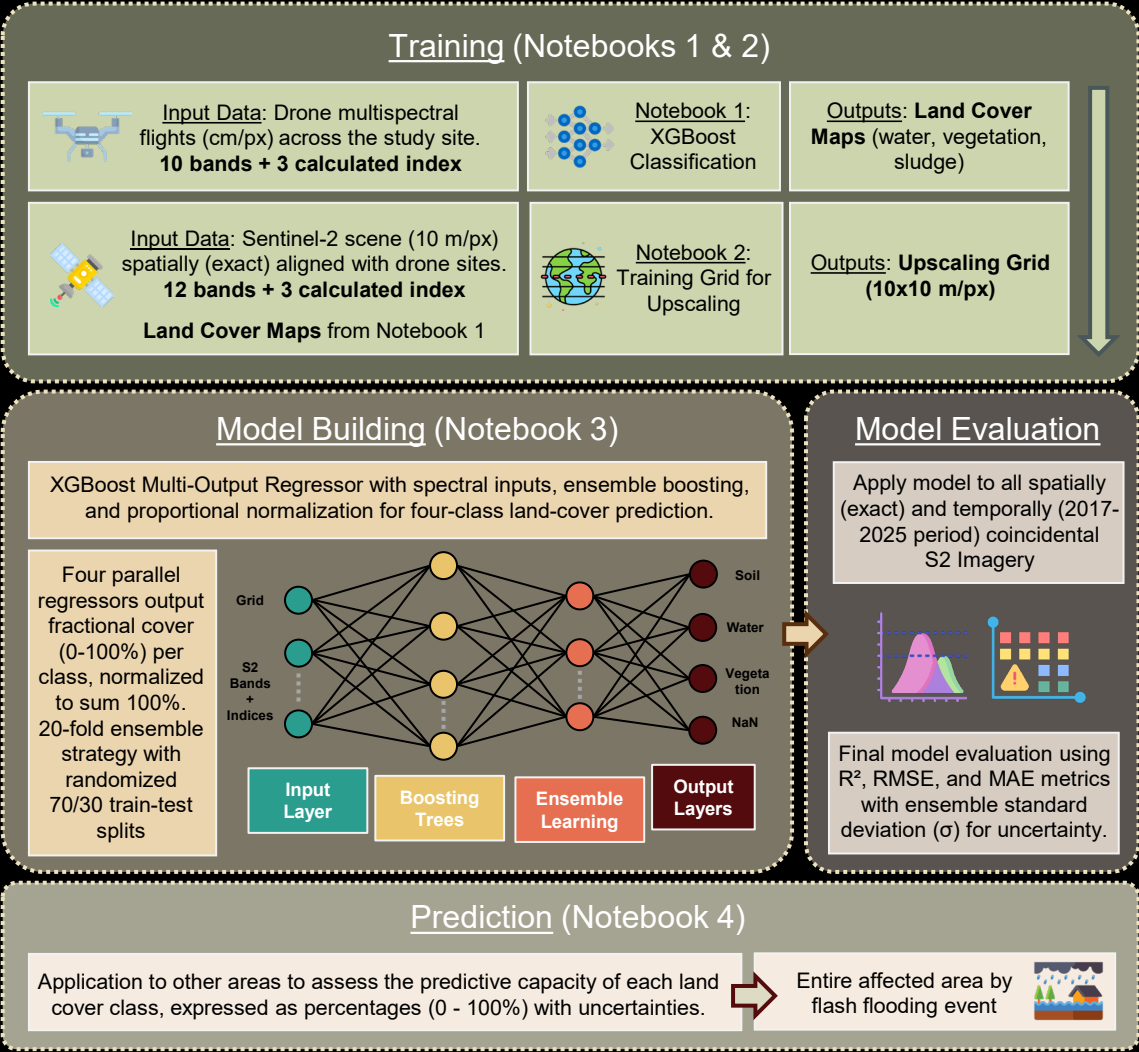


Support Vector Machine (SVM)

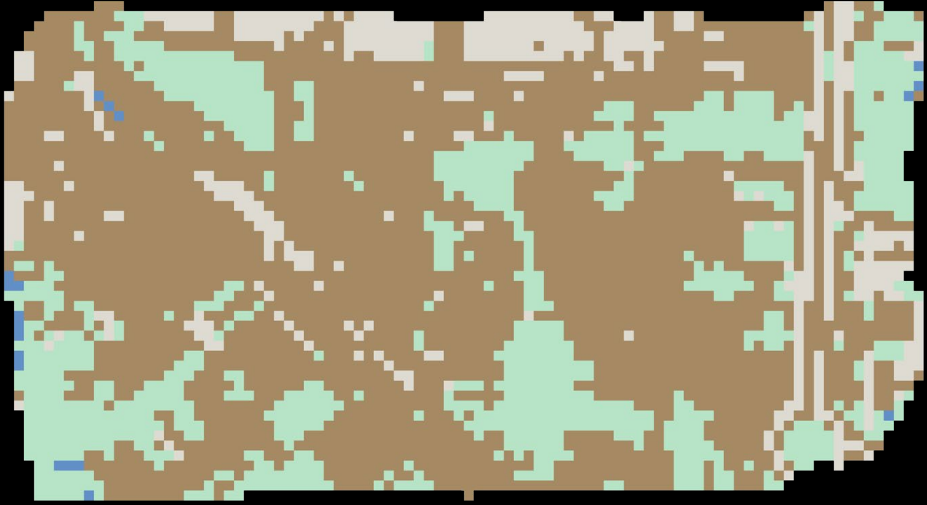


XGBoost





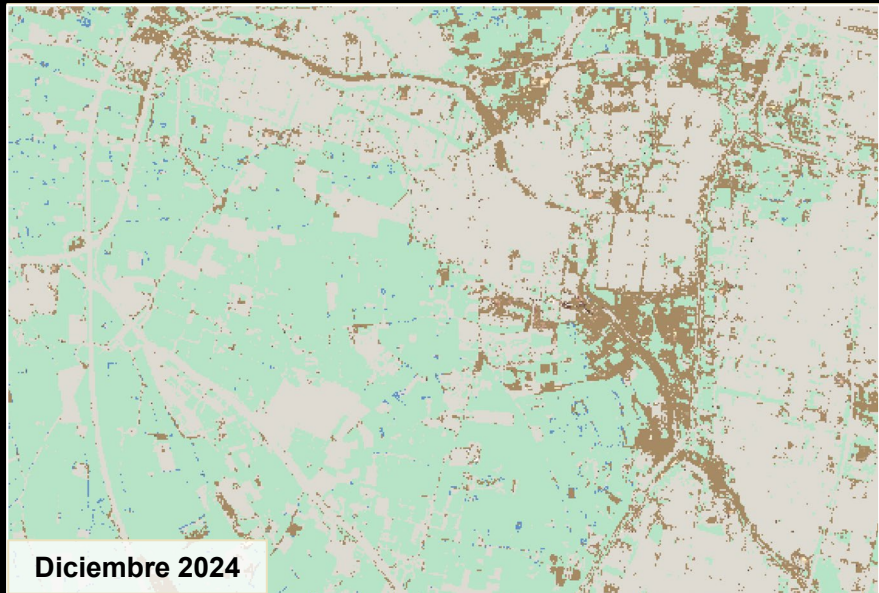
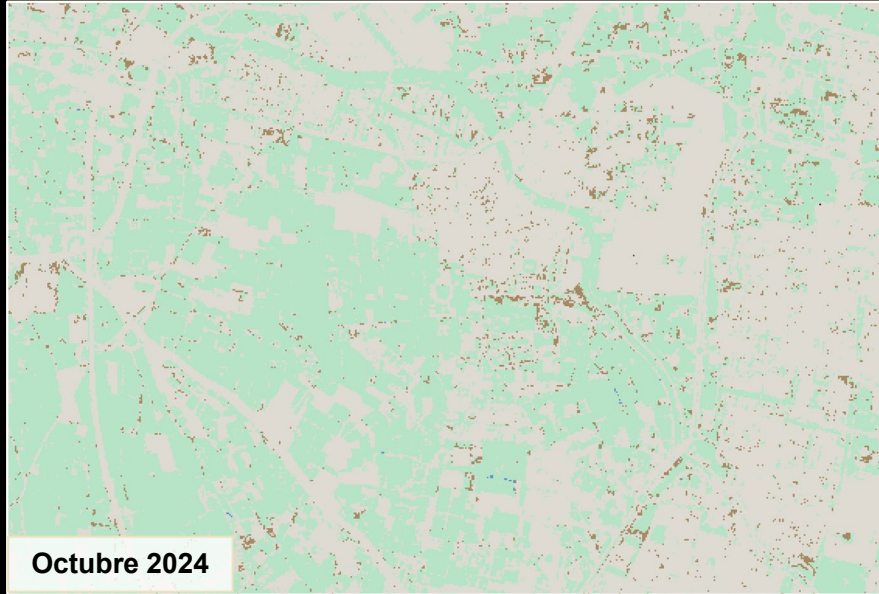
Clasificación Dron



Escalado Sentinel-2

 Lodos  Veg.  Infraestructuras  Agua

Escalado+Super-Resolución: de dron a satélite



Octubre 2024 } Pre-evento
↓

DANA Valencia

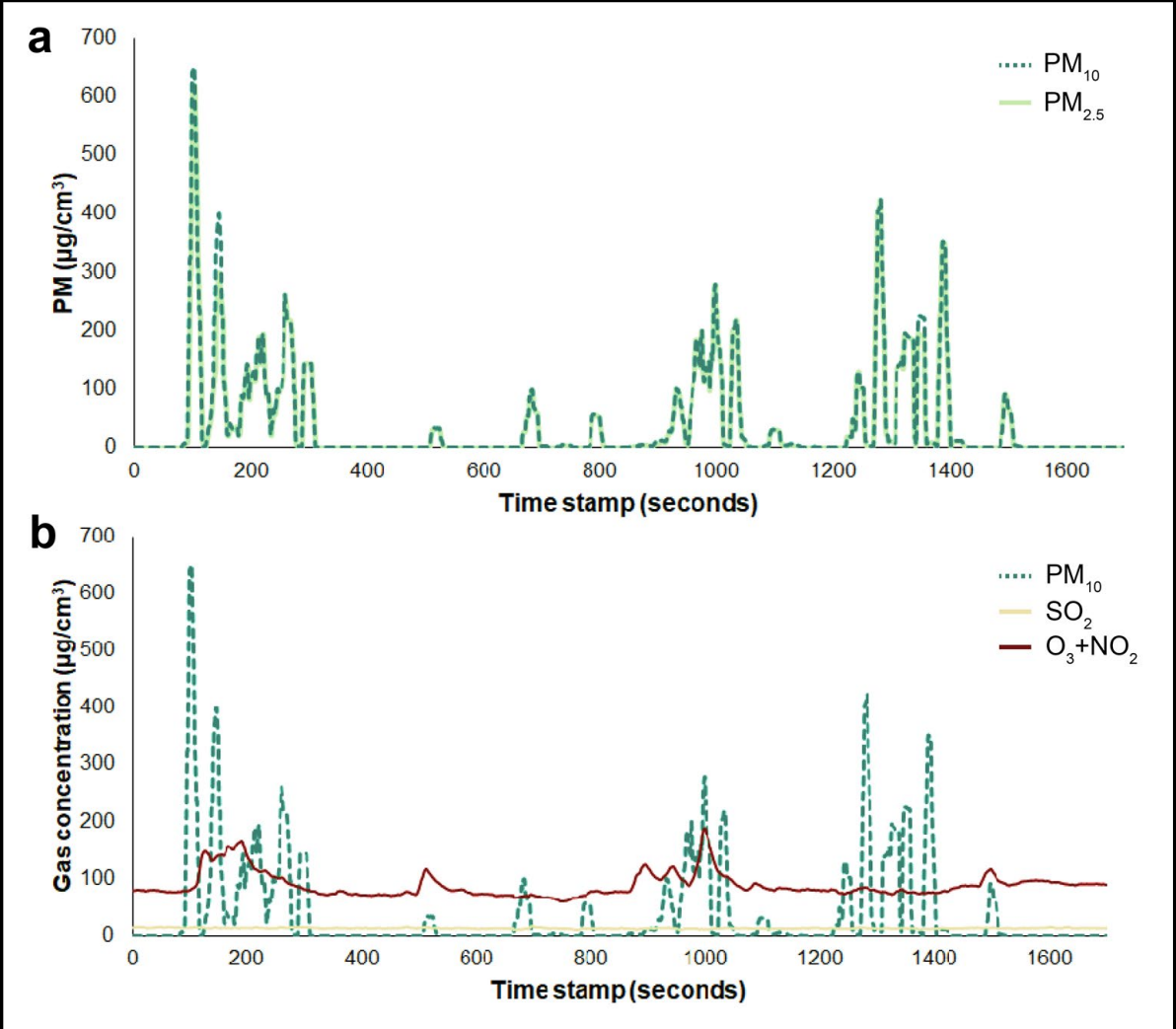
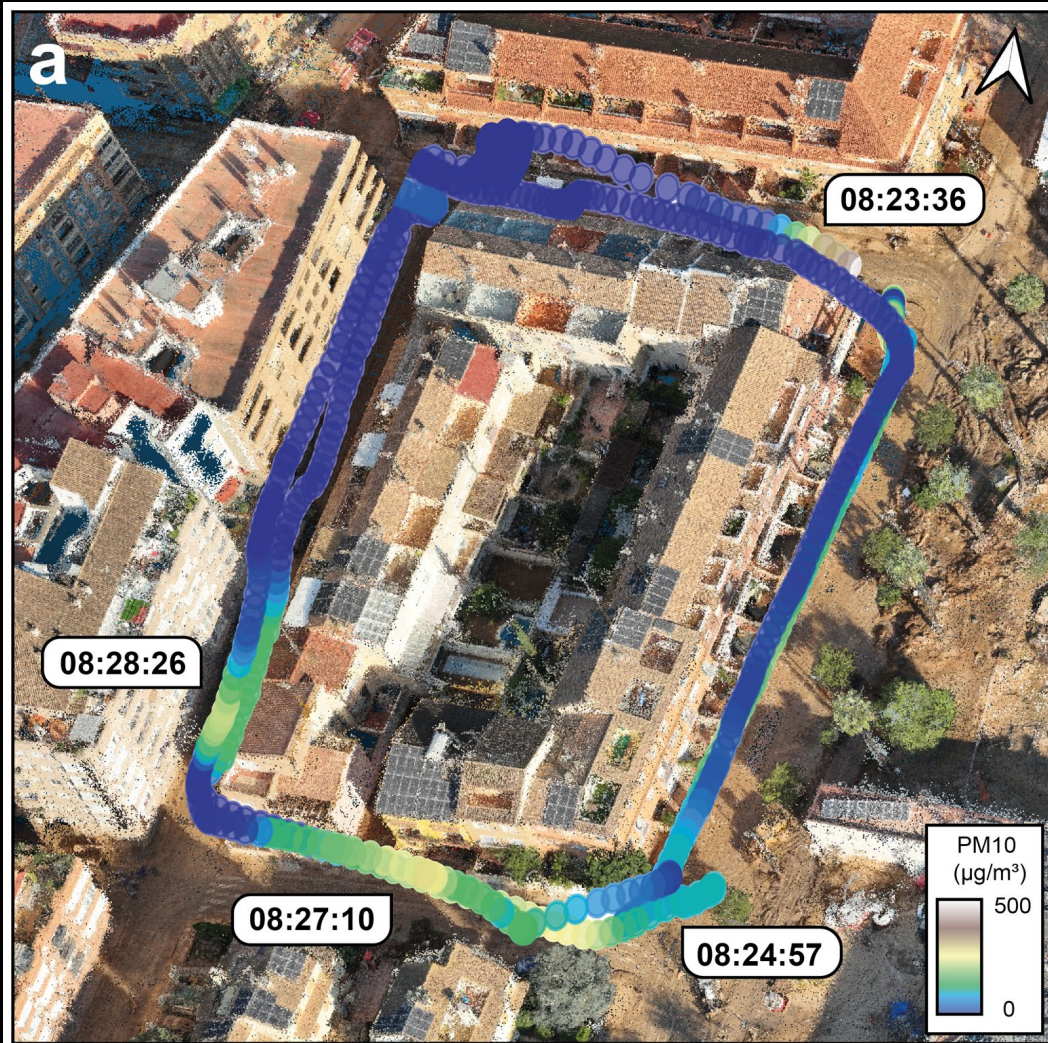
↓
Noviembre 2024 } Post-evento
Diciembre 2024
Febrero 2025

Clasificación Escalada

-  Lodos
-  Vegetación
-  Infraestructuras
-  Agua



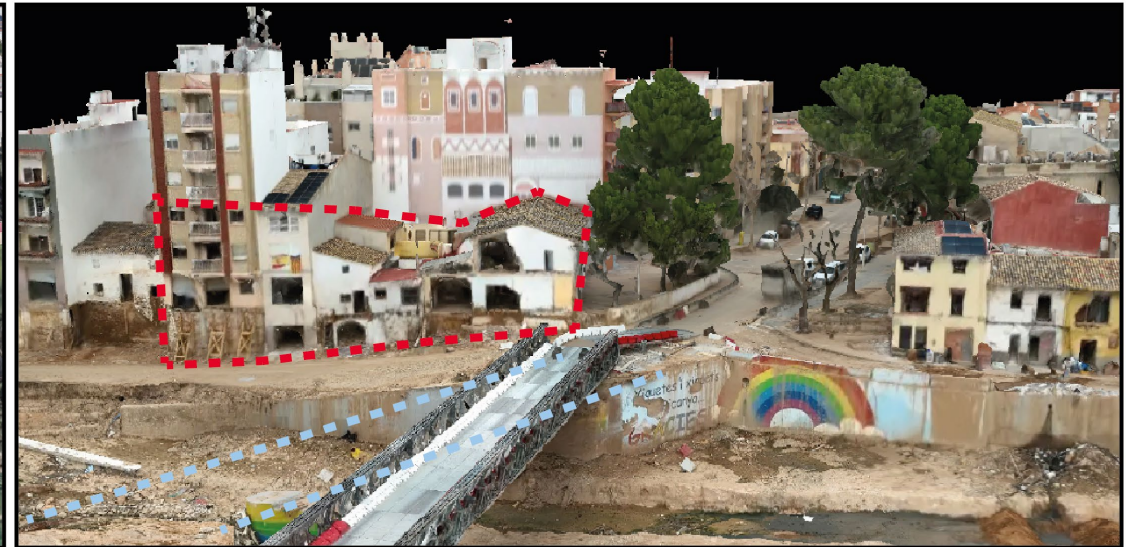
Post-evento – Noviembre 2025



Se utilizaron **sensores de gases** (Sniffers, Soarability) montados en **drones** para medir **PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂ y O₃ + NO₂**, entre otros gases, especialmente en áreas donde las operaciones de maquinaria pesada podían generar polvo.



Picanya - Industrial warehouse



Picanya - Populated Area

Before - Google Earth 3D model 08/11/2022

After - Drone-based 3D model 11/12/2024



Respuesta rápida y efectiva: Los drones han demostrado ser una herramienta clave para la evaluación rápida de áreas inundadas, permitiendo a los equipos de emergencia priorizar las zonas más afectadas.



Reducción de riesgos económicos y humanos: El uso de drones minimizó la necesidad de desplegar helicópteros tripulados o personal en áreas peligrosas, reduciendo los costos y riesgos asociados con las operaciones de rescate.



Mejorar la resistencia de los drones: Las operaciones durante la emergencia pusieron de manifiesto las limitaciones de la duración de las baterías, destacando la necesidad de sistemas de mayor autonomía o estaciones de carga en campo.



Protocolos de entrenamiento claros: Es fundamental formar a más profesionales en el uso de drones y establecer protocolos de coordinación estandarizados para integrarlos de manera efectiva en las operaciones de emergencia.



Integración de tecnologías avanzadas: El uso de cámaras térmicas, sensores multispectrales y análisis basados en IA puede mejorar significativamente la detección de personas y la evaluación de daños.



Colaboración entre equipos: La experiencia puso de manifiesto la necesidad de que todos los equipos de drones trabajen de manera conjunta, adaptando sus operaciones en función del análisis aéreo proporcionado por los drones.





UAV imagery in natural disasters: Real-time damage assessment of flash flooding events

Alejandro Román^{a,*}, Antonio Tovar-Sánchez^a, Marcos Larrad^b,
Francisco José Rubiano-Sánchez^c, José Manuel Zafra^c, Rafael Piñeiro^c, Ángel Castillo^c,
Félix Antonio López^d, Ana Lucía Vela^e, Ana Allende^f, Gloria Sánchez^g,
Alberto Martínez-Alonso^h, Daniel Samper^h, Juan Carlos García-Davalillo^e, Inés Galindo^e,
Gabriel Navarro^a

Román et al. (2025)

¡Muchas gracias! ¿Preguntas?

Un agradecimiento especial a los equipos de emergencia y a las instituciones involucradas en las operaciones durante la DANA de Valencia de 2024. En memoria de todas las víctimas de la tragedia.

Uso de IA para el análisis de imágenes de drones en la
evaluación de daños causados por inundaciones

Dr. Alejandro Román

Alejandro Román Vázquez, PhD
 @a_roman_4
 a.roman@csic.es

ICMAN
Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía

ASESORAMIENTO EN
EMERGENCIAS

AEE
AGENCIA ESPACIAL ESPAÑOLA

