

# Reproducción digital de la topografía de un río poco profundo aplicando la técnica structure-from-motion y la optical-bathymetric-mapping.

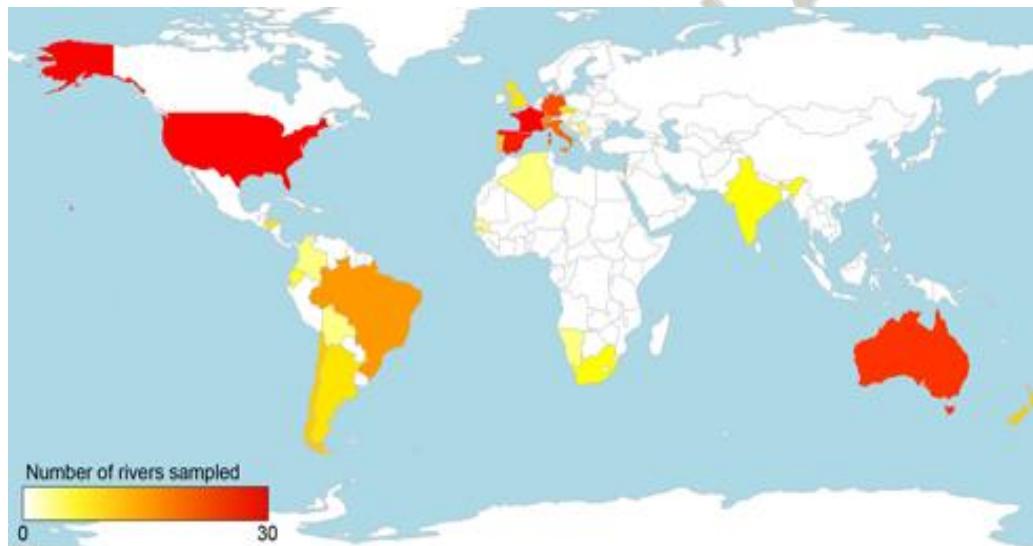
---

Miguel A. Astorayme<sup>1</sup>, Ronald R. Gutiérrez<sup>1</sup>, Rafael Aguilar<sup>1</sup>, Saúl W. Retamozo<sup>1</sup>.

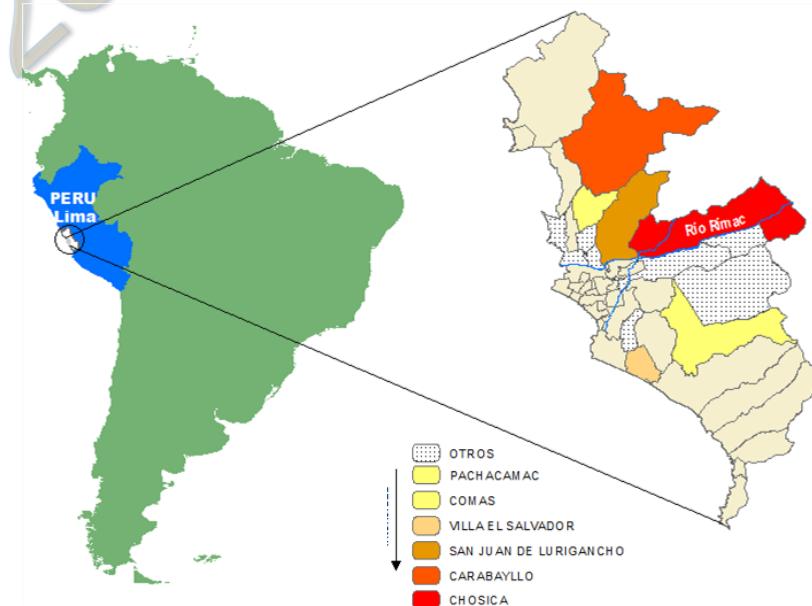
<sup>1</sup>Pontificia Universidad Católica del Perú, Av. Universitaria 1801, Lima, Perú

# INTRODUCCION

- El Perú presenta limitaciones en la longitud y resolución de datos relacionados a morfología fluvial.
- 13 distritos de la ciudad de Lima están en peligro frente a flujo de escombros, inundaciones y erosión fluvial.



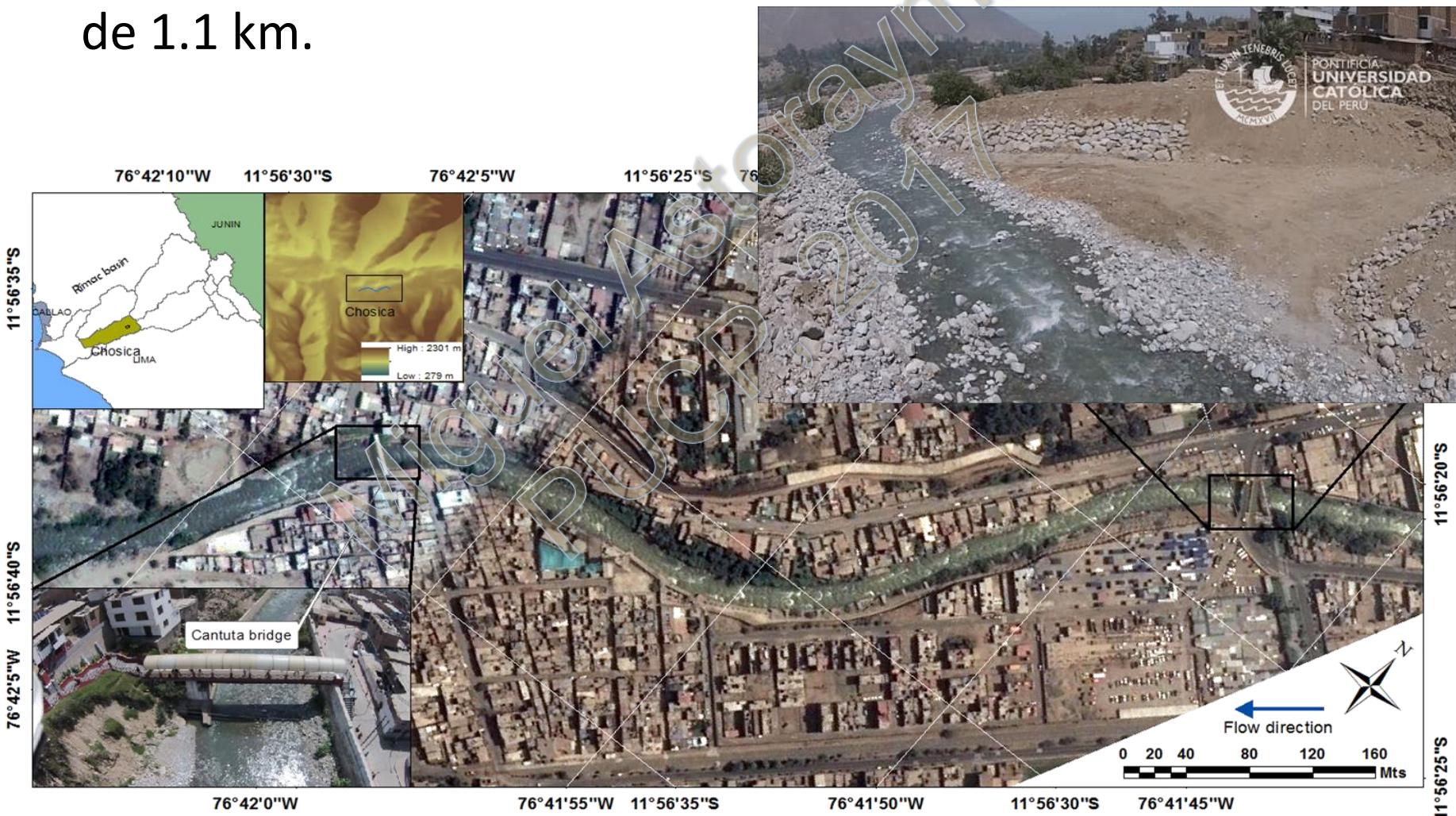
(a)



(b)

# AREA DESTUDIO

- Tramo de estudio esta ubicado en la periferie de la ciudad y comprende una longitud de 1.1 km.



# MARCO TEORICO

- En la actualidad se conocen métodos eficaces para reproducir la topografía y batimetría de específicas.

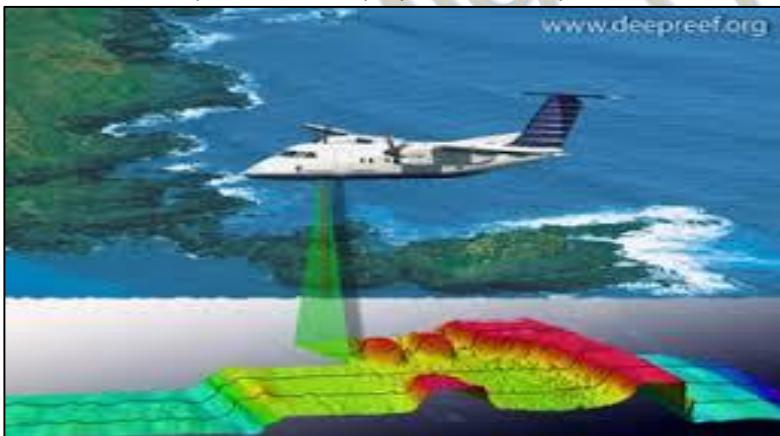
Batimetría clásica:



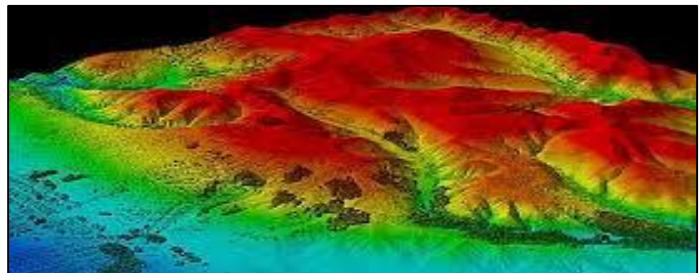
Obtención de secciones del río de estudio.



Batimetría a partir de equipos LIDAR y TLS.

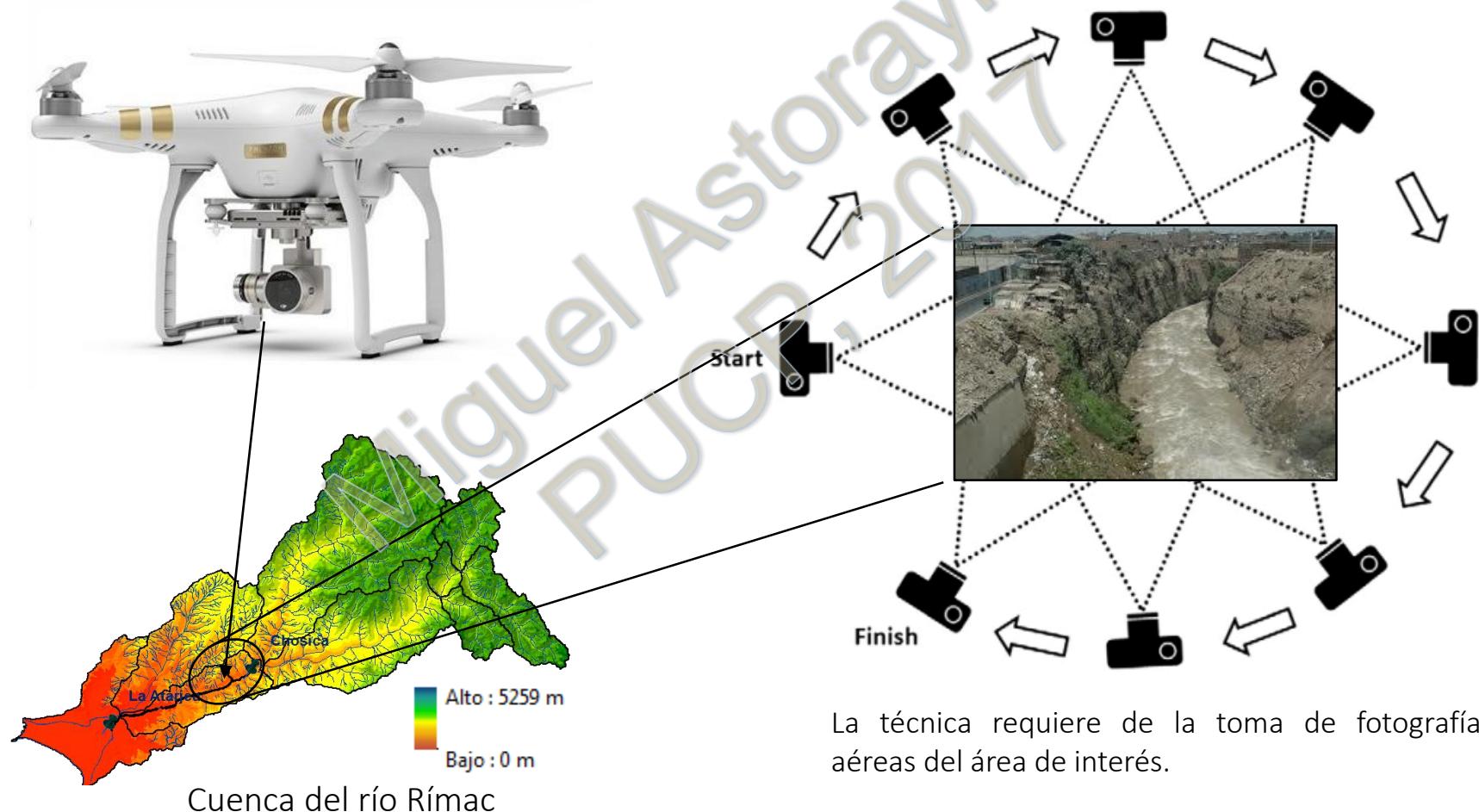


Obtención de la forma de fondo con gran resolución.



# MARCO TEORICO

El structure-for-motion tiene sus bases en la fotogrametría clásica, automatizando los procesos convencionales.



La técnica requiere de la toma de fotografías aéreas del área de interés.

# DATOS Y METODOS

- Se realizaron trabajos de campo y gabinete.

1



Recolección de datos

Cotas batimétricas

Benchmarks a lo largo de las laderas del río (Puntos de control)



Fotografías aéreas a través de un UAV

2

Nube de puntos densa (NPD) empleando el structure-from- Motion

Calibración de la NPD

3

Optical-bathymetric-mapping criterio para la generación de la forma del fondo del cauce.

Generación de modelos empíricos lineales

Validación de modelos empíricos lineales

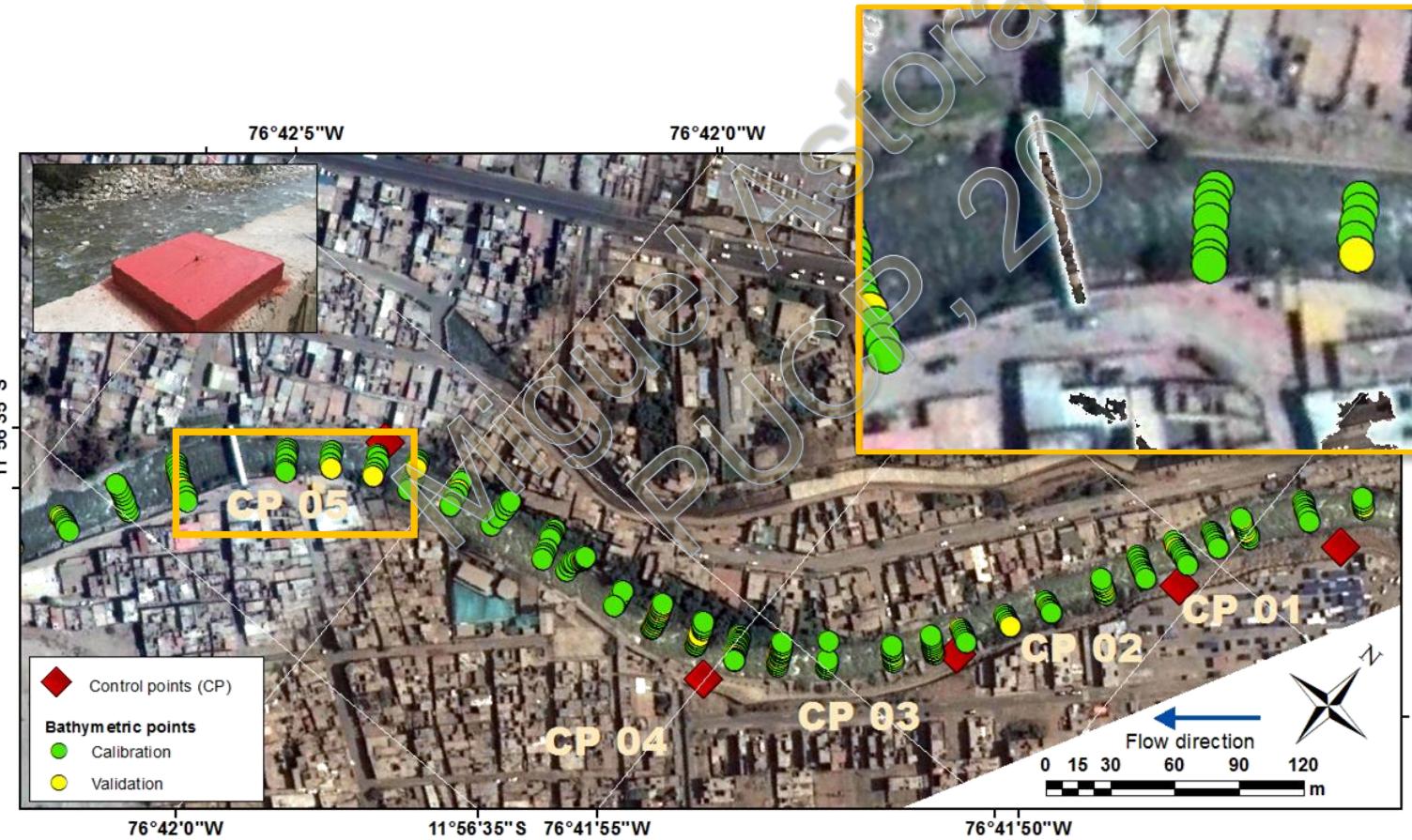
Generación de la forma del fondo de cauce



Obtaining a digital elevation model of the river

# DATOS Y METODOS

- Se registró 340 cotas de la forma del río.
- Se empleó un UAV para el registro de fotografías.
- Se registraron 560 fotografías.



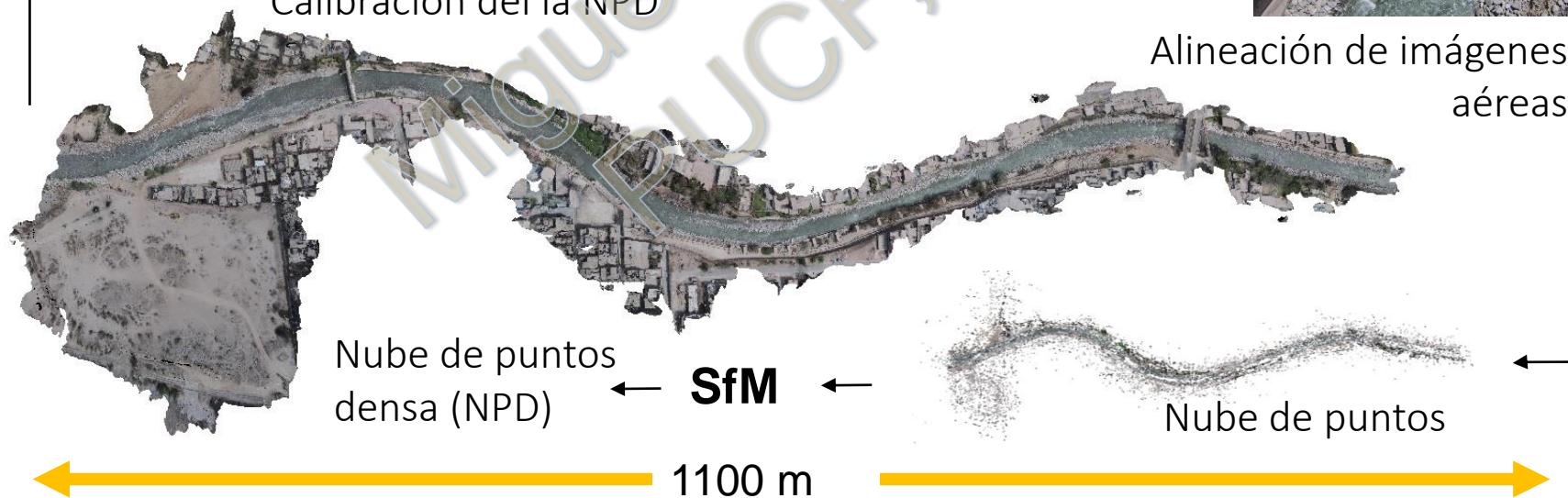
Phantom 2  
Vision+

# DATOS Y METODOS

- Las fotografías presentan un traslape de 30 m, ellas sirvieron para generar un modelo de terreno empleando el SfM.
- Se empleó el Agisoft PhotoScan para procesar las imágenes.

Puntos de control (CP)	RMSE		
	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	-0.123	-0.182	0.117
2	0.309	-0.021	-0.090
3	-0.032	0.278	-0.201
4	-0.200	0.175	0.082
5	0.049	-0.246	-0.086
RMSE	0.176	0.201	0.124

Calibración del la NPD

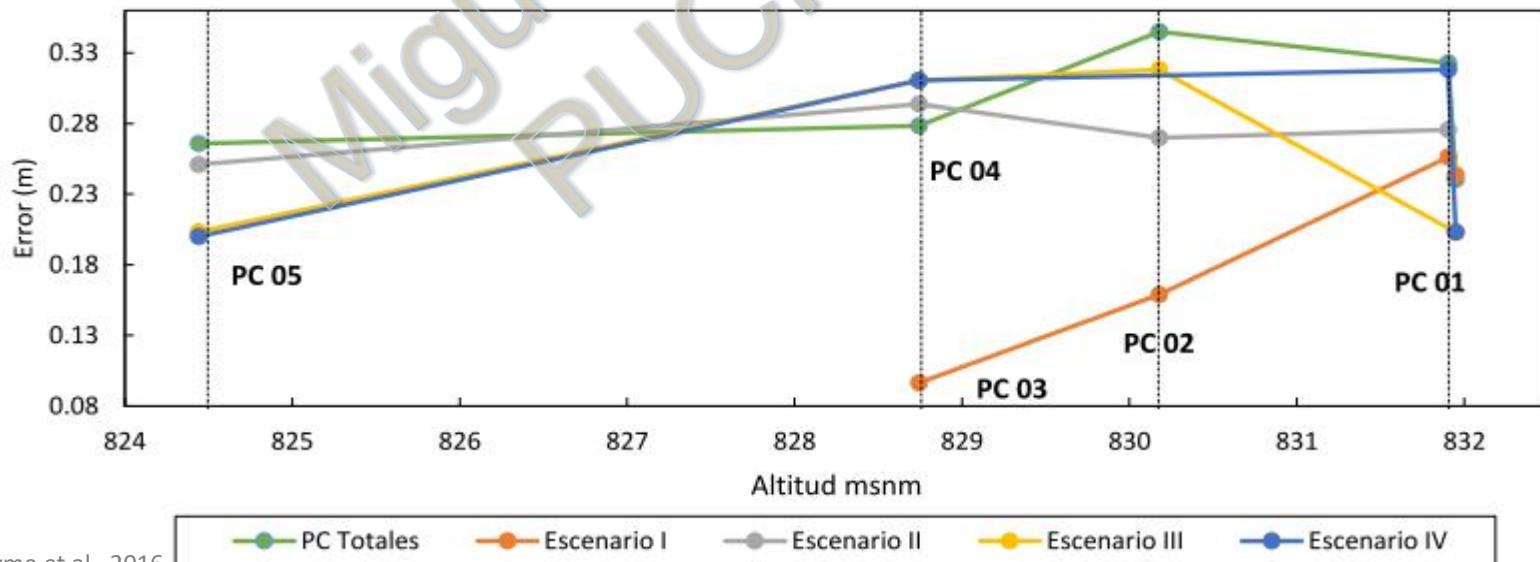
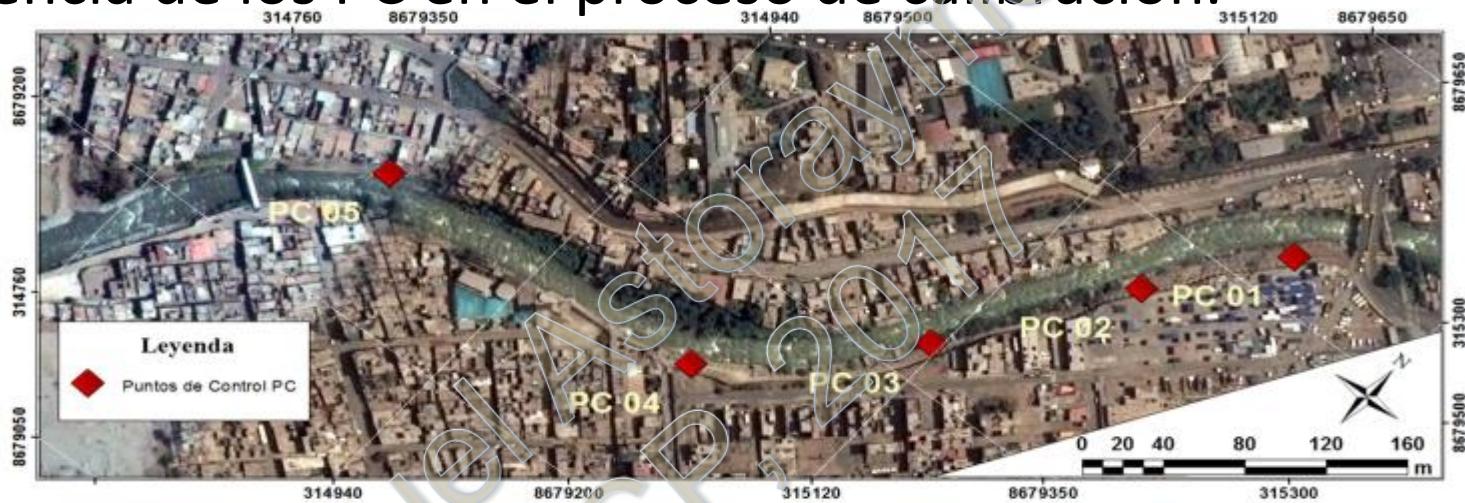


Alineación de imágenes aéreas

Nube de puntos

# DATOS Y METODOS

- Se realizó un análisis de sensibilidad para evaluar la influencia de los PC en el proceso de calibración.

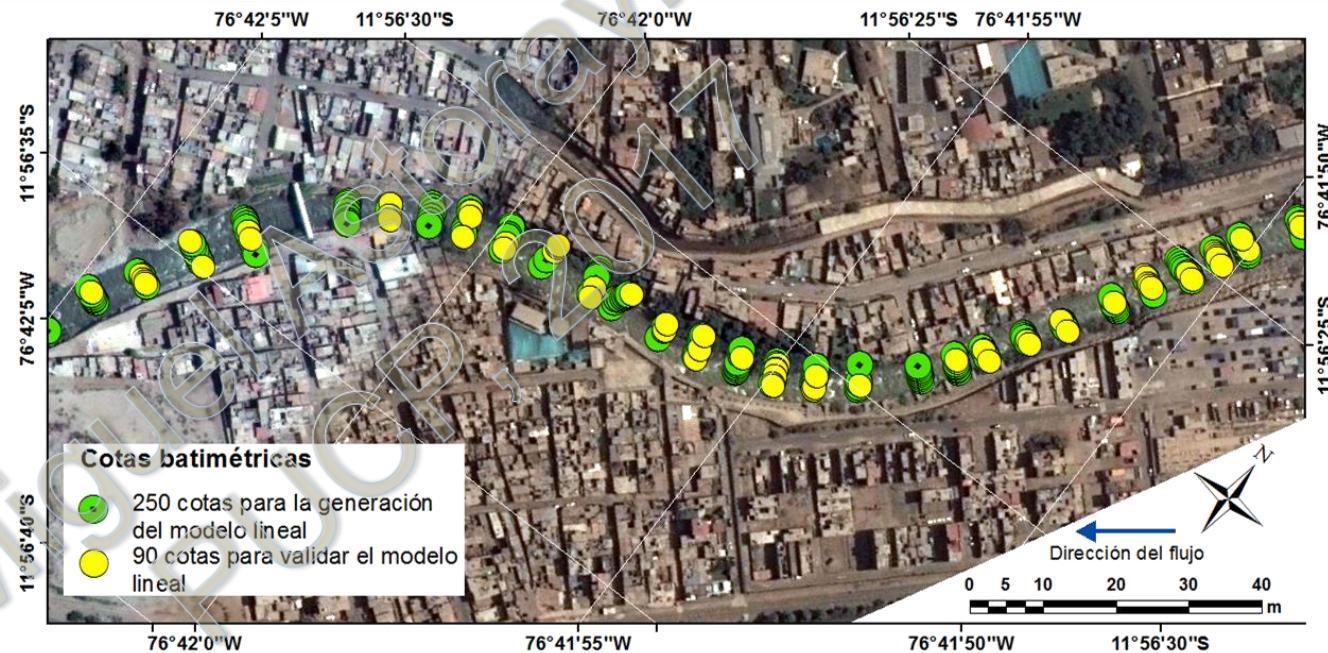


# DATOS Y METODOS

- Se aplicó el criterio de la Optical bathymetric mapping, el cual se basa en la correlación de datos observados y la NPD.
- Cotas  
batimétricas
- Información  
espacial NPD



**Nube de  
puntos densa**



Coordenadas  
espaciales

Bandas de  
color (RGB)



- Información numérica del modelo de colores Rojo, verde y azul escaladas de 1 a 255.
- Cotas del pelo de agua.



# DATOS Y METODOS

- Se generaron modelos de regresión múltiples cumpliendo el criterio fijado en la Ec. 1.

$$Z = f(Z^*, RGB) \dots [1]$$

Donde:

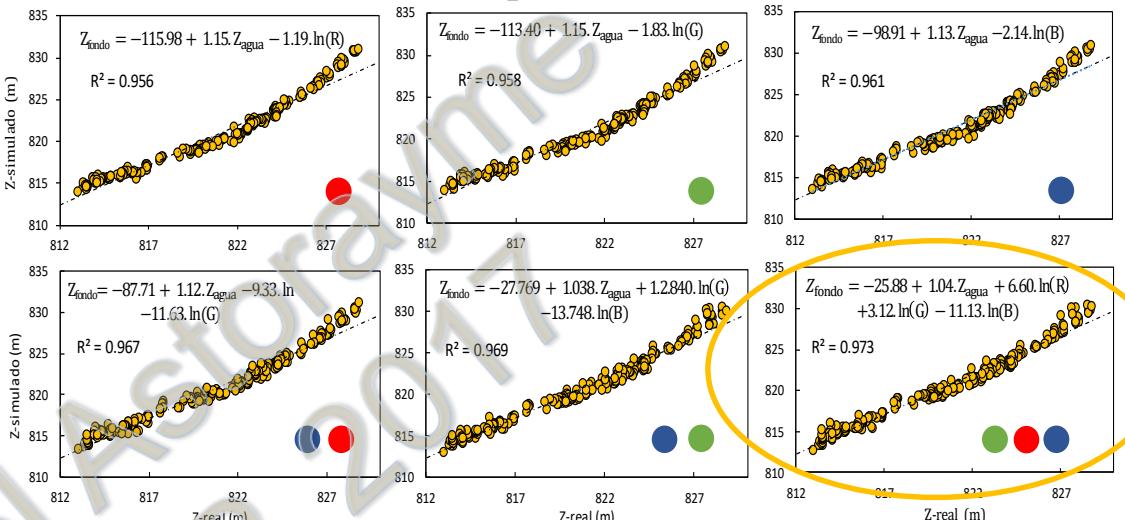
$Z$  : Cotas de fondo observadas.

$Z^*$  : Cotas del pelo de agua del modelo.

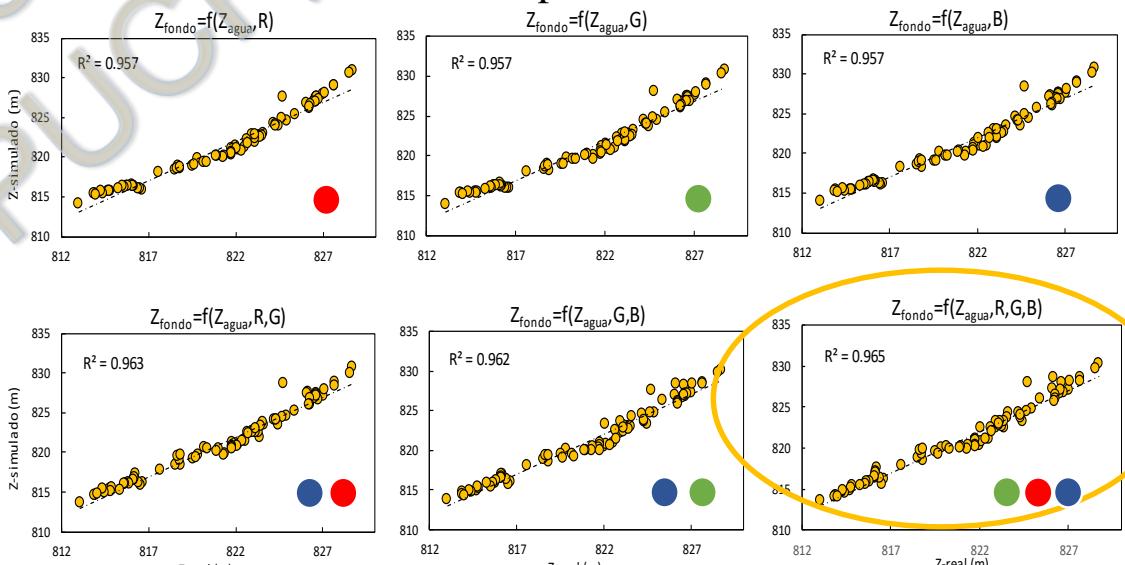
$RGB$  : Modelo de colores.

- Los modelos empíricos fueron validados.

Generation of empirical linear models



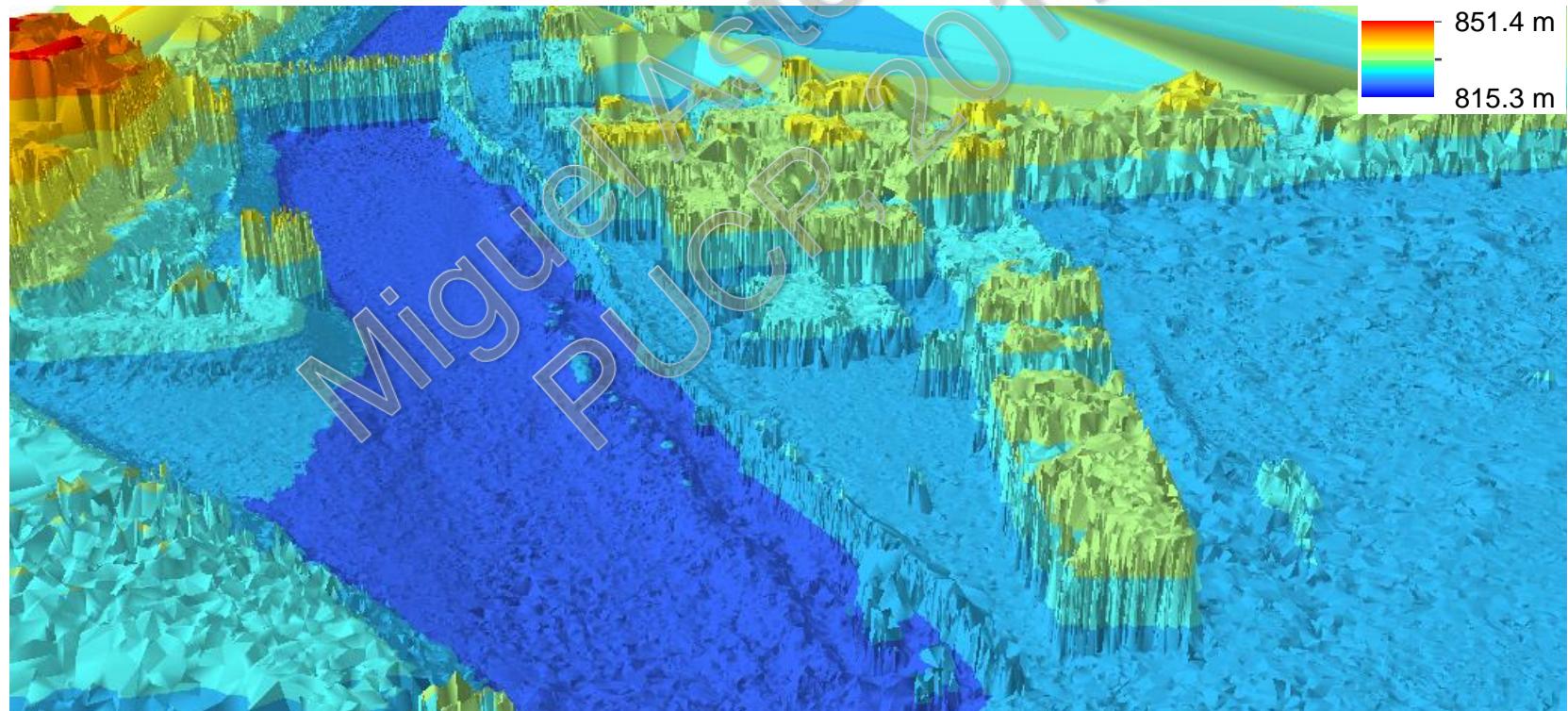
Validation of empirical linear models



# RESULTADOS

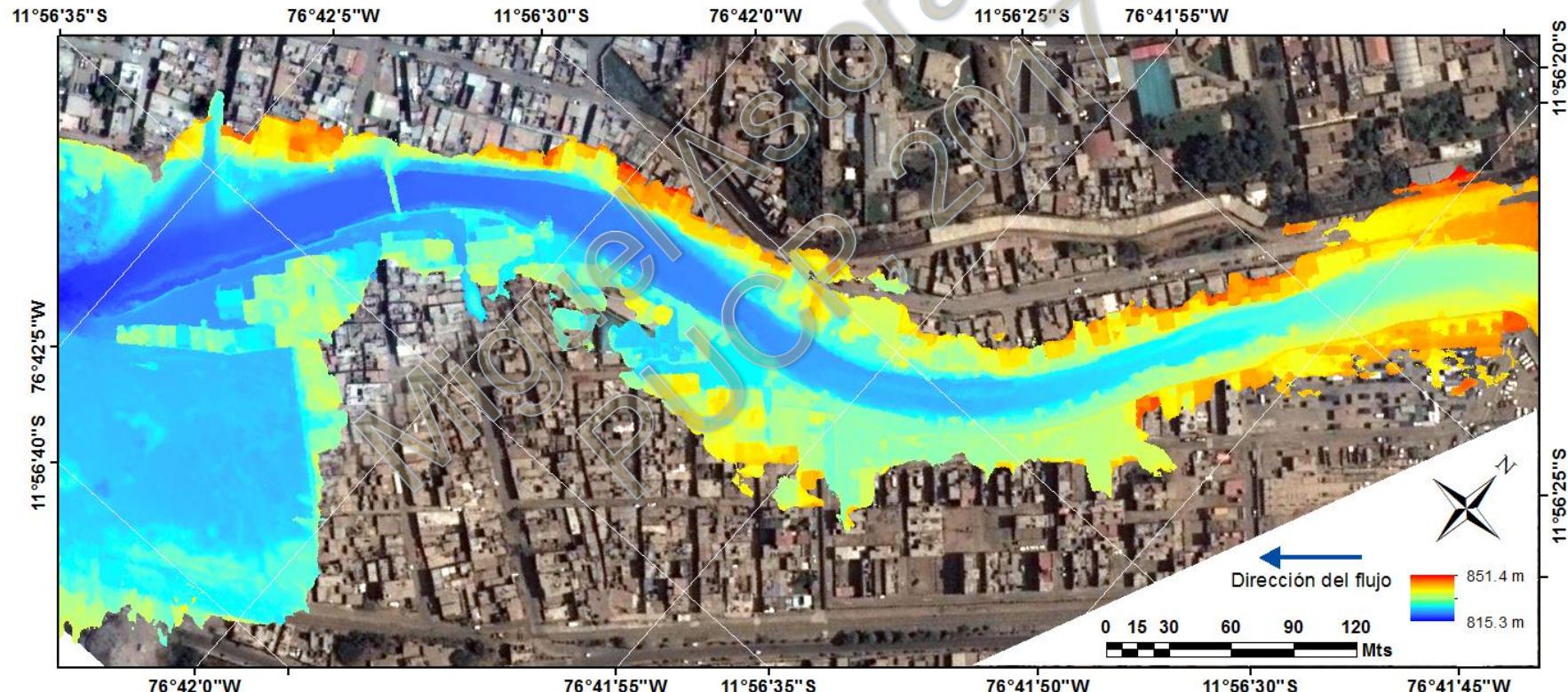
- A partir de la elección del modelo de regresión múltiple (Ec. 2) se corrigió la nube de puntos densa de las áreas inundadas empleando OBM.

$$Z_{BP} = -25.88 + 1.04 \cdot Z_{CDP} + 6.60 \cdot \ln(R) + 3.12 \cdot \ln(G) - 11.13 \cdot \ln(B) \dots [2]$$



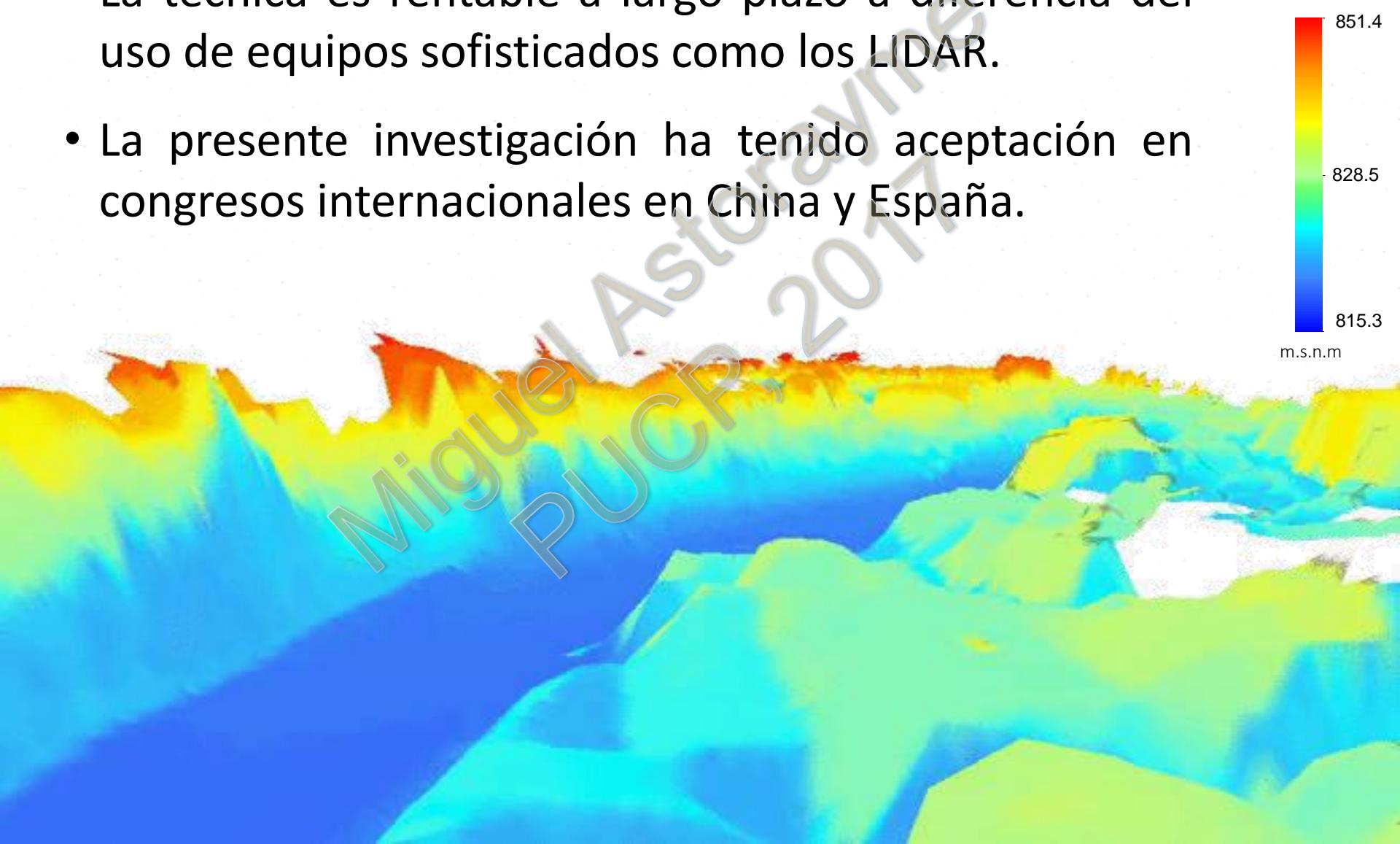
# RESULTADOS

- La nube de puntos densa corregida fue interpolada generando un modelo digital del terreno de 0.5x0.5m de resolución.



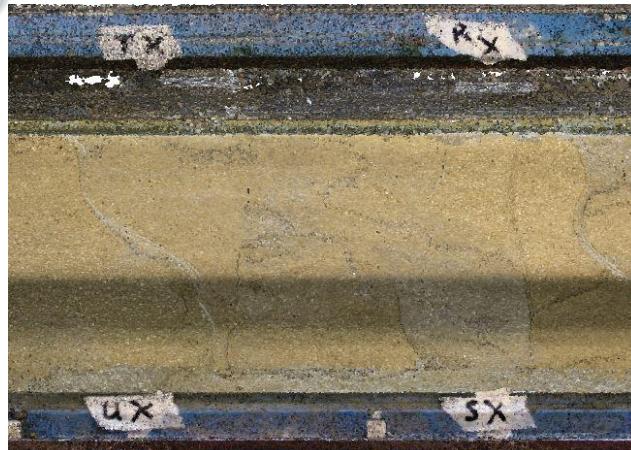
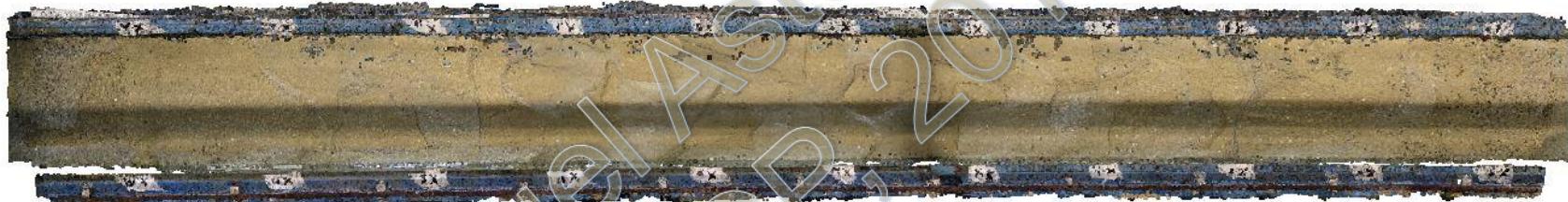
# RESULTADOS

- La técnica es rentable a largo plazo a diferencia del uso de equipos sofisticados como los LIDAR.
- La presente investigación ha tenido aceptación en congresos internacionales en China y España.



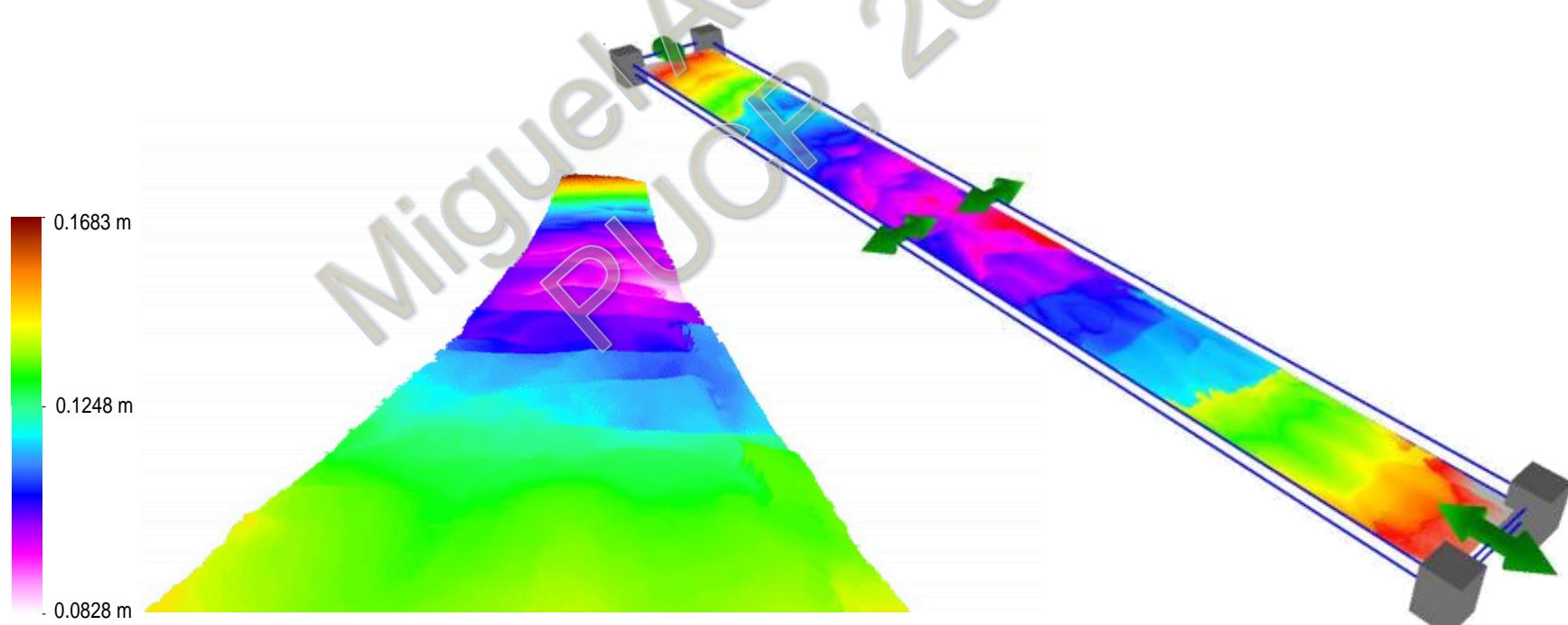
# OTRO ESTUDIO

- El trabajo fue realizado con la cooperación de la Technische Universitat Braunschweig, en Alemania.
- Se reproducción la forma del fondo de arena de un canal experimental luego de transitar agua en ella.



# OTRO ESTUDIO

- A partir de un proceso de calibración la Nube de puntos densa fue calibrada, obteniéndose errores promedios de 7.7 mm.
- Finalmente se realizó un proceso de interpolación generando un modelo de 1x1 cm de resolución.



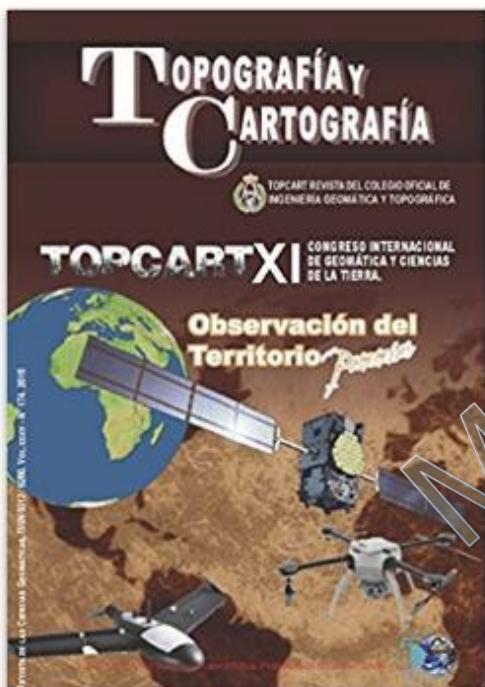
# CONCLUSIONES

---

- Si bien es posible obtener modelos con una resolución fina, menores incluso a 1m, estos deben ser consecuentes con los errores obtenidos. Así para el estudio se tienen errores alrededor de 0.2 m con un modelo de 0.5 m resolución.
- El SfM junto a la OBM han demostrado ser una alternativa potencial a tomar en cuenta si se desea conocer la forma del fondo de un río con poco caudal, como es el caso de los ríos de la costa en época de estiaje.
- Los niveles de resolución obtenidos sugieren que podrían ser aplicados para generar MED menores a 1m que comúnmente son empleados en modelos hidráulicos 2D y 3D.

# PUBLICACIÓN

- Para mayor información acerca de la investigación pueden dar la lectura a la siguiente publicación.



**TOPCART 2016. Observación del Territorio. Volumen V** Agenda – 2017 de VV. AA. (Autor), Ilustre Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica (Redactor, Ilustrador)

Sé el primero en opinar sobre este producto

Ver los formatos y ediciones

Agenda  
desde EUR 15,00

1 Nuevo desde EUR 15,00

## Detalles del producto

**Agenda:** 262 páginas

**ASIN:** B01N6ZTY65

**Valoración media de los clientes:** Sé el primero en opinar sobre este producto

**Clasificación en los más vendidos de Amazon:** nº40.419 en Libros (Ver el Top 100 en Libros)

# GRACIAS

Convenio de gestión N° 27-2015 – FONDECYT celebrada entre la PUCP y el CONCYTEC.

## Contactos:

- Miguel A. Astorayme : [m.astoraymev@pucp.pe](mailto:m.astoraymev@pucp.pe)
- Ronald R. Gutiérrez : [rgutierrezl@pucp.pe](mailto:rgutierrezl@pucp.pe)
- Rafael Aguilar : [raguilar@pucp.pe](mailto:raguilar@pucp.pe)
- Saul W. Retamozo : [swretamozo@pucp.pe](mailto:swretamozo@pucp.pe)



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
CATÓLICA  
DEL PERÚ



**CONCYTEC**  
CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA,  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA