



## XXXVIII SIMPOSIO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

Ciencia e ingeniería para proteger  
vidas ante terremotos y tsunamis



# Modelo avanzado de realidad virtual de evacuación por Tsunami integrando simulaciones numéricas y los modelos tridimensionales generados con RPAS.

**Bach. Marcello Palomino Canales**

C. Davila, A. Quesquen, S. Monterola, F. Garcia, F. Rios, and M. Estrada

# 1. Introducción



Reportaje Camaná.  
Fuente: Explora Perú



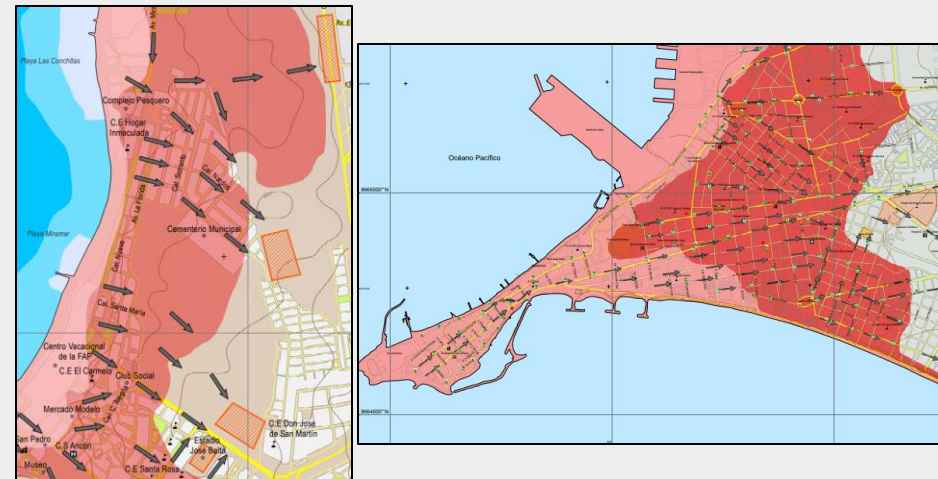
# Problemática

Existen simuladores para educación de terremotos. ¿Existen estas herramientas para la educación ante tsunamis?



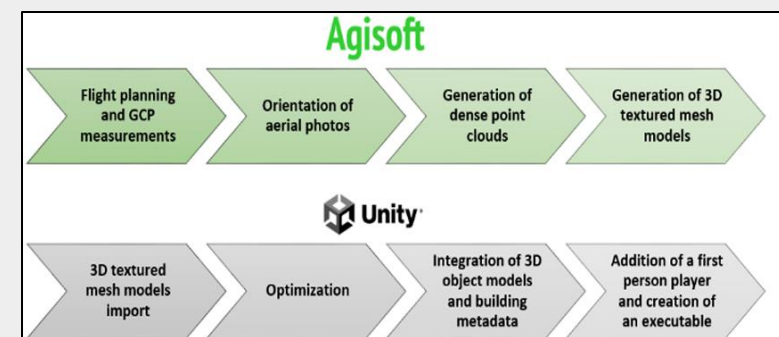
Simulador de terremotos INDECI (Miraflores noticias, 2020)

La educación ante amenazas de tsunami solo utiliza los planos tradicionales en 2D que son estáticos; no logran transmitir el contexto espacial del mundo real ni capacitar al individuo para la toma de decisiones independientes (e.g., Ooi et al., 2021).



Cartas de inundación (DIHIDRINAV)

No existe una metodología para la integración de la realidad virtual con la simulación numérica de tsunami y los modelos tridimensionales obtenido por vuelos de RPAS.



Flujo de trabajo para modelos 3d con drones (U. Sefercik, 2022)



# Antecedentes

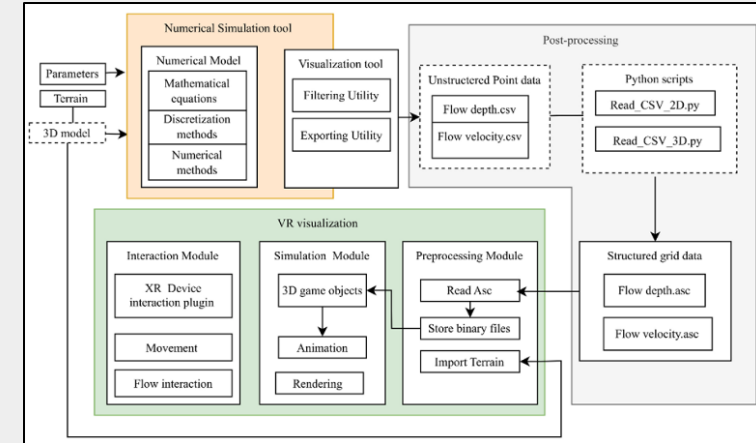
**Referencia Web:** "Six real-world disaster risks being tackled with virtual reality"  
 Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, 2025).



**Paper Referencia:** "Assessing potential tsunami vertical-evacuation practices: A study of four cases in Chile using virtual reality and GIS"  
 J. León et al. (2023)



**Paper Referencia:** "Virtual reality visualization of geophysical flows: A framework"  
 G. H. Alene et al. (2024)

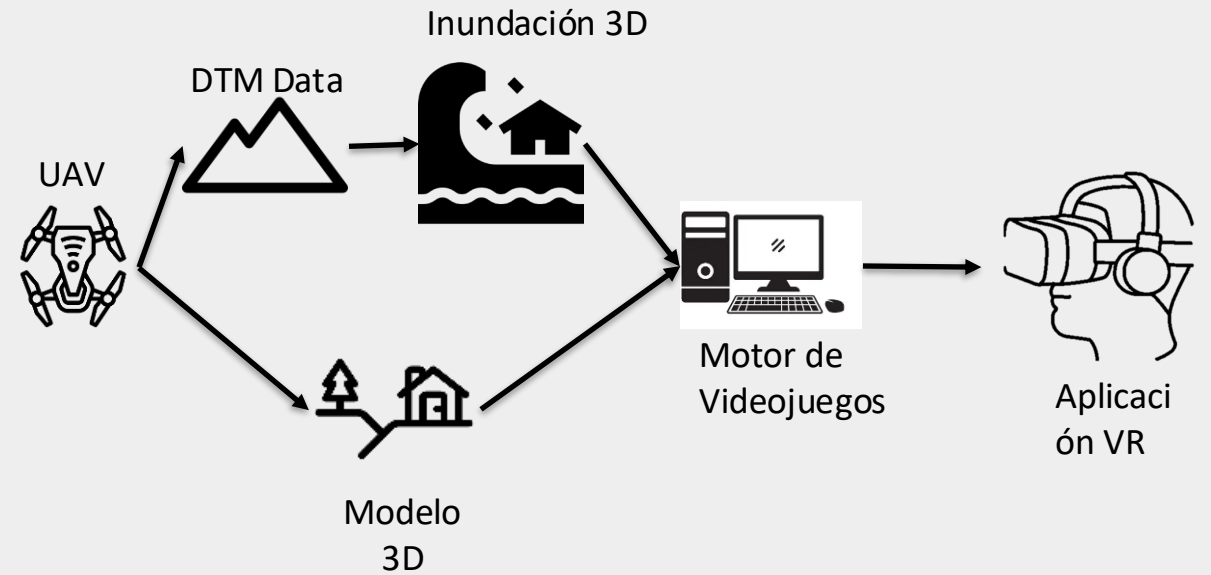
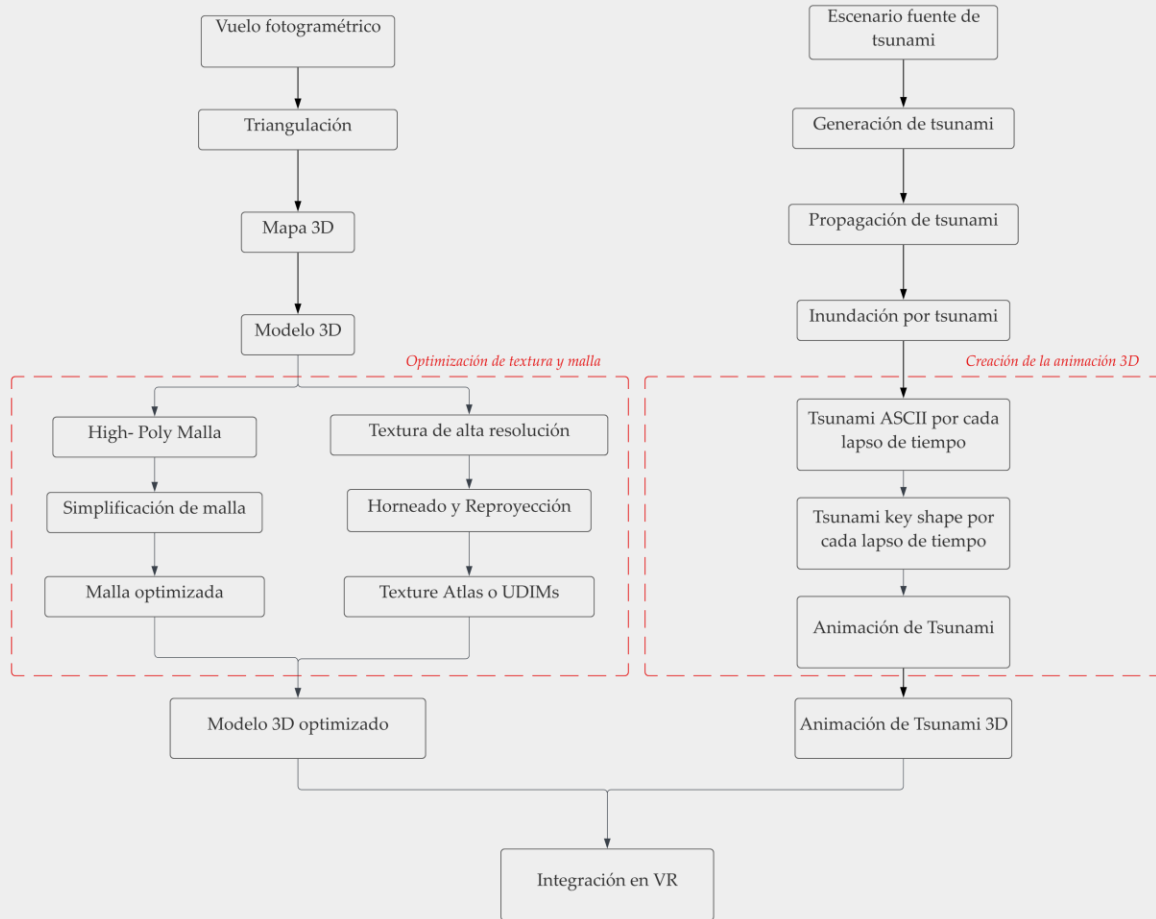




# 1. Metodología



# Propuesta de metodología



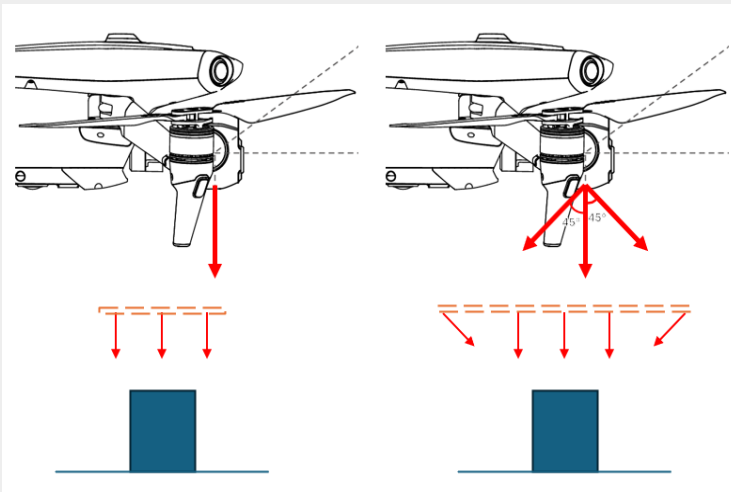


# 1. Obtención del modelo 3D

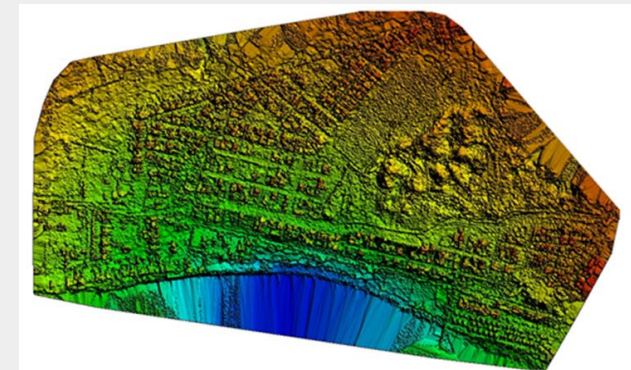
Parámetros	Fotogrametría oblicua	Fotogrametría nadir
Ángulo de inclinación	45°	90°
Distancia de muestreo del suelo (GSD)	3 cm	18.5 cm
Altura de vuelo	60 m	195 m
Productos	nDSM and 3D Model	DSM, DTM, and DOM



Plan de vuelo Nadir



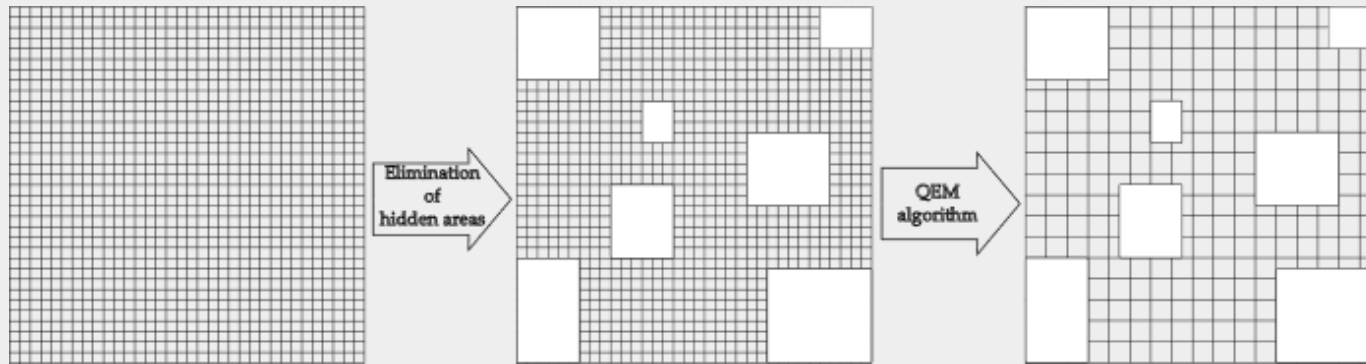
Plan de vuelo oblicuo



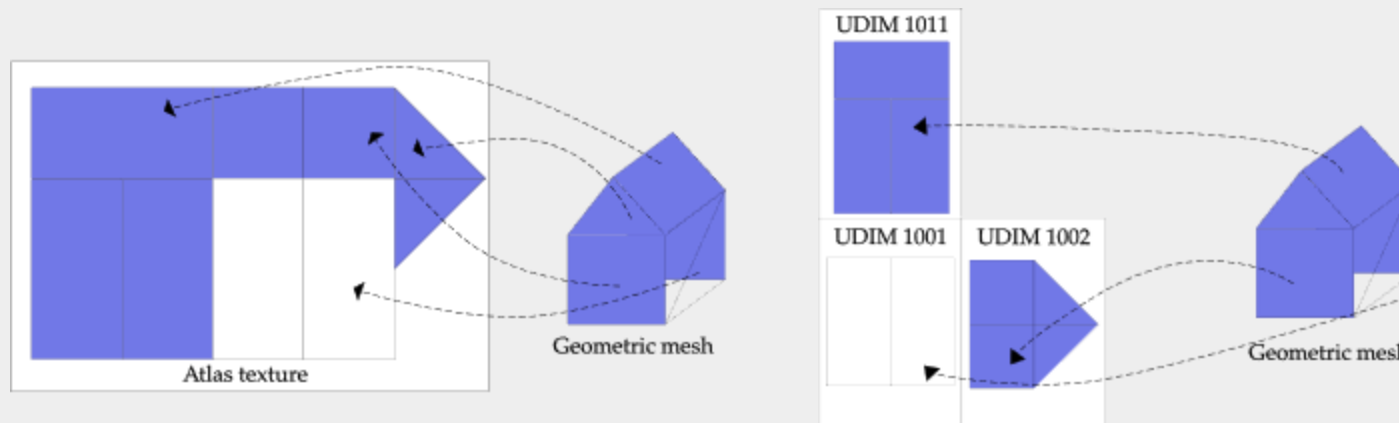
Figuras y videos son productos de Davila et al. (2025) y Quesquen et al. (2025).



# 1.1 Optimización de mallas y texturas



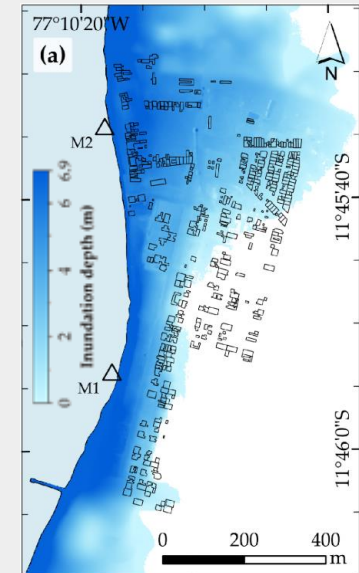
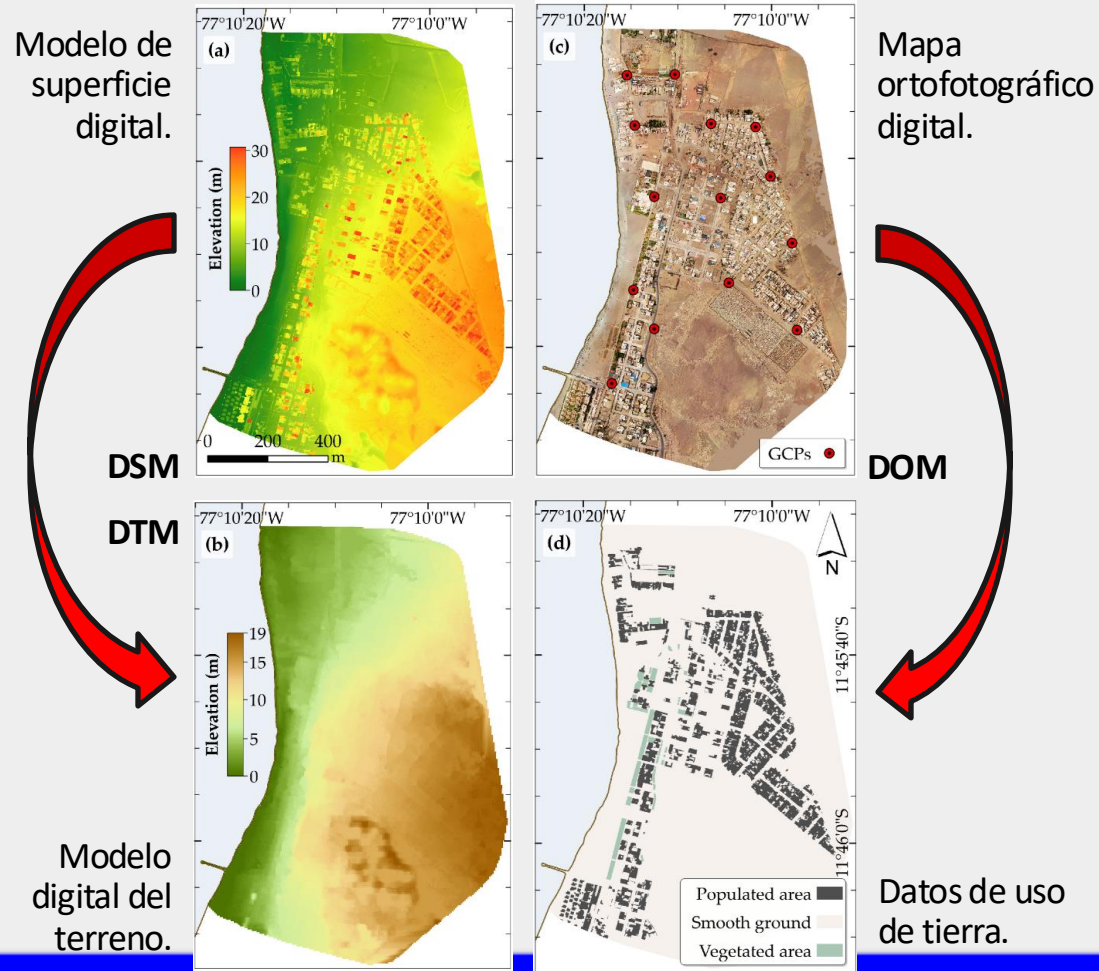
Optimización de las geometrías visibles dentro del modelo 3D.



Optimización de las proyecciones de las geometrías



# 2. Simulación numérica de tsunamis



Simulación de inundación de tsunami en 4D.

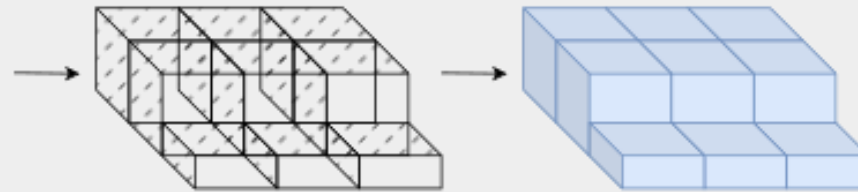
Mapa de inundaciones.

Todas las figuras y el contenido de esta diapositiva están adaptados de Davila et al. (2025).

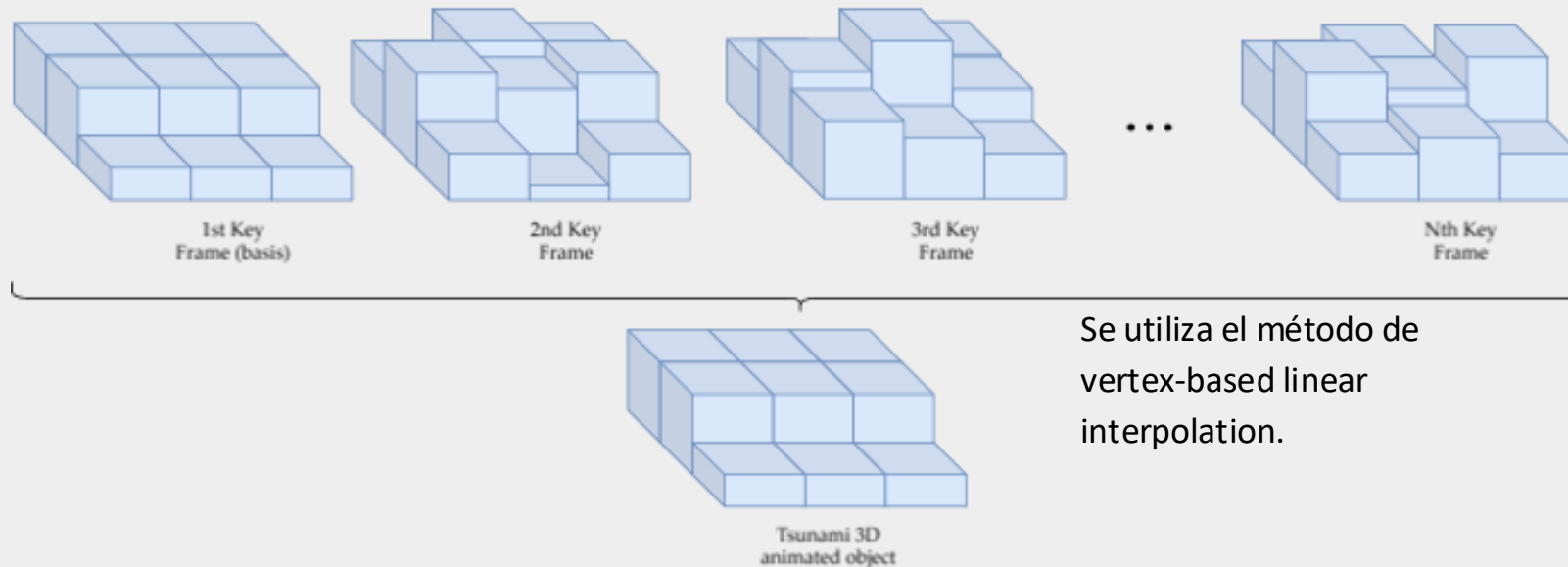


# 2.1 Creación de Animación Tsunami 3D

Value 1	Value 2	Value 3
Value 4	Value 5	Value 6
Value 7	Value 8	Value 9



Luego de simular obtendremos información de altura en rasters por lapso de tiempo.

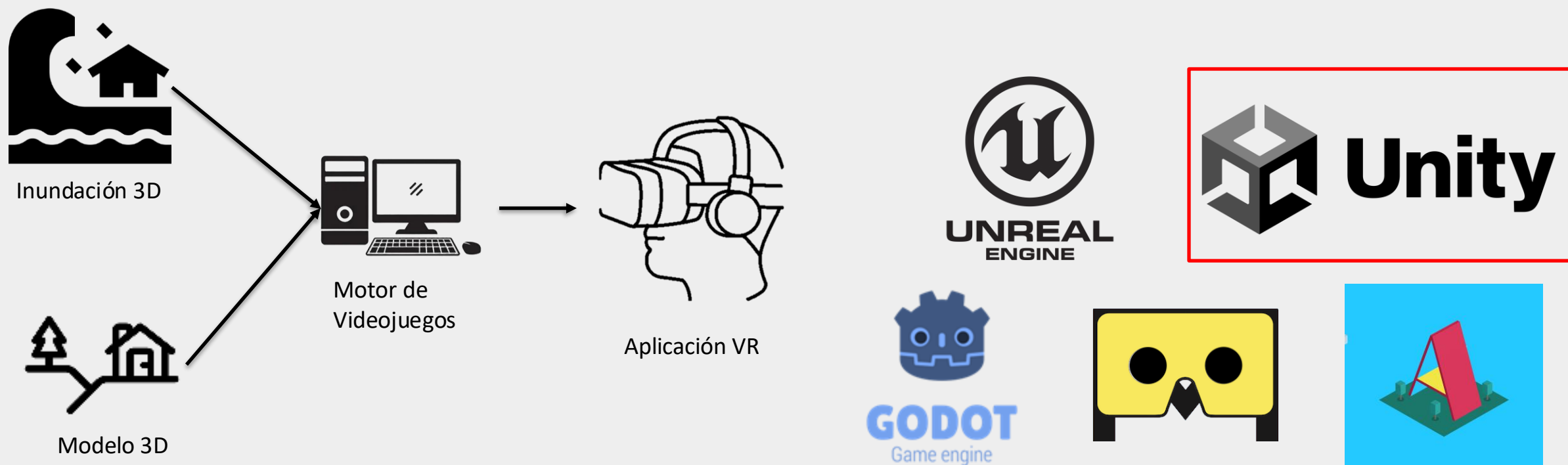


Se utiliza el método de vertex-based linear interpolation.



# 3. Integración dentro de un Motor

Se puede utilizar los archivos en los formatos 3d que uno desee. De igual manera los motores de videojuegos o 3d que uno mejor maneje.

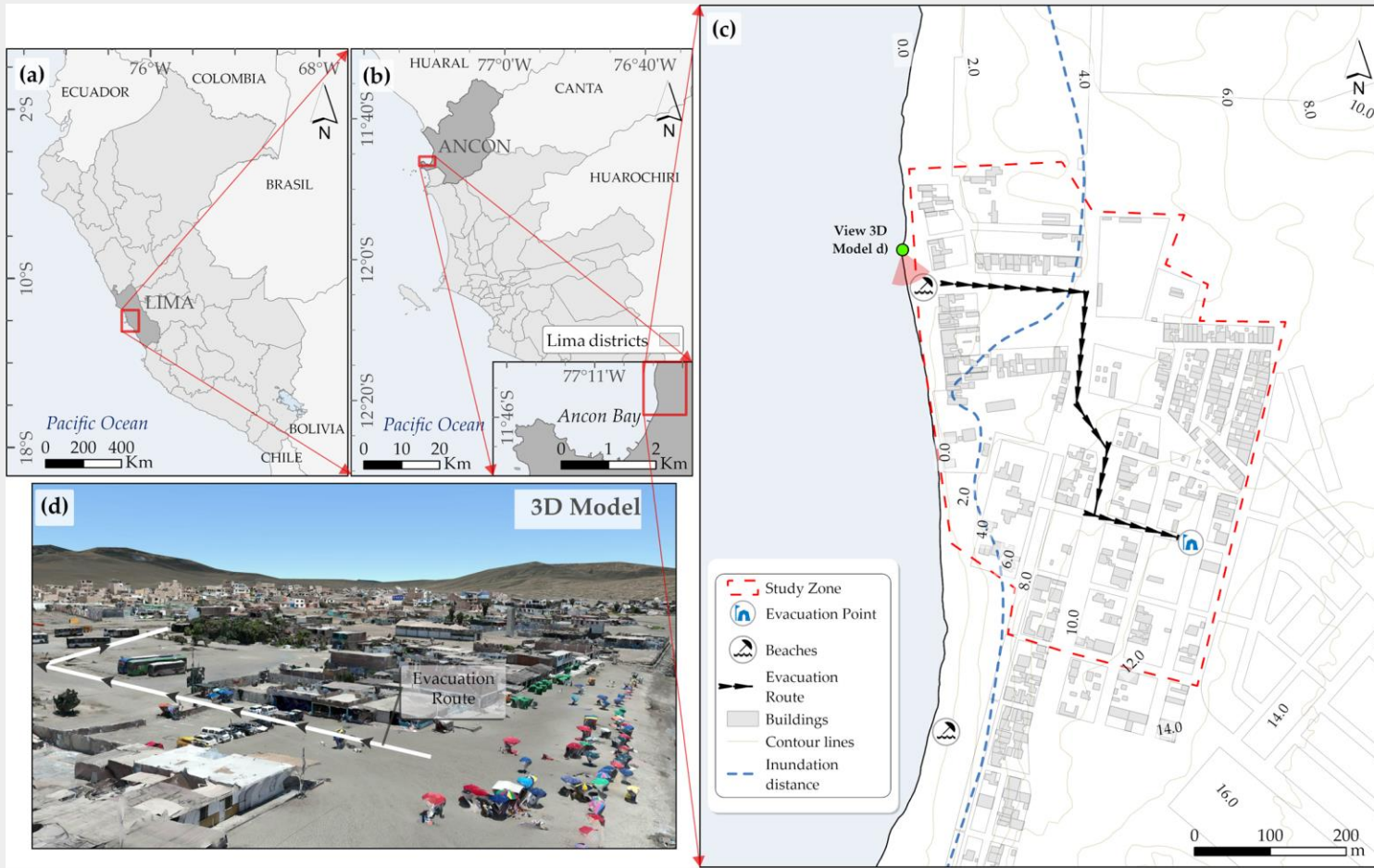




# 3. Aplicación



# Zona de estudio: Áncon



La costa de Áncon es vulnerable ante tsunamis.



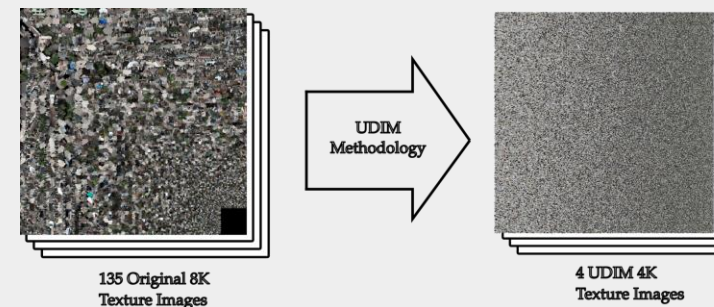


# Zona de estudio: Áncon

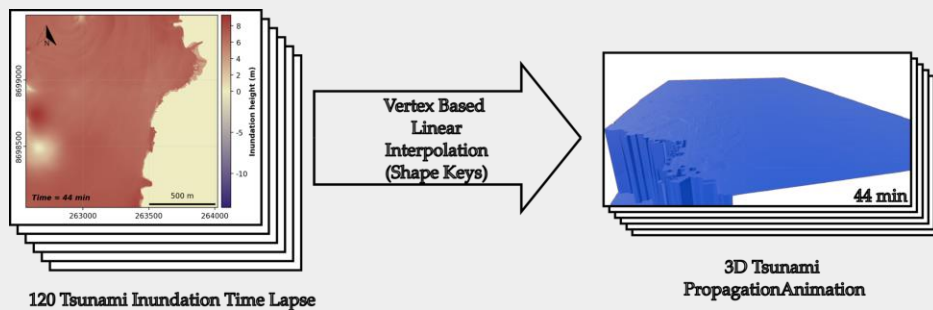
Se realiza la reducción de geometrías visibles dentro del modelo 3D.



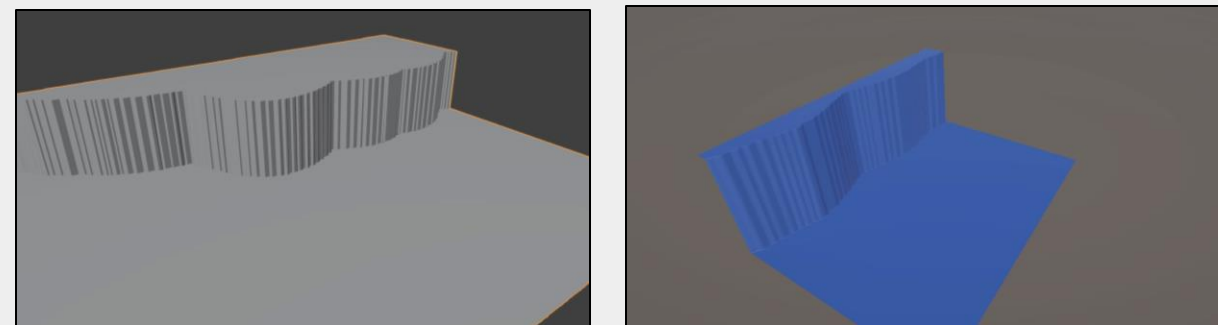
Se realiza la reproyección de las geometrías.



Se genera la creación de la animación de tsunami 3D.



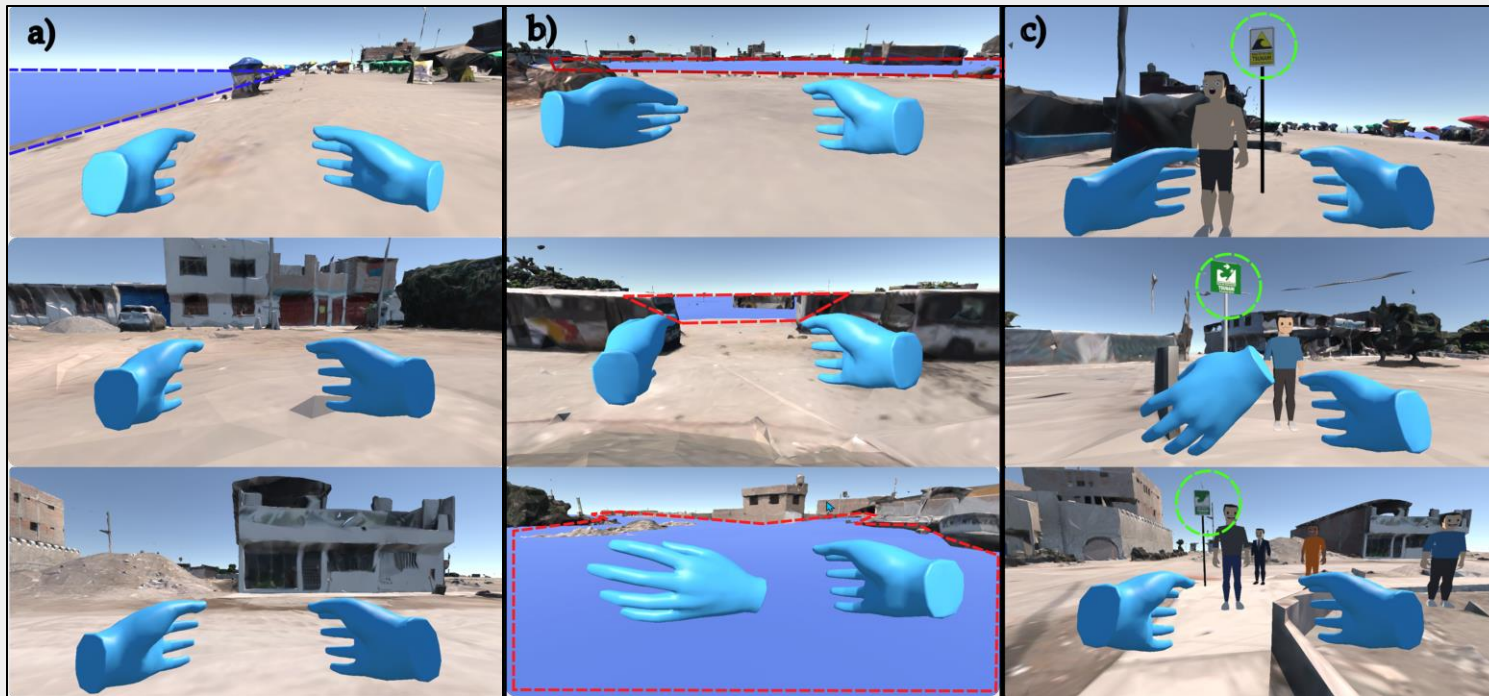
Resultados del tsunami.





# Zona de estudio: Áncon

Se integran ambos resultados en un modelo de realidad virtual



Se presenta el modelo en el CESATT



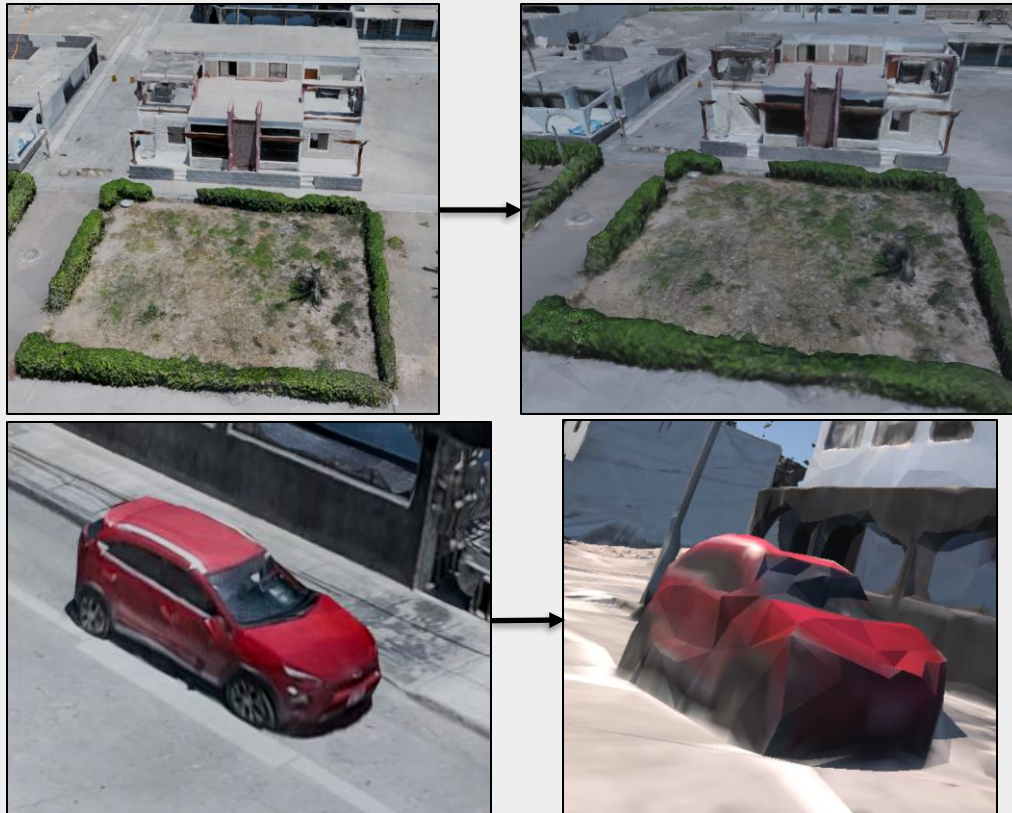


# 4. Conclusiones



# Trabajo futuro

Mejorar el flujo de trabajo, para evitar la reducción de calidad en ciertas geometrías.



Validación del modelo para evaluar el impacto social.



Integrar el trabajo con realidad aumentada.



# Conclusiones

- (1) Integración satisfactoria: se logró crear un flujo de trabajo funcional de realidad virtual mediante la integración de imágenes de alta resolución tomadas por drones con datos numéricos de simulación de tsunamis.
- (2) Visualización mejorada: los datos abstractos sobre riesgos se integraron en una experiencia inmersiva tridimensional tangible.
- (3) Equilibrio en la optimización: se optimizó una malla diferente para la realidad virtual, aunque siguen existiendo retos en cuanto a la fidelidad visual.



Integración satisfactoria.



Visualización mejorada.



# Agradecimientos



Esta investigación (código del proyecto 2025-004430) ha contado con el apoyo del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil (IIFIC-UNI) a través del «Concurso de Proyectos de Investigación Formativa 2025». Agradecemos las valiosas contribuciones de los investigadores del Grupo de Investigación en Geoinformática para la Gestión del Riesgo de Desastres (GeoGiRD) y el Laboratorio de Geomática del CISMID-FIC-UNI.



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
INGENIERÍA**

**VICERRECTORADO  
DE  
INVESTIGACIÓN**



*M. Palomino, C. Davila, A. Quesquen, S. Monterola, F. Garcia, J. Rios, and M. Estrada*

Contacto: mpalominoc@uni.pe



Gracias