

TECNOLOGÍAS PARA EL DIAGNÓSTICO Y MONITOREO DE ESTRUCTURAS ARQUEOLÓGICAS

Luis A. Bedriñana¹, Janet Oshiro², Wilder Abad³, Alex Casilla⁴, Luis Espinola⁵, Gandhi León⁶, Jhon Tovar⁷, Carlos Uriarte⁸, Luis Oblitas⁹

¹lbedrinana@utec.edu.pe; ²joshiro@cultura.gob.pe; ³wilder.abad@utec.edu.pe; ⁴alex.casilla@utec.edu.pe; ⁵luis.espinola@utec.edu.pe; ⁶gandhy.leon.h@utec.edu.pe; ⁷jhon.tovar@utec.edu.pe; ⁸carlos.uriarte@utec.edu.pe; ⁹luis.oblitas@utec.edu.pe



Santuario arqueológico de Pachacamac. Acllawasi.

Santuario arqueológico de Pachacamac

Pachacamac, con una ocupación continua de más de 1200 años, es el sitio arqueológico más importante de la costa central del Perú, abarcando un área aproximada de 465 hectáreas. Su poder y prestigio se basaban en el culto al dios Pachacamac.

Acllawasi

Edificio hecho de adobes y piedras almohadilladas de estilo Inca. Tiene pasadizos, plataformas, recintos, escalinatas de piedra, hornacinas trapezoidales pequeñas y grandes, vanos de acceso rectangulares y trapezoidales así como una serie de canales y estanques.

Fue excavado en 1938 por Albert Giesecke y, entre 1940 y 1943 Julio C. Tello y su equipo excavan y restauran el edificio. Los últimos terremotos han debilitado fuertemente las estructuras produciendo varios colapsos.

Problemática

El Acllawasi se construyó en una zona de humedales con afloramientos de agua, además de estar localizado cerca del litoral, lo que hace que sus estructuras de tierra estén sometidas a continuo deterioro ambiental.

Generalmente, las estructuras de tierra presentan poca resistencia a cargas sísmicas, por lo que se debe estudiar y monitorear los distintos patrones de daño estructural para proponer métodos holísticos de intervención.



Vista general de las estructuras.



Vista del daño en algunos elementos.

Propuesta

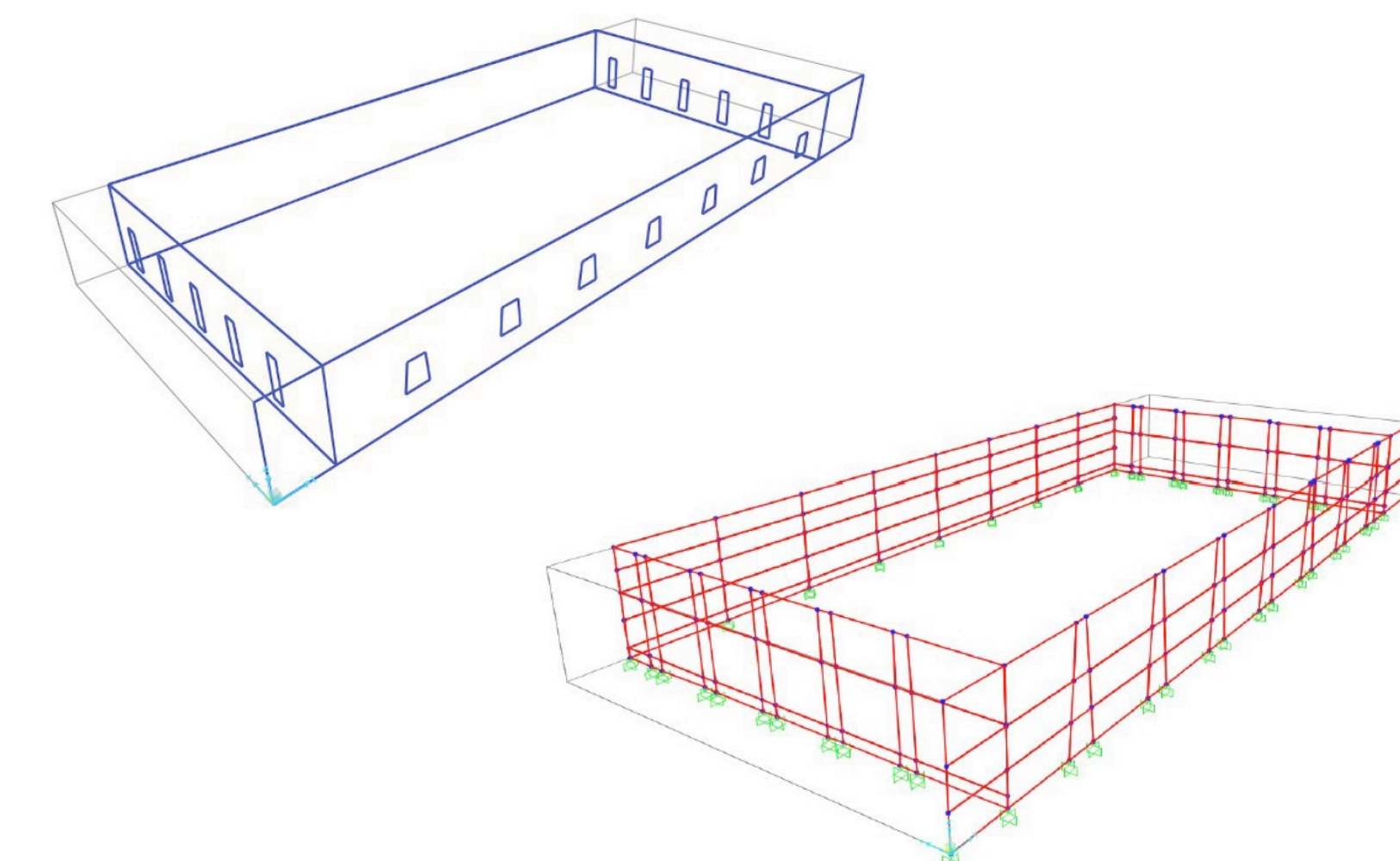
El presente estudio propone el uso de nuevas tecnologías para la documentación, evaluación de la condición y monitoreo del daño de estructuras arqueológicas con el objetivo de evaluar holísticamente la seguridad del patrimonio inmueble. Por otro lado, de ser necesario, los resultados permitirán un planteamiento para una adecuada intervención estructural.

Distintas tecnologías (Drone, Laser Scanner, etc) se usan para la obtención de data de calidad de las estructuras y que permitirán realizar simulaciones numéricas sofisticadas (FEM).

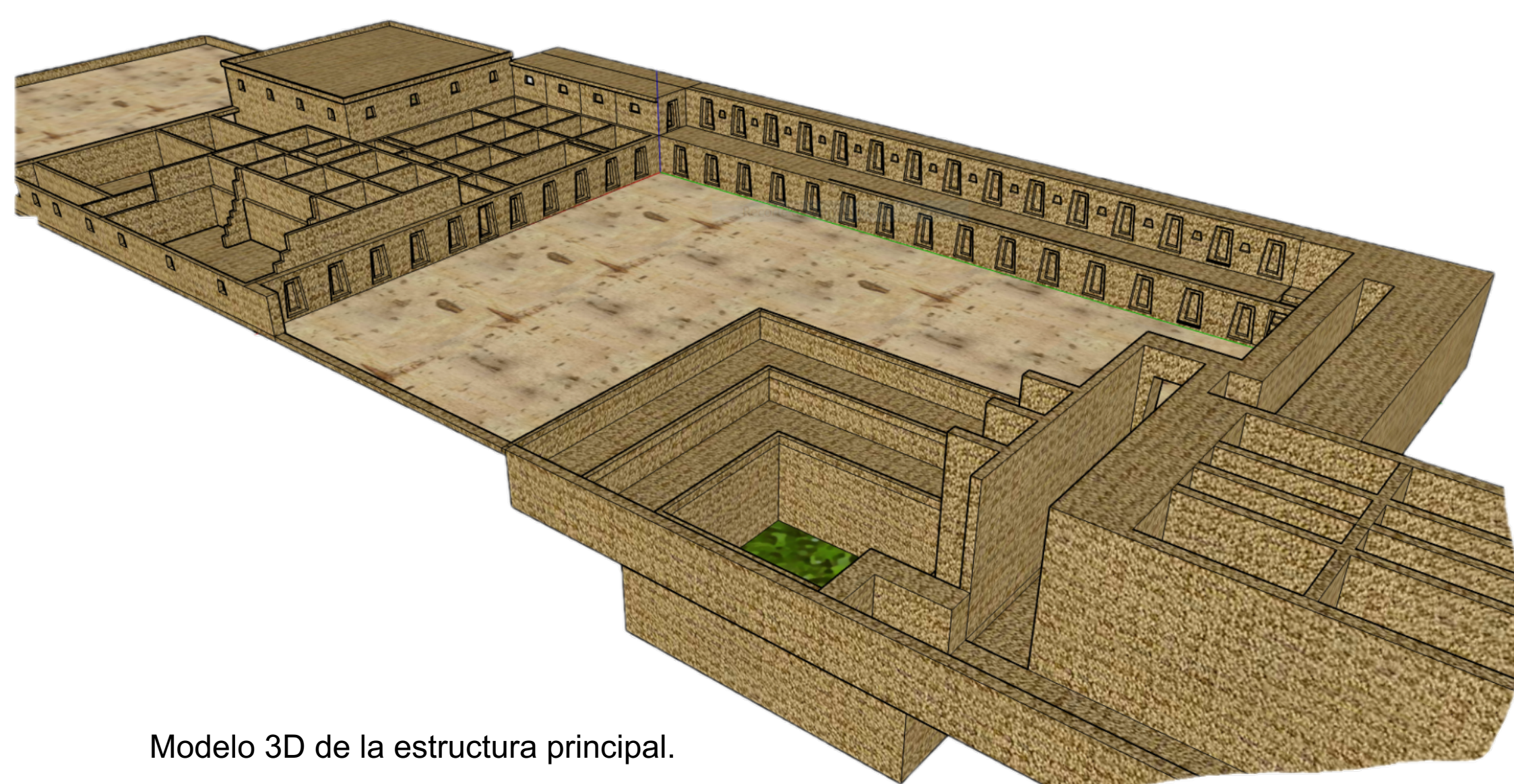
Por último, se propone el uso de inteligencia artificial para un sistema de bajo costo (uso de sensores de contacto y basado en visión artificial) para el monitoreo de daños estructurales.



Acllawasi – vista aérea obtenida por Drone



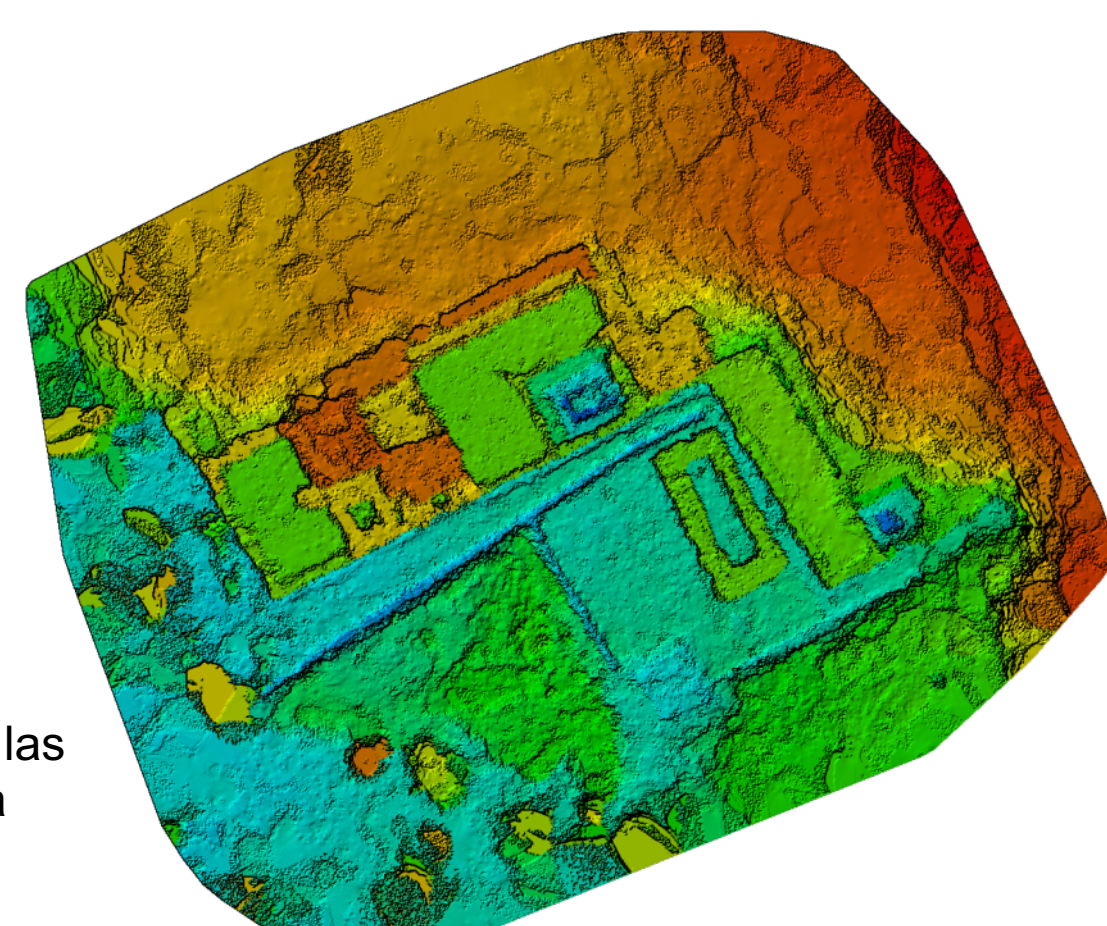
Modelos de elementos finitos 3D



Modelo 3D de la estructura principal.



Análisis fotogramétrico de las estructuras y de la zona colindante.



Trabajos futuros

1. La metodología de monitoreo estructural propuesta en el proyecto requiere de una gran cantidad de data, por lo que se requiere recopilar más información del daño (fotos, mediciones, historial de daños, etc.) para generar mejores predicciones.
2. Se requieren más estudios de campo (microzonificación y ensayos geofísicos) para poder estimar los posibles escenarios sísmicos a los que estarían sometidas las estructuras del Acllawasi
3. Integrando la data de campo y los análisis numéricos se puede establecer una medida del riesgo estructural que tendría el Acllawasi ante eventos extremos (sismos, tsunamis, inundaciones, etc).



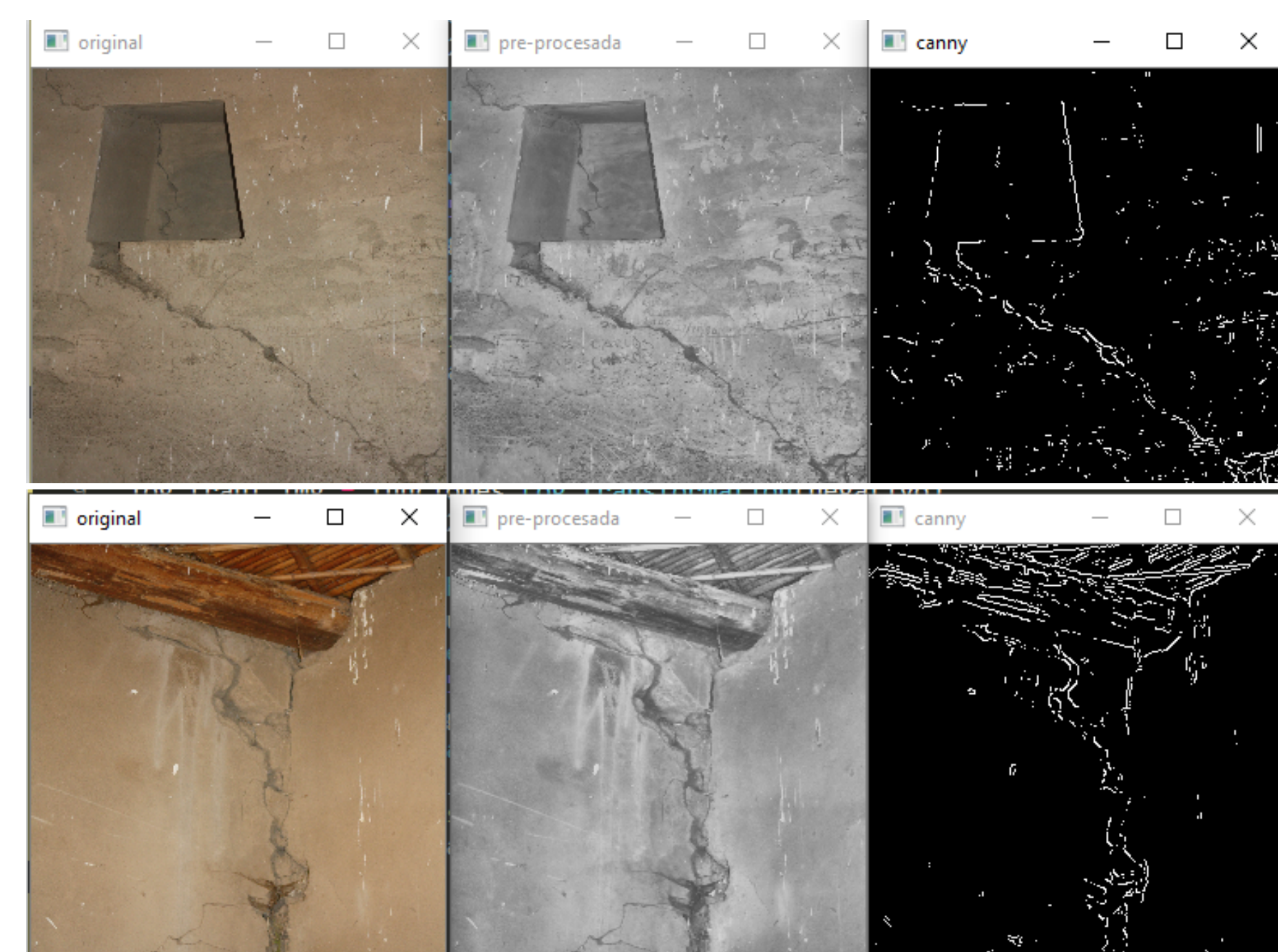
Trabajos de recopilación de data de campo de las estructuras del complejo Acllawasi. Realizado por estudiantes de Ing Civil en UTEC

Resultados preliminares

Luego de una campaña de campo se colectó suficiente información para abastecer un modelo 3D a detalle de las estructuras del Acllawasi. Este modelo 3D puede integrarse a plataformas de Building Information Management (BIM) para tener un adecuado catálogo del patrimonio inmueble.

Asimismo, se realizó un modelo matemático de las estructuras estudiadas en base a sondeos de campo y del suelo colindante. Este modelo permite estudiar el comportamiento estructural del patrimonio ante distintos escenarios de cargas.

En cuanto al sistema de monitoreo de las estructuras, distintas fotos de campo y mediciones de fisuras permitieron calibrar los algoritmos propuestos para el reconocimiento de patrones de daño comunes en el edificio. El algoritmo de detección de fisuras reconoció satisfactoriamente el 25% de la data obtenida en campo. Esto se logró encerrando la grieta en un marco rectangular usando la red neuronal YOLO. Posteriormente, los algoritmos de procesamiento de imágenes en Python permitieron reconocer la forma de las grietas de manera eficiente diferenciando en la mayoría de casos, la grieta de las manchas por pintura, sombras y elementos externos.



Inteligencia Artificial para la detección de daños estructurales