

**Arq. Francisco Haroldo Alfaro Salazar**

Director de la División de Ciencias y Artes para el Diseño

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco

**INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL**

**Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural**

**Periodo: 17 de noviembre de 2021 al 17 de abril del 2023**

**Proyecto: Conservación y restauración de bienes muebles e inmuebles**

**Clave: XCAD000308**

**Responsable del Proyecto: Lic. Daniela Acevedo Carrión**

**Asesor Interno: Mtro. Luis García Galiano de Rivas**

Youance Martínez Yva Melissa

Matrícula: 2183074171

Licenciatura: Arquitectura

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Tel: 55 5696 1995

Cel: 55 3776 0459

Correo electrónico: ymelissaym@hotmail.com

## **Introducción**

La Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural (CNCPC) es la dependencia encargada de fomentar la conservación de los bienes culturales muebles y muebles asociados a inmuebles de carácter histórico, arqueológico y paleontológico. Esto se logra a través de distintos medios: normatividad, ejecución de tratamientos especializados de conservación y restauración, así como acciones de educación, difusión, divulgación, entre otras, con el propósito de promover la apropiación, el acceso, uso y disfrute de los patrimonios culturales y de esta manera, contribuir al bienestar de la sociedad mexicana.<sup>1</sup>

El patrimonio es el legado cultural que recibimos del pasado, que vivimos en el presente y que transmitiremos a las generaciones futuras,<sup>2</sup> de ahí la importancia de conservar y valorar el entorno construido que tenga como característica una fuerte carga histórica. Por otro lado, el patrimonio contribuye a la revalorización continua de las culturas y de las identidades, al mismo tiempo que es un vehículo importante para la transmisión de experiencias, aptitudes y conocimientos entre las generaciones.<sup>3</sup>

Siendo la arquitectura un elemento que forma parte del patrimonio cultural, es importante conservarla ya que contribuye a que las personas desarrollen un sentido de pertenencia y de identidad hacia lo que forma parte de su historia y se refleja en los espacios que se habitan de manera cotidiana.

El presente documento es un informe de las actividades realizadas durante la prestación de mi Servicio Social en la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, en el marco del “Proyecto de Conservación e Investigación de Pintura Mural de la Costa Oriental de Quintana Roo, en las zonas arqueológicas de Kohunlich y Tulum”.

## **Objetivo general**

Trabajar en un proyecto arqueológico y de conservación para comprender la importancia de la arquitectura en el ámbito de la conservación del patrimonio cultural.

---

<sup>1</sup> Sitio Web Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural: <https://conservacion.inah.gob.mx/public/nosotros.php>

<sup>2</sup> Sitio Web UNESCO Santiago, Patrimonio cultural: <https://es.unesco.org/fieldoffice/santiago/cultura/patrimonio>

<sup>3</sup> *Op. cit.*, UNESCO Santiago.

## Objetivos específicos

- Digitalizar los planos del estado de conservación e intervenciones de los mascarones de la Zona Arqueológica de Kohunlich.
- Digitalizar planos de fábricas de un edificio de la Zona Arqueológica de Tulum a partir de la nube de puntos en AutoCAD.
- Conocer los principios de la fotogrametría y su aplicación en el registro tridimensional de proyectos de distinta índole.

## Actividades realizadas

En la primera etapa de actividades del servicio social se llevó a cabo la digitalización de los registros del estado de conservación y de las intervenciones realizadas durante la temporada de campo del proyecto en el año 2021 de la Estructura A-1 conocida como “El Templo de los Mascarones” en la Zona Arqueológica de Kohunlich, Quintana Roo.

La Zona Arqueológica de Kohunlich, un asentamiento de la cultura maya que tuvo su ocupación durante el periodo Preclásico Tardío (300 a. C.-250 d. C.), está conformada por distintos conjuntos arquitectónicos tanto de carácter ceremonial como residencial.<sup>4</sup> La relevancia de este sitio radica en la presencia de un edificio con mascarones monumentales que, al parecer, representan personajes históricos. Dicho templo, conocido como “Templo de los Mascarones”, fue un edificio decorado con ocho figuras moldeadas en estuco con policromía, en colores rojo y negro, sobre armazones de mampostería, de los que sólo se conservan cinco.

Los cinco mascarones restantes se restauran periódicamente debido a los daños causados por las condiciones climáticas del estado, caracterizado por un clima húmedo, un área selvática, con fauna propia de la región.

Como parte de las actividades que realiza el equipo de restauración *in situ*, se lleva a cabo un registro detallado del estado de conservación de los mascarones, con la finalidad de evaluar y monitorear de forma periódica los deterioros y las afectaciones que presentan. Dicho registro consiste en la representación de los distintos deterioros previamente localizados

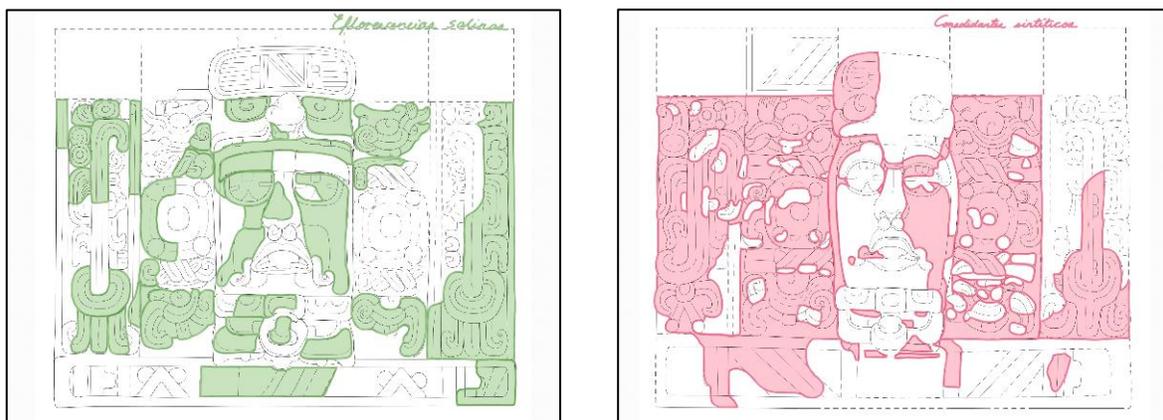
---

<sup>4</sup> Sitio Web Instituto Nacional de Antropología e Historia, Zona Arqueológica de Kohunlich: <https://www.inah.gob.mx/zonas/zona-arqueologica-kohunlich>

sobre una fotografía tomada en una tableta tipo iPad o en un esquema previamente dibujado en AutoCAD (ver imagen 1).

### Imagen 1

#### Ejemplos de esquemas realizados por el equipo de restauración



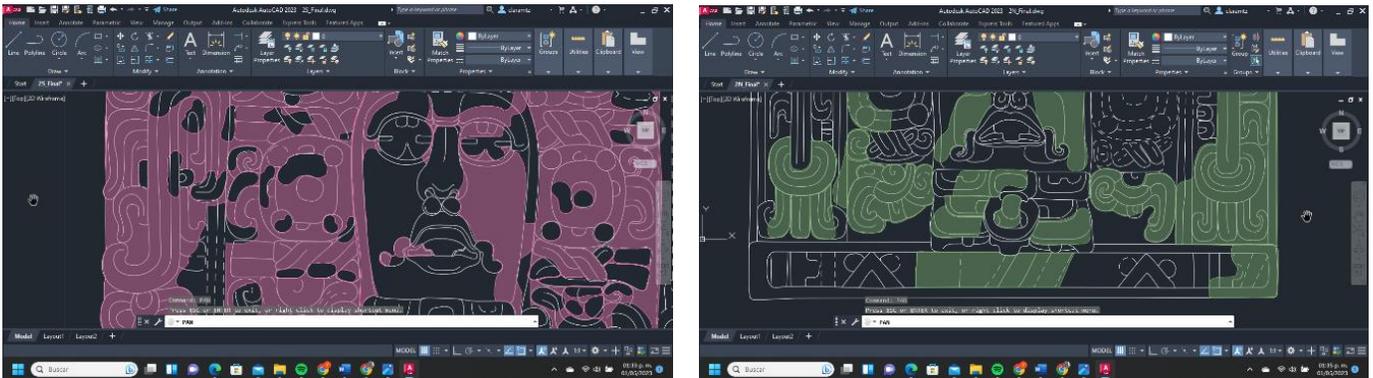
Fuente: elaboración a cargo del equipo de restauradores, temporada 2021.

La digitalización de los registros consistió en vaciar la información recabada en campo en el programa AutoCAD y así obtener como producto final los registros en imágenes. Se digitalizaron los daños y deterioros, así como las intervenciones de los cinco mascarones a los que se les da mantenimiento periódicamente. A lo largo de este proceso, propuse que se adoptara una simbología específica para la información registrada, con el objetivo de homogeneizar los planos elaborados. Lo anterior también me ayudó a tener un conocimiento más profundo acerca de las condiciones a las que pueden estar expuestas las zonas arqueológicas, como es el caso de las zonas que se encuentran en el estado de Quintana Roo.

Por otro lado, propuse que se modificaran los distintos elementos y datos que componían el cuadro de datos que se utilizaba anteriormente. De esta forma, se logró mejorar la lectura del plano al hacerlo más comprensible al momento de analizar la información registrada. Los productos finales quedaron registrados en archivos formato PDF y JPG que podrán ser consultados e impresos cuando sea necesario, ayudando a entender la evolución de los daños y deterioros (ver imágenes 2 y 3).

## Imagen 2

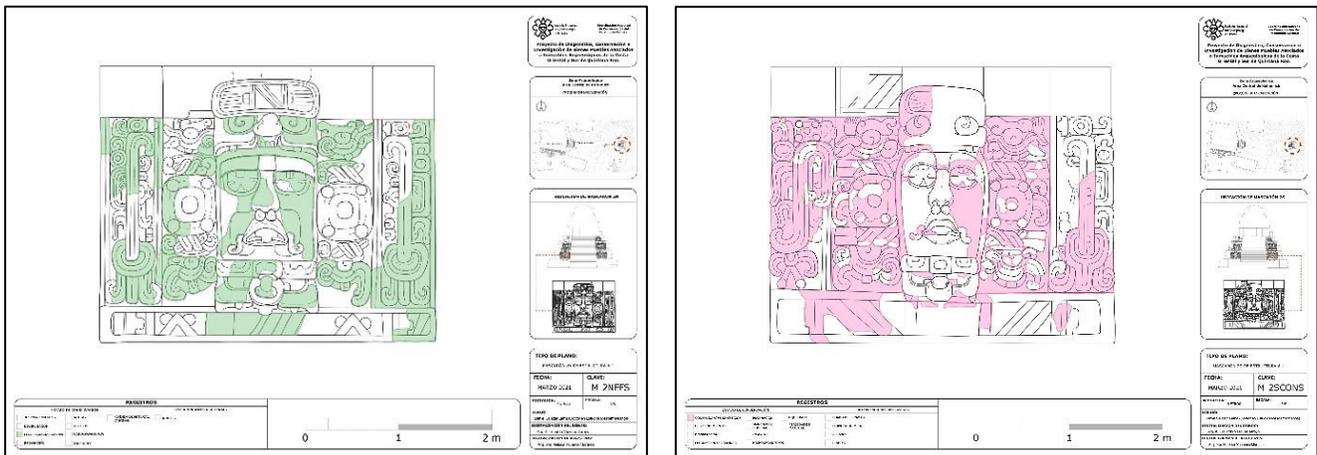
### Ejemplos de trazo de daños en el software AutoCAD



Fuente: Elaboración propia.

## Imagen 3

### Ejemplos de esquemas finales con cuadro de datos con información



Fuente: Elaboración propia.

Otra de las actividades llevadas a cabo fue el trazado de los planos de fábricas de dos fachadas del "Edificio 16" o "Templo de las Pinturas" de la Zona Arqueológica de Tulum: la fachada norte y la fachada sur, tomando como antecedente los planos anteriormente realizados y la nube de puntos que hay del sitio. Más adelante, nos referiremos con más detalle a dicho trabajo.

La Zona Arqueológica de Tulum, localizada en el estado de Quintana Roo, en el sureste de México, fue un asentamiento de la cultura maya con una ocupación dentro del periodo

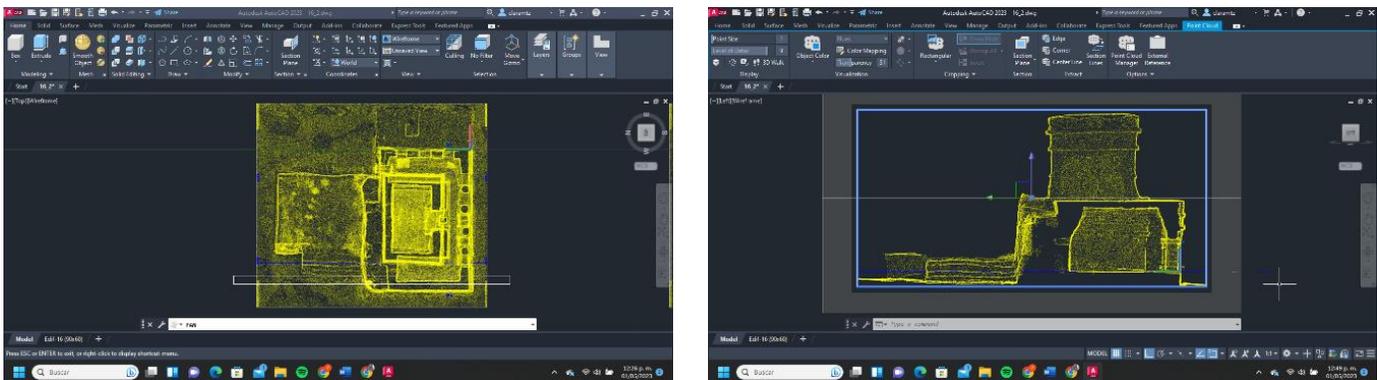
Posclásico Tardío (1200 d. C.-1520 al contacto). El área conocida hoy en día como Tulum, representa un núcleo urbano compuesto de edificios cívico-religiosos considerados entre los más importantes y representativos de la región. Uno de estos edificios es el “Edificio 16” que se caracteriza por la presencia de distintos elementos modelados en estuco, pintura mural de estilo códice donde se observan distintos personajes, posiblemente representaciones de dioses mayas.

Como parte del proyecto, se llevó a cabo un levantamiento con escáner láser 3D del “Edificio 16”. Debido a la carga de trabajo de los integrantes del proyecto, la información recabada no había podido ser procesada. Por ello, como se mencionó anteriormente, realicé la digitalización de las fachadas norte y sur del “Edificio 16”.

Para esto, recibí capacitación para el manejo de la nube de puntos en el software de AutoCAD y el uso de las herramientas 3D dentro del mismo, por parte de la arquitecta Claudia Trejo, quien ha trabajado a lo largo de varios años en el proyecto de conservación de Tulum. Me enseñó el manejo de la nube de puntos, los distintos elementos de edición y los comandos a utilizar para trazar los planos de forma correcta (ver imagen 4).

#### Imagen 4

#### Ejemplos de visualización de nube de puntos desde AutoCAD



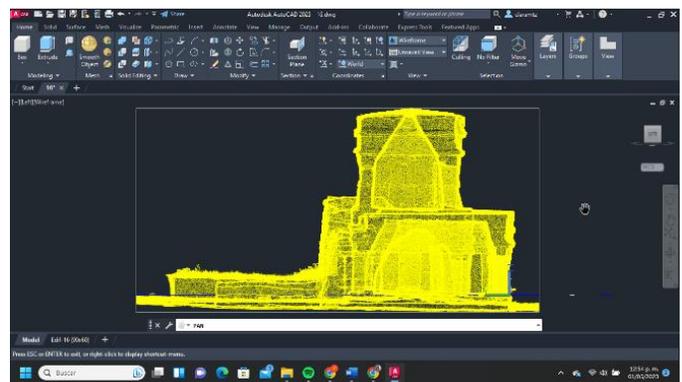
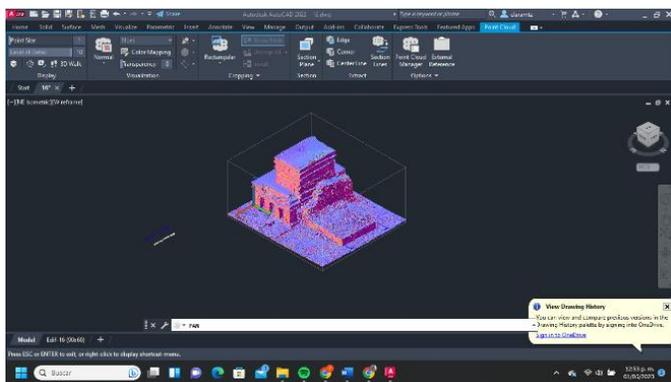
*Fuente:* Elaboración propia.

La nube de puntos es el conjunto de información que forma un modelo 3D a partir de un escaneo láser. Se trata de miles de puntos que forman una imagen tridimensional en el espacio, teniendo como ventaja la alta precisión. Dicha información ayuda a obtener datos acerca del volumen y características del edificio. En este caso, se pueden generar cortes

interiores del edificio, lo cual ayuda mucho a entender cómo está compuesta la estructura. En el caso del “Edificio 16”, pudimos observar hundimientos diferenciales y grietas en distintos elementos de acabados y estructurales. Cuando se tiene la nube de puntos en AutoCAD es posible visualizar desde diferentes vistas el edificio (ver imagen 5); de la misma forma, dentro de este mismo documento se pueden trazar muros, sillares, y todos los elementos arquitectónicos que componen el edificio. En el caso de la nube de puntos formada a partir de escaneo láser, se pueden presentar ciertas dificultades al momento de querer dibujar elementos con mucho detalle, es decir, no se logran distinguir claramente los elementos modelados en estuco por el poco espesor que presentan. Por tal motivo, es importante apoyarse en fotografías para ir definiendo qué elementos se dibujan y cuáles no.

### Imagen 5

#### Ejemplos de visualización de nube de puntos desde AutoCAD

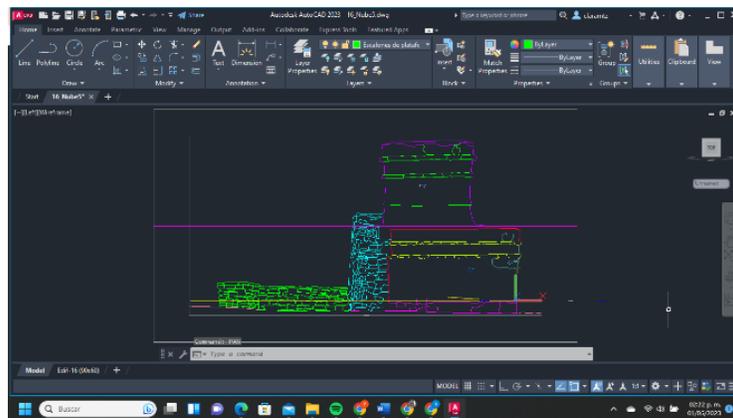


*Fuente:* Elaboración propia.

Este tipo de planos es importante debido a que aporta información a la documentación de edificios antiguos, en este caso de carácter arqueológico. Esta información sirve para llevar a cabo los registros, el monitoreo y la investigación de cómo van evolucionando y qué tipo de deterioros presentan con el pasar del tiempo estas edificaciones, tanto a nivel constructivo como a nivel de restauración y conservación (ver imagen 6).

## Imagen 6

### Ejemplo de trazo final de la fachada norte del “Edificio 16”



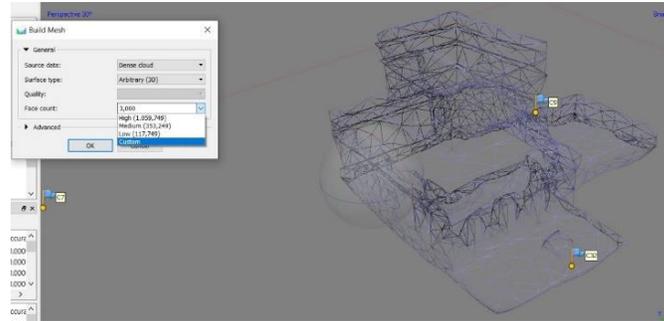
*Fuente:* Elaboración propia.

En la tercera etapa de las actividades realizadas como parte del Servicio Social, aprendí lo que es la fotogrametría y sus distintas aplicaciones. La fotogrametría es una técnica digital que se basa en la creación de archivos 3D y topográficos generados a partir de fotografías que siguen una secuencia y se traslapan entre sí mismas, es decir, los elementos fotografiados se empalman en algún punto. Existen diversos softwares con los cuales se puede procesar este tipo de archivos. En este caso, el arquitecto Emilio Fernández me explicó y guio en el entendimiento de las bases de cómo tomar las fotografías para generar archivos de buena calidad y cómo utilizar el software llamado Agisoft Metashape. Este software procesa fotogramétricamente las imágenes digitales capturadas por cualquier tipo de dispositivo que tome fotos: desde cámaras de algún teléfono inteligente hasta cámaras tipo réflex o drones. Por supuesto, entre mayor calidad tenga el dispositivo, mayor calidad tendrá el modelo 3D y los archivos generados a partir de éste. La aplicación de la fotogrametría va desde la documentación de edificios de carácter patrimonial –tanto para mediciones como para análisis–, aplicaciones de sistemas de información geográfica hasta piezas de pequeña escala. En este caso, los ejercicios que realicé fueron en edificios, así, aprendí los principios de cómo tomar fotografías de manera correcta, es decir, tomar en cuenta la adaptación a la iluminación, la separación entre cada toma de un metro aproximadamente, la ubicación de la cámara con respecto al muro a fotografiar, los cambios de altura en las tomas para incluir todos los elementos de un muro o fachada. Si bien el registro fotogramétrico digital en campo puede llegar a realizarse de manera relativamente rápida, es importante mencionar que el

procesamiento en el software es un proceso largo ya que se debe pasar por distintas etapas: alinear las fotografías, crear una nube de puntos densa, crear una malla (ver imagen 7), crear la textura (ver imagen 8) hasta lograr el modelo 3D de mayor calidad (ver imagen 9).

### Imagen 7

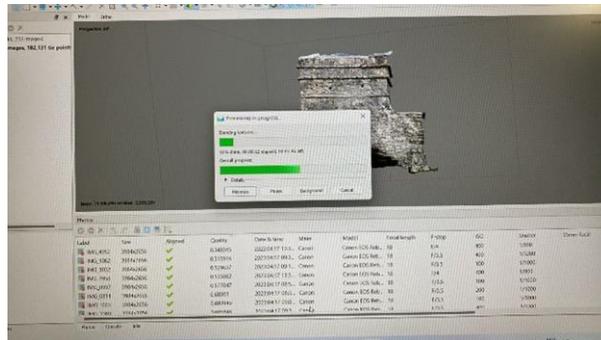
#### Ejemplo de malla generada con Agisoft del “Edificio 16”



Fuente: Elaboración propia.

### Imagen 8

#### Ejemplo de procesamiento de texturas en Agisoft del “Edificio 16”



Fuente: Elaboración propia.

### Imagen 9

#### Ejemplo de ortomosaico generado en Agisoft del “Edificio 16”

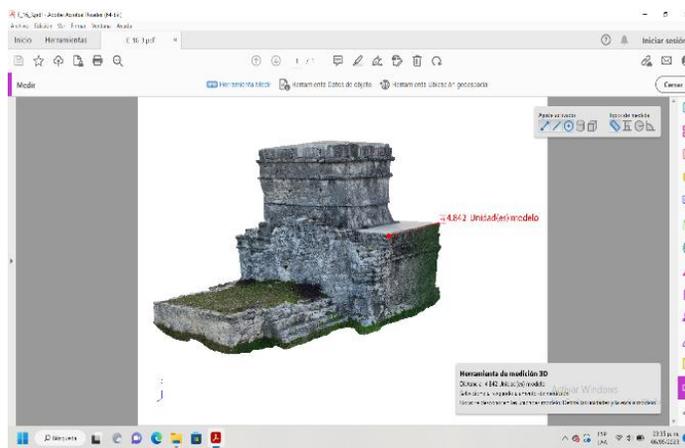


Fuente: Elaboración propia.

Los modelos 3D están compuestos de polígonos o caras, mientras más caras tengan, mayor grado de detalle se logra, como en las fotografías digitales, a mayor cantidad de píxeles, mejor calidad de la imagen. Una vez generados los modelos 3D, se pueden exportar ortomosaicos (archivos TIF o JPG) o el mismo modelo 3D en formato PDF (ver imagen 10). Los ortomosaicos pueden ser utilizados para trazar de manera precisa planos en AutoCAD y en formato PDF para realizar consulta de medidas para levantamientos y registros hechos por equipos de restauración.

### Imagen 10

#### Ejemplo de modelo 3D visualizado en PDF generado en Agisoft del “Edificio 16”



Fuente: Elaboración propia.

---

### Metas alcanzadas

- Digitalización de daños y deterioros en los cinco mascarones del “Templo de los Mascarones” de la Zona Arqueológica de Kohunlich en planos mediante el software AutoCAD.
- Digitalización de planos de fábricas de las fachadas norte y sur del “Edificio 16” o “Templo de las Pinturas” a partir de la nube de puntos.
- Aprendizaje de las bases de la fotogrametría y su aplicación en el área de conservación de edificios.

## Resultados y conclusiones

Las distintas actividades realizadas durante el Servicio Social me ayudaron a comprender la importancia del trabajo interdisciplinario en los proyectos de restauración, así como el uso de herramientas tecnológicas como los softwares AutoCAD y Agisoft y técnicas como la fotogrametría. Entender y asociar qué tipos de daños y deterioros pueden sufrir los edificios me ayudó a adquirir conocimientos en el área de conservación y entender la utilidad de los archivos generados.

## Recomendaciones

1. Reforzar en el Plan de Estudios de la carrera de Arquitectura la enseñanza de tecnologías a ser aplicadas en las distintas áreas de la Arquitectura.
2. Continuar promoviendo los convenios con las distintas instituciones dedicadas a la conservación del patrimonio cultural en México.

## Bibliografía

Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, *Nosotros somos*, consultado el 1º. de abril de 2023. Disponible en:

<https://conservacion.inah.gob.mx/public/nosotros.php>

Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, *Proyecto de diagnóstico, conservación e investigación de Bienes Muebles Asociados a Inmuebles Arqueológicos de la Costa Oriental y Sur de Quintana Roo*, consultado el 1º. de abril de 2023. Disponible en:

<https://conservacion.inah.gob.mx/public/proyecto.php?id=MjI2>

Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, *Diagnóstico, conservación e investigación en la Zona Arqueológica de Tulum*, consultado el 2 de abril de 2023.

Disponible en: <https://conservacion.inah.gob.mx/public/proyecto.php?id=MjA0>

Instituto Nacional de Antropología e Historia, *Zona Arqueológica de Kohunlich*, consultado el 3 de abril de 2023. Disponible en: [https://www.inah.gob.mx/zonas/zona-arqueologica-](https://www.inah.gob.mx/zonas/zona-arqueologica-kohunlich)

[kohunlich](https://www.inah.gob.mx/zonas/zona-arqueologica-kohunlich)

UNESCO Santiago, *Patrimonio cultural*, consultado el 1º. de abril de 2023. Disponible en:

<https://es.unesco.org/fieldoffice/santiago/cultura/patrimonio>