

FOTOGRAMETRÍA ARQUITECTÓNICA PARA LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO Y LA IDENTIDAD LASALLISTA

ARCHITECTURAL PHOTOGRAMMETRY FOR THE CONSERVATION OF LASALLIAN HERITAGE AND IDENTITY

Mario Oscar Ordaz Oliver¹, Mario Alberto Tapia Falcón², Lirio Melgarejo Rodríguez³, María Angélica Espejel Rivera⁴, Evelin Gutiérrez Moreno⁵, Jesús Patricio Ordaz Oliver⁶, Justo Fabian Montiel Hernández⁷ y Williams de Jesús Martínez Ramírez⁸

Nota sobre las y los autores:

¹Ingeniero Eléctrico por el TecNM/Campus Pachuca (IT Pachuca). Maestro y doctor en Ciencias en Automatización y Control en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH).

 <https://orcid.org/0000-0002-9302-0988>

²Maestro en Ciencias en Automatización y Control por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

 <https://orcid.org/0009-0009-4819-6675>

³Ingeniera Industrial por parte del Instituto Tecnológico de Pachuca.

 <https://orcid.org/0009-0004-2459-7574>

⁴Maestra en Ciencias en Ingeniería Eléctrica por parte del Instituto Tecnológico de la Laguna, en Torreón, Coahuila.

 <https://orcid.org/0000-0002-2565-8250>

⁵Ingeniera Química por el TecNM/Campus Pachuca (IT Pachuca), maestra y doctora en Química por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH).

 <https://orcid.org/0000-0001-7610-9318>

⁶Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones y Mtro. en Control Automático por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Doctor en Ciencias en Control Automático por el CINVESTAV.

 <https://orcid.org/0000-0002-5055-2183>

⁷Ingeniero y doctor en Ciencias de los Materiales por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

 <https://orcid.org/0000-0001-6890-6069>

⁸Egresado de licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica en la Universidad La Salle Pachuca.

 <https://orcid.org/0009-0007-2761-831X>

Esta investigación fue financiada por la Red Extendida de Investigación (REDEXIN), acuerdo 28-01-2024. Las y los autores no tienen ningún conflicto de interés al haber hecho esta investigación.

Remita cualquier duda sobre este artículo al siguiente correo electrónico: mario.oo@pachuca.tecnm.mx

Recibido: 01/08/2024

Aceptado: 07/10/2024



Copyright (c) 2024 Mario Oscar Ordaz Oliver, Mario Alberto Tapia Falcón, Lirio Melgarejo Rodríguez, María Angélica Espejel Rivera, Evelin Gutiérrez Moreno, Jesús Patricio Ordaz Oliver, Justo Fabian Montiel Hernández y Williams de Jesús Martínez Ramírez. Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Mario Oscar Ordaz Oliver, Mario Alberto Tapia Falcón, Lirio Melgarejo Rodríguez, María Angélica Espejel Rivera, Evelin Gutiérrez Moreno, Jesús Patricio Ordaz Oliver, Justo Fabian Montiel Hernández y Williams de Jesús Martínez Ramírez
Fotogrametría arquitectónica para la conservación del patrimonio y la identidad Lasallista
Revista *Xihmai* XIX (38), 159-186, julio-diciembre 2024

FOTOGRAMETRÍA ARQUITECTÓNICA PARA LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO Y LA IDENTIDAD LASALLISTA

ARCHITECTURAL PHOTOGRAMMETRY FOR THE CONSERVATION OF LASALLIAN HERITAGE AND IDENTITY

Resumen

En el presente trabajo de investigación se lleva a cabo la reconstrucción tridimensional del monumento de San Juan Bautista de La Salle, ubicado en las escalinatas de la entrada del edificio de la Universidad La Salle Pachuca, campus La Concepción. La reconstrucción se obtiene mediante la aplicación combinada de fotogrametría aérea mediante el uso de un vehículo aéreo no tripulado tipo cuadricóptero, este dispositivo es caracterizado y construido para capturar fotografías de alta calidad. Mientras la fotogrametría digital, se lleva a cabo mediante el software especializado 3DF Zephyr. Esto con el propósito de preservar la riqueza cultural e identidad Lasallista. Este análisis fotogramétrico permite realizar una descripción objetiva de los principales elementos y símbolos Lasallistas que componen a esta emblemática escultura.

Palabras clave: *Cuadricóptero, fotografía, monumento, reconstrucción tridimensional, San Juan Bautista de La Salle, vehículo aéreo no tripulado.*

Abstract

In this research work the three-dimensional reconstruction of the monument of San Juan Bautista de La Salle, located on the steps of the entrance of the building of the Universidad La Salle Pachuca, campus La Concepción, is carried out. The reconstruction is obtained through the combined application of aerial photogrammetry through the use of an unmanned aerial vehicle type quadcopter, this device is characterized and built to capture high quality photographs. While the digital photogrammetry is carried out by means of the specialized 3DF Zephyr software. This with the purpose of preserving the cultural richness and Lasallian identity. This photogrammetric analysis allows an objective description of the main Lasallian elements and symbols that make up this emblematic sculpture.

Keywords: *Quadcopter, photography, monument, three-dimensional reconstruction, San Juan Bautista de La Salle, unmanned aerial vehicle.*

I. Introducción

La fotogrametría es una técnica de procesamiento de imágenes, que actualmente se lleva a cabo utilizando algoritmos avanzados de trigonometría, geometría y álgebra lineal, para obtener información precisa sobre la forma y las dimensiones de objetos físicos y el entorno a partir de sus fotografías bidimensionales (Lucet, 2017). En otras palabras, la fotogrametría consiste en tomar imágenes bidimensionales y su conversión en datos tridimensionales detallados. Para entenderlo mejor, imaginemos que contamos con un conjunto de fotografías de un cuerpo u objeto desde diferentes ángulos y perspectivas. La fotogrametría utiliza algoritmos y técnicas avanzadas de matemáticas para analizar esas imágenes y calcular la posición tridimensional de cada punto visible en las fotos. Luego, estos puntos se unen para crear un modelo tridimensional del cuerpo u objeto que se ha fotografiado. Esta técnica se utiliza en distintos ramos de la actividad humana, para medir dimensiones y reconocer la forma de objetos a través de fotografías, su principio de funcionamiento está basado en la triangulación, la cual consiste en medir la distancia entre dos puntos conocidos y utilizar esos puntos como referencia para medir otras distancias. Entre las principales aplicaciones de la fotogrametría se pueden mencionar las siguientes:

- **Ingeniería civil y arquitectura:** se utiliza para documentar y analizar estructuras arquitectónicas, proporcionando modelos precisos y eficientes para la documentación, el diseño y la planificación de proyectos (Alonso-Rodríguez y Calvo-López, 2010; Tsoraeva et al., 2021).
- **Arqueología:** la fotogrametría ha emergido como una técnica eficaz en la generación de modelos 3D, proporcionando una solución económica y accesible para la rápida captura de datos en la antropología virtual (Magnani et al., 2020). A través del procesamiento de imágenes capturadas desde perspectivas

aéreas o terrestres, se producen modelos tridimensionales detallados de artefactos, estructuras y sitios arqueológicos (Jones y Church, 2020; Fiz et al., 2022). Estos modelos no solo contribuyen a la investigación y preservación de los materiales, sino que también facilitan un registro y documentación precisos de excavaciones arqueológicas, ayudando en su análisis y conservación a largo plazo (Mouget y Lucet, 2014).

- **Topografía y agrimensura:** la fotogrametría se utiliza extensamente en la creación de mapas y la elaboración de modelos topográficos. Las imágenes aéreas o satelitales se procesan para generar mapas detallados del terreno, que pueden ser utilizados para la planificación del uso del suelo.
- **Agricultura de precisión:** la fotogrametría se utiliza para evaluar la salud de los cultivos, mapear el terreno y planificar la siembra. De esta manera contribuye a la eficiencia, sostenibilidad y rentabilidad de las operaciones agrícolas, al proporcionar datos detallados y contextualizados para la toma de decisiones informadas. Las imágenes aéreas permiten identificar problemas y tomar decisiones como la aplicación variable de insumos, basadas en datos sobre los campos agrícolas.
- **Exploración espacial:** la fotogrametría se ha utilizado para cartografiar cuerpos celestes como la luna y algunos planetas. Las imágenes espaciales se procesan para crear modelos 3D de superficies extraterrestres.
- **Cartografía y geografía:** la fotogrametría es esencial en la captura de datos geoespaciales para sistemas de información geográfica. Se utiliza para la creación de mapas temáticos, análisis espacial y planificación
- **Ingeniería mecánica y manufactura:** permite obtener modelos tridimensionales precisos de piezas y componentes, lo que es útil para diseño y análisis, así como para inspeccionar y verificar

dimensiones de productos, asegurando que cumplan con las especificaciones. También facilita la creación de prototipos digitales a partir de objetos físicos, acelerando el proceso de desarrollo y ayuda a documentar y analizar piezas existentes, permitiendo su mejora o replicación sin necesidad de planos originales.

- **Análisis de estructuras y daños:** la fotogrametría permite mejorar la precisión y la eficiencia en la evaluación y gestión de la integridad estructural, contribuyendo a la seguridad y sostenibilidad de las construcciones.
- **Gestión de recursos naturales:** la fotogrametría se aplica en la gestión de recursos naturales, para la supervisión de ecosistemas y la evaluación de cambios en el paisaje. Por ejemplo, en la estimación de volúmenes de madera en una reserva natural, los daños causados por incendios forestales o las amenazas y daños de los arrecifes de coral a consecuencia del cambio climático y el blanqueamiento coralino.
- **Industria del entretenimiento:** en la producción cinematográfica y de videojuegos, la fotogrametría se usa para crear escenarios y personajes realistas. Se capturan imágenes de alta resolución para convertirlas en modelos tridimensionales que se integran en entornos virtuales.
- **Medicina forense:** aquí, la fotogrametría se ha utilizado para documentar y analizar escenas del crimen. Los modelos 3D ayudan en la reconstrucción de eventos, que pueden ser utilizados como evidencia en juicios.

El proceso de la fotogrametría generalmente implica una serie de pasos, de los cuales destacan los siguientes (Lowe, 1999; Chen et al., 2020):

- a) Captura de fotografías desde diferentes ángulos, posiciones y perspectivas.

- b) Identificación de puntos de referencia comunes en las fotografías.
- c) Medición de las coordenadas de los puntos de referencia.
- d) Cálculo de las dimensiones y forma del objeto.

En la actualidad, la fotogrametría se ha consolidado como una disciplina de la fotografía, que puede ser clasificada en distintas categorías, como: la fotogrametría terrestre, que se aplica para objetos cercanos, en donde las fotografías son capturadas desde el suelo; la fotogrametría aérea, que es utilizada especialmente para el análisis de objetos y estructuras grandes, aquí, las imágenes y fotografías son capturadas desde vehículos aéreos, como aviones, helicópteros, avionetas y más recientemente drones (vehículos aéreos no tripulados); y la fotogrametría digital, en la cual se hace uso de software especializado para analizar las imágenes, y realizar de forma automática los pasos dos, tres y cuatro, mencionados anteriormente, por medio de algoritmos avanzados de trigonometría, geometría y álgebra lineal, para generar modelos tridimensionales (Mazaheri y Momeni, 2008; Ren et al., 2023).

Entre sus aplicaciones, la fotogrametría arquitectónica juega un papel de suma importancia para la identidad, simbología y memoria colectiva de la sociedad, pues es a través de ella, que se puede documentar el patrimonio cultural, restaurar y conservar monumentos y manifestaciones arquitectónicas de la ideología de un grupo social, crear modelos tridimensionales para difundir y divulgar la belleza arquitectónica de un monumento y de sus simbolismos, y finalmente, para la educación y concienciación para preservar y comunicar con la sociedad el patrimonio cultural y arquitectónico.

Los monumentos, definidos como "toda obra con suficiente valor para el grupo humano que lo erigió" (Vargas, 2020), cumplen una función esencial en la creación de un sentido de pertenencia y continuidad histórica. Según la enciclopedia *The Palgrave Encyclopedia of Cultural Heritage and Conflict*, los monumentos son manifestaciones de la

ideología de sus promotores y reflejan las relaciones de poder dentro de una sociedad (Palacios, 2024). Estos tienen la capacidad de encapsular significados culturales, que son un elemento crucial para la identidad comunitaria. Actúan como vehículos de memoria colectiva, preservando historias que son vitales para la identidad de una comunidad. Como señala Françoise Choay en su obra *Alegoría del patrimonio*, los monumentos tienen el poder de evocar recuerdos y emociones, permitiendo que las generaciones futuras se conecten con su legado cultural (Choay, 2007). Como parte integral del paisaje urbano, de igual forma, ofrecen una representación pública donde la población puede identificarse. Arlette López destaca que estas obras no solo son representaciones artísticas, sino que también reflejan momentos políticos y sociales que impactan a las comunidades. La presencia de esculturas en el espacio público puede ser un recordatorio constante del pasado, influyendo en cómo los individuos se ven a sí mismos dentro del contexto más amplio de su comunidad (López, 2021). Los monumentos y estatuas son elementos significativos en la construcción y afirmación de la identidad cultural de las comunidades. A través de su presencia en el espacio público, estos artefactos no solo conmemoran eventos y figuras históricas, sino que también actúan como símbolos que representan la memoria colectiva y las aspiraciones de un grupo social.

San Juan Bautista de La Salle, quien es reconocido como el patrón de los educadores, ha sido inmortalizado en numerosas estatuas y monumentos que se encuentran ubicados alrededor del mundo. Estas representaciones artísticas, que han evolucionado a lo largo de los siglos, no solo conmemoran su legado como fundador de los Hermanos de las Escuelas Cristianas y pionero de la educación moderna, sino que también simbolizan la influencia perdurable de sus ideas pedagógicas y espirituales. Su figura, que trasciende las fronteras temporales y geográficas, sigue inspirando a educadores y estudiantes en todo el mundo. La figura de San Juan Bautista de La Salle, representada frecuentemente con una sotana, una Biblia o rodeado de niños, simboliza su dedicación a la enseñanza y su misión de educar a los más necesitados.

Una de las estatuas más notables de San Juan Bautista de La Salle se encuentra en la Basílica de San Pedro en el Vaticano. Esta escultura, obra del escultor César Aureli, se sitúa en la galería de los fundadores de congregaciones religiosas y se sitúa en la parte superior a la derecha de la estatua de San Pedro. Con una altura de 4.65 metros de alto y 23 toneladas de peso, es reconocida por su brazo extendido, simbolizando su misión educativa y su dedicación a la juventud. La estatua fue erigida en 1903 para honrar la canonización de San Juan Bautista de La Salle en 1900. La canonización fue un reconocimiento de su vida de servicio y de su impacto duradero en la educación. Fue declarado santo por el Papa León XIII, quien destacó su dedicación y su compromiso con la educación cristiana. Esta canonización consolidó la importancia de su legado, que sigue vivo hoy a través de las escuelas La Salle en todo el mundo. En Francia, su tierra natal, se encuentran múltiples estatuas que conmemoran su vida y obra. En Reims, donde fundó su primera escuela, destaca un monumento en el Hôtel Saint Jean-Baptiste de la Salle, lugar donde nació el 30 de abril de 1651. Este homenaje no solo celebra su contribución a la educación, sino que también refuerza la identidad cultural de la ciudad y su conexión con el legado lasaliano. El monumento en Reims representa una conexión profunda entre la ciudad y su historia educativa. La Salle fundó su primera escuela en esta ciudad, estableciendo un modelo pedagógico que ha perdurado a lo largo de los siglos. Este homenaje no solo celebra su contribución a la educación, sino que también refuerza la identidad cultural de Reims, destacando su papel en el desarrollo de una educación accesible y de calidad.

En Estados Unidos, en la Lewis University, el monumento The Encounter está inspirado en un momento clave en la vida de San Juan Bautista de La Salle: su encuentro con Adrien Nyel en el convento de las Hermanas del Santo Niño Jesús en Reims, Francia. Esta escultura fue inaugurada el 30 de abril de 2019, coincidiendo con el 368 aniversario de su nacimiento y el tricentenario de su fallecimiento. El monumento representa un símbolo de la misión educativa que De La Salle comenzó junto a Nyel, y se erige como un recordatorio de su legado en la formación de jóvenes. Además de estas representaciones en Italia,

Francia y Estados Unidos, las estatuas de San Juan Bautista de La Salle se pueden encontrar en diversas naciones, cada una reflejando la influencia del santo en el ámbito educativo y religioso. Estas esculturas sirven como símbolos de unidad y continuidad entre las comunidades que siguen sus enseñanzas y valores.

Si bien no existe un catálogo exhaustivo de todas las estatuas de San Juan Bautista de La Salle en México, algunas de las más destacadas se encuentran en instituciones educativas lasalianas y en algunas parroquias. Estas esculturas no solo sirven como recordatorios del legado del fundador del Instituto de las Escuelas Cristianas, sino que también fortalecen la identidad cultural y educativa en comunidades donde la enseñanza es valorada como un pilar fundamental. Las escuelas lasalianas han adoptado su figura como símbolo de compromiso con la educación inclusiva y accesible, reflejando así los valores promovidos por De La Salle.

En la Universidad de Monterrey (UDEM), se puede encontrar desde 2013 una escultura de bronce que rinde homenaje a San Juan Bautista de La Salle. Esta obra, que mide dos metros de altura y fue creada por el escultor Carlos Terrés, se sitúa fuera de la Capilla del Centro de la Comunidad Universitaria (ExaUDEM, 2013). Uno de los monumentos más destacados se encuentra en Plaza La Salle de la Unidad I de la Universidad La Salle México en la Ciudad de México. Esta estatua es una réplica de la escultura original que fue realizada en mármol de carrara por Ponzanelli para Don Luis Fernández González, ex alumno del Colegio Cristóbal Colón y fundador de la editorial Fernández Editores, quien sentía gran admiración por la obra de los Hermanos de las Escuelas Cristianas. Esta escultura fue colocada en el acceso principal de su recién fundada editorial (La Salle MX, 2016). Con el paso de los años, la estatua fue retirada y resguardada en una bodega, donde permaneció varios años, hasta que finalmente fue donada por la Familia Fernández para el Distrito México Sur. La estatua fue colocada en la Casa de Formación de los Hermanos en Tlalpan, donde permanece hasta el día de hoy. Esta estatua ha servido como molde con el que se han elaborado las múltiples réplicas que se encuentran en las diferentes instituciones

lasallistas alrededor del país, entre las que destaca la Universidad La Salle México y algunos de sus campus como La Salle Cancún, La Salle Puebla, el Colegio de La Salle de Seglares en la ciudad de México y El colegio de Guadiana de La Salle en Durango, entre otros.

La presencia de instituciones educativas cristianas en Pachuca se remonta a 1913, cuando solo ofrecían educación a nivel secundaria. En 1990, surgió el Comité Pro-Universidad La Salle Pachuca, resultado de la unión entre un grupo de habitantes que querían llevar el lasallismo a su ciudad y la institución "José Ibarra Olivares", que ofrecía la posibilidad de renacer como una entidad lasallista. En 1993, el Comité se formalizó como la Promotora Hidalguense de Estudios Superiores, A.C., y se firmó un convenio con la Universidad La Salle de la Ciudad de México. Gracias al trabajo comunitario, el 4 de mayo de 1994 se autorizó la creación de la Universidad La Salle Pachuca, que fue fundada el 4 de julio y comenzó sus actividades el 8 de agosto de ese mismo año en el campus La Luz. La estatua de bronce de Juan Bautista de La Salle, una réplica de la escultura en mármol realizada por Ponzanelli, fue colocada en el Campus La Luz el 5 de septiembre de 1995. Este monumento fue un obsequio de los Hermanos Lasallistas como símbolo del legado educativo y espiritual que el fundador de los Hermanos de las Escuelas Cristianas ha dejado en la comunidad.

Posteriormente, gracias a las donaciones de piezas de metal, como llaves, se reunió suficiente material para fundir una segunda estatua. Esta nueva escultura, una réplica exacta de la que se encuentra en el Campus La Luz, fue instalada en 1997 en las escalinatas de la entrada principal del Campus La Concepción, donde permanece hasta el día de hoy, recordando a la comunidad, la figura y trascendencia de San Juan Bautista de La Salle, así como su testimonio de vida y su dedicación al servicio educativo de los más desfavorecidos. La presencia del monumento al fundador de las escuelas cristianas en el campus universitario recuerda a toda la comunidad universitaria que es parte de una gran familia educativa, herederos de una tradición innovadora. Para docentes, estudiantes, colaboradores, familiares y egresados, esta figura representa un llamado a vivir los valores lasalianos: fe,

Mario Oscar Ordaz Oliver, Mario Alberto Tapia Falcón, Lirio Melgarejo Rodríguez, María Angélica Espejel Rivera, Evelin Gutiérrez Moreno, Jesús Patricio Ordaz Oliver, Justo Fabian Montiel Hernández y Williams de Jesús Martínez Ramírez
Fotogrametría arquitectónica para la conservación del patrimonio y la identidad Lasallista
Revista *Xihmai* XIX (38), 159-186, julio-diciembre 2024

fraternidad y servicio. Los docentes encuentran inspiración para hacer de su labor un ministerio, los estudiantes comprenden que ser lasallista es más que una etiqueta, los colaboradores encuentran sentido en su trabajo, los familiares confían en la formación integral de sus hijos e hijas, y los egresados se sienten comprometidos con la sociedad.

II. Marco metodológico

En la presente investigación, se combina la fotogrametría aérea con la digital, para realizar una reconstrucción tridimensional del emblemático monumento de San Juan Bautista de La Salle, que se ubica en las escalinatas de la entrada del edificio de la Universidad La Salle Pachuca, campus La Concepción. La captura de las fotografías de alta resolución de este emblemático monumento se hace por medio de un vehículo aéreo no tripulado tipo cuadricóptero y la colección de fotografías capturadas se procesa por medio del Software 3DF Zephyr para obtener el modelo tridimensional del monumento. Dicho estudio tiene dos propósitos fundamentales. En primer lugar, preservar el patrimonio cultural de la Universidad La Salle Pachuca; y, en segundo lugar, promover el legado de San Juan Bautista de La Salle, realizando una descripción detallada de los elementos y simbolismos que componen a este invaluable monumento histórico que se muestra en la Figura 1.

Mario Oscar Ordaz Oliver, Mario Alberto Tapia Falcón, Lirio Melgarejo Rodríguez, María Angélica Espejel Rivera, Evelin Gutiérrez Moreno, Jesús Patricio Ordaz Oliver, Justo Fabian Montiel Hernández y Williams de Jesús Martínez Ramírez
Fotogrametría arquitectónica para la conservación del patrimonio y la identidad Lasallista
Revista *Xihmai* XIX (38), 159-186, julio-diciembre 2024

Figura 1.

Monumento de San Juan Bautista de La Salle, Universidad La Salle Pachuca.



Nota: Fotografía propia.

En esta sección se describe en términos generales el proceso de diseño y construcción del vehículo aéreo no tripulado tipo cuadricóptero que se utiliza para la captura y recolección de fotografías de alta resolución, específicamente para transportar una cámara de acción compacta y portátil (para grabar y fotografiar en condiciones extremas en exteriores). Este vehículo aéreo no tripulado tipo cuadricóptero debe ser ligero, con la capacidad para transportar la cámara fotográfica (153 gramos) y tener una autonomía de vuelo de entre 15 y 20 minutos. A partir de estas características, se realiza el cálculo y selección de los

componentes como el marco, los motores sin escobillas, las hélices y la batería, es decir, la selección de los componentes se realiza teniendo en cuenta la relación peso-potencia; esta característica impacta en la selección del marco, los motores, las hélices y la cámara. Derivado de esto, la selección de componentes converge a los elementos que se enlistan a continuación (Martínez et al., 2023; Ordaz, 2022):

1. Chasis F450 genérico, común en el mercado de fácil acceso y precio accesible.
2. Hélices T-Motor de polímero 1045, es decir, 10 pulgadas de extremo a extremo y 45° de ángulo de paso, lo que permite una mayor propulsión y empuje a una menor aceleración.
3. Motores sin escobillas T-Motor AirGear350, con diámetros 22-12 de 880 KV.
4. Controladores electrónicos de velocidad ESC (Electronic Speed Controller) de 20A tipo opto-aislado, es decir, sin circuito eliminador de batería, cuya función principal es evitar el sobre calentamiento en casos de carga máxima.
5. Central emisora RadioMaster Zorro de 2.4 GHz con 16 canales, con interfaz OpenTx, con un alcance aproximado de 1000 metros, con receptor de telemetría ELRS modelo EP1 y EP2 a 2.4 GHz.
6. Batería LiPo (Litio polimérico) de 14.8 V, 4 celdas, 1550 mAh.
7. Radiolink-Control de vuelo Mini PIX amortiguación de vibración mecánico y por Software.
8. TS100 GPS, para obtener las coordenadas de posición en tareas de seguimiento de trayectorias y en modos de vuelo, incluyendo modos a prueba de fallo.
9. Cámara digital modelo GoPro Hero 10 Black, video en 5.3K, fotografías de hasta 23MP, Cámara lenta 8X a 2.7 K.

10. Módulo de telemetría, 3DR Radio de 915 MHz, compatible con Pixhawk, el cual permite la transmisión de datos de aire a tierra.
11. Soportes para dron Impresos en 3D en material PLA.

Como se menciona, el vehículo aéreo no tripulado tipo cuadricóptero debe ser ligero y debe contar con la capacidad de carga (para transportar la cámara de acción compacta y portátil), además, requiere estabilidad en vuelo estacionario, para mejorar la calidad de los videos y fotos capturados con la cámara. Por otra parte, el vehículo aéreo no tripulado tal como se muestra en la Figura 2, puede requerir la capacidad para seguir trayectorias, pues en situaciones específicas, es indispensable definir los puntos en los que se desea realizar la captura de las fotografías en vuelo estacionario. De este modo, se justifica la necesidad de una cámara ligera, compacta y capaz de capturar fotografías de alta definición.

Figura 2.

Vehículo aéreo no tripulado tipo cuadricóptero diseñado y construido para este trabajo de investigación.



Nota: Fotografía propia.

El proceso de ensamblaje del cuadricóptero se inicia instalando los componentes electrónicos, como la placa de alimentación, que se conecta en la parte inferior de la estructura del dron, posibilitando la alimentación de ciertos elementos, tales como el controlador de vuelo y los controladores electrónicos de velocidad (conocidos como ESC por sus siglas en inglés). Luego de soldar y ensamblar los elementos antes mencionados se procede a finalizar el ensamble del marco del dron uniendo los brazos con la placa superior del dispositivo, lo cual brinda estabilidad y soporte estructural a la aeronave. La combinación de estos elementos esencialmente da forma y robustez al marco del dron, creando la plataforma básica sobre la cual se montan y conectan los demás componentes. Es importante mencionar que como controlador de vuelo se utiliza un MiniPix con FMU V2 de la marca Radiolink que se monta sobre la placa base del marco junto con un soporte tipo amortiguado, posteriormente, se instalan los motores sin escobillas de 880kv, particularmente seleccionados debido a su compatibilidad con el modelo genérico del marco F450; dichos motores desempeñan un importante papel en el manejo y la propulsión del cuadricóptero, los cuales se conectan cuidadosamente a los controladores electrónicos de velocidad (ESC) Hobbywing Xrotor de 20A, permitiendo un control preciso del cuadricóptero durante el vuelo. La conexión se realiza con precisión a través de la placa inferior del marco, asegurando una alimentación efectiva y confiable de los motores. De igual manera es montado y soldado un módulo regulador de voltaje UBEC de 5A de la marca Hobbywing. El UBEC, junto con los controladores electrónicos de velocidad (ESC), se conectan al controlador de vuelo MiniPix para establecer una comunicación entre este y los motores, obteniendo un suministro de voltaje constante a un nivel de 5 volts, con la modulación por ancho de pulso necesaria. Esto garantiza un vuelo estable y seguro, que mantiene una tensión constante para el correcto funcionamiento de todos los componentes del sistema. Posterior a la integración de todos los elementos, que incluye componentes físicos, electrónicos, sensores y actuadores, se procede a instalar el sistema de posicionamiento global (GPS). Continuando, se procede a montar y conectar el receptor, el cual se configura y vincula con la central emisora. Para realizar la configuración y calibración, se usa el software

Mario Oscar Ordaz Oliver, Mario Alberto Tapia Falcón, Lirio Melgarejo Rodríguez, María Angélica Espejel Rivera, Evelin Gutiérrez Moreno, Jesús Patricio Ordaz Oliver, Justo Fabian Montiel Hernández y Williams de Jesús Martínez Ramírez
Fotogrametría arquitectónica para la conservación del patrimonio y la identidad Lasallista
Revista *Xihmai* XIX (38), 159-186, julio-diciembre 2024

Mission Planner, que facilita la modificación de los parámetros y diversas propiedades, necesarias en el dron para su vuelo y operación, así como la programación del firmware en el controlador de vuelo. Finalmente se realiza la calibración precisa del GPS, se programan y calibran los ESC y se ajustan cuidadosamente los canales de la central emisora, garantizando la programación de sus valores máximos y mínimos de manera precisa (Martínez et al., 2023). La construcción del prototipo de vehículo aéreo no tripulado tipo cuadricóptero se concluyó en forma correcta y se encuentra volando con el MiniPix programado con firmware original, con modos de vuelo como altura constante, seguimiento de trayectorias mediante waypoints y modo estabilizado entre otros, cargando la cámara de acción compacta y portátil, tal como se aprecia en la Figura 3.

Figura 3.

Vehículo aéreo no tripulado tipo cuadricóptero diseñado y construido para este trabajo de investigación, en operación.



Nota: Fotografía propia.

A medida que avanza la ciencia y la tecnología se extienden los alcances y las aplicaciones de los vehículos aéreos no tripulados, una de estas aplicaciones es la fotogrametría aérea, que permite reducir los costos en el proceso de recolección de imágenes y aumenta la seguridad del personal que realiza esta tarea. En el proceso de construcción de la plataforma, se ha observado cómo este tipo de dispositivos representan herramientas sofisticadas que permiten la obtención de datos precisos en tiempos relativamente cortos. La mejora en la calidad, así como eficiencia y la seguridad con la que se realiza la obtención de fotografías aéreas usadas en distintas tareas para estudios de fotogrametría mediante vehículos aéreos no tripulados, garantiza la obtención de resultados precisos.

III. Resultados y discusión

En esta sección se presentan los resultados, tanto de la recolección de fotografías del monumento de San Juan Bautista de La Salle, que se lleva a cabo con el vehículo aéreo no tripulado tipo cuadricóptero construido en este proyecto de investigación, como del proceso de fotogrametría digital, realizado mediante el software especializado 3DF Zephyr (Hilal et al., 2022).

Por medio del firmware original y actualizado al mes de agosto del presente año, se programa y calibra el vehículo aéreo no tripulado tipo cuadricóptero, con ayuda del software de distribución libre Mission Planner (Chintanadilok et al., 2022). A partir de la actualización del firmware y la calibración de los controladores electrónicos de velocidad (ESC), así como de la central emisora, es posible realizar pruebas de funcionamiento con los distintos modos de vuelo. La principal prueba realizada consiste en elevar el vehículo aéreo no tripulado a una altura aproximada de 38 metros y ponerlo en modo de vuelo estacionario. A partir de esta prueba se captura una fotografía panorámica del conjunto de edificaciones, canchas y módulos de La Salle Pachuca, campus la Concepción, misma que se observa en la Figura 4.

Mario Oscar Ordaz Oliver, Mario Alberto Tapia Falcón, Lirio Melgarejo Rodríguez, María Angélica Espejel Rivera, Evelin Gutiérrez Moreno, Jesús Patricio Ordaz Oliver, Justo Fabian Montiel Hernández y Williams de Jesús Martínez Ramírez
Fotogrametría arquitectónica para la conservación del patrimonio y la identidad Lasallista
Revista *Xihmai* XIX (38), 159-186, julio-diciembre 2024

Figura 4.

Fotografía de la Universidad La Salle Pachuca, Campus La Concepción capturada con la plataforma construida para este trabajo de investigación.



Nota: Fotografía propia capturada con vehículo aéreo no tripulado creado para esta investigación.

La prueba inicial permite validar el funcionamiento del vehículo aéreo no tripulado tipo cuadricóptero junto con la cámara de acción compacta y portátil, para ejecutar tareas relacionadas con la captura de fotografías georreferenciadas en vuelo estacionario. A partir de los resultados obtenidos de la prueba inicial, es posible la captura de fotografías georreferenciadas en vuelo estacionario alrededor de la imagen de San Juan Bautista de La Salle, proceso que se realiza en dos vuelos consecutivos con una duración de aproximadamente 23 minutos, cada uno. De los cuales se obtiene un total de 2,598 fotografías con las siguientes características: 2,336 píxeles de ancho, 1,088 píxeles de alto, resolución horizontal de 96 ppp, resolución vertical de 96 ppp y profundidad de 24 bits (Balletti et al., 2014).

A continuación, el conjunto de fotografías que captura el monumento de San Juan Bautista de La Salle desde distintas perspectivas se procesa en el software especializado de fotogrametría 3D Zephir, en donde inicialmente se genera una nube de puntos dispersa, la cual hace referencia al conjunto de puntos en un espacio tridimensional que se genera a partir de imágenes capturadas de un objeto o escena, en este caso, del monumento de San Juan Bautista de La Salle. Cada punto en la nube representa una coordenada espacial en el entorno, que es calculada a partir de las imágenes mediante técnicas de fotogrametría que involucran algoritmos avanzados de geometría, trigonometría y álgebra lineal. Posteriormente, se genera la nube de puntos densa, la cual es un conjunto de puntos en un espacio tridimensional que se genera a partir de un proceso de reconstrucción más detallado de una escena o un objeto. A diferencia de la nube de puntos dispersa, que puede tener una menor cantidad de datos y una distribución más irregular, la nube de puntos densa contiene una mayor cantidad de puntos que están más cercanamente agrupados, lo que resulta en una representación más precisa y detallada de la geometría de la escena u objeto. Finalmente, se genera una malla, en la cual se eliminan los puntos que no aportan información significativa al modelo reconstruido. Este proceso puede requerir de algunas horas, dependiendo de las características computacionales como tarjeta gráfica, memoria RAM, velocidad del procesador, cantidad de núcleos del procesador y espacio de almacenamiento. Del proceso de reconstrucción se obtiene el modelo tridimensional que se aprecia en la Figura 5, la cual refleja la geometría y morfología del monumento real.

Mario Oscar Ordaz Oliver, Mario Alberto Tapia Falcón, Lirio Melgarejo Rodríguez, María
Angélica Espejel Rivera, Evelin Gutiérrez Moreno, Jesús Patricio Ordaz Oliver, Justo
Fabian Montiel Hernández y Williams de Jesús Martínez Ramírez
Fotogrametría arquitectónica para la conservación
del patrimonio y la identidad Lasallista
Revista *Xihmai* XIX (38), 159-186, julio-diciembre 2024

Figura 5.

Reconstrucción por fotogrametría del monumento de San Juan Bautista de La Salle.



Nota: Material propio, resultado de las fotografías tomadas por el vehículo aéreo no tripulado creado para esta investigación.

Mario Oscar Ordaz Oliver, Mario Alberto Tapia Falcón, Lirio Melgarejo Rodríguez, María Angélica Espejel Rivera, Evelin Gutiérrez Moreno, Jesús Patricio Ordaz Oliver, Justo Fabian Montiel Hernández y Williams de Jesús Martínez Ramírez
Fotogrametría arquitectónica para la conservación del patrimonio y la identidad Lasallista
Revista *Xihmai* XIX (38), 159-186, julio-diciembre 2024

El modelo reconstruido a partir del proceso de fotogrametría digital no solo brinda un gemelo digital del emblemático monumento de San Juan Bautista de La Salle, sino también, abre la posibilidad de realizar impresiones 3D a escala, para analizar con detalle los elementos que lo componen, que el artista y escultor Ponzanelli imprimió en esta estatua, preservando de este modo la tradición, cultura e historia de la Universidad La Salle Pachuca.

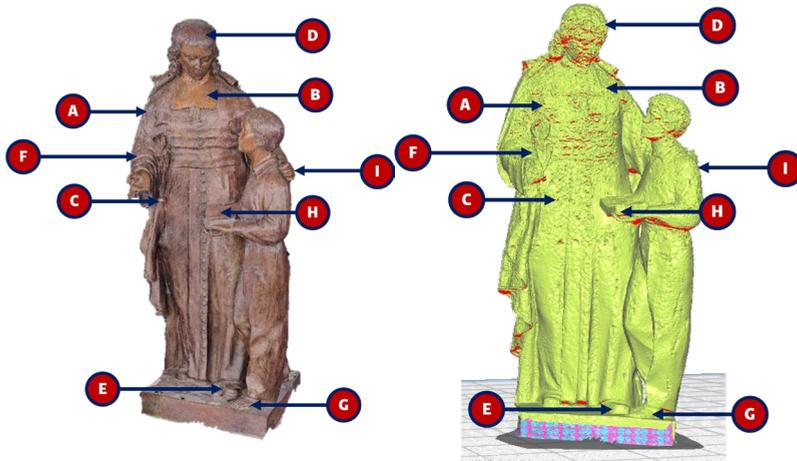
A continuación, se realiza una descripción general de los elementos y detalles más emblemáticos que se aprecian en el modelo reconstruido a partir de la fotogrametría aérea y digital, los cuales están estrechamente vinculados con la identidad Lasallista. Para dicha descripción, los elementos y simbolismos característicos de los hermanos de las escuelas cristianas son identificados por letras en el modelo reconstruido, tal como se observa en la en la Figura 6, se identifican los siguientes:

Material: Bronce

El bronce tiene un significado simbólico en el arte religioso, que se asocia con la fortaleza, la sabiduría y la santidad, adicionalmente, el bronce tiene un valor estético, pues el color marrón dorado que se oxida con el tiempo da un aspecto clásico y elegante.

Figura 6.

Fotogrametría - Mallado Tridimensional del monumento de San Juan Bautista de La Salle y detalles que lo componen.



Nota: Elaboración propia.

Figura de San Juan Bautista de La Salle

- A. Hábito: el hábito de los hermanos de las escuelas cristianas, que es de color negro, simboliza la humildad y la simplicidad con la que se dirigen los hermanos de las escuelas cristianas.
- B. Gola: de color blanco, que simboliza la pureza y dedicación a Dios por parte de los hermanos de las escuelas cristianas, este es un elemento distintivo del hábito y al igual que el este, simboliza la humildad y simplicidad al contrastar en colores.
- C. Cinturón de cuero negro: era utilizado por los hermanos de las escuelas cristianas, simboliza la mortificación y el sacrificio, los hermanos de las escuelas cristianas solían llevar su rosario y otros objetos religiosos en este cinturón de cuero.
- D. Peinado: los hermanos suelen llevar el cabello corto y sencillo, lo que refleja la simplicidad y la ausencia de vanidad.

- E. Calzado sencillo: los hermanos de las escuelas cristianas usan calzado sencillo y cómodo, generalmente zapatos negros o sandalias, que reflejan la simplicidad y la humildad.
- F. Pose: la pose de San Juan Bautista de La Salle es serena y reflexiva, lo que transmite una sensación de paz y contemplación.

Figura de niño de alrededor de 10 años, que acompaña a San Juan Bautista de La Salle: simboliza la inocencia y curiosidad propia de esa edad, esto destaca la importancia de la educación y el cuidado de los niños y jóvenes. “Los niños pobres son los más necesitados de nuestra ayuda y protección” (Nakatomi, 2009).

- G. Desnudez: el niño está descalzo, lo que representa la humildad y la sencillez. San Juan Bautista de La Salle dedicó su vida a la educación de los niños pobres porque creía que la educación era la clave para mejorar sus vidas y ayudarles a salir de la pobreza.
- H. Libro: el niño sostiene un libro, lo que representa el amor por el aprendizaje y la curiosidad que San Juan Bautista de La Salle fomentaba en sus estudiantes. Este libro también simboliza la importancia de la educación en la vida de las personas.
- I. Proximidad a San Juan Bautista: el niño se encuentra junto a San Juan Bautista, lo que simboliza la protección y guía que el santo ofrecía a los niños y jóvenes en su cuidado pastoral.

Estos elementos no solo enriquecen la cultura y pertenencia lasallista, también enfatizan los ideales sobre los cuales se han construido las escuelas cristianas alrededor del mundo. En donde el propósito fundamental es promover una educación integral para todos, cuya formación incluye la fe como un pilar en el que se promueve la justicia social, que fomenta la fraternidad y la preparación para la vida.

IV. Conclusiones

En este trabajo se logró realizar la reconstrucción de un monumento icónico de la Universidad La Salle Pachuca campus La Concepción. A pesar de que el monumento de San Juan Bautista de La Salle se encuentra en el acceso principal de la Universidad, es considerable el grado de dificultad para obtener fotografías de calidad y en distintas perspectivas.

Con la construcción y puesta en marcha de un dron tipo cuadricóptero al cuál se le adaptó una cámara digital de alta resolución, se lograron obtener a detalle y de distintos puntos de referencia una serie de 2,598 fotografías con resolución horizontal y vertical de 96 ppp, así como una profundidad de 24 bits. La reconstrucción tridimensional del monumento de San Juan Bautista de La Salle ha tenido un impacto significativo en la preservación del patrimonio cultural de la comunidad Lasallista, asegurando la documentación de un símbolo emblemático de su identidad.

La fotogrametría, aplicada tanto en su modalidad aérea como digital, es una herramienta clave en la obtención de modelos tridimensionales de alta precisión, ideal para la investigación y conservación del patrimonio cultural. A diferencia de otras técnicas avanzadas de reconstrucción 3D, como el escaneo láser 3D (LiDAR), la tomografía computarizada (CT), la resonancia magnética (MRI), el escaneo de luz estructurada y las cámaras de profundidad, la fotogrametría ofrece una flexibilidad única al no requerir equipamiento especializado de alto costo. Si bien, otras técnicas proporcionan gran precisión en aplicaciones específicas, la fotogrametría destaca por su accesibilidad y versatilidad, permitiendo reconstrucciones de calidad en ambientes diversos, como en exteriores y entornos arquitectónicos complejos. Esta capacidad de capturar detalles arquitectónicos precisos justifica su implementación en el estudio y conservación del patrimonio lasallista, maximizando los recursos en proyectos de preservación y documentación.

El análisis fotogramétrico ha permitido una descripción minuciosa y objetiva de los elementos y símbolos presentes en la escultura, proporcionando un recurso invaluable para estudios futuros y la difusión de su historia. Este proyecto no solo refuerza la identidad cultural de la Universidad La Salle Pachuca, sino que también actúa como un medio educativo que estimula el interés por la historia y el arte, fomentando una conexión más profunda entre los estudiantes y su legado cultural. Además, la metodología empleada y los resultados obtenidos establecen una base sólida para futuras investigaciones sobre la conservación de otros monumentos y obras culturales, promoviendo una mayor interacción entre la tecnología y el patrimonio. Al integrar innovación y tradición, este esfuerzo no solo preserva el pasado, sino que también inspira a las generaciones futuras a valorar y proteger su herencia cultural.

Referencias

- Alonso-Rodríguez, M. Á. & Calvo-López, J. (2010). *Sobre el levantamiento arquitectónico mediante fotogrametría multiimagen*. XIII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica. Universidad Politécnica de Valencia. <http://hdl.handle.net/10317/1843>
- Balletti, C.; Guerra, F.; Tsioukas, V. & Vernier, P. (2014). Calibration of action cameras for photogrammetric purposes. *Sensors*, 14(9), 17471-17490. <https://doi.org/10.3390/s140917471>
- Chen, S.; Zhong, S.; Xue, B.; Li, X.; Zhao, L. & Chang, C. I. (2020). Iterative scale-invariant feature transform for remote sensing image registration. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 59(4), 3244-3265. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2020.3008609>
- Chintanadilok, J.; Patel, S.; Zhuang, Y. & Singh, A. (2022). Mission planner: An open-source alternative to commercial flight planning software for unmanned aerial systems: Ae576/ae576, 8/2022. *EDIS*, (4). <https://doi.org/10.32473/edis-ae576-2022>

Mario Oscar Ordaz Oliver, Mario Alberto Tapia Falcón, Lirio Melgarejo Rodríguez, María Angélica Espejel Rivera, Evelin Gutiérrez Moreno, Jesús Patricio Ordaz Oliver, Justo Fabian Montiel Hernández y Williams de Jesús Martínez Ramírez
Fotogrametría arquitectónica para la conservación
del patrimonio y la identidad Lasallista
Revista *Xihmai* XIX (38), 159-186, julio-diciembre 2024

- Choay, F. (2007). *Alegoría del patrimonio*. Gustavo Gili.
- ExaUDEM. (11 septiembre de 2013). Develan escultura de San Juan Bautista De La Salle. [Página Web] *EXA UDEM*. <https://exaudem.blogspot.com/2013/09/develan-escultura-de-san-juan-bautista.html>
- Fiz, J. I.; Martín, P. M.; Cuesta, R.; Subías, E., Codina, D. & Cartes, A. (2022). Examples and results of aerial photogrammetry in archeology with UAV: Geometric documentation, high resolution multispectral analysis, models and 3D printing. *Drones*, 6(3). <https://doi.org/10.3390/drones6030059>
- Hilal, A. H.; Jasim, O. Z. & Ismael, H. S. (2022). Accuracy Assessment for points coordinates surveyed using low-cost Unmanned Aerial Vehicle and Global Positioning System with 3Dsurvey and 3DF Zephyr software. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, (961). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/961/1/012046>
- Jones, C. A. & Church, E. (2020). Photogrammetry is for everyone: Structure-from-motion software user experiences in archaeology. *Journal of Archaeological Science: Reports*, (30). <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102261>
- La Salle MX (6 de julio de 2016). Monumentos. [Página Web] *Issuu*. https://issuu.com/lasallemx/docs/monumentos_c4d271e09f63d6
- López, A. (18 septiembre de 2021). Escultura y representación. [Página Web] *Grupo Milenio*. <https://www.milenio.com/opinion/arlette-lopez/ciencia-educacion-ambiente/escultura-y-representacion>
- Lowe, D. G. (1999). Object recognition from local scale-invariant features. *Proceedings of the seventh IEEE international conference on computer vision*, 1150-1157. <https://doi.org/10.1109/ICCV.1999.790410>
- Lucet, G. (2017). *Fotogrametría y patrimonio*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Estéticas.

Mario Oscar Ordaz Oliver, Mario Alberto Tapia Falcón, Lirio Melgarejo Rodríguez, María Angélica Espejel Rivera, Evelin Gutiérrez Moreno, Jesús Patricio Ordaz Oliver, Justo Fabian Montiel Hernández y Williams de Jesús Martínez Ramírez
Fotogrametría arquitectónica para la conservación
del patrimonio y la identidad Lasallista
Revista *Xihmai* XIX (38), 159-186, julio-diciembre 2024

- Magnani, M.; Douglass, M.; Schroder, W.; Reeves, J. & Braun, D. R. (2020). The digital revolution to come: Photogrammetry in archaeological practice. *American Antiquity*, 85(4), 737-760. <https://doi.org/10.1017/aaq.2020.59>
- Martínez, W. de J.; Ordaz, M. O, Ordaz, J. P.; Montiel, J. F.; Calderón, J. V. & González, F. (2023). *Cuadróptero para fotogrametría topográfica de superficies: construcción y validación de la plataforma*. Congreso Internacional de Mecatrónica, Control e Inteligencia Artificial, UNAM, FESC, Estado de México. <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/intar/memoriascimcia/wp-content/uploads/sites/20/2024/01/47-Cuadróptero-para-Fotogrametría-Topográfica-de.pdf>
- Mazaheri, M. & Momeni, M. (2008). 3D modeling using structured light pattern and photogrammetric epipolar geometry. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, (37), 87-90. https://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/3b_pdf/16.pdf
- Mouget, A. & Lucet, G. (2014). Photogrammetric archaeological survey with UAV. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2(5), 251-258. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-251-2014>
- Nakatomi, K. (2009). Philosophy of Religion of Saint John Baptist De La Salle and its Development. *Spoleczeństwo i Edukacja. Międzynarodowe Studia Humanistyczne*, (2), 5-18.
- Ordaz, M. O. (2022). *Control Óptimo de un vehículo aéreo autónomo con aplicaciones en agricultura*. [Tesis de Doctorado] Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/handle/231104/2870>
- Palacios, D. (2024). Monument. En Saloul, I. & Baillie, B. (Eds.), *The Palgrave Encyclopedia of Cultural Heritage and Conflict* (1-13). Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61493-5_23-1

Mario Oscar Ordaz Oliver, Mario Alberto Tapia Falcón, Lirio Melgarejo Rodríguez, María Angélica Espejel Rivera, Evelin Gutiérrez Moreno, Jesús Patricio Ordaz Oliver, Justo Fabian Montiel Hernández y Williams de Jesús Martínez Ramírez
Fotogrametría arquitectónica para la conservación
del patrimonio y la identidad Lasallista
Revista *Xihmai* XIX (38), 159-186, julio-diciembre 2024

- Ren, L.; Cheung, C. F.; Wang, L.; Yang, J.; Cao, Y.; Li, D. & Cao, Y. (2023). Factorial-design-based Uncertainty Analysis for Stereo-vision Photogrammetry. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 72, 1-14.
<https://doi.org/10.1109/TIM.2023.3328705>
- Tsoraeva, E. N.; Gadzhiev, R. K.; Kuchiev, S. E.; Pekh, A. A. & Mezhyan, S. A. (2021). Application of photogrammetric methods in architecture, construction and land management. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, (1083).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1083/1/012052>
- Vargas, L. (7 de enero del 2020). Fotogalería: Estatuas, monumentos e historia en el centro de Toluca. [Página Web] *Portal Liberación*.
<https://diarioportal.com/nacional/2020-01-07-fotogaleria-estatuas-monumentos-e-historia-en-el-centro-de-toluca>

Mario Oscar Ordaz Oliver, Mario Alberto Tapia Falcón, Lirio Melgarejo Rodríguez, María Angélica Espejel Rivera, Evelin Gutiérrez Moreno, Jesús Patricio Ordaz Oliver, Justo Fabian Montiel Hernández y Williams de Jesús Martínez Ramírez
Fotogrametría arquitectónica para la conservación del patrimonio y la identidad Lasallista
Revista *Xihmai* XIX (38), 159-186, julio-diciembre 2024



Copyright (c) 2024 Mario Oscar Ordaz Oliver, Mario Alberto Tapia Falcón, Lirio Melgarejo Rodríguez, María Angélica Espejel Rivera, Evelin Gutiérrez Moreno, Jesús Patricio Ordaz Oliver, Justo Fabian Montiel Hernández y Williams de Jesús Martínez Ramírez.

Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](#)

Usted es libre de:

- 1) Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.
- 2) Adaptar —remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de:

Atribución —Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.

[ResumenDeLicencia](#) [TextoCompletoDeLicencia](#)

Encuétranos en:

