

Artículo

# La documentación digital del centro histórico de Santa Cruz de Mompox, declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO


*The digital documentation of the UNESCO historic center of Santa Cruz de Mompox*

Anna Dell'Amico<sup>1</sup>, Silvia La Placa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Phd Architect

University of Florence

anna.dellamico@unifi.it

<https://orcid.org/0000-0002-8509-379X> 

<sup>2</sup> Phd Architect

University of Pavia

<https://doi.org/10.56205/mim.4-4.5>

Recibido

21/02/24

Aprobado

15/07/24

Publicado

15/07/24

Mimesis.jsad  
ISSN 2805-6337



EDITORIAL  
Environment & Technology  
Foundation

## Resumen/Abstract

*La revolución digital ha impregnado el campo del diseño y la representación arquitectónicas, empezando por los procesos documentación y levantamiento topográfico. Las innovaciones tecnológicas se dirigen principalmente a simplificar las operaciones sobre el terreno y reducir los tiempos de adquisición de datos. La difusión de sistemas rápidos de levantamiento topográfico, ya sean UAV o basados en la tecnología SLAM, ha contribuido a esta evolución, aumentando las posibilidades de llevar a cabo levantamientos y seguimientos detallados incluso en extensas zonas urbanas o paisajísticas. Esta contribución presenta un experimento, integrando sistemas SLAM y UAV, para la documentación expedita del centro histórico de Santa Cruz de Mompox, en el Departamento de Bolívar en Colombia.*

*The digital revolution has permeated the field of architectural drawing and representation, starting with documentation and surveying processes and tools. Technological innovations are mainly oriented toward simplifying field operations and reducing data acquisition time. The diffusion of fast survey systems, either UAV or based on Simultaneous Locating and Mapping (SLAM) technology, has contributed to this evolution, expanding the possibilities of carrying out detailed surveys and monitoring even in extensive urban or landscape areas. The paper presents an experimentation, integrating SLAM and UAV systems, for the expeditious documentation of the historic center of Santa Cruz de Mompox, in the Department of Bolívar in Colombia.*

**Palabras clave:** SLAM; UAVs systems; drones; Patrimonio Cultural; laser scanner móvil; Mompox.

**Key words:** SLAM; UAVs systems; drones; Cultural Heritage; laser scanner mobile; Mompox.



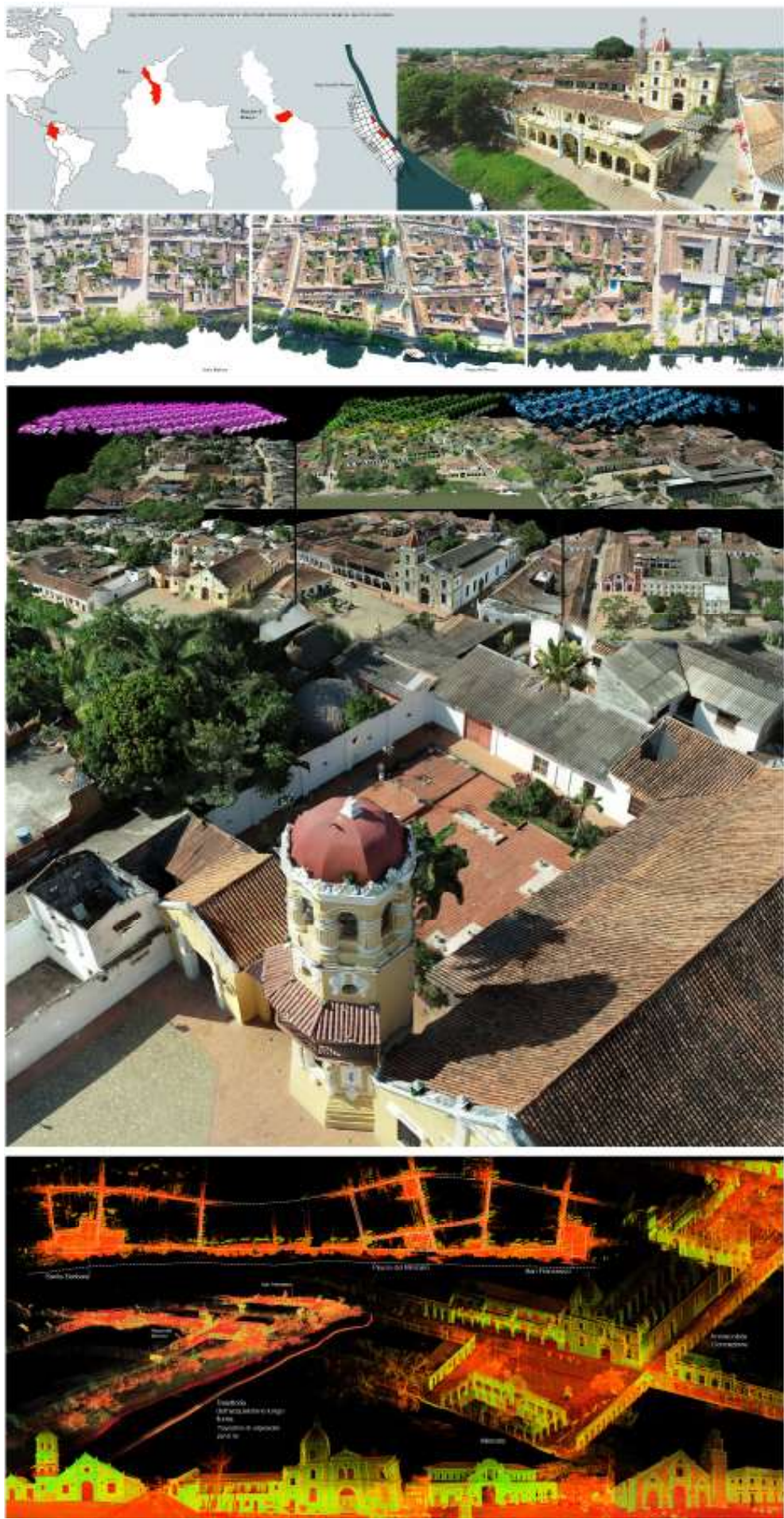


Figura 1. Contenuto grafico del panel espositivo del evento 3EXP.it. Autores: A. Dell'Amico, S. La Placa, 2023. Università degli Studi di Pavia.



### *Introducción*

Las acciones de conocimiento y valorización del patrimonio construido a través del diseño y la representación implican un proceso de interpretación crítica que permite captar la información esencial para su transposición y comunicación gráfica. En la era de la revolución digital, el proceso de discretización lleva a la definición de duplicados virtuales del patrimonio, caracterizados por una alta fiabilidad morfométrica y por aspectos informativos específicos, útiles para apoyar y promover la protección y salvaguardia del bien mismo (Parrinello et al., 2018; Parrinello & Picchio, 2019).

A la creciente producción de copias digitales del patrimonio corresponde la realización de repositorios en línea, capaces de recoger y preservar la memoria de la imagen actual (Portalés et al., 2018). Estos productos son el resultado de un cambio metodológico completo, que implica la digitalización de toda la cadena de adquisición, procesamiento y uso de datos, con ventajas en términos de tiempos, costos y potenciales aplicaciones de los resultados.

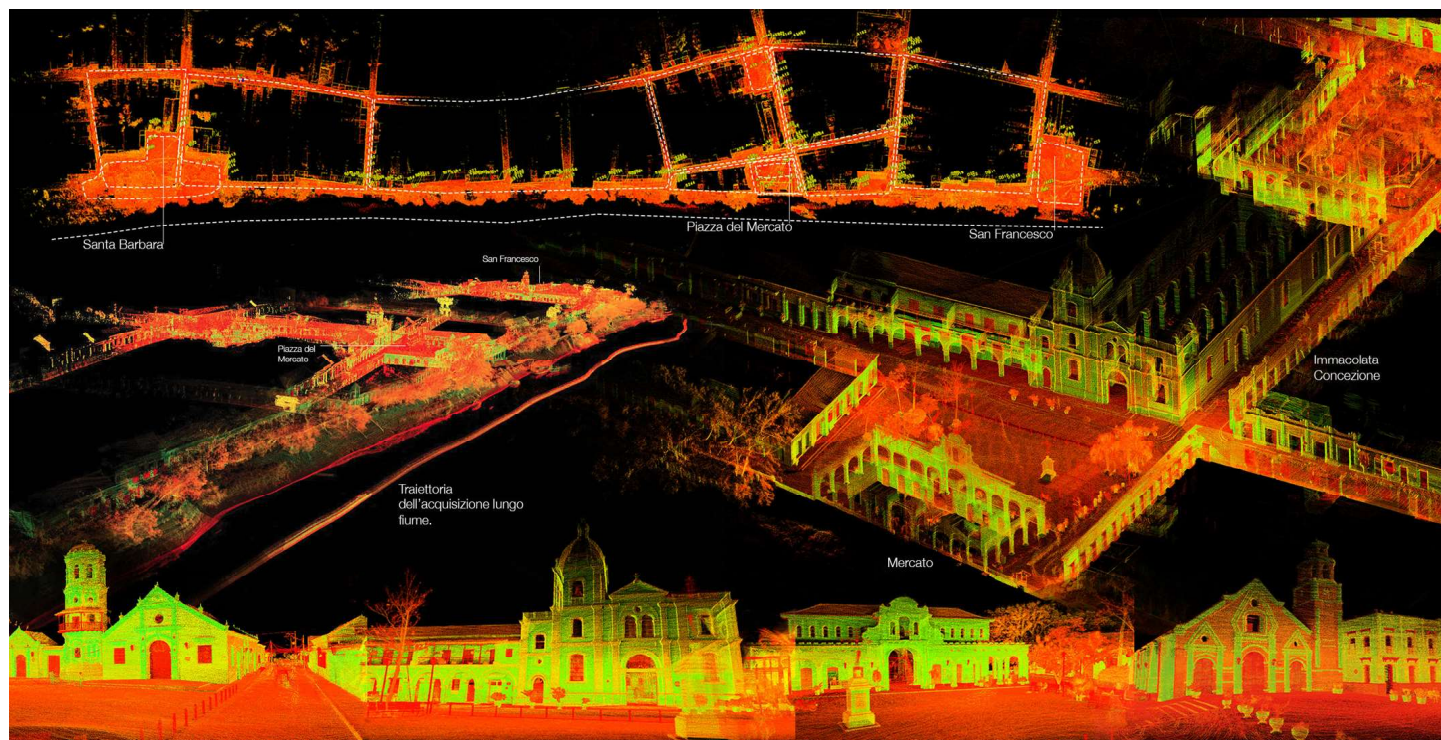
Por lo tanto, la transformación digital ya no puede considerarse una opción, sino que se convierte en un elemento central en beneficio del desarrollo del conocimiento y la divulgación científica, al ritmo requerido por la evolución tecnológica.

### *Metodologías de Adquisición Rápida para el Patrimonio Cultural*

La inclusión de centros urbanos y paisajes en la lista de la UNESCO del patrimonio cultural ha impulsado la digitalización de estos sitios, con el objetivo de incluirlos en archivos y depósitos digitales y así aumentar su difusión, superando las dificultades relacionadas con su accesibilidad. Hoy en día, existen varias soluciones portátiles para sistemas de mapeo rápido y cercano (SLAM), basados en la localización y el mapeo simultáneo, que permiten estimar simultáneamente la posición del instrumento y generar un modelo digital de la escena detectada (Disanayake et al., 2001). A esto se suma la reciente difusión comercial de vehículos aéreos no tripulados (UAV), de bajo costo y peso reducido (<25 gramos). El uso de estos sistemas permite adquirir, en tiempos reducidos, imágenes aéreas de alta calidad, a partir de las cuales se pueden desarrollar modelos fotogramétricos



Figura 2. Plaza del mercado, Santa Cruz de Mompox.



para la documentación de sitios de gran extensión (Murtiyoso et al., 2019). La información morfométrica obtenida de técnicas de adquisición fotogramétrica con UAV y de MLS (Mobile Laser Scanning) luego puede ser procesada y convertida en modelos informativos que facilitan la comprensión de la estructura espacial, las relaciones dimensionales y la morfología de sitios culturales de gran extensión. Las actividades de documentación tratadas en este artículo pretenden ser una oportunidad de reflexión sobre la relación entre el levantamiento digital rápido y el desarrollo de bases de datos y modelos confiables para el conocimiento, la valorización y el disfrute remoto del patrimonio histórico-urbano.

#### *El estudio de caso: el centro urbano de Santa Cruz de Mompox*

El III Seminario Internacional de Levantamiento del Patrimonio Arquitectónico<sup>1</sup> fue la oportunidad para probar dos metodologías diferentes de adquisición rápida en el centro histórico de Santa Cruz de Mompox (Figura 2). En particular, el primer experimento involucró el uso del dispositivo MLS Stencil KAARTA, con una gestión diversificada de rutas, “lineales” o “cerradas”, para la documentación del centro histórico y las orillas del río en el que se desarrolla la ciudad; el segundo utilizó un dron DJI Phantom 4 RTK para la adquisición fotogramétrica en altura, en los modos “manual” y “plan de vuelo”, del área urbana.

El sitio de la UNESCO de Santa Cruz de Mompox, que data de la primera mitad del siglo XVI, desempeñaba un papel de gran importancia debido a su posición estratégica a lo largo de las orillas del río Magdalena, la vía fluvial comercial que conectaba el puerto de Cartagena con el interior del país. La influencia de la colonización española sigue siendo evidente en el estilo arquitectónico de sus monumentos y edificios residenciales. La disposición original de las calles en el centro histórico aún es reconocible, perfectamente conservada en su patrón de cuadrícula ortogonal paralelo y perpendicular al río. Para proteger la ciudad de las inundaciones, se construyeron las “albarradas”, muros fortificados a lo largo de la ribera. En 1995, Santa Cruz de Mompox fue incluida en la lista de Patrimo-

Figura 3. Resultado del estudio con escáner láser móvil, a través del cual los datos son legibles tanto a escala urbana como arquitectónica. La acción de documentación digital asume en este caso una doble función: la posibilidad de monitorear el riesgo y archivar la imagen del centro histórico, evitando la pérdida de la memoria histórica de tan importante ejemplo de arquitectura colonial.



nios Mundiales de la UNESCO debido a la geometría de su desarrollo urbano y la autenticidad de su edificación. Sin embargo, el patrimonio construido de esta ciudad está amenazado por las frecuentes inundaciones.

Las albarradas, que una vez protegieron el centro histórico, están experimentando un deterioro gradual, lo que provoca daños en los edificios durante las inundaciones. En este contexto, la acción de documentación digital cumple una doble función: por un lado, permite monitorear el riesgo asociado con las inundaciones (La Placa & Doria 2022); por otro lado, preserva la imagen histórica del centro histórico, evitando la pérdida de memoria de un notable ejemplo de arquitectura colonial.

#### *Metodología de adquisición con MLS*

El proceso de adquisición con MLS implicó el análisis preliminar del macro-sistema urbano y su división en subsistemas, que posteriormente fueron abordados como unidades distintas de relevamiento. El diseño cuidadoso de las rutas de relevamiento, con un amplio margen de superposición, permite limitar el error de deriva generado por la combinación de las trayectorias lineales, mediante la definición, casi exclusiva, de polígonos cerrados (Chiabrando et al., 2018). Se definieron tres macro-rutas, cada una de las cuales estaba compuesta a su vez por circuitos menores superpuestos: la primera correspondía al perímetro exterior del centro urbano; la segunda era longitudinal a la primera; y la última seguía el curso del río, desde la plaza San Francisco hasta la plaza Santa Bárbara (Figura 3). Las rutas fueron complementadas con trayectorias circulares alrededor de las tres plazas principales y los bloques individuales. En total, la base de datos contiene 103 escaneos láser, y su adquisición requirió 10 horas de trabajo. Después de la conversión de los diversos escaneos a un formato compatible con el software de registro Cyclone<sup>2</sup>, los datos fueron procesados combinando puntos homólogos. La base de datos final describe toda la red vial del centro urbano, excluyendo los datos relacionados con los techos de los edificios. En algunos casos, la adquisición se mejoró inclinando el equipo para aumentar la distancia desde el edificio de interés.

#### *Metodología de adquisición con UAV*

Para complementar los datos obtenidos del levantamiento móvil, se planificó un levantamiento fotogramétrico aéreo utilizando un dron DJI Phantom RTK para capturar imágenes de las tres plazas principales. A pesar de la imposibilidad

Figura 4. Levantamiento fotogramétrico de los UAV. La fase de adquisición se llevó a cabo mediante la planificación de tres planes de vuelo estructurados sobre la base de una cuadrícula básica (75x85m) subdividida por un esquema de diagonales utilizado para garantizar la superposición entre planos contiguos (tasa de superposición lateral 45%; tasa de superposición delantera 50%) tiempo estimado de adquisición 17 min.







de utilizar el módulo RTK debido a la falta de una estación GPS de apoyo para la adquisición de puntos de control, se llevó a cabo una planificación de vuelo estructurada, basada en una cuadrícula de 75x85 metros, con superposiciones laterales y frontales. Esta cuadrícula simplificó la campaña de adquisición, garantizando superposiciones contiguas entre las tomas fotográficas. La campaña fotográfica aérea consta de 265 fotos para Santa Bárbara, 320 fotos para la Plaza del Mercado y 209 fotos para San Francisco (Figura 4).

Posteriormente, las imágenes fueron procesadas utilizando el software DJI TERRA, un software optimizado para trabajar con tipos específicos de drones DJI, para la elaboración de modelos fotogramétricos texturizados.


La integración de los datos adquiridos a través de MLS y fotogrametría aérea permitió obtener una visión completa y detallada del centro histórico de Santa Cruz de Mompo. El modelo tridimensional resultante representa una herramienta valiosa, que puede utilizarse como base para el desarrollo de actividades de conservación, gestión y simulaciones en el sitio de la UNESCO.

### *Conclusiones*

La campaña de relevamiento descrita demuestra cómo es posible obtener modelos detallados en pocas horas utilizando sistemas de relevamiento rápido. Sin embargo, la eficacia de estos métodos en la representación final requiere una planificación precisa del relevamiento, considerando las diversas variables morfológicas del lugar y las capacidades instrumentales.

El conocimiento profundo de las herramientas y su correcta aplicación siguen siendo elementos cruciales para obtener datos de alta calidad (Figura 5). El objetivo de este tipo de experimentaciones es lograr reducir los tiempos de adquisición, y por ende, los costos asociados, obteniendo un producto métricamente

Figura 5. Detalle del modelo de la iglesia de Santa Bárbara, resultado de adquisición fotogramétrica desde un dron.



confiable que pueda ser utilizado como base para la estructuración de modelos informativos para diversos propósitos.

Es importante destacar que la base de datos integrada obtenida constituye una representación de la realidad, una copia, de todas formas, necesariamente diferente al original. A pesar del desarrollo de tecnologías y software de visualización, es importante considerar que la representación digital es una interpretación, que puede tener limitaciones, aunque tienda a reproducir lo más fielmente posible el entorno real.

### Referencias

- Chiabrando, F., Della Colletta, C., Sammartano, G., Spano, A., & Spreafico, A. (2018). “Torino 1911” project: a contribution of a slam-based survey to extensive 3D heritage modeling. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2, 225-234
- Dell’Amico, A. (2020). *The application of fast survey technologies for urban surveying: the documentation of the historic center of Mompox*. En Barba S., Parrinello S., Dell’Amico A., di Filippo A. (Eds). *D-SITE, Drones - Systems of Information on cultural hEritage. For a spatial and social investigation* (pp.132-141). Pavia University Press, Pavia
- La Placa, S., Doria, E. (2022). Reliability of Dtms Obtained with Mobile Fast Surveys Techniques. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 46, 299-306
- Dissanayake, M. G., Newman, P., Clark, S., Durrant-Whyte, H. F., & Csorba, M. (2001). A solution to the simultaneous localization and map building (SLAM) problem. *IEEE Transactions on robotics and automation*, 17(3), 229-241
- Murtiyoso A., Grussenmeyer P., Suwardhi D. (2019). Technical considerations in low-cost heritage documentation. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W17, 2019, 225–232
- Parrinello, S., Picchio, F., Becherini, P., & De Marco, R. (2018). The Drawn Landscape in 3D Databases: The Management of Complexity and Representation in the Historical City. *Athenes Journal of Architecture*, 4(3), 3-26. <https://doi.org/10.30958/aja.4-3-2>
- Parrinello, S., Picchio, F. (2019). *Le fortezze di Portobello e del Rio Chargres a Panama. Un progetto di documentazione per la tutela del patrimonio e lo sviluppo di siti UNESCO*. Edifir, Firenze
- Portalés, C., Rodrigues, J., Gonçalves, A., Alba, E., & Sebastián, L. J. (2018). Digital Cultural Heritage. Multimodal Technologies and Interaction. *MTI, journals*, 3(2), 58