

## Heritage restitution with new technologies

Juan Pablo Portillo, Luis Flores, Pablo Canen,

Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo. Universidad de la República.  
Montevideo. Uruguay.  
[jportillo@fadu.edu.uy](mailto:jportillo@fadu.edu.uy), [lflores@fadu.edu.uy](mailto:lflores@fadu.edu.uy), [pablocanen@gmail.com](mailto:pablocanen@gmail.com)

**Abstract.** The restitution of heritage with virtual survey of cloud points of buildings to be demolished is of great importance both for culture and for the management of the city. The specific case of the Guruyú tenement, in the Old City of Montevideo, represents a typical way of living for a large part of the Afro-descendant population -and other migrant minorities- of Uruguay, which characterized a way of life and which, due to the new Hygiene standards at the beginning of the 20th century were becoming obsolete. Currently that property, one of the last of its category, is in danger of collapsing due to its dilapidated state. The importance of patrimonial restitution then lies in the need to preserve and record the original characteristics of the building, to leave testimony of material keys and a way of life that is part of urban history and culture. In the case of Montevideo, the demolition of tenements -when they were still inhabited- represented the loss of an important cultural heritage and the expulsion of part of that population to the urban peripheries.

**Keywords:** patrimonial restitution, point cloud, 3D modeling, heritage, 3D scanning

### 1 Introducción

La tipología arquitectónica del conventillo, emblemática en su tiempo en Uruguay, experimentó un declive con las normativas de higiene de 1928.

Según Álvarez Lenzi (1977, p.1):

Se trataba de casas colectivas divididas en habitaciones arrendables independientemente y con servicios generales agrupados para uso común. Las soluciones conocidas van desde una simple fila de habitaciones, a veces teniendo como único espacio exterior el de la calle, hasta los más complejos que conforman uno o varios patios, con uno o más pisos.

Aunque ya en la década de 1910, como lo explica Nydia Conti (1986, p.12), “la proposición, por parte del Intendente de Montevideo, de una ordenanza municipal tendiente a la supresión y eliminación total del conventillo presentada en 1911, no tuvo aprobación por parte del Órgano Municipal pero aún así fue una alarma oportuna”. De la mano de la supresión del Conventillo también nacía la necesidad de afrontar el problema de la vivienda obrera. Asimismo, se alentaba el modelo de la familia tradicional, cuestionando el modo de organización social que el Conventillo suponía.



Ilustración 1. estado actual del conjunto. imagen del autor

No es menos cierto que, más adelante en el tiempo, estos inmuebles podrían obstaculizar el avance de construcciones más lucrativas, fomentadas por la Ley de Propiedad Horizontal de 1946, y antecedidas por las casas de renta (Antola y Ponte, 1997). Algunos conventillos -como el caso del Mediomundo- consiguieron ser catalogados como patrimonio en 1975 según la Ley 14.040 de 1971, pero se desafectaron rápidamente en 1979, lo que condujo a su demolición y al desplazamiento de sus habitantes. Actualmente, tenemos limitada documentación de detalle material concreto sobre estas estructuras. Los restos del Conventillo en las calles Guaraní y Cerrito de la Ciudad Vieja de Montevideo son uno de los últimos testimonios materiales de esta realidad. Dado su estado de inevitable deterioro la Comisión Especial

Permanente de la Ciudad Vieja aprobó allí el primer proyecto de cooperativa dispersa del Uruguay en el marco de la Ley 13.728.

Este modo de hábitat popular en la ciudad consolidada fue desapareciendo, aunque con el tiempo ha sido reivindicado como un hábitat identitario de buena parte de la comunidad afro uruguaya (Erchini, 2007). Asimismo, también pesa en la argumentación de la política urbana, como en el Plan Montevideo de 1998 (IMM), la necesaria manutención de la diversidad de clases en las tramas urbanas centrales.

En el contexto contemporáneo el cooperativismo en general y la cooperativa dispersa en particular proporciona una solución que permite asentar a la población popular y preservar la lógica predial. Aunque no mantenga la tipología original, sí conserva un espacio compartido al interior de la manzana. Además, con la ayuda de tecnologías como el escaneo por nube de puntos, se puede registrar la realidad material del conventillo sin problemas interpretativos. Esta tecnología puede ser la base para la creación de un protocolo de documentación avanzada para registrar inmuebles antes de su inminente, y a veces inevitable, sustitución. Parte del desafío de la gestión patrimonial también es saber qué procedimiento seguir cuando un edificio será remplazado por otro.

Montevideo, por ejemplo, cuenta con inventarios patrimoniales para sus áreas de valor testimonial. En ese marco de catalogación la Intendencia aplica una protección de 0 a 4 para estos edificios, siendo el grado 0 una sustitución deseable y el grado 4 una protección integral. Para nuestro caso de estudio contamos con una protección grado 2, que implica una protección ambiental, por lo tanto, sólo procede el recambio total si los valores arquitectónicos y urbanos de la nueva estructura aportan condiciones positivas al tramo de calle implicado. El caso del inventario de la Ciudad Vieja (2010) se encuentra totalmente *on line*, y actualmente atraviesa su tercera revisión, siendo esta una oportunidad para incluir nuevos materiales en las fichas de relevamiento que nos hablen de una capacidad de registro más avanzada.

La trascendencia de la valoración patrimonial, desde la materialidad de los objetos hacia los sujetos que los valoran, es un tema tratado internacionalmente por diversos expertos tanto como por convenciones internacionales. Para el caso, nos interesa citar algunos conceptos de la autora la noruega Nina Kjølsen Jernæs. Esta investigadora propone la necesidad de desarrollar un plan de salvamento para los elementos de valor patrimonial como una medida preventiva o de mitigación ante el daño. Por otra parte, según la directriz europea CFPA-E, un plan de este tipo debe establecer un sistema de categorización que establezca prioridades claras para la eliminación de objetos. Aunque pueda haber ambigüedades en la priorización, contar con un plan de salvamento es mejor que no tener ninguno, especialmente ante la incertidumbre inherente a una situación de emergencia.

Otro caso de interés es el del Hamilton Municipal Heritage Committee (2022) que argumenta que el propósito de un Informe de Documentación y Salvamento es documentar un recurso del patrimonio cultural que está destinado a ser demolido o retirado de una propiedad, e identificar materiales históricos que pueden ser salvados, reutilizados y/o interpretados. El Archivo de Bogotá también defiende la idea del Plan de Salvamento como una herramienta para la mitigación de amenazas al patrimonio documental en caso de emergencia.

En esta línea, podríamos considerar al edificio como un documento que será digitalizado para la posteridad. La documentación digital del patrimonio mediante un plan de salvamento, usando tecnología de escaneo por nube de puntos, podría proporcionar un registro digital detallado y completo de la situación material, formal y espacial de los edificios que están destinados a ser demolidos. Además, esto alinea la preocupación patrimonial con la preocupación de la prevención de riesgos, ya mencionada en nuestro medio por la arquitecta Raquel Lejtreyger (2008).

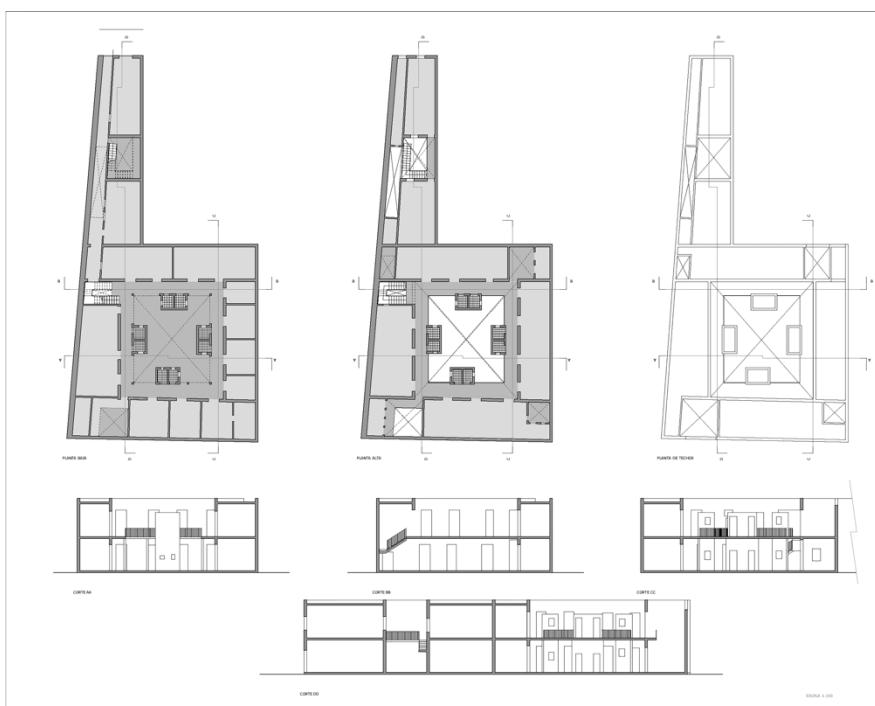


Ilustración 2. plantas y secciones. imagen del autor

## 2 Metodología

El complejo edilicio representa un desafío debido a su deterioro. Debido a esta restricción solo se puede visitar en forma parcial. Es por este motivo que se realiza un registro de toda la estructura de manera digital. La metodología elegida es el registro mediante nube de puntos LiDAR (Di Stefano et al., 2021) + malla a partir de fotogrametría (Luhmann et al. 2013) obtenida mediante Drones, para luego confeccionar un modelo 3D. A partir de la definición de estas pautas el trabajo de divide en tres etapas: registro, procesamiento de malla y modelado. El registro a su vez consta de dos instancias bien diferentes: registro interior con escáner láser y registro aéreo mediante fotogrametría. Finalmente se genera un modelo 3D BIM utilizando la malla como insumo en Revit. El modelo generado permite obtener una geometría clara que da lugar a geometrales precisos.

### Metodología de registro

En el caso del conventillo Guruyù las condiciones de accesibilidad y estabilidad de la construcción, no permitió un registro pormenorizado, por el contrario, utilizar tecnología de relevamiento a distancia y con cierto grado de automatismo fue la más apropiada.

Las etapas en el registro de la forma o escaneo 3d, puede ser dividida en 4 etapas:

- a) La preparación previa a la salida de campo o registro
- b) La etapa de registro
- c) El procesamiento de datos
- d) Y, por último, la compilación de datos y generación de archivos compatibles.

#### a) Previa al registro.

En esta fase, se llevó a cabo un análisis y reconocimiento exhaustivo del edificio, una estructura que se encuentra cerrada y cuyo acceso se autoriza especialmente para esta actividad. Estas restricciones se deben a la gran acumulación de residuos propios de un lugar semi abandonado y también al deterioro que amenaza con el colapso del mismo.

En función de lo anterior se requirió de equipos aéreos como Drones para llevar a cabo los registros ademas del registro laser.

Los vuelos se dividen pueeb ser de dos tipos: programados que cubren un área de escaneo general en el exterior del objeto y vuelos con control manual, destinados a capturar detalles que serían difíciles de obtener con estaciones terrestres. En este caso so opto solo por vuelos programados ya que el edificio se encuentra en gran medida en el corazón de la manzana y no es fácil el control de vuelo manual.

#### b) Etapa de registro

El registro de la información se lleva a cabo utilizando dos tecnologías distintas: Lidar terrestre y registros fotogramétricos mediante vuelos de drones.

Fueron utilizadas 14 estaciones LiDAR y 120 fotos programadas en un solo vuelo. Esta combinación de dos registros resulta fundamental ya que se trata de un edificio de dos niveles y el segundo no es accesible.

### **Relevamiento terrestre**

El registro en tierra se realiza utilizando un escáner TRIMBLE x7. Este dispositivo recopila información mediante la emisión de luz láser intensa hacia los objetos que encuentra en su camino. Al golpear un obstáculo, el láser captura las características de ese punto, incluyendo su color y ubicación en relación con la estación del escáner en el espacio.

Este proceso se repite múltiples veces, creando una esfera de datos alrededor de la estación de registro, lo que da lugar a una colección de información conocida como nube de puntos (PdN).

### **Registro mediante vuelos**

En este caso, se optó por realizar un vuelo del tipo serpentín. Para esta programación, se utilizan aplicaciones con funcionalidad gratuita como Dronedeploy, Droneharmony, o también plataformas con licencia como Dronelink.

El resultado es una secuencia de imágenes que se utilizarán como parte del registro y se sumarán al proceso fotográfico en su conjunto.

## **c) Métodos de procesamiento de la información primaria.**

Las nubes de puntos generadas por las estaciones del escáner láser se unifican a partir de puntos comunes entre estaciones. El software principal utilizado para esta tarea es Trimble RealWorks, que permite exportar las nubes de puntos a diferentes formatos, como .e57, .las, .rcs/.rcp, entre otros. De esta manera, se puede continuar trabajando con otros programas especializados en manejo de nubes de puntos, como CloudCompare, que facilita la interpretación de los puntos y su transformación en superficies editables.

### **Procesamiento fotográfico mediante fotogrametría.**

Las secuencias de fotografías capturadas por los dispositivos son procesadas utilizando el software fotogramétrico Metashape para obtener una Nube de Puntos (NdP).

Además, es importante considerar las condiciones climáticas y atmosféricas. No solo es necesario realizar los vuelos en condiciones adecuadas para garantizar la seguridad, sino que las condiciones de luz también afectan la obtención de la forma del objeto. Por ejemplo, la iluminación difusa puede reducir la detección de detalles superficiales, pero ayuda a disminuir la interpretación de formas basada en sombras marcadas. Es fundamental que las series de fotografías no se realicen con variaciones

significativas en las condiciones de iluminación, ya que el software podría interpretar que se trata de objetos diferentes. Por esta razón, cada vuelo debe procesar su propia generación de Nube de Puntos y luego unificarlos en una única nube de puntos.

#### d) compilación de datos

Una vez que tenemos las series de Nubes de Puntos (NdP) generadas desde dos fuentes principales, es decir, los vuelos y las estaciones terrestres, procedemos a combinar toda esta información en una única nube de puntos. Este proceso de unificación puede llevarse a cabo utilizando varios programas, pero en Realworks encontramos ciertas ventajas, como mantener la información de resolución y tamaño, e incluso la posibilidad de integrar datos georeferenciales.

El primer paso consiste en importar los productos resultantes de la etapa de fotogrametría desde Metashape, en un formato compatible, como .e57 o .las, y configurarlos adecuadamente en el sistema correspondiente, en nuestro caso el sistema WGS 84.

#### Algunas observaciones:

En el caso del modelado utilizando la información de los escaneos de la forma, se trabaja directamente en la unión de las nubes de puntos y luego se exporta el archivo en un formato específico para el modelado a través de software BIM.

La estrategia de modelado con tecnología BIM resulta muy eficaz a la hora de incorporar nubes de puntos, sobre todo en este caso que como se describió más arriba el espacio relevado se presenta caótico por su condición de abandono. Las herramientas como “caja de sección” en vistas 3D o la posibilidad de gestionar secciones en forma dinámica en vistas 2D posibilitó generar un modelo con relativa facilidad.

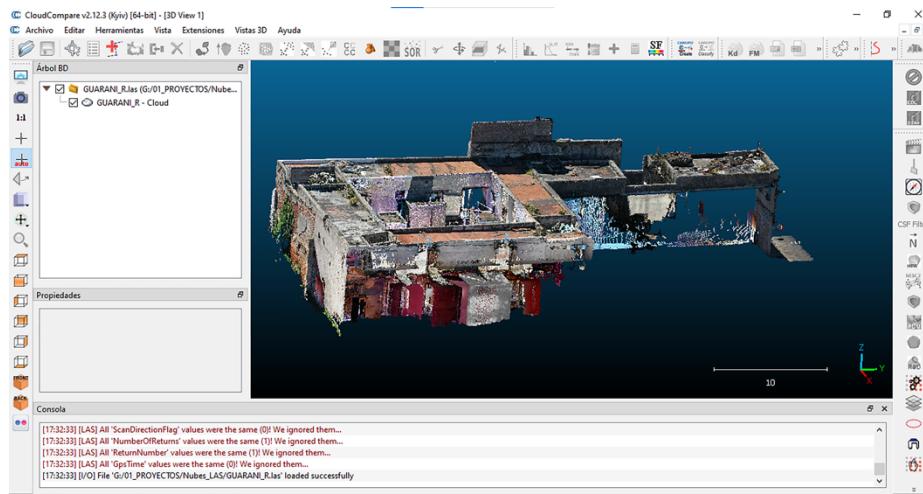


Ilustración 3. malla 3D. imagen del autor

### 3 Resultados

A pesar de que no sustituye a la conservación material estricta, la documentación digital avanzada nos permite preservar el conocimiento para futuras generaciones y universalizar el acceso a ciertas obras de arquitectura. El escaneo por nube de puntos proporciona un nivel de detalle y precisión que no se puede alcanzar con técnicas de documentación tradicionales. Los escaneos láser pueden capturar todas las superficies visibles del edificio, asegurando que ningún detalle se pierda. Una vez que el edificio ha sido escaneado, el modelo 3D resultante puede ser explorado virtualmente desde cualquier lugar, garantizando su preservación digital incluso después de la demolición. De esta manera, no solo documentamos la pieza en sí misma, sino también el contexto urbano en el que se inscribe, apelando a la comprensión del objeto en su entorno, que le otorga su significado como arquitectura. Aún más, en algunos casos, a través de la concienzuda reconstrucción virtual a posterior, como en el caso del Conventillo Mediommundo, realizado por Daniel Thul (2017) permitió explorar las condiciones espaciales del emblemático edificio demolido décadas después de su desaparición. Estas restituciones colaboran en aunar el mundo del patrimonio con el mundo tecnológico virtual, campos que han estado eminentemente separados y cada vez asumen más puntos de encuentro.

Los planes de documentación pueden tornarse fundamentales para preservar la memoria cultural, histórica y arquitectónica de los edificios que van a ser demolidos. Aunque estos deben tratarse con cuidado, evitando por su posibilidad técnica la sustitución no competente de obras que aún pueden salvarse. De todas maneras, esta herramienta es valiosa para la conservación de nuestro patrimonio y es un paso necesario para construir una memoria colectiva más completa y accesible.

Un segundo producto es el modelo BIM con todas las implicancias que conlleva esta estrategia. En la actualidad se habla de HBIM como una herramienta que apunta a la conservación y gestión del patrimonio de una manera más integral. Este modelo dio lugar a un tercer producto que no es otra cosa que gran cantidad de posibles geometrales producidos de manera casi automática desde un modelo BIM en diversos formatos como CAD por ej.

Como tercer producto se propone un protocolo de registro que sistematice la mirada sobre el patrimonio nacional.

Este protocolo puede dar lugar a la ciudadanía al acceso en forma virtual a estructuras edilicias desaparecidas.

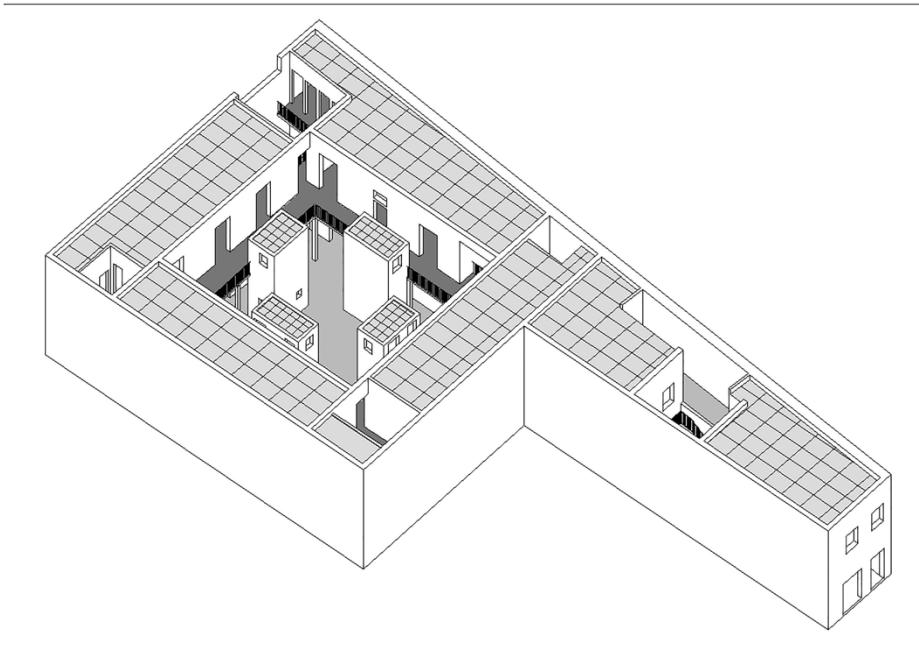


Ilustración 4. modelo 3D. imagen del autor

#### 4 Discusión

En conclusión, este caso puede dar pautas para protocolizar el registro material y espacial exhaustivo de inmuebles que pueden ser sustituidos por obras contemporáneas sin borrar su legado del saber histórico urbano en general. Es de interés hacerlo en Ciudad Vieja, que cuenta con el primer inventario arquitectónico sistemático del país, realizado en 1983, revisado en el 2000, 2010 y 2023. Hasta ahora este registro se basó, en el acervo documental de planos, en la observación directa y en la fotografía. No obstante, los medios de registro digitales avanzados avalan una capacidad mucho más exhaustiva, fiable y precisa de documentar arquitecturas e incluso otros elementos materiales que hacen a la constitución de lo urbano.

Así mismo contar con modelos 3D y sobre todo modelos que comiencen a incorporar lógicas BIM parece un paso importante en nuestro país que va camino a incorporar éstas a la gestión de obras en el ámbito del estado.

El rescate de tipologías como el conventillo y su puesta en valor a través de modelos digitales democratiza el acceso a toda la población, también abre un debate sobre los modos de vida de nuestra sociedad poniendo sobre la mesa

modelos colectivos que han desaparecido. Registrar es también una forma o una vía al aprendizaje.

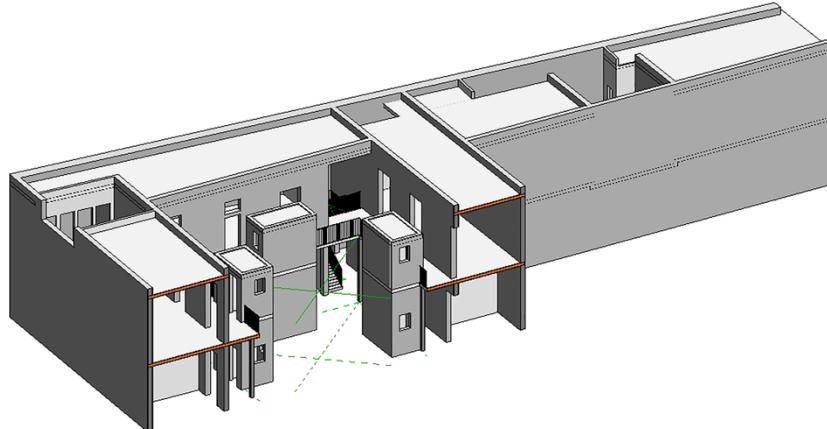


Ilustración 5. sección 3D. imagen del autor

## Referencias

- Alvarez Lenzi, R. (1977) El conventillo Lafone. Montevideo: División de Publicaciones y Ediciones. Universidad de la República.
- Antola, S y Ponte, C. (1997). El edificio de renta como tipo arquitectónico generador de ciudad. Montevideo: Udelar. FARQ. IHA.
- C.F.P.A. (2013). Europe, Managing Fire Safety In Historical Buildings. CFPA-E Guideline. No 30:2013 F. [http://cfpa-e.eu/wp-content/uploads/files/CFPA\\_E\\_Guideline\\_No\\_30\\_2013\\_F.pdf](http://cfpa-e.eu/wp-content/uploads/files/CFPA_E_Guideline_No_30_2013_F.pdf).
- Conti de Queiruga, N. (1986). La vivienda de interés social en el Uruguay, historia de los problemas de la arquitectura nacional. Montevideo: Udelar. FARQ. IHA.
- Erchini, C. (2007). Conventillo Medio Mundo: materialidad e inmaterialidad en el Barrio Sur. Montevideo: Banco de Seguros del Estado
- Hamilton Municipal Heritage Committee (2022). Cultural Heritage Impact Assessment - Documentation and Salvage Plan. Hamilton: Ontario Heritage Act. <https://www.hamilton.ca/sites/default/files/2023-01/pedguidelines-cultural-heritage-assessment-documentation-salvage-plan-nov2022.pdf>
- Intendencia Municipal de Montevideo (1998). Plan Montevideo: plan de ordenamiento territorial 1998-2005. Montevideo: IMM
- Intendencia Municipal de Montevideo y Facultad de Arquitectura (2010). Inventario del patrimonio arquitectónico y urbanístico de la Ciudad Vieja, Montevideo: cepcv-imm y Farq-Udelar. Disponible en <http://inventariociudadvieja.montevideo.gub.uy/padrones/99765>

- Kjølsen Jernæs, N (2021). A roadmap for making a salvage plan. Valuing and prioritising heritage objects, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 59, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102266>
- Lejtreger, R. (2008). Del desastre a La oportunidad. Consultoría para el seguimiento y elaboración de planes de recuperación post desastre. Montevideo: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
- Thul, D. (2017). Reconstrucción virtual del Conventillo Mediomundo. Tesis de máster en Patrimonio Virtual de la Universidad de Alicante.
- Granshaw, S. I. (2016). Photogrammetric Terminology: Third Edition. The Photogrammetric Record, 31(154), 210-252. <http://doi.org/10.1111/phor.12146>
- Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S., & Boehm, J. (2013). Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging (2nd ed.). Berlin/Boston: Walter de Gruyter. <http://doi.org/10.1515/9783110302783>
- Desai, J. & Liu, J. & Hainje, R. & Oleksy, R. & Ayman, H. & Bullock, D. (2021). Assessing Vehicle Profiling Accuracy of Handheld LiDAR Compared to Terrestrial Laser Scanning for Crash Scene Reconstruction. Sensors. 21. 8076. 10.3390/s21238076.
- Di Stefano, F., Chiappini, S., Gorreja, A., Balestra, M., & Pierdicca, R. (2021). Mobile 3D scan LiDAR: A literature review. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 12(1), 2387-2429. DOI: 10.1080/19475705.2021.1964617