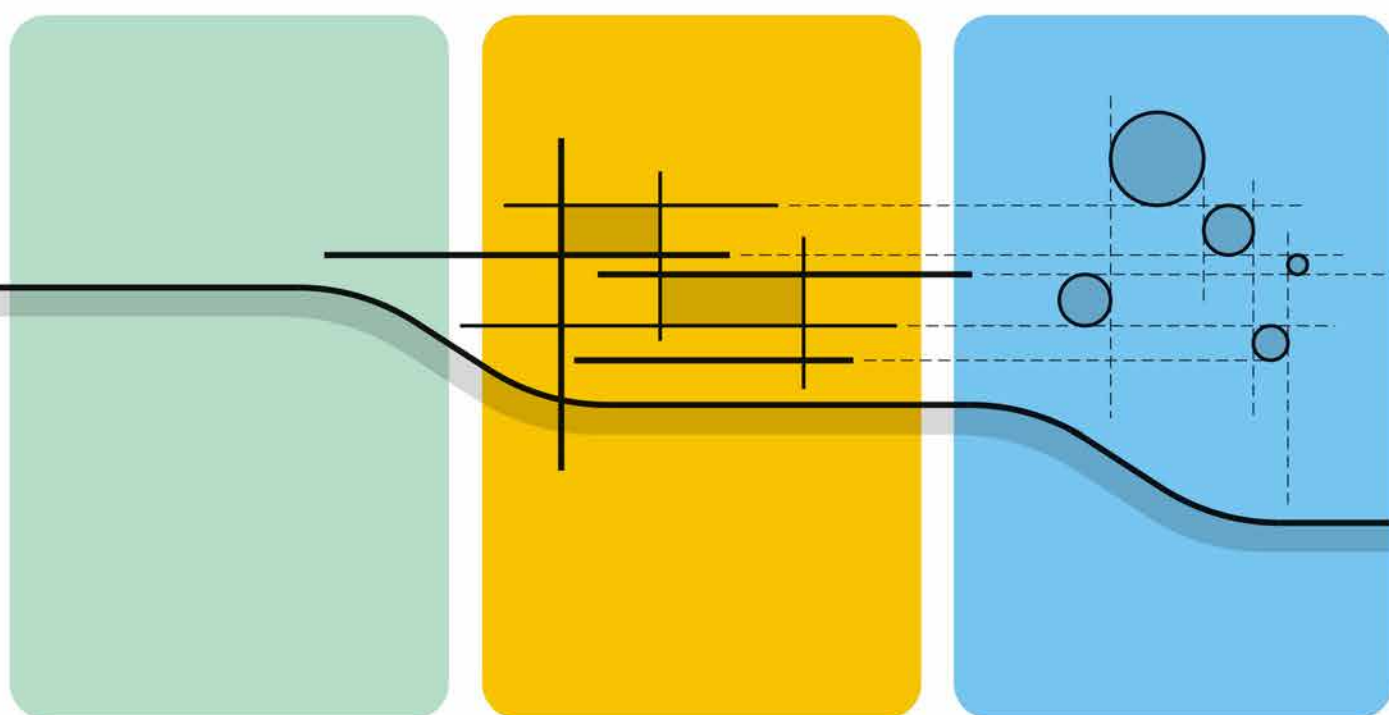


DIBUJAR, CONSTRUIR, SOÑAR

Investigaciones en torno a la expresión
gráfica aplicada a la edificación



DRAWING, BUILDING, DREAMING

Research on graphic expression
applied to building



Publicado por / *Published by:*

Tirant Lo Blanch

Editores / *Editors:*

Francisco Felip Miralles

Jaume Gual Ortí

Manuel Cabeza González

Carlos García-García

ISBN: 978-84-9143-485-6

Cubierta diseñada por / *Book cover designed by:*

Francisco Felip Miralles y Alba Soler Estrela

Copyright © 2016

Todos los derechos reservados. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética, o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación sin permiso escrito de los autores y del editor.

Los contenidos publicados en este libro reflejan únicamente las opiniones de sus autores. El editor no se hace responsable de la validez o uso de la información aquí contenida

The contents published in this book reflect the views only of the authors. The publisher cannot be held responsible for the validity or use of the information therein contained.

DIBUJAR, CONSTRUIR, SOÑAR

Investigaciones en torno a la expresión
gráfica aplicada a la edificación

DRAWING, BUILDING, DREAMING

Research on graphic expression
applied to building

COMITÉ CIENTÍFICO / SCIENTIFIC COMMITTEE

Italia / Italy

Dr. GIUSEPPE AMORUSO

Politecnico di Milano

D. CARLO BERIZZI

Università Degli Studi Di Pavia

Dr. STEFANO BRUSAPORCI

Università Degli Studi Dell'Aquila

Polonia / Poland

Dña. ANNA SZCZEGIELNIAK

Opole University of Technology

Colombia

Dra. ANGELICA CHICA SEGOVIA

Facultad de Artes Bogotá

Méjico / Mexico

Dña. CAROLINA CARMONA APARICIO

*Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de
Monterrey*

Perú

D. LUCAR LESTER MEJIA

Universidad Nacional de Ingeniería

España / Spain

Dr. JOSÉ ANTONIO BARRERA VERA

Universidad de Sevilla

Dr. MANUEL CABEZA GONZÁLEZ

Universitat Jaume I

Dr. FRANCISCO FELIP MIRALLES

Universitat Jaume I

Dr. ANGEL JOSÉ FERNÁNDEZ ALVÁREZ

Universidad de A Coruña

Dr. CARLOS GARCÍA-GARCÍA

Universitat Jaume I

Dr. JORGE GARCÍA VALLDECABRES

Universitat Politècnica de València

D. JOSÉ TEODORO GARFELLA RUBIO

Universitat Jaume II/Ayuntamiento de Vila-Real

Dr. GABRIEL GRANADO CASTRO

Universidad de Sevilla

Dr. JAUME GUAL ORTÍ

Universitat Jaume I

Dra. MARÍA CONCEPCIÓN LÓPEZ
GONZÁLEZ

Universitat Politècnica de València

Dra. MARÍA JESÚS MAÑEZ PITARCH

Universitat Jaume I

D. JOAQUÍN MARTÍNEZ MOYA

Universitat Jaume I

Dña. MARÍA CUEVA SANTA MORRO
RUEDA

Universitat Jaume I

Dr. JOSÉ LUIS NAVARRO LIZANDRA

Universitat Jaume I

Dra. BEATRIZ SÁEZ RIQUELME

Universitat Jaume I

Dra. ALBA SOLER ESTRELA

Universitat Jaume I

Dra. ISABEL TORT AUSINA

*Cátedra UNESCO Fórum Universidad y
Patrimonio/Universitat Politècnica de València*

Dra. MERCEDES VALIENTE LÓPEZ

Universidad Politécnica de Madrid

Capítulo 35

METODOLOGÍA PARA EL LEVANTAMIENTO DETALLADO DE UN EDIFICIO EN RUINAS. INTEGRACIÓN DE TRES TÉCNICAS ACTUALES

BAVIERA LLÓPEZ, Eduardo⁽¹⁾

LLOPIS VERDÚ, Jorge⁽²⁾

DENIA RIOS, José Luis⁽³⁾

MARTÍNEZ PIQUERAS, Jorge Francisco⁽⁴⁾

⁽¹⁾Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica,
Escuela Técnica Superior de Arquitectura,
Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España
edballo@ega.upv.es

⁽²⁾jlllopi@ega.upv.es

⁽³⁾Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría,
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos,
Universidad Politécnica de Valencia . Valencia, España
jdenia@cgf.upv.es

⁽⁴⁾Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio,
Universidad Politécnica de Valencia . Valencia, España
jormarpi@upvnet.upv.es

Abstract

Methodology for a detailed survey of a ruined building. Integration of three current techniques

In the architectural survey field, sometimes it occurs that either the conservation state of the building or the logistic difficulties (namely the distant location of the object building, the expensive rent of necessary equipment...) entail data collection to be done as quickly as possible, which hinder traditional techniques development. In that regard, new technologies have contributed to reduce field work time.

This paper aims to develop a methodology that integrates effectively three modern surveying techniques (3D laser-scanner, terrestrial photogrammetry and aerial photogrammetry). The goal is to minimise field work time and to maximise in situ surveyed data, quantitatively and qualitatively. The process of information integration is undertaken afterwards by using a range of software: point-cloud managers and editors, digital photogrammetric applications and CAD assistants.

The Laboratories building of Fontilles (Alicante, Spain), object of this work, is in a state of ruin. However, it embodies one of the most important constructions within the architectural ensemble of the San Francisco de Borja's Sanatorium.

1. Introducción

Para poder documentar un edificio, bien sea para una intervención posterior o simplemente para su estudio, es fundamental conocer, por una parte, sus características dimensionales, métricas, formales y funcionales, y por otra, su complejidad histórica, sus características estructurales y constructivas y las condiciones de degradación [4]. Toda esta información conforma el levantamiento arquitectónico del edificio, clave en la conservación del patrimonio cultural, pues nos permite analizar, comprender y graficar la obra para, así, tener una documentación base sobre la que proyectar.

En el presente artículo desarrollamos la metodología realizada para el levantamiento que realizamos para el edificio de los Laboratorios (fig. 1) del Sanatorio de San Francisco de Borja en Fontilles, Alicante. El sanatorio, situado estratégicamente en la Vall de Laguart (Alicante, España) se funda a principios del siglo pasado para recoger, aislar y tratar a los enfermos de lepra. El conjunto está compuesto por más de 30 pabellones, construidos durante el siglo XX [4], de los cuales el edificio de los laboratorios sea quizá el más emblemático.

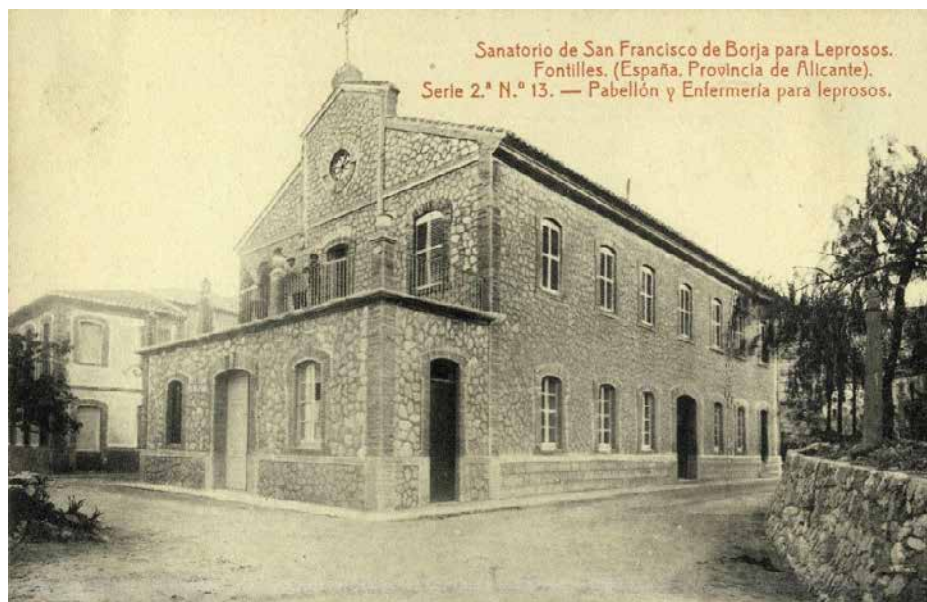


Imagen histórica del pabellón de los laboratorios. Fuente: Archivo Histórico de Fontilles. Fondos Fotográficos. Serie 2ª N° 13. Año de edición: 1924

Se trata de levantar un edificio en estado de ruina con un cierto riesgo de derrumbes. En 2007 se realizó un estudio geotécnico en el que se indicaba que la cimentación de “argamasa de piedra rejuntada con mortero de cal, cuyo conjunto es deleznable” ha perdido capacidad

portante debido a “filtraciones de aguas externas”, dando lugar a asientos “tanto en los muros exteriores del edificio como en las cimentaciones interiores sobre las que asienta la solera y, sobre ella, toda la tabiquería interior”.

Por tanto, en una situación como esta, toda esta información geométrica debe ser obtenida de la forma más rápida y efectiva posible. En este sentido, la tecnología digital ha revolucionado esta disciplina pues ha agilizado de manera sobresaliente el trabajo de campo amen de haber mejorado la toma de información geométrica y gráfica cualitativa y cuantitativamente.

Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto de investigación en curso (El Sanatorio de San Francisco de Borja de Fontilles. Modelo de análisis para la recuperación integral de complejos sanitarios de valor patrimonial HAR2013- 42060-R) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España.

2. Objetivos

El objetivo fundamental de esta investigación es el desarrollo de una metodología con la que llevar a cabo el levantamiento métrico arquitectónico de un edificio en ruinas. Debido al mal estado de conservación del edificio, nuestra intención es minimizar los tiempos del trabajo de campo –principalmente aquellas tareas que se realicen en el interior del edificio– sin menoscabar la cantidad de información recogida. Para ello será necesario el empleo de técnicas no invasivas que permitan un alto grado de detalle en la captura de la realidad.

Las técnicas a las que nos referimos son, efectivamente, las que hacen uso de sensores, tanto activos como pasivos. En el primer grupo se encuentran los escáneres láser terrestres –tanto los de diferencia de fase como los de tiempo de vuelo– y las estaciones totales, cada vez menos usadas en el ámbito de la arquitectura debido a la generalización de los primeros. En el grupo de los sensores pasivos, encontramos los sistemas SFM (*Structures From Motion*) capaces de generar modelos tridimensionales a partir de fotografías tomadas desde posiciones desplazadas relativamente (fotogrametría digital).

Una variante de esta última técnica sería la fotogrametría digital aérea, para la que requeriríamos de un dron en el que instalar nuestra cámara fotográfica. Los drones son cada vez más accesibles y su uso se ha extendido en los últimos años para diferentes sectores (vigilancia, control de cultivos, ocio...).

Con todo, una vez tomada toda la información, definiremos una metodología para integrar las tres técnicas indicadas, aprovechando los puntos fuertes de cada una de ellas para obtener un modelo tridimensional completo de alta precisión del edificio de los laboratorios que incluya además las texturas reales de los paramentos para así obtener los fotoplanos (plantas, alzados, secciones) que sean necesarios.

3. Método y Proceso de Investigación

3.1. Escáner Láser Terrestre

Instrumentación

Para el levantamiento mediante Escáner Láser Terrestre (*Terrestrial Laser Scanner*, TLS) se utilizó el escáner Leica HDS6200, de la compañía Leica Geosystems, de “tecnología de rastreo láser ultra-rápida de diferencia de fase”, según describe la compañía. Este escáner emite un haz continuo y de potencia modulada. Midiendo la diferencia de fase entre luz emitida y recibida, calcula la distancia al objeto. [3]

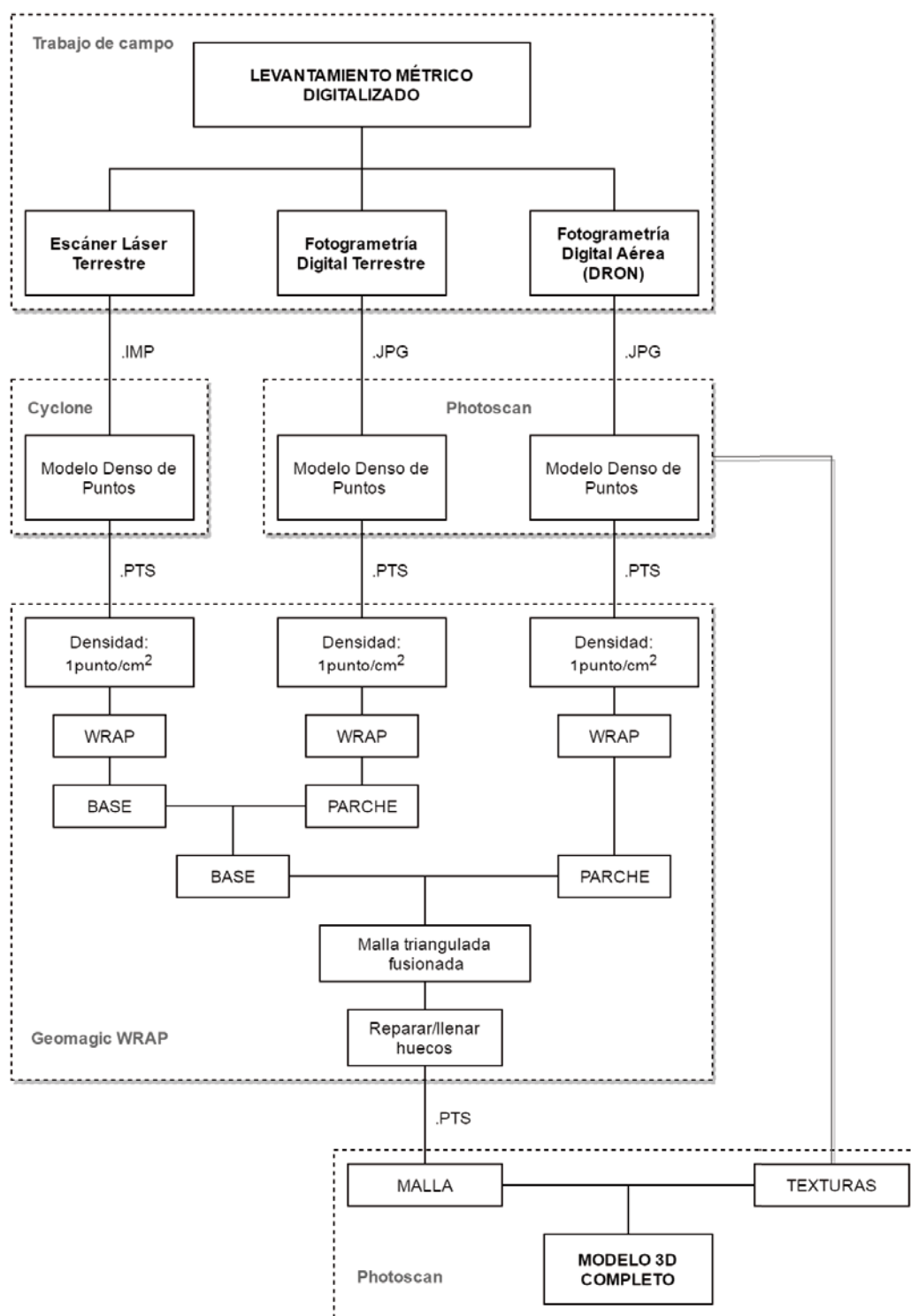
Según el fabricante, la velocidad máxima de barrido es superior al millón de puntos por segundo (1.016.727 puntos/segundo) y llega a 79 metros de distancia, con 90% de albedo, y a 50 metros con 18% de albedo. Se garantiza por el fabricante una precisión de hasta 5 milímetros de error con un 18% de albedo en un rango de hasta 50 metros.

Trabajo de campo

El tiempo que puede dedicarse al trabajo de campo suele ser limitado por diversas causas, como por ejemplo, en este caso, el estado de conservación del edificio. Además, la instrumentación normalmente es alquilada por lo que hemos de realizar el trabajo de campo lo más rápidamente posible. En este sentido, conviene dedicarle tiempo al estudio previo del edificio a levantar (dimensiones, estancias...) para poder planificar las estaciones necesarias y reducir tiempos.

Las estaciones se realizaron acorde a lo planificado: en el exterior, en esquinas y frente a las fachadas, con una separación entre estación y estación de unos 15 metros; en el interior, al menos una por estancia y en los umbrales de las puertas para relacionar estancias contiguas. La idea es tener superficie de solape con suficiente definición para que el empalme de nubes de puntos contiguas se realice correctamente.

Para agilizar el proceso de escaneado, no usamos ningún tipo de dianas, lo que supone realizar un registro no automático de las nubes, es decir, identificando puntos comunes manualmente. Fueron necesarias 86 estaciones, con alta resolución (a 10 metros, una resolución de 6.3 x 6.3 mm), de vuelta completa (360° en horizontal, 310° en vertical). Cada estación tardaba 3'22", según los datos del fabricante. En total el trabajo de campo se realizó en 8 horas por dos técnicos.



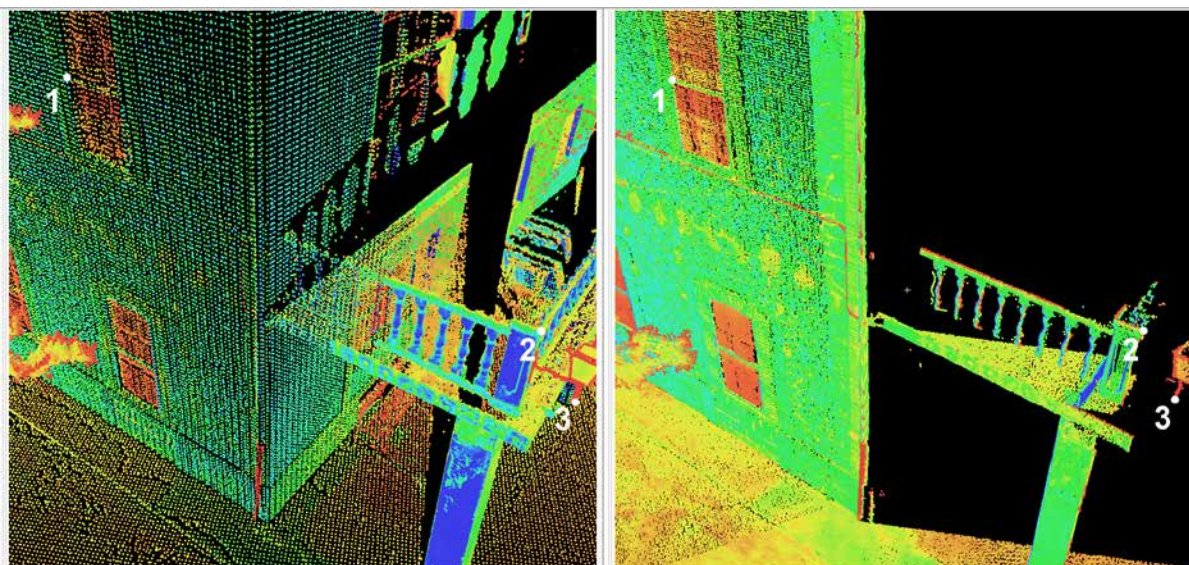
Flujo de trabajo. Elaboración propia. Eduardo Baviera Llópez.

Trabajo de gabinete

Lo primero fue importar a Cyclone 6.0 la base de datos generada en el propio escáner al ordenador de trabajo. Una vez importados todos los escaneos, abrimos el panel de registro, en inglés *registration*. El proceso es el siguiente:

- 1.º Añadimos los escaneos (*scanworlds*) a empalmar.
- 2.º Abrimos simultáneamente dos *scanworlds* diferentes, normalmente sucesivos, y marcamos al menos 3 puntos comunes para alinear los dos modelos. Es conveniente muchas veces indicar puntos redundantes – seis o más –, para que al menos 3 sean aceptados. (fig. 3)
- 3.º Creamos una restricción o *constraint* (orden *Add cloud constraint*) entre ambas nubes de puntos. Cyclone añadirá el *constraint* siempre que los puntos indicados sean coincidentes dentro de un rango de tolerancia.
- 4.º Optimizamos la alineación entre ambos *scanworlds* (orden *Optimize cloud alignment*). Cyclone obtiene una muestra de los puntos para calcular iteradamente la desviación de cada uno ellos. En cada iteración modifica la posición relativa de los modelos. Cuanto mayor sea la cantidad de puntos tomada y mayor el número de iteraciones fijado, más precisa será la alineación de los modelos, pero mayor será también el tiempo de cálculo [1].
- 5.º En este punto registramos emparejamiento (orden *register*), para que el último *scanworld* se añada al modelo general, junto con los *scanworlds* ya empalmados.
- 6.º Tras el *register*, Cyclone podrá encontrar nuevos *constraints*, es decir, nuevas relaciones entre las diferentes nubes de puntos automáticamente (orden *Autoadd cloud constraint*). Al terminar el *autoadd* tendremos que repetir el *register* para los nuevos *constraints*.

El modelo completo, con el registro de los 86 *scanworlds* se terminó en 40 horas (48 horas, incluyendo el trabajo de campo). Está formado por 1.103.397.457 puntos, con un error medio cuadrático de 27 mm.



Empalmado de dos escaneados contiguos. Elaboración propia. Eduardo Baviera Llópez.

3.2. Fotogrametría Digital Terrestre

Mediante la fotogrametría digital podemos obtener modelos tridimensionales SFM (*Structure From Motion*) texturizados a partir de fotografías tomadas desde diferentes puntos.

Instrumentación

Las fotografías se realizaron con una cámara réflex Canon EOS 550D, de 18 MP, y un trípode extensible de aluminio. Para controlar los cambios de color producidos por la variación de la luz solar, se utilizó un *color-checker* de grises.

Trabajo de campo

Los trabajos previos necesarios son análogos a los del levantamiento mediante escáner láser. Además de conocer el edificio, el número de fachadas y estancias, con el fin de estimar el tiempo necesario, es especialmente importante considerar las orientaciones del edificio para tratar de tomar las fotografías en sombra.

Para el levantamiento fotográfico de las fachadas se procedió por pasadas horizontales. El solape ha de ser del 50% como mínimo, tanto en horizontal como en vertical. Cuantas más veces aparezca un mismo punto en las fotografías, mejor será la orientación de las cámaras.

Según la pasada se fijó la distancia focal dependiendo de la distancia hasta el objeto (24, 35 y 85 mm). La cámara se configuró en modo manual (ISO = 100) para obtener la mayor nitidez posible, apertura = f/11 y tiempo de exposición = 1/15 s.

Gracias al entorno escalonado, la parte del tejado fue posible capturarla parcialmente: El faldón oeste se pudo fotografiar al 90% y el este al 20%.

Las estancias interiores, se levantaron de manera análoga al exterior.

Trabajo de gabinete

Se descartaron las fotografías defectuosas. En total, 680 fotografías exteriores y 8339 interiores. Se realizó el balance de color en Photoshop, y se guardaron en JPG con la máxima calidad y resolución (5184 x 3456 pixels).

Importamos las fotografías a Agisoft Photoscan 1.1.3 y las clasificamos por grupos *chunks*. Dispusimos un *chunk* por cada estancia del edificio y otro para las fotografías del exterior. Para cada *chunk* se siguió el proceso descrito a continuación.

Aplicamos una máscara –o canal alfa- sobre los puntos que no nos interesan para evitar que el programa ralentice el cálculo. Las máscaras se dibujaron en Photoshop y se importaron en formato PNG.

Con los fotogramas ya preparados, se procedió a la alineación. Photoscan resuelve la orientación de las fotografías en el espacio encontrando y relacionando puntos comunes en las fotografías. Para los fotogramas que el software no consiguió alinear, insertamos manualmente marcadores en puntos reconocibles. Con los parámetros de “alta precisión” y “preselección de pares genérica” obtuvimos una nube de puntos dispersos.

Para escalar y orientar el modelo, insertamos una serie de GCPs (Ground Control Points) cuyas coordenadas se obtuvieron del modelo realizado previamente con el escáner laser.

Una vez hecho esto, realizamos una optimización de los parámetros de calibración de las cámaras (f , c_x , c_y , k_1 , k_2 , k_3 , k_4 , aspect , skew , p_1 , p_2) para mejorar la precisión del modelo. Se obtuvo un error total de 0.026924 m.

Una vez que obtuvimos la orientación de las cámaras ya fue posible continuar con la creación de la nube de puntos densa. Para ello, establecimos los parámetros de calidad alta (utiliza puntos reconocibles en cada imagen escalada con factor 1/2) y filtro de profundidad moderado.



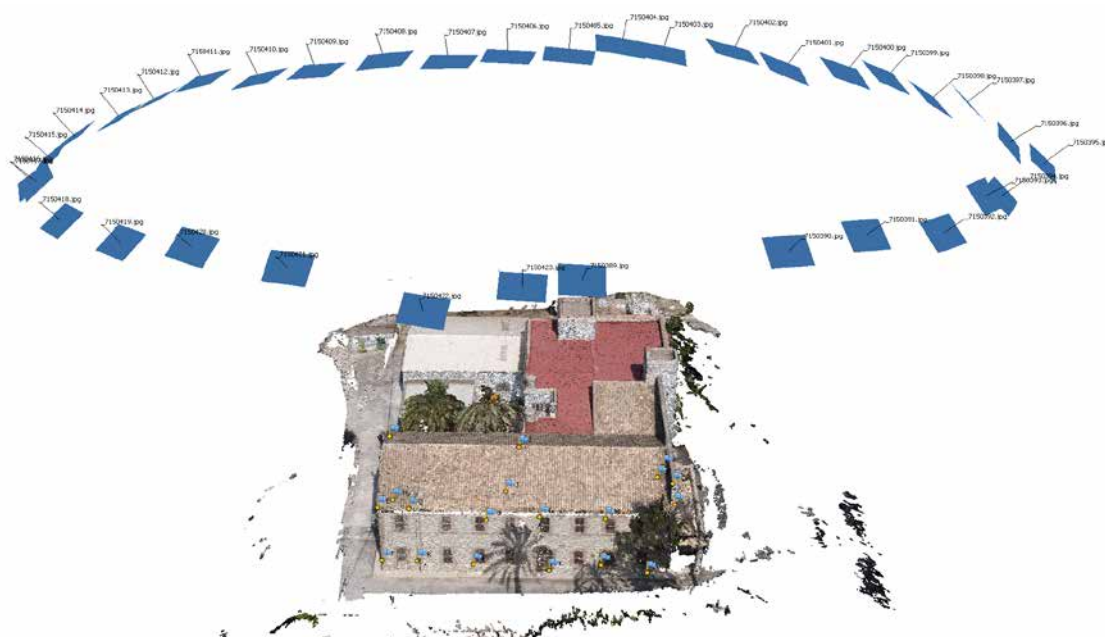
Modelo denso de puntos realizado mediante fotogrametría digital terrestre. Elaboración propia. Eduardo Baviera Llópez.

3.3. Fotogrametría Digital Aérea

Para la toma fotográfica aérea fue preciso un UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) cuadricóptero en el que se montó una cámara compacta Olympus E-PM2 de 16 MP, con una relación focal $f/5$, un tiempo de exposición de 1/2000 segundos, ISO-200 y una distancia focal de 12 mm.

Se planificó un vuelo automático debido a la cantidad de obstáculos en el entorno (edificios de diferentes alturas, árboles, desniveles). Se diseñó un recorrido circular alrededor del edificio, a 30 metros de altura aproximadamente, sobre el suelo. Gracias a la tecnología GPS, el UAV es capaz de volar manteniéndose encarado a un punto en el espacio. De este modo, el edificio quedaba encuadrado en las 35 fotografías planificadas a lo largo de la trayectoria.

Descargadas las fotografías (formato ORF) el procedimiento era análogo al del apartado anterior: Alineación, orientación, escalado y control de errores mediante GCPs, optimización, construcción de la nube densa de puntos, la malla triangulada y, por último, la textura.



Modelo denso de puntos realizado mediante fotogrametría digital aérea. Elaboración propia. Eduardo Baviera Llópez.

3.4. Integración de los modelos

Dependiendo de las características del trabajo, las figuras podrán ir insertadas en el texto (Texto + Centrado) o incorporadas al final de la comunicación.

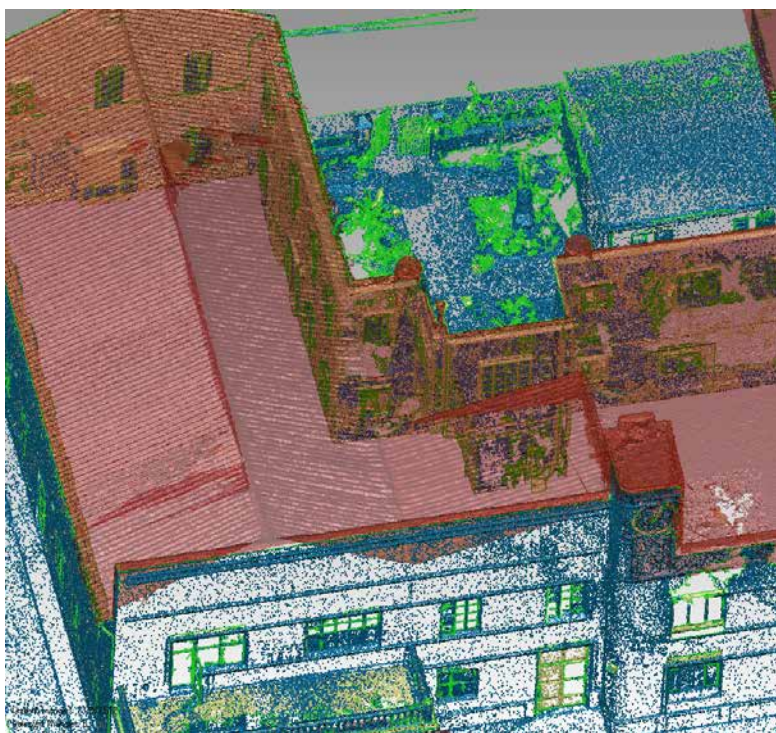
A grandes rasgos, el procedimiento consiste en tomar como base el modelo TLS -el más preciso- y completarlo con los otros dos modelos SFM (terrestre y aéreo), que nos proporcionarán las texturas y la información gráfica que falta en el modelo TLS.

Lo primero que hicimos fue dividir, en Cyclone, el modelo de puntos TLS en otros más pequeños en correspondencia con los *chunks* de Photoscan (exterior e interiores). Limpiamos el ruido (vehículos, personas...) de cada uno de ellos. Por su parte, los modelos SFM (terrestre y aéreo), generados previamente en Photoscan, ya estaban en el mismo sistema de coordenadas que el modelo TLS en virtud de los puntos de control (GCP) insertados anteriormente.

Para cada estancia se importaron a Geomagic Wrap los modelos correspondientes (TLS y SFM). Elegimos el formato PTS, que almacena en una matriz las coordenadas de cada uno de los puntos, y aplicamos una reducción selectiva a cada modelo: 1 punto por cada centímetro cuadrado, dejando más densidad en las zonas de mayor curvatura.

Una vez reducidos, transformamos los objetos de puntos en mallas triangulada (*mesh*) usando el algoritmo Wrap, que funciona mejor que otros cuando se trata de reconstruir modelos arquitectónicos, como Poisson, por ejemplo, que habría generado un modelo con esquinas demasiado suavizadas. [5]

A continuación procedimos a la integración de los tres modelos. El comando “Parche” (*Patch*) de Geomagic permite completar los huecos de un modelo usando otro modelo como “parche”. El objeto que haga de “base” debe ser el que más detalle contenga. Donde se solapen ambos modelos prevalecerá el objeto “base”. Procediendo como se indica en el diagrama de flujo (fig. 2) obtuvimos un modelo integrado de alta densidad, con algunos errores en la *mesh* generados durante la triangulación, que fueron corregidos con las herramientas de reparación de Geomagic.



Proceso de integración de dos modelos *mesh* diferentes en Geomagic Wrap con el sistema de “parches”. En azul el objeto “base”, en rojo el “parche”. Elaboración propia. Eduardo Baviera Llópez.

4. Resultados

Se importaron el modelo exterior y cada uno de los modelos parciales interiores a Photoscan dentro de su correspondiente *chunk*. En este punto ya fue posible obtener las ortofotos

de los alzados, plantas y secciones. Para estas últimas fue necesario cortar la parte del modelo que nos interesaba y desactivar las cámaras que no la afectaban porque si no distorsionarían el mapeado [2]. Se fijó un tamaño de pixel de 0,008467 metros para que a 300 píxeles por pulgada (118,11 píxeles por centímetro) estuviera a una escala 1:100.

Finalmente se texturizó la malla triangulada y así terminamos el modelo de alta densidad, que servirá como base tanto para los estudios constructivos, estructurales y patológicos como para futuras propuestas de intervención sobre el Pabellón de Laboratorios.



Fotoplano. Planta baja del edificio de los laboratorios de Fontilles. Elaboración propia. Eduardo Baviera Llópez.



Fotoplano. Sección del edificio de los laboratorios de Fontilles. Elaboración propia. Eduardo Baviera Llópez.



Fotoplanos. Alzados sur y norte del pabellón de los laboratorios de Fontilles. Elaboración propia. Eduardo Baviera Llópez.

5. Conclusiones

En la presente contribución se ha descrito un flujo de trabajo para combinar e integrar los modelos densos tridimensionales del edificio de los laboratorios del Sanatorio de Fontilles resultados de tres metodologías diferentes de levantamiento (TLS, SFM terrestre y SFM aérea).

La información que aporta cada uno de los modelos es diferente: mientras que con el modelo realizado con el escáner láser obtenemos la geometría de las paredes y estancias interiores, los modelos SFM permiten captar la geometría no visible para el primero (las cubiertas), muchas veces incluso aunque lo situemos en edificios adyacentes o en andamios ligeros. [5]

El modelo 3D final, resultante del proceso de integración descrito, es un modelo de alta densidad de información del que se pueden derivar otros modelos con diferente grado de detalle necesarios en otras fases del proyecto de investigación que nos ocupa.

Dejando a un lado las particularidades del caso, creemos que las ideas propuestas son útiles para casos de características semejantes.

6. Citas y Referencias bibliográficas

- [1] Simposios y conferencias: Baviera Llópez, Eduardo María, José Luis Denia Ríos, Jorge Llopis Verdú, and Jorge Francisco Martínez Piqueras.(2016) "DIGITALISED METRIC SURVEY OF THE LABORATORIES BUILDING AT FONTILLES SANATORIUM USING THREE DIF-." In *XIII Congresso Della Unione Italiana Del Disegno*, Firenze, 1–11.
- [2] Baviera Llópez, Eduardo María, Jorge Llopis Verdú, José Luis Denia Ríos, and Rafael Emilio Marín Tolosa. (2016) "INTEGRATION OF THREE METHODOLOGIES IN ORDER TO OBTAIN A COMPLETE MODEL OF THE LABORATORIES BUILDING OF FONTILLES ." In *XIII Congresso Della Unione Italiana Del Disegno*, Firenze, 1–8.

- [3] Llópez Baviera, Eduardo María, Pablo José Navarro Esteve, Rafael Emilio Marín Tolosa, and Jorge Francisco Martínez Piqueras. (2014) “Levantamiento Arquitectónico Digitalizado de La Fachada Oeste de Los Laboratorios Del Sanatorio San Francisco de Borja de Fontilles.” *Arché*: 1–6.
- [4] Marín Tolosa, Emilio Rafael, and Francisco Hidalgo Delgado. (2014) “Sanatorio de San Francisco de Borja, Fontilles. Secuenciación Arquitectónica. Análisis Y Evolución de Sus Estructuras Y Técnicas Constructivas.” In *Emerge2014. Jornadas de Investigación Emergente En Conservación Y Restauración de Patrimonio*, eds. María Victoria Vivancos, María Teresa Doménech, Mercedes Sánchez Pons, and Julia Osca Pons. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València, 535–44.
- [5] Meschini, Alessandra, Enrica Petrucci, Daniele Rossi, and Filippo Sicuranza. (2014) “Point Cloud-Based Survey for Cultural Heritage. An Experience of Integrated Use of Range-Based and Image-Based Technology for the San Francesco Convent in Monterubbiano.” *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives* 40(5): 413–20.