

UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

REVISTA UD Y LA GEOMÁTICA

<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/UDGeo/index>UD y la  
GEOMÁTICA

## Fotogrametría SfM como herramienta para la preservación del patrimonio cultural de Bogotá (Colombia): caso de estudio La Rebeca

Photogrammetry SfM as a tool for the preservation of the cultural heritage of Bogotá - Colombia: case study La Rebeca

Anamaria Páez Cuervo<sup>1</sup>, Juan David Gonzales Hernández<sup>2</sup>, Erika Sofia Upegui<sup>3</sup>

**Para citar este artículo:** Paéz-Cuervo, A., Gonzales-Hernández, J.D. y Upegui, E. (2020). Fotogrametría SfM como herramienta para la preservación del patrimonio cultural de Bogotá (Colombia): caso de estudio La Rebeca. UD y la Geomática, (15) PP-PP.

Fecha de envío: 15 de agosto de 2019

Fecha de aceptación: 12 de diciembre de 2019

### Resumen

Según la Unesco, el patrimonio cultural es a la vez un producto y un proceso que suministra a las sociedades un caudal de recursos que se heredan del pasado, se crean en el presente y se transmiten a las generaciones futuras para su beneficio. De acuerdo con sus necesidades, cada país ha reglamentado y emprendido acciones tendientes a la conservación de su patrimonio. En el caso de Bogotá (capital de Colombia), diferentes normas han sido promulgadas buscando proteger y preservar el patrimonio cultural. En ese sentido este proyecto busca aportar, desde la academia, en la virtualización del patrimonio cultural de la ciudad usando las tecnologías disponibles y específicamente la fotogrametría SfM. Para esto, cerca de 120 imágenes fueron adquiridas del monumento de *La Rebeca*, localizado en el centro de la ciudad, y el cual ha tenido la necesidad de ser reconstruido luego de varios actos de vandalismo que han afectado su estructura. Con una cámara comercial no métrica y los *softwares* libres *Regard3D* y *Meshlab* se logró la reconstrucción tridimensional de este monumento. A pesar que hay aspectos por mejorar en la captura de los datos que

<sup>1</sup> Estudiante de ingeniería catastral y geodesia, semillero GRSS-IEEE, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, [ampaezc@correo.udistrital.edu.co](mailto:ampaezc@correo.udistrital.edu.co)

<sup>2</sup> Estudiante de ingeniería catastral y geodesia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, [jdgonzalez@correo.udistrital.edu.co](mailto:jdgonzalez@correo.udistrital.edu.co)

<sup>3</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de ingeniería, Grupos GEFEM y GRSS-IEEE UD, Bogotá, Colombia, [esupeguic@udistrital.edu.co](mailto:esupeguic@udistrital.edu.co)



garanticen el cumplimiento a cabalidad del objetivo de este proyecto, los resultados son prometedores para la conservación del patrimonio cultural de la ciudad para que sean conocidas por futuras generaciones.

**Palabras clave:** fotogrametría SfM, patrimonio cultural, La Rebeca, *Regard3D*, *Meshlab*.

**Abstract:**

According to Unesco, cultural heritage is both a product and a process that provides societies with a wealth of resources that are inherited from the past, are created in the present and passed on to future generations for their benefit. According to their needs, each country has regulated and undertaken actions aimed at the conservation of its heritage. In the case of Bogotá (capital of Colombia) different norms have been promulgated seeking to protect and preserve the cultural heritage. In this sense, this project seeks to contribute, from the academy, in the virtualization of the cultural heritage of the city using the available technologies and specifically SfM photogrammetry. For this, about 120 images were acquired from the Rebeca monument, located in the center of the city, and which has had to be reconstructed after several acts of vandalism that have affected its structure. Using a non-metric commercial camera and the free software *Regard3D* and *Meshlab*, the 3D reconstruction of this monument was achieved. Although there are aspects to be improved in the capture of the data that guarantee the fulfillment of the objective of this project, the results are promising for the conservation of the cultural heritage of the city to be known by future generations.

**Keywords:** Photogrammetry SfM, Cultural Heritage, La Rebeca, *Regard3D*, *Meshlab*

**Introducción**

Según Casado Gálvan (2009) el concepto de *patrimonio* es producto de la aparición de la Historia como disciplina autónoma en la primera mitad del siglo XIX. Con la Convención de 1972 para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural, la Unesco establece que ciertos lugares de la Tierra tienen un *valor universal excepcional* y pertenecen al patrimonio común de la humanidad. En cuanto, el patrimonio cultural, la Unesco (2013)



establece que en su más amplio sentido es a la vez un producto y un proceso que suministra a las sociedades un caudal de recursos que se heredan del pasado, se crean en el presente y se transmiten a las generaciones futuras para su beneficio. La noción de patrimonio es importante para la cultura y el desarrollo en cuanto constituye el *capital cultural* de las sociedades contemporáneas. En aras de garantizar la conservación del patrimonio, muchos países han promulgado leyes y normas que tienden a protegerlo. En el caso de España, la Ley 16 de 1985, del Patrimonio Histórico Español, declara los Bienes de Interés Cultural e incluye las manifestaciones culturales más importantes. En Chile, en 1929 fue creada la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (DIBAM), que es el organismo de carácter público que se relaciona con el Gobierno a través del Ministerio de Educación (Gobierno de Chile, 2005). De acuerdo con las necesidades, cada país se ha organizado para tratar de conservar el patrimonio.

En el caso colombiano, la Ley 397 de 1997 establece que

[...]el patrimonio cultural de la nación está constituido por todos los bienes y valores culturales que son expresión de la nacionalidad colombiana, como la tradición, las costumbres y los hábitos, así como el conjunto de bienes inmateriales y materiales, muebles e inmuebles, que poseen un especial interés histórico, artístico, estético, plástico, arquitectónico, urbano, arqueológico, ambiental, ecológico, lingüístico, sonoro, musical, audiovisual, filmico, científico, testimonial, documental, literario, bibliográfico, museológico, antropológico y las manifestaciones, los productos y las representaciones de la cultura popular [...].

Según el (Ministerio de Cultura, 2015),

[...] el patrimonio cultural inmueble es el conjunto de bienes que se caracterizan por tener un cuerpo físico que puede ser dimensionado y se encuentra fijo a la tierra, que a su vez se relaciona con su entorno; así mismo, posee valores que conforman lazos de pertenencia, identidad y memoria para una comunidad. Se encuentra conformado por sitios históricos, patrimonio urbano, espacios públicos, patrimonio arqueológico y patrimonio arquitectónico. Estos pueden contar con declaratorias a nivel municipal, distrital, departamental o nacional.



Según la Secretaria Distrital de Planeación de Bogotá (capital de Colombia),

[...] el patrimonio construido del Distrito Capital está conformado por los Bienes de Interés Cultural tales como sectores, inmuebles, elementos del espacio público, caminos históricos y bienes arqueológicos, que poseen un interés histórico, artístico, arquitectónico o urbanístico. [...]

Los monumentos conmemorativos y objetos artísticos están constituidos por elementos y obras de arte, localizados en el espacio público, que por conmemorar hechos de la historia de la ciudad, o por sus valores artísticos o históricos, merecen ser conservados, aquí se incluyen los Bienes de Interés Cultural del ámbito Nacional. (Secretaria Distrital de Planeación, s.f.)

En Bogotá, el Instituto Distrital de Patrimonio Cultural (IDPC) creado a través del Acuerdo 257 de 2006 tiene por objeto la ejecución de políticas, planes y proyectos para el ejercicio efectivo de los derechos patrimoniales y culturales de los habitantes del Distrito Capital, así como la protección, intervención, investigación, promoción y divulgación del patrimonio cultural tangible e intangible y de los bienes de interés cultural. El Concejo de Bogotá promulgó en 2015 el Acuerdo 632, “por el cual se establecen estrategias para la preservación y defensa de los bienes conmemorativos, esculturas y otros bienes culturales ubicados en el espacio público”. En cumplimiento de este acuerdo, la Alcaldía a través del Decreto 628 de 2016 crea el programa “Adopta un monumento” que en cabeza del IDPC vincula entidades públicas y privadas para que cooperen con el manteniendo de los monumentos de la ciudad.

Bogotá cuenta con más de 560 bienes muebles inventariados, ubicados en el espacio público. Estos incluyen objetos como esculturas, placas, relojes y buzones, entre otros, que forman parte de la historia y la memoria de Bogotá, y dan cuenta de autores, artistas, técnicas e intenciones de carácter político, estético, conmemorativo, sagrado y/o funcional (Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, s.f.). Los bienes muebles en espacio público son susceptibles de deteriorarse de forma más acelerada que otro tipo de objetos al estar a la intemperie, y en algunas ocasiones y de manera desafortunada, ser blanco del maltrato.



En la última década, se han incrementado ostensiblemente las iniciativas para transformar el patrimonio tangible en patrimonio virtual (Díaz *et al.*, 2015; Torres y Delgado, 2017). No solo por la capacidad de almacenar grandes cantidades de información, sino también las nuevas posibilidades para su democratización entran en juego para el surgimiento de los conceptos de *patrimonio virtual* y *humanidades digitales* (Torres y Delgado, 2017). El primero se refiere a las herramientas que permiten convertir los bienes tangibles o intangibles en elementos virtuales con el objetivo de conservarlos. En cuanto a las humanidades digitales, el mundo digital no solo es la adaptación de las humanidades a una nueva era, sino que es la creación de una nueva disciplina con un papel más activo en el mundo digital. En ese contexto, se han creado tres grandes campos de acción de los proyectos que se inscriben en el contexto del patrimonio virtual, como la investigación, la educación y la divulgación. En los últimos años, universidades, museos y archivos se han puesto a la vanguardia de las humanidades digitales, y han encontrado en estas un potencial para mejorar los procesos de divulgación del patrimonio y del conocimiento en general; así, han demostrado que el patrimonio virtual es un tema de actualidad (Caro y Hansen, 2015). Esto, ya que el patrimonio que no se conoce, no se usa o no se visita, es como si no existiera; y el contenido que no tenga impacto en la comunidad será rápidamente olvidado de la misma forma que el patrimonio tangible es abandonado (Torres y Delgado, 2017). En ese contexto, el patrimonio virtual cumple un papel central en la preservación del patrimonio cultural de cualquier nación (Torres y Delgado, 2017) y la fotogrametría sigue siendo una de las herramientas más usadas para lograr ese objetivo.

En iniciativas de virtualizar el patrimonio (tangible e intangible) existen varios proyectos que utilizan la fotogrametría digital, como el trabajo de Lopez-Menchero Bendicho y su equipo (2017), quienes utilizan la fotografía digital nocturna y la fotogrametría para la documentación de petroglifos, los cuales al igual que los monumentos ubicados en espacio público al estar a la intemperie pueden deteriorarse y perderse. En este proyecto la documentación de los grabados se realizó con una cámara réflex montada sobre un trípode, y el proceso fotogramétrico se realizó en el *software Agisoft*, los modelos obtenidos fueron posteriormente exportados para trabajar en el programa *Meshlab*, para la aplicación de



filtros y realces. Por su parte, Ma'arof y su equipo (2013) usaron la fotogrametría de corto alcance para modelar y documentar monumentos históricos en Malasia apoyados en la normatividad de ese país (Act 645 de 2005 de regulaciones del patrimonio nacional), permitiendo así, a los futuros visitantes tener experiencias virtuales de recorridos en algunas partes del museo, como el palacio de Aladin, la galería y el templo. Para esto usaron una cámara fotográfica Mikon SLR DSO y un trípode, que ubicaron a distancias entre 2 y 4 metros, y se apoyaron en puntos de control terrestre con coordenadas conocidas, y usaron el *software Photodeler Scanner*.

Otras aplicaciones de la fotogrametría han permitido la digitalización de estructuras biológicas en tres dimensiones, más específicamente esqueletos de reptiles extinguidos expuestos en los museos (Fau *et al.*, 2016), en este caso en el Museo de Historia Natural de París, brindando un apoyo a la virtualización y análisis cuantitativos de los especímenes de gran talla. En este caso se usó una cámara réflex, se tomaron más de 2500 fotografías y se reconstruyeron los modelos 3D en los *softwares Agisoft* (privativo) y *VirtualSFM* (libre).

En 2018, Gudiño Maussan, Aguilar y Hernández-Rivera (2018) usaron la fotogrametría terrestre para –apoyados en más de 11 800 imágenes capturadas con diferentes cámaras de bajo costo, y usando los *softwares Virtual SFM, Meshlab, Cloudcompare y ParaView*– reconstruir modelos 3D con el fin de identificar huellas de dinosaurio (icnitas) en una unidad geológica en México.

Finalmente, Díaz Gomez y su equipo (2015, p 30) plantearon que, mediante el uso de contenidos virtuales,

[...] el patrimonio cultural puede dar un paso adelante y embarcarse en igualdad de condiciones en la nueva era de las TIC. Con los contenidos virtuales 3D se puede conseguir mayor y mejor difusión y *marketing*. El hecho de que se pueda enlazar a una página web hace que, además, se consiga una mayor difusión entre las nuevas generaciones, más proclives a la adquisición de información por este canal.



Este proyecto es una iniciativa de virtualización del patrimonio cultural y específicamente de los monumentos en espacio público del Distrito Capital con el objetivo de documentarlos y virtualizarlos, y así apoyar a su difusión y mantenimiento para la humanidad. El estudio de caso seleccionado es el monumento *La Rebeca*, el cual marca un hito en la ciudad al ser el primer desnudo exhibido en el espacio público de una ciudad religiosa, en 1926.

## **Materiales y métodos**

### **Zona de estudio**

El monumento *La Rebeca* está documentado como parte de la primera entrega de la guía de esculturas y monumentos en espacio Público de Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2008). En este trabajo, la autoría de la obra se le atribuye a Roberto Henao y se señala que la fecha de inauguración fue el 19 de julio de 1926. Sin embargo, el mismo trabajo reconoce que existen varias versiones sobre la autoría: en primer lugar, que fue adquirida en París por Laureano Gómez; otra versión se atribuye la obra al escultor Roberto Henao Buritica; y la tercera, que fue elaborada en los talleres de la Marmolería Italiana de Bogotá. Otros trabajos señalan que el monumento está hecho de mármol y fue elaborado en 1926 por la marmolería Tito Richi, en París, y posteriormente fue traído a Bogotá. Actualmente se encuentra en la plazoleta ubicada entre las carreras 12 y 13, y entre las calle 25 y 26, cerca de la torre Colpatria, en pleno centro de la ciudad. Sin embargo, esa no fue su localización inicial, ya que en 1926 fue inaugurada en la carrera 10 con calle 26, pero con motivo de la ampliación de la carrera 10, fue trasladada unos metros más al sur en 1958 (Alcaldía Mayor de Bogotá 2008).

*La Rebeca* se caracteriza por ser el primer desnudo en estar en el espacio público en un lugar con carácter religioso, está ubicado dentro de una fuente que se encuentra en gran estado de abandono, llena de residuos y con agua reposada (figura 1). *La Rebeca* ha sido víctima de varios actos de vandalismo en las últimas décadas (Alcaldía Mayor de Bogotá,



2008), igualmente se ha beneficiado de varios procesos de restauración, incluyendo la nariz que ha sido fracturada en dos ocasiones.

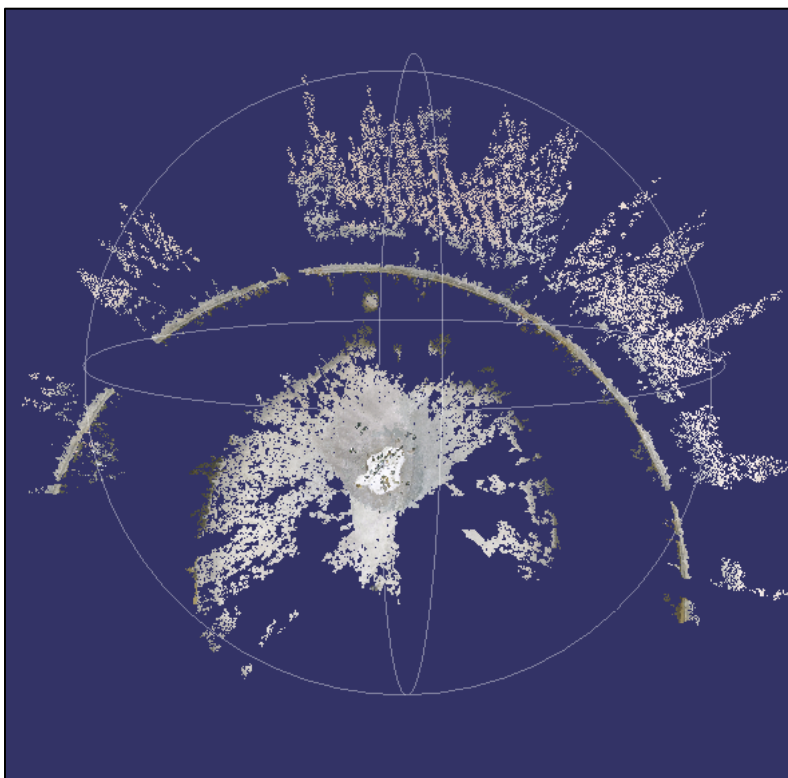


Figura 1. La Rebeca vista desde diferentes puntos de vista

En las iniciativas más recientes del Gobierno distrital, *La Rebeca* fue adoptada por el Idripron (2018), Asosandiego (Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, 2018) y la Secretaría Distrital de la Mujer. La adopción se formalizó mediante la Resolución 0180 expedida por el IDPC el 19 de abril de 2018.

Para este proyecto, se capturaron cerca de 120 imágenes con una cámara digital Samsung Techwin Co. Ltd., modelo Digimax A40 / Kenox Q1, la cual tiene una distancia focal de 6 mm, un tiempo de exposición de 1/125 s, cada imagen tiene un ancho de 1704 píxeles y alto de 2272 píxeles. Las fotos fueron tomadas a dos distancias, la primera aproximadamente a 4 m, haciendo un recorrido circular (figura 2) y paralelo al terreno; y la segunda, a 2 m, capturando las imágenes con cierta inclinación para obtener mejor los detalles de estas. Del total de las fotografías, solo se utilizaron 77 en la reconstrucción 3D.





**Figura 2.** Recorrido de las fotografías para la documentación de *La Rebeca*, vista nadir

### Fotogrametría SfM

La técnica de fotogrametría digital de estructura en movimiento (SfM, por su sigla en inglés) es considerada una metodología automatizada que parte de los principios de la fotogrametría estereoscópica creando superposición de imágenes ópticas obtenidas en distintos puntos de vista (Tomas-Jover *et al.*, 2016). Sin embargo, esta técnica describe la superficie como una estructura numérica a partir de un conjunto de puntos que han sido medidos a partir de distintas técnicas, la superficie se basa en una construcción matemática creada por algoritmos de reconstrucción superficial bajo cálculos de Poisson, Ball Pivoting o el VCG. Una característica particular de la fotogrametría SfM es que no requiere mantener fija la cámara a alguna base, la intervención del operador durante la construcción del modelo es mínima, la utilización de los puntos de control se reduce al punto que algunos *softwares* no los requieren (Pereira Uzal, 2013).



Los *softwares* que tienen la capacidad el procesamiento de imágenes mediante la fotogrametría digital SfM son de gran asequibilidad, existen un gran número de opciones gratuitas por lo que esta técnica se ha vuelto popular además de ser una técnica sencilla y rápida, sin embargo, los programas licenciados entregan entre los resultados un informe de los procesos que se dan internamente en el ordenador.

El modelado 3D es una herramienta que ha entrado a desempeñar un papel importante en la generación de patrimonio cultural de manera virtual, es utilizado por muchas ciudades con el fin de documentar los bienes de interés cultural con los que cuenta, a partir del uso de las nuevas tecnologías que han avanzado con gran velocidad en los últimos años, lo cual ha permitido que hoy hacer trabajos de documentación visual sea de bajo costo. Por otro lado, la obtención de estos modelos 3D de los elementos de interés cultural resultan de gran ayuda para los turistas de la ciudad (Caro, 2012), ya que les brinda una herramienta de visita virtual en la que pueden apreciar el monumento desde distintos ángulos. Un ejemplo de esta técnica es la aplicación de Google Earth, donde se pueden hacer visitas a distintos lugares reconocidos mundialmente.

### ***Regard3D***

*Regard3D*© es un programa SfM (estructura desde el movimiento), lo que significa que puede crear modelos 3D a partir de objetos utilizando una serie de fotografías tomadas de este objeto desde diferentes puntos de vista (Hiestand, 2018).

Es un *software* libre, contiene muchas bibliotecas y programas de terceros. Todos ellos se publican bajo una licencia de código abierto y no están restringidos en su uso ni están gravados por las patentes. Esto significa que todo el trabajo creado con *Regard3D* se puede utilizar libremente, comercialmente o no comercialmente. El código fuente de *Regard3D* se publica bajo la licencia MIT Copyright (c) 2015-2018 Roman Hiestand.

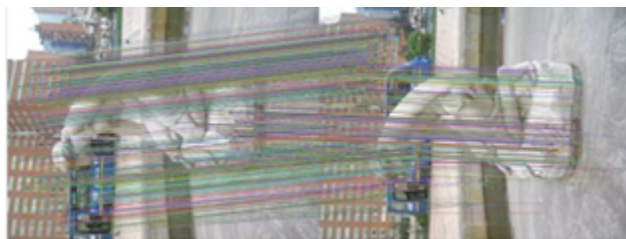
## ***Meshlab***

*Meshlab* es un sistema de código abierto que permite procesar y editar mallas triangulares 3D. Proporciona un conjunto de herramientas para editar, limpiar, curar, inspeccionar, renderizar, texturizar y convertir mallas. Ofrece funciones para procesar datos en bruto producidos por dispositivos/herramientas de digitalización 3D y para preparar modelos para la impresión 3D (Cignoni *et al.*, 2008).

## **Resultados**

### **Virtualización de *La Rebeca-Regard3D***

Para la generación de los modelos tridimensionales se ingresan las imágenes al *software*, el cual de manera automática detecta la cámara con la que fueron capturadas las imágenes y las propiedades de cada imagen. En el programa se genera una grilla a partir de matrices de puntos en común entre un par de imágenes, las cuales mediante a procesos matemáticos se crean triangulaciones que posteriormente se densifican bajo parámetros de cálculo como los de Poisson (utiliza la opción *Matches*). Este proceso muestra cuántos puntos en común tiene un par (figura 3), y tiene una duración de 20:01 minutos.



**Figura 3.** Puntos en común entre dos imágenes

En la triangulación se encuentran 74 de 77 cámaras con un número de 12 973 puntos en un tiempo de 02:46 minutos. En este proceso se selecciona la triangulación por medio de la técnica de SfM (figura 4).



**Figura 4.** Resultado de la triangulación

En el proceso de densificación se unen los puntos encontrados por medio del método *clustering views for multi-view stereo* (CMVS, por su sigla en inglés), como se ilustra en la figura 5. Este tiene una duración de 26:33 minutos.



**Figura 5.** Resultado de la densificación de puntos

### **Virtualización de *La Rebeca-Meshlab***

Con el fin de crear un modelo mucho más refinado, la densificación de puntos creada en *Regard3D* (figura 5) es exportada en un formato .mlp al *software Meshlab*. En este se eliminan puntos que no pertenecen al modelo del monumento (usando la opción “Seleccionar vértices” y luego “Eliminar vértices”). Lo que permite obtener la modelización de *La Rebeca* (figura 6).

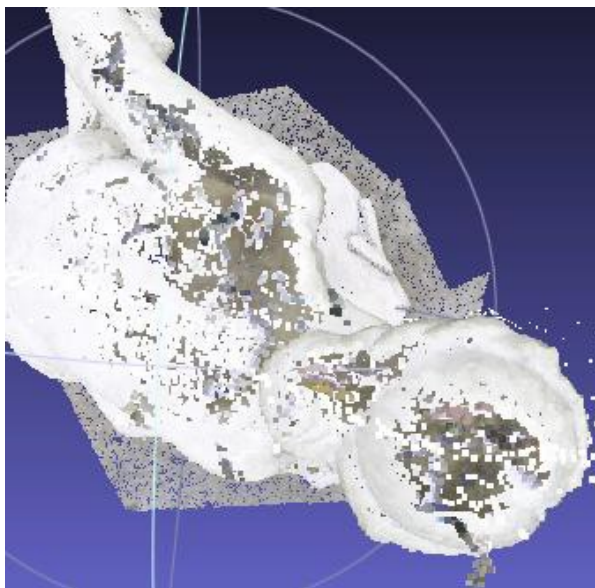
Además de la opción de eliminación de puntos ajenos al modelo, esta herramienta brinda una gran variedad de filtros que se aplican con el fin de mejorar la densificación de puntos, iluminación, y resolución de la reconstrucción.



Figura 6. Modelo 3D de La Rebeca

## Discusión

Es de suma importancia cómo se capturan las imágenes, ya que si bien la teoría disponible sostiene que la fotogrametría SFM no tiene en cuenta este aspecto (Rodríguez, Vidiella, Lázaro y Melo, 2015), en la práctica imágenes que habían sido tomadas de forma vertical no fueron aceptadas por el *software*. Esto estaría en consonancia por lo presentado en el trabajo de Lopez-Manchero *et al.* (2017). Además de factores importantes como la iluminación de la escena cumplen un papel fundamental, ya que, al estar frente a un objeto de color blanco, la luz del sol afecta en la toma y esto hace que el sistema no encuentre con facilidad los puntos en común entre las imágenes debido a que se presenta sobreexposición y ciertas áreas desaparecen formando una mancha blanca (figura 7). En este caso, la calidad y la resolución del detalle del modelo generado con el fin de tener un registro virtual del patrimonio cultural de la ciudad no son las esperadas, ya que no se genera el modelo para la totalidad de la superficie, y quedan espacios sin información y al momento de hacer un acercamiento se pierde la información, similar a lo que reportan en el trabajo de Colomo, Pérez, Gómez y Rosales (2016), lo que indica que es necesario tener más fotografías de estos sitios, principalmente la parte superior del monumento, la cual debido a la forma en que fue tomada no se registró.



**Figura 7.** Vista superior del monumento – zonas sin reconstruir

Sin embargo, en las zonas donde se tienen múltiples puntos de vista del mismo punto, la reconstrucción permite llegar a detalles que esbozan el potencial de la fotogrametría digital en la virtualización del patrimonio cultural, como se muestra en la figura 8.



**Figura 8.** Detalles de manos y pies del monumento

Los procesos realizados para crear este tipo de modelo a partir de la técnica SfM se dieron de manera automática; el usuario solo debe indicar el tipo de reconstrucción que se quiere y la triangulación a utilizar. En ese sentido, los resultados son prometedores, ya que, con soluciones de bajo costo, usando cámaras no métricas y *software* libre, se puede llegar a



una virtualización del patrimonio (Torres y Delgado, 2017), que ayude a las iniciativas de documentación del patrimonio cultural del Distrito (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2008).

En el caso que se tome esta iniciativa por parte del Distrito, es posible que la toma de fotografías se pueda realizar con un cierto tipo de aislamiento y preparación del monumento (Gudiño. Aguilar y Hernández-Rivera, 2018; Fau, Cornette y Houssaye, 2016) que pueden reducir los errores encontrados en este proyecto, permitiendo alcanzar plenamente el objetivo de la virtualización del patrimonio cultural a bajo costo.

### Conclusiones

El monumento *La Rebeca*, ubicado en el corazón de Bogotá (Colombia), fue utilizado como caso de estudio para realizar una aplicación de fotogrametría SfM con el objetivo de aportar a la virtualización del patrimonio cultural de la ciudad. Cerca de 120 fotografías fueron adquiridas y finalmente 77 fueron usadas para la reconstrucción 3D, la cual se realizó con el *software* libre *Regard3D*, y posteriormente editado y depurado en el *software* libre *Meshlab*. Los resultados son prometedores para ser utilizados como una alternativa a la conservación del patrimonio con tecnologías libre, con insumos de bajo costo y poco operador dependiente.

### Referencias bibliográficas

- Alcaldía Mayor de Bogotá (2008). *Bogotá un museo a cielo abierto: Guía de esculturas y monumentos conmemorativos en el espacio público*. Vol. 1. Bogotá.
- Caro J., (2012). Fotogrametría y modelado 3D: un caso práctico para la difusión del patrimonio y su promoción turística. IX Congreso Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Málaga (TuriTec'2012), 519-534.
- Caro, J. y Hansen, S. (2015). De la fotogrametría a la difusión del patrimonio arqueológico mediante *game engines*: Menga un caso de estudio. *Virtual Archaeology Review*, 6(12), 58-68.



- Casado Galván, I. (2009). Breve historia del concepto de patrimonio histórico: del monumento al territorio. [En línea]. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*. Recuperado de [www.eumed.net/rev/cccss/06/icg.htm](http://www.eumed.net/rev/cccss/06/icg.htm).
- Cignoni, P., Callieri, M., Corsini, M., Dellepiane, M., Ganovelli, F. y Ranzuglia, G. (2008). MeshLab: an Open-Source Mesh Processing Tool. *Computing*, 1, 129-136.
- Colomo, C., Pérez, J.L., Gómez, J.M. y Rosales, F.J. (2016). Metodología y aplicación práctica para la digitalización de Patrimonio Cofrade Mediante la Fusion de Datos de Laser Escaner y Fotogramétricos. *Arqueologia 2.0*, 110-117.
- Díaz Gómez, F., Jiménez, J., Barreda Benavent, A., Asensi Recuenco, B. y Hervás J. (2015). Modelado 3D para la generación de patrimonio virtual. *Virtual Archaeology Review*, 6(12), 19-28.
- Fau, M., Cornette, R. y Houssaye, A. (2016). Photogrammetry for 3D digitizing bones of mounted skeletons: potential and limits. *Comptes Rendus Palevol*, 15(18), 968-977. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.crpv.2016.08.003>.
- Gobierno de Chile (2005). *Memoria, Cultura y Creación: Lineamientos políticos*. Santiago de Chile: Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos. Recuperado de [http://www.patrimoniocultural.gob.cl/614/articles-5349\\_recurso\\_01.pdf](http://www.patrimoniocultural.gob.cl/614/articles-5349_recurso_01.pdf).
- Gudiño Maussán, J., Aguilar, F. y Hernández-Rivera, R. (2018). Aplicación de fotogrametría digital para el registro de las huellas de dinosaurio de la Formación Cerro del Pueblo (Campaniano tardío), Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 70(2), 307-324.
- Hiestand, R. (2018). *Regards 3D* (version 0.9.5). Windows. Switzerland: Open Source Inicitiave.





UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Instituto Distrital para la Protección de la Niñez y la Juventud (Idipron) (13 de agosto de 2018). *El Idipron adopta el monumento de La Rebeca*. Recuperado de <http://www.idipron.gov.co/idipron-adopta-un-monumento>.

Instituto Distrital de Patrimonio Cultural (12 de agosto de 2018). *Vive la primera 'adoptatón' de monumentos: gran regalo en los 480 años de Bogotá*. Recuperado de <http://idpc.gov.co/primer-adoptatón-de-monumentos/>.

Instituto Distrital de Patrimonio Cultural (s.f.). *Programa adopta un monumento*. Recuperado de <http://idpc.gov.co/monumentos-en-espacios-publicos/>.

Ley 397 de 1997 (Ley General de Cultura) agosto 07, Diario Oficial. Año CXXXIII. N.43102. 7, Agosto, 1997. Pag. 1

López-Menchero B., V., Ortega, M., Matthew, V., Cárdenas Martín-Buitrago, A.J. y Onrubia Pintado, J. (2017). Uso combinado de la fotografía digital nocturna y de la fotogrametría en los procesos de documentación de petroglifos: El caso De Alcázar De San Juan (Ciudad Real, España). *Virtual Archaeology Review*, 8(17) 64-74.

Ma'arof, I., Zubaidah Bahari, S., Abd Latif, Z., Aishah Sulaiman, N. y Manan Samad, A. (2013). Image based modeling and documentation of Malaysian historical monuments using Digital Close-Range Photogrammetry (DCRP). En *2013 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering*, 29 de nov.-1 de dic.

Ministerio de Cultura (28 de agosto de 2015). *Patrimonio cultural inmueble*. Recuperado de <http://www.mincultura.gov.co/areas/patrimonio/patrimonio-cultural-inmueble/patrimonio-arquitectonico/Paginas/default.aspx>.

Pereira Uzal, J. M. (2013) *Modelado 3D en patrimonio cultural por técnicas de structure from motion*. PH investigación [en línea], n.º 1, diciembre de 2013, pp. 77-87 <<http://www.iaph.es/phinvestigacion/index.php/phinvestigacion/article/view/12>>

Rodríguez Miranda, Á., Vidiella, P.P., Lázaro, R. y Melo, J. (2015). Reutilización de pares fotogramétricos de elementos arquitectónicos para la obtención de modelos 3D y ortofotografías a partir de técnicas SfM. *Arqueología de la Arquitectura*, 11, e024. DOI: <http://dx.doi.org/10.3989/arq.arqt.2015.004>.

Secretaría Distrital de Planeación (s.f.). *Bienes de Interés Cultural del Distrito Capital*. Recuperado de <http://www.sdp.gov.co/>

Tomás-Jover, R., Riquelme Guill, A., Cano González, M., Abellán Fernández, A. y Jordá, L. (2016). Structure from Motion (SfM) una técnica fotogramétrica de bajo coste para la caracterización y monitoreo de macizos rocosos. En Sociedad Española de Mecánica de Rocas (coord.), *Reconocimiento, tratamiento y mejora del terreno. 10 Simposio Nacional de Ingeniería Geotécnica* (pp. 209-216). 19, 20 y 21 de octubre. Coruña: España.

Torres Barragán, C. y Delgado Rojas, C. (2017). Patrimonio virtual y humanidades digitales: debates y puntos de encuentro. *Boletín OPCA: Monumentos y esculturas en el espacio público. La construcción de signos compartidos*, 12, 44-52.

Unesco (2013). *Managing Cultural World Heritage*. París: World Heritage Centre. Recuperado de <https://whc.unesco.org/document/125839>.