

Memoria de la medición escaneada de la *Flora* y el *Hércules Farnesio*

Miguel Ángel ALONSO RODRÍGUEZ

El levantamiento escultórico, medir y representar con precisión una escultura, ha sido una práctica poco habitual en el pasado. Esta ausencia sin duda está relacionada con la dificultad misma de medir una estatua. Con un compás de puntos y una cinta métrica se puede medir la distancia entre dos de sus puntos, pero no su posición relativa.

Tradicionalmente se ha medido su altura para dar una idea del tamaño en una descripción escrita que solía ir acompañada de un dibujo realizado del natural, sin ninguna escala ni medida, o de una fotografía.

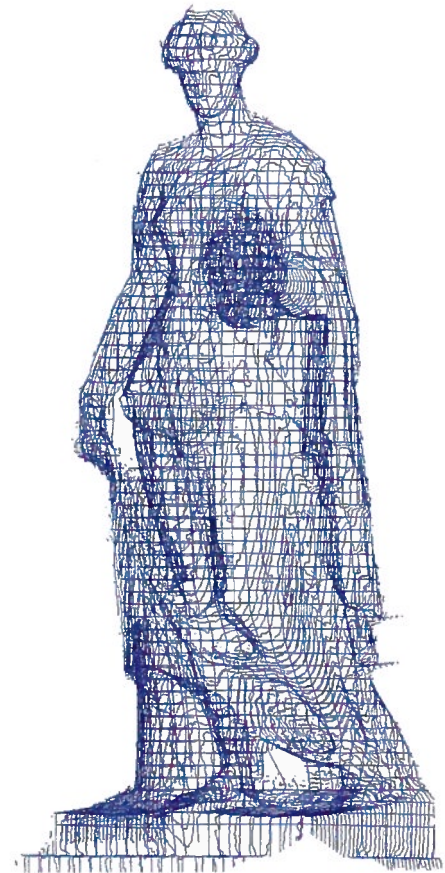
Y resulta de algún modo paradójico que a la vez la técnica del vaciado y la obtención de moldes ha permitido hacer réplicas de un modelo sin medir el original, y si la copia se hacía por puntos se podía incluso reproducir a otro tamaño y cambiarla de escala.

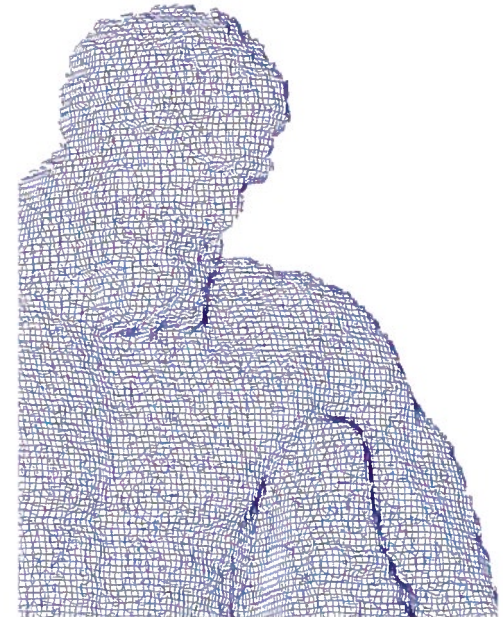
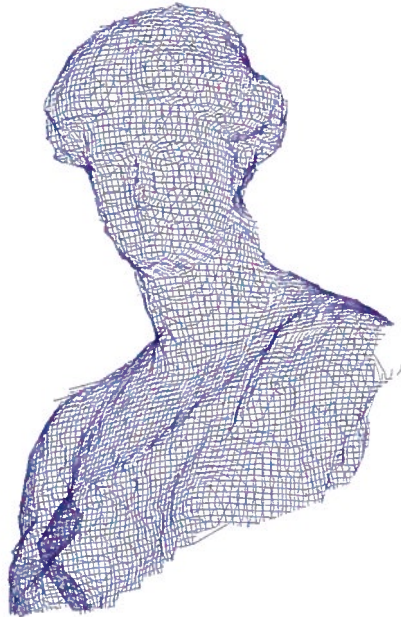
Los esfuerzos por resolver el levantamiento escultórico han llevado a algunos a idear un procedimiento para dar coordenadas a puntos de una estatua de modo que un punto de la misma quedara definido por su proyección en planta mediante un sistema de coordenadas polares cuyo origen estaría sobre un eje fundamental de la escultura, y su cota.

A pesar de lo valioso y notable de estos intentos, los primeros esfuerzos con resultados precisos en relación con el levantamiento escultórico han sido obtenidos por fotogrametría. Esta técnica se ha aplicado tanto al levantamiento de esculturas aisladas como elementos de conjuntos, por ejem-

plo las Cariátides del Erecteion, e incluso superficies escultóricas como las Cuevas de Altamira.

La fotogrametría siempre ha estado rodeada de un cierto halo de misterio y fascinación que daba precisión





y prestigio pero ha sido empleada en limitadas ocasiones al tratarse de una técnica muy específica y de difícil acceso.

Esta situación ha cambiado recientemente, pues en la actualidad y desde hace algunos pocos años, apenas diez, los nuevos métodos de adquisición masiva de datos mediante rayo láser, denominados escáner láser, permiten definir con precisión y de manera sencilla las formas escultóricas.

El procedimiento se basa en las técnicas de distanciometría láser que permiten determinar la distancia a la que está situado un punto al que se ha dirigido un rayo láser. Si además de la distancia conocemos angularmente la dirección del rayo, el punto queda definido por sus coordenadas.

Ahora bien, si en lugar de enviar un único rayo láser se efectúa un barrido, podemos definir la superficie escultórica mediante un conjunto de puntos denominado nube de puntos. El barrido no puede ser continuo sino discreto, pero en cambio su densidad superficial puede llegar a ser milimétrica. Por otra parte, mediante una operación de escaneado no es habitual poder llegar a definir un modelo escultórico completo. Normalmente es necesario rodear el objeto

escultórico de modo que no queden zonas sin escanear y a la vez evitar las obstrucciones. Finalmente se funden los escaneados parciales en uno único, lo que se realiza según diferentes sistemas y procedimientos.

La mayoría de los sistemas de escáner permiten obtener fotografías de manera que los puntos fotografiados tienen coordenadas, y de modo inverso a los puntos escaneados se les asocia el color correspondiente del punto de la fotografía para lograr de este modo nubes de puntos con su color.

Una operación habitual con las nubes de puntos es unirlos mediante triángulos superficiales y de este modo obtener la superficie del modelo escultórico. Esta técnica de levantamiento escultórico la hemos empleado con las estatuas del *Hércules* y la *Flora Farnesio* situadas en el zaguán de la sede de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

El escáner utilizado pertenece al Centro de Supercomputación y Visualización de Madrid, CESVIMA, y está adscrito al Departamento de Ideación Gráfica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid. Es el modelo LMS-Z420i de la marca Riegel que tiene una precisión nominal en la medida de puntos

de ± 5 mm para las distancias de escaneado empleada que no superaron los diez metros. El programa para la adquisición y posterior tratamiento de las nubes de puntos es el RiSCAN PRO, V1.21b.21 de la marca Riegl.

Las estatuas se encuentran próximas a los muros laterales del zaguán de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, por lo cual desde un principio conocíamos de la imposibilidad de escanear la parte posterior de las mismas.

Se diseñó un proyecto de levantamiento escultórico que contemplaba escanear cada estatua desde tres puntos de estación, uno frontal, estacionado en el suelo, y dos laterales, en los balcones de las escaleras que dan al zaguán y bajo las ventanas que dan a la fachada. Una vez realizados estos escaneados, surgió la posibilidad de emplear una plataforma elevadora y poder escanearlas desde más de tres metros de altura y así se hizo.

Finalmente cada estatua había sido escaneada desde siete posiciones diferentes. Cada uno de ellos se componía de uno general, con un barrido completo, y uno de detalle, sólo de la estatua. El escaneado general supone una captura de dos millones de puntos a través de una ventana de 360° por 90° realizado en cuatro minutos. El escaneado de detalle permite llegar a concentrar ese número de puntos en un área elegida.

Concluido el proceso se procedió a analizar los escaneados de detalle y finalmente se eligieron tres de cada estatua, uno frontal, desde tres metros de altura y dos laterales. No se emplearon los restantes al estimar que no contenían datos relevantes que no estuvieran en los tres elegidos. Los tres elegidos se fundieron, a partir de puntos comunes definidos en los escaneados generales respectivos, mediante ajuste por mínimos cuadrados respetando la precisión nominal del escaneado.

Estas dos nubes de puntos formadas por la unión de otras tres, se filtraron para eliminar puntos próximos, quedando formadas finalmente cada una por unos trescientos mil. El siguiente paso consistió en triangular la nube para obtener un modelo superficial mediante una malla poligonal.

Con la obtención del modelo de puntos y del modelo superficial el proceso de digitalización podía considerarse cerrado y un objeto físico había sido transformado en un modelo digital. De este modo disponemos de un modelo geométrico de un objeto físico en formato digital que puede ser analizado. El procedimiento más inmediato sería su inspección visual en la pantalla del ordenador, lo que permite obtener imágenes que pueden ser casi fotográficas.

Para indicar las cualidades geométricas del modelo digital se puede mostrar la malla espacial o las secciones que en la misma producen familias de planos paralelos. En el caso concreto de las estatuas del *Hércules* y la *Flora Farnesio* la aplicación inmediata es la comparación de modelos. Tratándose de copias, disponiendo de los modelos digitales de los originales podríamos compararlos y obtener una cartografía de las desviaciones producidas en el proceso de vaciado.

