



**VNiVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
CARTOGRÁFICA Y DEL TERRENO**

FACULTAD DE CIENCIAS
Plaza de la Merced, s/n
37008 SALAMANCA

Tno.: 923 29 45 00 Ext. 1563

**MEMORIA DE EJECUCIÓN DE
PROYECTO DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE:
“ADQUISICIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO A PARTIR
DE FOTOGRAFÍAS” (ID2013/105)**



Prof. D. Gabriel Santos Delgado
Dpto. de Ingeniería Cartográfica y del Terreno
Facultad de Ciencias
9 de junio de 2014
gsd@usal.es

Justificación.

D. Gabriel Santos Delgado, profesor del Departamento de Ingeniería Cartográfica y del Terreno, adscrito a la Facultad de Ciencias, como profesor responsable y coordinador del Proyecto de Innovación y Mejora Docente “Adquisición de modelos digitales del terreno a partir de fotografías”, presentado a la convocatoria de ayudas para proyectos de innovación y mejora docente 2013-2014 y valorado positivamente por la comisión evaluadora, con código **ID2013/105**, en atención a la base octava (justificación académica) de la convocatoria procede a presentar Memoria de Ejecución de dicho proyecto.

Introducción.

Con fecha 18 de octubre de 2013 se presentó la solicitud de ayuda para el proyecto “Adquisición de modelos digitales del terreno a partir de fotografías” dentro de la Convocatoria de Ayudas a Proyectos de Innovación y Mejora Docente 2013-2014.

La presentación se realizó dentro de la línea II de la convocatoria: Incorporación de recursos para actividades prácticas, con modalidad D: Proyectos impulsados por un profesor y/o vinculadas a un grupo de profesores.

Tras las reuniones de la Comisión Evaluadora de 22 y 29 de noviembre de 2013, se publicó su valoración positiva el 4 de diciembre de 2013 y se le adjudicó una financiación de 0,0 €.

Este proyecto se dirigía a alumnos de la asignatura “Topografía” (101226) de tercer curso de Grado en Ingeniería Geológica.

Debido a los condicionamientos de calendario, tanto por las fechas de la convocatoria como por la publicación de la resolución a primeros de diciembre de 2013 y dado que la asignatura a cuyos alumnos se dirigía el proyecto era de primer cuatrimestre, se optó por dejar pasar el periodo de exámenes del primer cuatrimestre y realizar la ejecución del proyecto a lo largo del segundo cuatrimestre.

El objetivo del proyecto, como reza su título, era la adquisición de modelos digitales en tres dimensiones a partir de fotografías, mediante el programa *PhotoScan*.

Se planteaban dos fases de trabajo: una primera fase, de campo, en la que se tomarían las fotografías que recogieran la realidad del modelo y en la que se harían las medidas de referencia oportunas para el dimensionamiento y orientación del modelo, y una fase de gabinete en la que se llevaría a cabo la implementación de dichas fotografías en el programa *PhotoScan* y la obtención de los modelos digitales en tres dimensiones.

Se presenta en esta memoria el proceso realizado para la obtención del modelo digital de la estatua a Nebrija, situada en el paseo de la calle Balmes, delante de la entrada de la Facultad de Ciencias. La elección de este ejemplo radica en que es una figura familiar y conocida y, así mismo, como muestra de la aplicación de técnicas “fotogramétricas” a la escultura. En este sentido hay que recalcar que la aplicación de la técnica sería la misma para levantar una fachada de un edificio o un talud; la diferencia vendría en el número y disposición de las fotografías y de los puntos de apoyo y su levantamiento.

EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

Primera fase.

En la primera fase, fase de campo, se realizó la toma de fotografías.

La disposición de las fotografías depende de la forma del objeto de interés. Si se tratase de un talud o ladera, la disposición buscaría un recubrimiento entre pares de fotografías a lo largo de la ladera. En el caso que nos ocupa, si bien se busca dicho recubrimiento, además, hay que “rodear” con las fotografías al modelo, de cara a obtener el modelo entero. En este sentido, hay que mencionar la dificultad de la toma de fotografías de la parte superior de la estatua, por lo que en el modelo se pierde detalle en esa parte a pesar de que el programa sí “cierra” el modelo.

En la imagen a continuación se muestra una serie de fotografías tomadas alrededor de la estatua:



El número de fotografías necesarias siempre irá en función del detalle que se quiera recoger en el modelo final. A más detalle serán necesarias más fotografías.

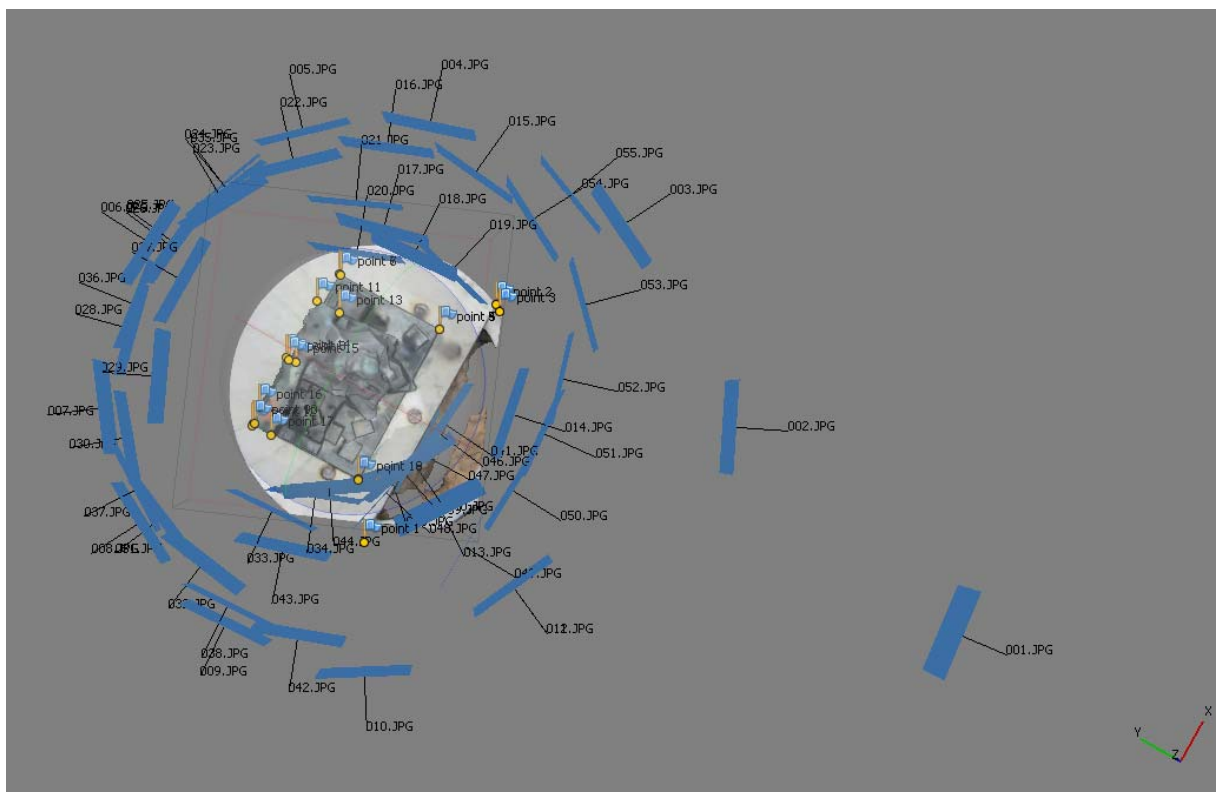
En este sentido hay que tener cuidado ya que, para facilitar el procesado, hay que hacer una serie de operaciones sobre las fotografías y este proceso puede llevar mucho tiempo cuantas más fotografías haya, a lo que habría que añadir la necesidad de más potencia de cálculo. Por lo tanto, hay que buscar un número adecuado, de forma que se recojan los detalles que se requieran, pero que no provoque un trabajo innecesario.

En el ejemplo se tomaron un total de 55 fotografías, aunque con menos hubiese sido suficiente para los propósitos de este proyecto.

Además de la propia toma de fotografías, se realizaron varias medidas entre puntos que servirían de control de tamaño y orientación del modelo. Esta operación se realizó con un flexómetro y se dieron coordenadas en un sistema local a tres puntos, partiendo de un punto **P1** con coordenadas (0,0; 0,0; 0,0). Esta parte del trabajo puede ocupar más tiempo dependiendo de la necesidad de georreferenciación del modelo pero, en cualquier caso, requeriría de levantar topográficamente los puntos de apoyo que se considerasen, sin tener que llevar a cabo un levantamiento topográfico completo, que es lo que se quiere evitar con este método.

El tiempo total dedicado a esta fase, en el caso que nos ocupa, no alcanzó los 40 minutos.

En la figura a continuación se muestra la disposición de las fotografías:



Segunda fase.

En esta segunda fase, fase de gabinete, se procede al trabajo con el programa *PhotoScan* que, a su vez, lleva varios pasos hasta la obtención del producto final.

El primer paso es crear un proyecto en el cual se introducirán las fotografías que queremos que participen en el modelo.

A continuación, antes de procesar nada, hay que hacer dos operaciones con las fotografías seleccionadas. La primera de estas operaciones es marcar en las fotografías los puntos de control. Estos puntos de control pueden tener coordenadas lo que daría directamente un tamaño y una orientación al modelo. En cualquier caso, aunque no tengan coordenadas, conviene indicar una serie de puntos sobre las fotografías de forma que el programa los reconozca y así le facilitemos el reconocimiento de zonas solapadas. De no tener coordenadas, se necesita al menos una distancia de referencia entre dos puntos para que en todo momento podamos controlar las dimensiones del modelo y, así, poder utilizarlo para hacer sobre él las medidas que se estimen oportunas.

En nuestro caso, se dio coordenadas a tres puntos y se indicaron hasta un total de 19 puntos de control.

En la fotografía a continuación se muestran varios puntos de control:



Como puntos de control se escogen puntos característicos, fácilmente identificables en las fotografías.

La otra operación que se debe realizar sobre las fotografías es la selección de la zona que se desea que participe en el procesado o, si se prefiere, crear la máscara sobre la zona que no se necesita para el modelo. Esta parte se entiende fácilmente dado que aquellas zonas de las que no se quiere modelo, como por ejemplo el cielo que pueda quedar recogido en las fotografías, en definitiva son píxeles que intervendrían tanto en el proceso de cálculo como en el modelo final consumiendo recursos de procesado, complicando la interpretación del modelo al programa y dando resultados que no se necesitan.

En la imagen a continuación se observa esta máscara:



Estas dos partes, indicación de los puntos de control y selección de zonas, son las que realmente ocupan más tiempo de operador; es por ello que el número de fotografías debe ser el adecuado.

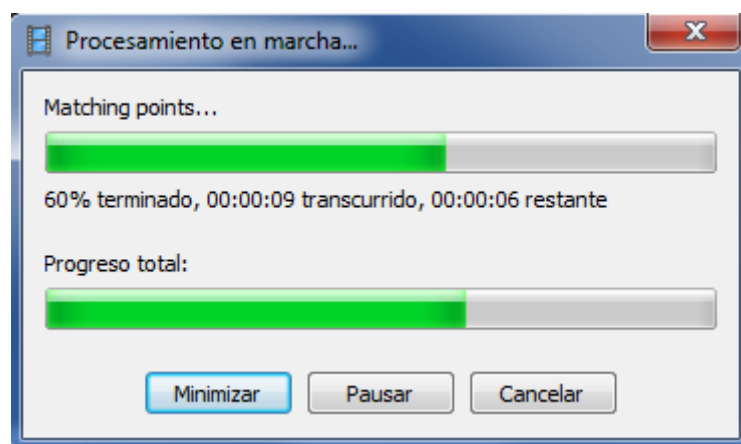
El resto del proceso lo realiza el programa y puede alargarse más o menos en el tiempo en función de la potencia de cálculo del ordenador utilizado, del número de fotografías y, algo muy importante, de la precisión requerida del modelo.

El flujo de trabajo que lleva el resto del proceso se puede automatizar de modo que el operador se puede dedicar a otras tareas.

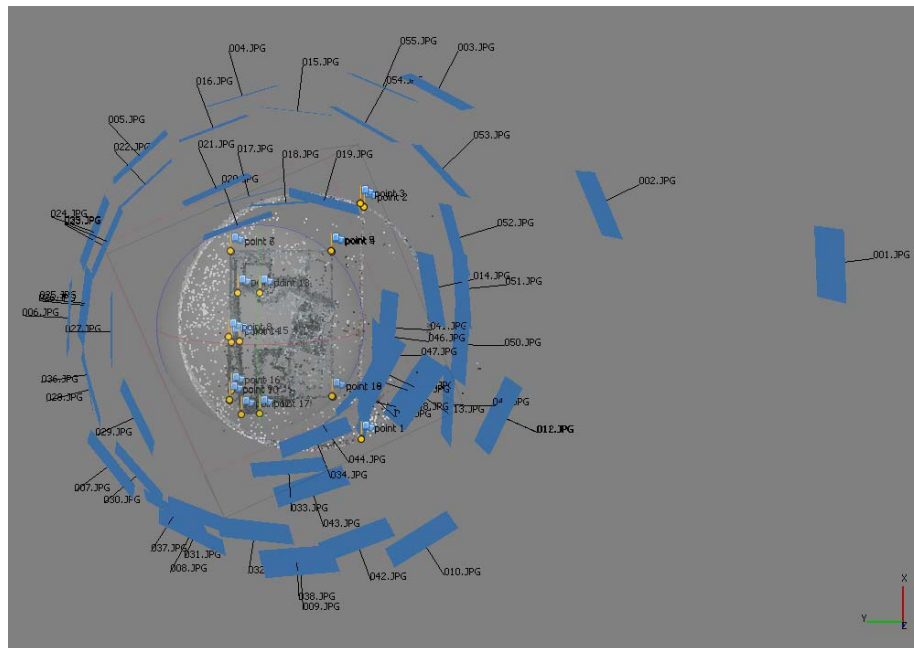
Las siguientes fases hasta la obtención del modelo son la “Orientación” de las fotografías y la “Creación de la geometría”.

La “Orientación” se refiere al alineamiento correcto de las fotografías y aquí es donde intervienen los puntos de control que le hayamos indicado así como los propios metadatos de cada fotografía (distancia focal, exposición...). De no darle los puntos de control, el programa trataría de identificar las zonas comunes entre cada par de fotografías sin ayuda, lo cual alargaría mucho el proceso de cálculo.

Durante el proceso de alineamiento sale este cuadro de diálogo:

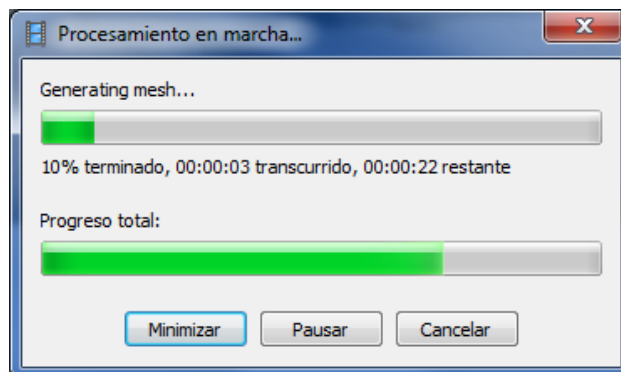
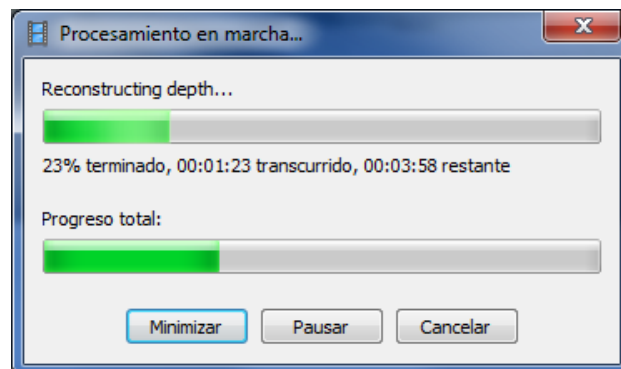


Una vez acabado el proceso de alineamiento, se obtiene una imagen con la posición de las fotografías:



Si, por el motivo que fuese, la posición de alguna de las fotografías no fuese la deseada, se puede eliminar de cara al siguiente paso.

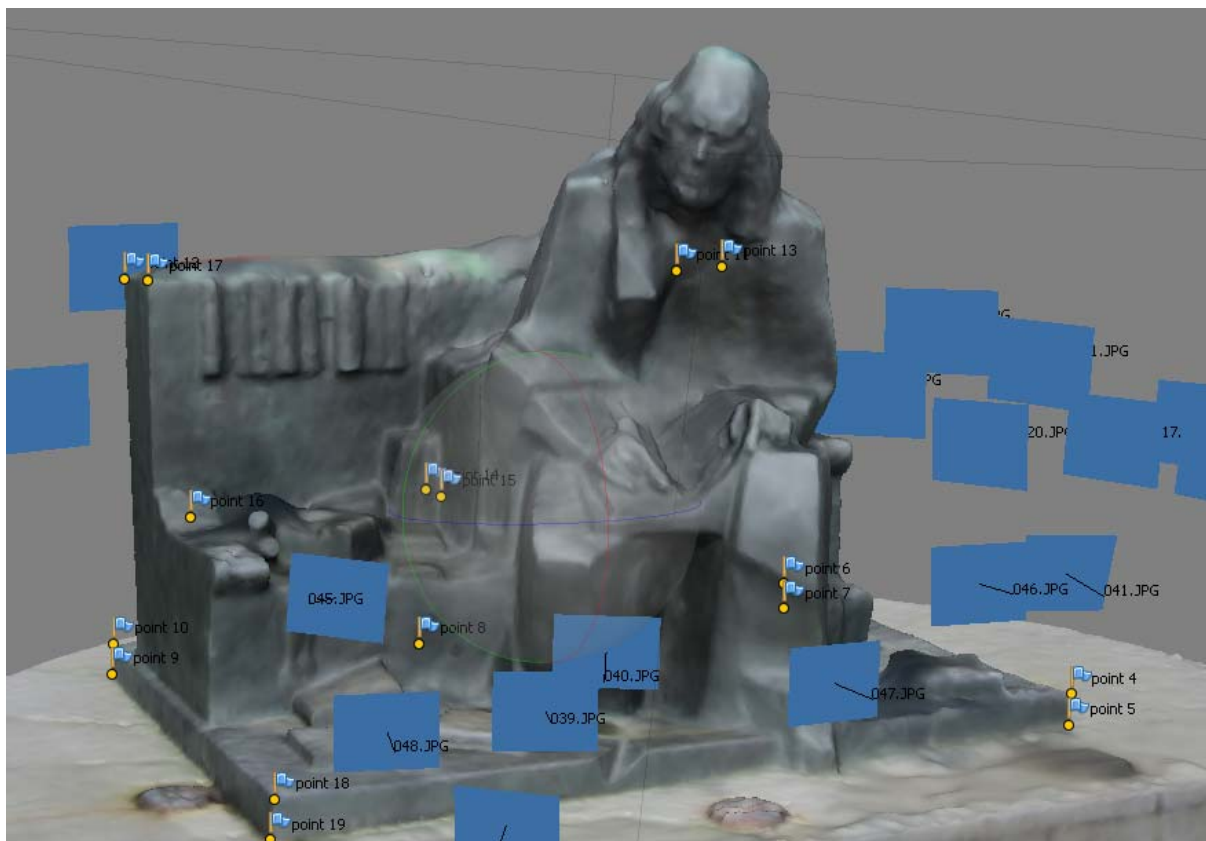
La “Creación” de la geometría es el cálculo del modelo en sí. Este paso lleva a su vez dos procesos: reconstruir profundidades y generar la malla.



Como fruto de este paso ya se llega a la obtención del modelo.

El programa ofrece un paso más que llama “Generar textura” y que está pensado para dar un mayor realismo a los modelos. En nuestro caso, en que sólo perseguimos la creación de geometría no se ha realizado ese último paso.

En el ejemplo que se presenta, se ha calculado un modelo de densidad media.



Una vez obtenido el modelo, se puede exportar en diferentes formatos, a modo de diferentes productos. Los distintos formatos están enfocados a distintos programas de tratamiento de modelos en tres dimensiones.

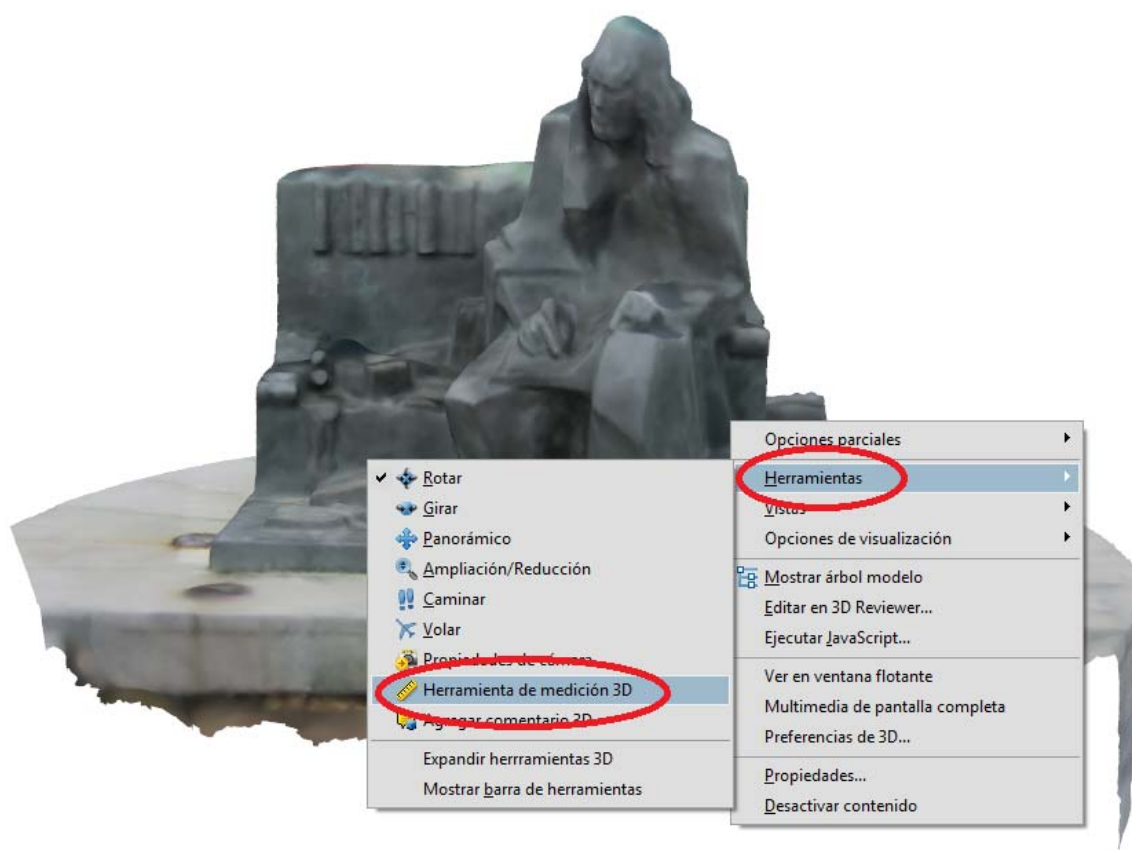
El producto más familiar en nuestro caso es el archivo **PDF** (*Portable Document Format*) en el que podemos visualizar el modelo en tres dimensiones, moverlo (girarlo y desplazarlo), hacerle más o menos zoom y, lo más importante para nosotros, podemos medir sobre él con las propias herramientas del programa *Adobe Acrobat Pro*.

PRODUCTO FINAL: MODELO DIGITAL 3D EN PDF.

Uno de los productos que podemos exportar de *PhotoScan*, una vez generado el modelo digital, es un archivo **PDF** que contiene al modelo y en el que, como se ha comentado, podemos realizar varias operaciones de manipulación y medida.

Para poder “operar” sobre el modelo en *pdf* picaremos sobre la ventana del archivo una vez abierto para que se visualice el modelo. Una vez que se visualiza el modelo se puede manipular directamente con ayuda del ratón. De no ser así, habrá que picar con el botón derecho sobre el modelo, picar en herramientas y escoger la acción deseada.

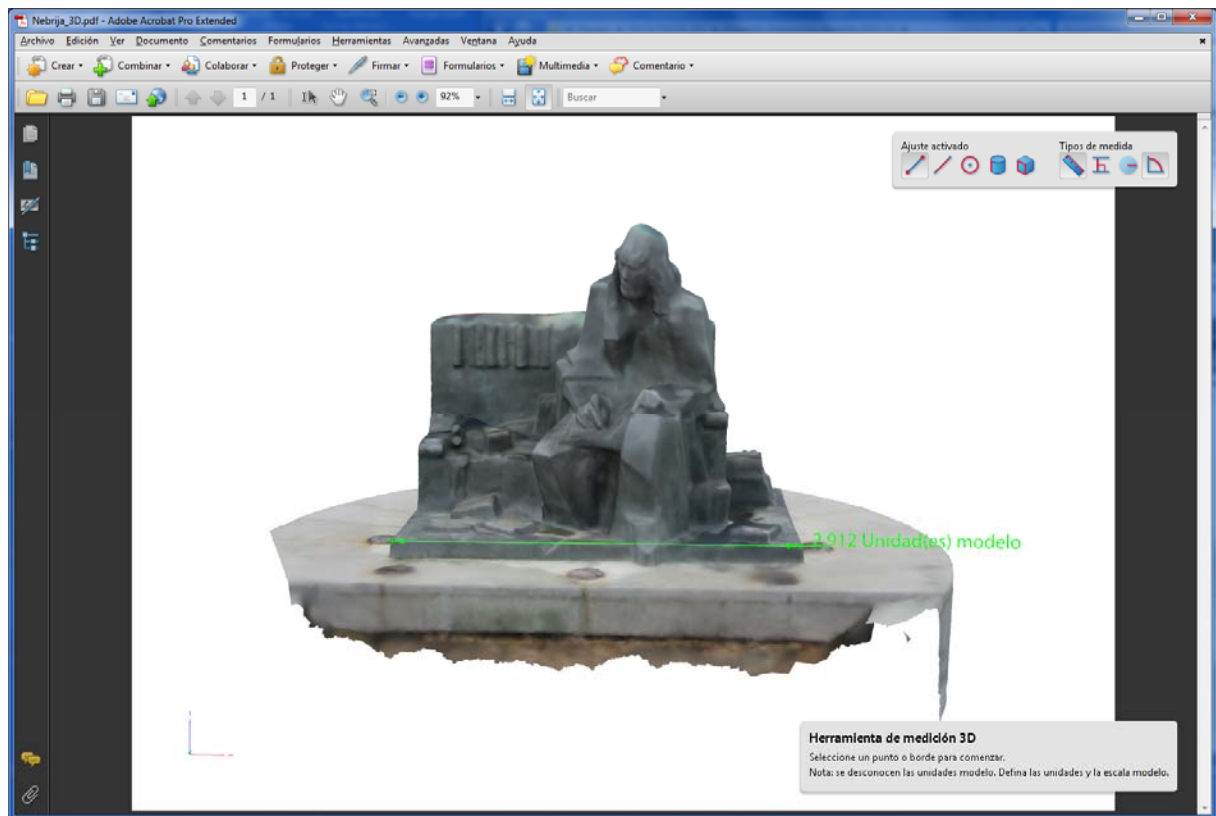
Para realizar medidas sobre el modelo, se pica con el botón derecho y aparecen las opciones que se muestran a continuación:



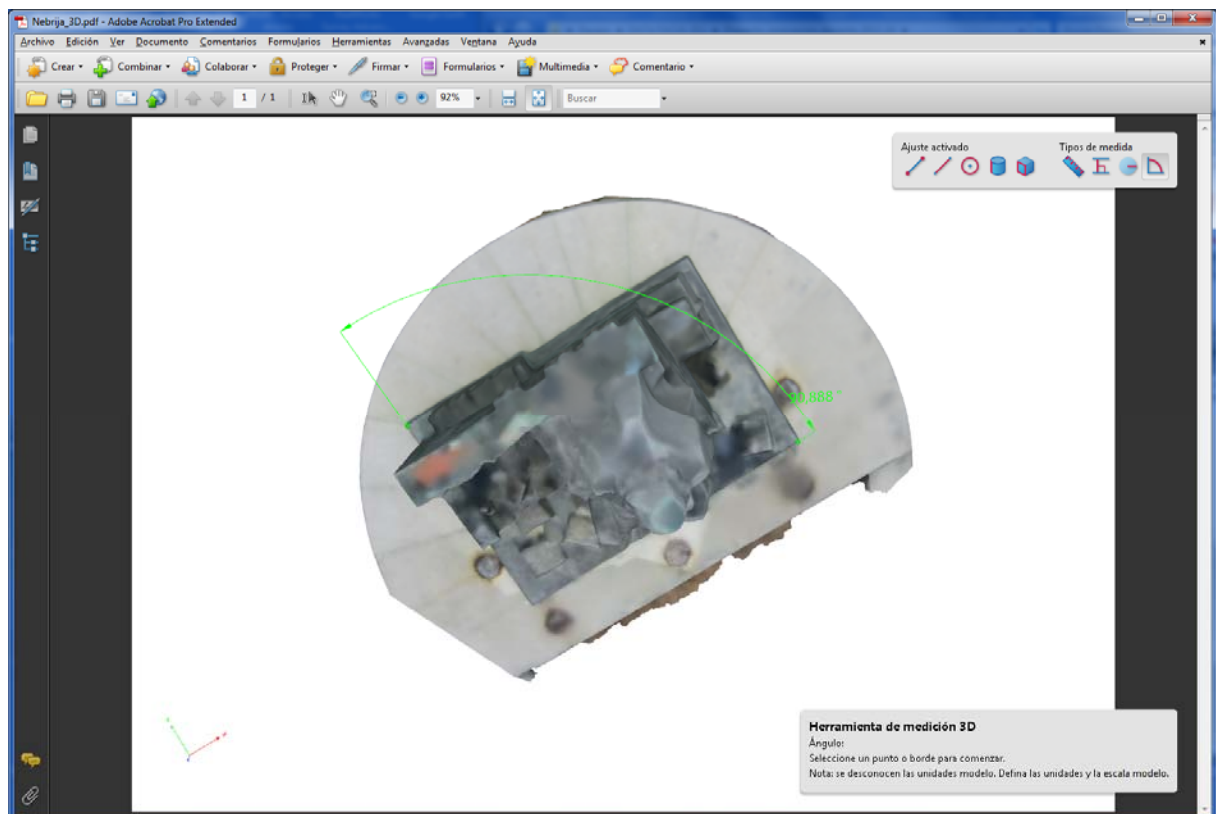
Una vez realizado esto, podremos medir, entre otras cosas, ángulos y distancias.

En la página siguiente se muestran dos imágenes, una con una medida de distancias y otra con una medida de ángulos. Estas medidas serán perfectamente válidas siempre que se tomasen medidas reales para referenciar el modelo. En este sentido hay que mencionar que se ha de trabajar siempre, desde el principio, en función de la precisión final requerida.

Medida de longitud:



Medida de ángulos:



A continuación se muestra un video en el que se pueden observar distintas posibilidades de manipulación y medida de las que estamos hablando:
(Se ruega se disculpe la baja calidad del video, pero más calidad implicaría más peso y es suficiente para mostrar las posibilidades.)



Como puede comprobarse, sin ir más allá de la herramienta puramente geométrica (es decir, sin entrar en las posibilidades de “reproducción” 3D de patrimonio u otras aplicaciones), el potencial de cara a la ingeniería es muy grande ya que una vez obtenido el modelo digital podríamos hacer sobre él prácticamente todo tipo de medidas geométricas.

Por último, se presenta el propio modelo digital para que el lector de esta memoria pueda interactuar con él.

