

Giravolt, el programa de digitalización 3D del patrimonio cultural catalán

Damià Martínez, Albert Sierra, Lluís González

15/07/2021

Abstract

1. La documentación y reproductibilidad del patrimonio cultural

El arte en general, y el patrimonio cultural en particular, han sido susceptibles de reproducción desde épocas muy antiguas. Diferentes culturas siempre han manifestado un gran interés por la realización de copias que, de manera más o menos exacta, replicaban originales. La escultura romana, con su fantástico y preciso sistema de traslado por puntos, es un buen ejemplo de ello, como también lo es toda la larga tradición de los copistas medievales.

Sin duda, la copia ha sido a menudo portadora de significación y de conocimiento al mismo nivel que el original. Sin embargo, la fructífera relación entre la una y la otra tomó un nuevo impulso con las reflexiones de Walter Benjamin, en su famoso e indispensable ensayo *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica*. A partir del siglo XX la copia se emancipa completamente de la dimensión artesanal y manual que había predominado en épocas anteriores y entrará de lleno en la posibilidad de reproducción por medios exclusivamente mecánicos, con la popularización de la fotografía. Anteriormente, con el grabado y la imprenta, el peso de los procedimientos mecánicos ya había ido ganando un terreno cada vez más irrenunciable. Pero la llegada de la fotografía reventará de golpe, al menos en cuanto a la reproducción de obras de arte, su posibilidad de copia mecánica. A partir de este momento se generará un debate sobre la verdadera autenticidad de la obra de arte (el aura, como decía el filósofo de la escuela de Frankfurt) que se alargará hasta nuestros días, bajo formulaciones y posibilidades tecnológicas renovadas.

A mediados de 2018, conscientes del gran momento de cambio que estamos viviendo, en el Departamento de Cultura empezamos a gestar un ambicioso programa de digitalización en 3D del patrimonio cultural, mueble e inmueble, de Cataluña. El programa, impulsado conjuntamente por la Dirección General del Patrimonio Cultural y por la Agencia Catalana del Patrimonio Cultural, se proponía no solo digitalizar, sino dar a conocer a todo el sector profesional esta tecnología. Se adelantaba así en la misma dirección que otras instituciones habían comenzado a recorrer fuera de nuestro ámbito. Porque, de manera similar a como había pasado con la irrupción de la fotografía, no fue su invención el gran motor de cambio, sino su popularización: procedimientos cada vez más sencillos y costes cada vez más bajos la introdujeron de manera permanente, y ya para siempre, en el mundo del patrimonio cultural, permitiendo nuevas formas de relación con las obras originales por parte de los estudiosos y de los gestores del patrimonio cultural. De forma similar, en la segunda década del siglo XXI los procedimientos de digitalización en 3D de objetos y edificios estaban abriendo nuevos mundos de posibilidades que resultaba ineludible aprovechar.

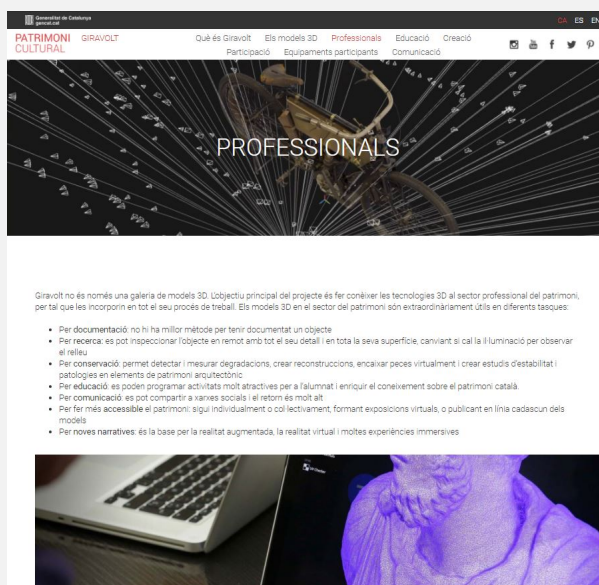
Los diccionarios catalanes definen *giravolt* como la vuelta completa de un cuerpo en el aire. Se trata de un concepto común en catalán, que empleamos con frecuencia aplicado a diversos usos, desde las curvas de carreteras y caminos hasta las volteretas y los juegos de infancia, pero tiene también una cierta acepción poética. Es un concepto que fusiona de manera muy bella dos palabras en una sola: *girar* y *voltar* (dar vueltas). Es un concepto muy ilustrativo cuando se aplica al descubrimiento y el disfrute del patrimonio cultural (especialmente al que se caracteriza por su volumetría) a partir de un modelo digital tridimensional. *Giravoltar* el patrimonio cultural es hacer, de alguna manera, lo que siempre hemos entendido que enriquecía la mirada, ver desde diferentes puntos de vista y alrededor.



Capture of the virtual model of Josep d'Arimatea.
Erill-la-Vall Descenso de la Cruz.

El programa que presentamos en este artículo es un proyecto con una doble finalidad: hacer y enseñar. Digitalizar y enseñar cómo hacerlo, crear y aprovechar desde las esferas creativa y educativa esta nueva "imagen" de nuestro patrimonio cultural. Giravolt se articula a partir de cuatro ejes vertebradores: la creación de un gran repositorio digital del patrimonio cultural mueble e inmueble de Cataluña (tan amplio y abierto como sea posible de concebir), la relación con el sector profesional, la vinculación con el ámbito educativo y, por último pero no en último lugar, la difusión y la promoción de la utilización de los modelos 3D creados.

Desde su presentación pública en la sala Ideal de Barcelona en diciembre de 2020, el programa Giravolt ha avanzado mucho, pero le queda también mucho trabajo por delante. Este artículo nos permite explicar y compartir con la comunidad profesional el estado de la cuestión, en qué consiste el programa, cuáles son los principales logros alcanzados y cuáles los próximos objetivos que nos marcamos, a corto y medio plazo. Lo escribimos tres de los cinco miembros que formamos la "comisión Giravolt", un equipo de trabajo interdisciplinario (formado también por Judit Figueras y Marta Sáez) que nos ha permitido dotar el programa de una gobernanza eficiente para un proyecto de esta envergadura y complejidad.



Web de Giravolt:
<http://patrimoni.gencat.cat/ca/giravolt>

2. La captación 3D, antecedentes y referentes

La captación de imágenes en 3D del patrimonio mueble e inmueble no es, como decíamos, una novedad en sentido estricto. Hay numerosos antecedentes y referentes aquí y en el extranjero que conviene citar y que nos ayudan a dimensionar su utilidad. Algunos usos ya están asimilados y son de solvencia contrastada. Otras posibilidades, en cambio, apenas empezamos ahora a intuirlos.

2.1. La utilidad de los modelos 3D en el patrimonio cultural

Los modelos 3D son herramientas de gran utilidad en diversas fases de trabajo de la gestión del patrimonio. Tenerlos nos permite registrar y documentar con un gran nivel de precisión el estado de conservación de una obra en un momento determinado. Nos proporcionan herramientas de apoyo útiles para el diagnóstico de obras de arte (ortofotografías, secciones, modelos sin texturizar, mediciones en tiempo real). Sirven de punto de partida para plantear restauraciones y anastilosis virtuales enfocadas a la difusión tanto de la obra de arte como de la inversión en conservación (estas intervenciones digitales después se pueden traspasar a soporte físico con la impresión de zonas perdidas para reintegrarlas a la obra, o se pueden convertir en realidad aumentada, visualizándolas por ejemplo con un dispositivo móvil directamente sobre la obra del modelo restaurado. Esto nos permite recrear el color original que podía haber en zonas perdidas, o hacer reintegraciones cromáticas sin necesidad de intervención directa sobre la obra. Los modelos 3D también permiten obtener reproducciones sin necesitar de moldear directamente la obra, por ejemplo, con un máximo respeto por el original o también servir de base para generar embalajes adaptados a medida.

2.2. Arquitectura, arqueología y paleontología

En la conservación del patrimonio es fundamental poder disponer de buena documentación gráfica que detalle cuál es el estado de los monumentos o los yacimientos arqueológicos, con el fin de poder alcanzar los objetivos que marcan la acción de la Dirección General de Patrimonio Cultural (DGPC): la protección, la conservación, el crecimiento, la investigación y la difusión del patrimonio.

Tradicionalmente y aún hoy en día, esta documentación consiste en la elaboración de planimetría 2D que representa la parte del monumento grafiada. Como es fundamental que la documentación sea de la máxima calidad y exactitud posible, la DGPC apostó hace quince años por el escaneado de monumentos. En esta línea, inició los primeros contactos con el escaneado con la tecnología *laserscan* con el objetivo de disponer de una información gráfica y física total de los monumentos. En un primer momento fueron seguimientos sobre trabajos ya realizados, posteriormente los primeros encargos a empresas para realizar este tipo de documentación tuvieron continuidad con las primeras pruebas piloto realizadas por los técnicos del departamento, hasta llegar al momento actual, en el que después de muchos esfuerzos se cuenta con material, equipos y formación necesaria para llevar a cabo este tipo de documentación de manera habitual.

Algunos ejemplos de estos trabajos son la documentación del monasterio de Escornalbou, el claustro del monasterio real de Santes Creus, el interior de la basílica de Santa Maria del Mar o el Palau Moja, entre otros.



Captura con escáner láser del Claustre de Santes Creus, 1.200 millones de puntos

En cuanto a la arqueología y la paleontología, la DGPC también tiene experiencia en escaneos en situaciones diversas en el territorio. El menhir de Mollet o las huellas de dinosaurio en Fumanya son dos de los primeros ejemplos en que se documentaron tridimensionalmente los hallazgos. En la actualidad, el Servicio de Arqueología dispone de técnicos formados para acometer estas tareas. En Cataluña, también otras entidades como el [Instituto Catalán de Arqueología Clásica](#) o diferentes unidades de la [Universidad Politécnica de Cataluña](#) hace tiempo que utilizan el 3D en sus trabajos de investigación sobre la arquitectura patrimonial catalana.

2.3. El escaneo de objetos de museo

Si hablamos de escaneo 3D en objetos de museos, hay que decir que los primeros ejemplos relevantes tenían como objetivo la obtención de copias. Nos referimos por ejemplo a [Esculapio de Empúries](#) o posteriormente al retablo de Bernat Saulet del Museo Episcopal de Vic. Si hablamos de investigación, sin embargo, dos museos de ciencias naturales han sido también pioneros en la utilización del 3D, el [Instituto Catalán de Paleontología](#) Miquel Crusafont y el [Museo de Ciencias Naturales de Barcelona](#). En cuanto a las entidades que conforman la Agencia Catalana del Patrimonio Cultural, el [Centro de Restauración de Bienes Muebles](#) ha utilizado la documentación 3D en varias ocasiones, pero el que ha tenido una actividad más destacada es el proyecto de escaneo y difusión que emprendió el Museo de Arqueología en Cataluña, que luego se extendió a la Arqueoxarxa, una colección de más de un centenar de objetos que se publicaron en internet en el canal de [Sketchfab](#) y también [en su web](#).

2.4. Los referentes internacionales

Sin embargo, si hablamos de antecedentes a nivel internacional, en cuanto a la documentación 3D y a su posterior utilización en diferentes tareas ha habido dos experiencias pioneras que han marcado definitivamente el camino al resto de instituciones que han trabajado la documentación tridimensional.

El primer caso es el proyecto [Scottish Ten](#) del Historic Environment Scotland, que, a partir del 2009, escaneó diez grandes monumentos del mundo, declarados Patrimonio Mundial. Con este ambicioso proyecto esta institución escocesa alcanzó un bagaje de gran valor y extendió su experiencia y su maestría a la gestión de los más de trescientos monumentos que tiene a su cargo. Así, el HES organizó un equipo de documentación digital que es en estos momentos uno de los grandes referentes europeos.

El segundo caso es el proyecto de documentación de la inmensa colección de la Smithsonian Institution. Esta organización, que gestiona diecinueve museos americanos, inició una potente política de digitalización de su diversa colección en 2009, primero en 2D y luego en 3D, y es una verdadera pionera tanto en lo que se refiere a

metodologías como, especialmente, en relación con la publicación de sus modelos [en acceso abierto](#), que ha marcado también tendencia.

3. El programa Giravolt

3.1. Los inicios del programa

En el año 2018, el Departamento de Cultura, la ACdPC y la DGPC consideraron que las tecnologías 3D eran estratégicas. Conferir esta relevancia a una tecnología y a todas las posibilidades que ofrecía fue el verdadero punto de partida para iniciar una serie de acciones piloto, por un lado, y la formación de técnicos a través de diferentes cursos y de la presencia en congresos internacionales, por otro. Esta asistencia y participación de algunos técnicos de ambas instituciones en, por ejemplo, la reunión de usuarios de los escáneres Leica en Madrid en 2018, en el congreso internacional sobre documentación 3D [Digidoc 2018](#) en Stirling (Escocia) o en el [2+3D Photography Congress](#) en el Rijksmuseum en 2019 en Ámsterdam (Países Bajos) fueron, en este sentido, decisivas.

Poco tiempo después la DGPC, tras experimentar durante unos años con los escáneres Leica de forma puntual, decidió adquirir uno propio, el Leica RTC360. Paralelamente, en 2018 se realizan una serie de escaneos piloto con fotogrametría que servirán como banco de pruebas y base para la planificación posterior del programa. Se escanean objetos de las colecciones del mNACTEC, del Museo de las Artes Escénicas, del Museo de Historia de Cambrils y del MAC-Barcelona.

En esta fase inicial, todas estas experiencias sirvieron para evaluar los resultados obtenidos con cada metodología de trabajo y para comprobar las limitaciones y las problemáticas, las necesidades de recursos humanos, técnicos y por supuesto económicos, así como las posibles utilizaciones de los modelos resultantes. A partir de ahí, a lo largo de todo el año 2019 se trabajó intensamente para definir conceptualmente los ejes de acción del programa y para empezar a vertebrarlos como una estrategia de acción bien planificada, con unos objetivos claros y medibles, que pudiera presentarse a las direcciones respectivas y recibir las correspondientes validaciones y asignación de recursos.



Vídeo presentación del programa Giravolt

3.2. Objetivos y acciones de Giravolt

El objetivo primordial de Giravolt es facilitar la introducción de las tecnologías 3D en toda la cadena de trabajo del patrimonio cultural. La intención del programa es:

- Conseguir que en tres años el conjunto del sector del patrimonio cultural catalán conozca estas tecnologías y las aplique de forma normalizada.
- Generar un corpus de objetos digitalizados, centrales para el patrimonio catalán, provenientes de diversos museos y centros, accesible para todos los públicos en una plataforma abierta. Este corpus debe mostrar la calidad y la diversidad del patrimonio catalán, recogiendo todas las épocas, las temáticas, las procedencias geográficas y los tipos de patrimonio.
- Obtener un modelo 3D, en nube de puntos, de todos los edificios propiedad de la Generalitat de Catalunya que están declarados Bien de Interés Cultural Nacional.
- Crear estándares de aplicación del 3D al patrimonio que sean de referencia para el sector.

- Generar atención internacional hacia el patrimonio cultural catalán.
- Impulsar la utilización de estos modelos en actividades educativas, en interactivos, aplicaciones artísticas, de realidad aumentada y realidad virtual.
- Establecer las condiciones para la creación de un ecosistema del 3D en el patrimonio cultural catalán, integrado por museos, entidades, profesionales, empresas, universidades y centros de investigación.
- Poner en marcha un proyecto que permita al ACdPC liderar el escaneo digital en 3D del patrimonio cultural en Cataluña y colaborar con otras iniciativas ya existentes.

Para alcanzar estos objetivos se han establecido cuatro ejes de actuación (creación de corpus digital, relación con el sector profesional, relación con el ámbito de la educación y difusión), en los que se ordenan una serie de acciones:

- Escaneos: el proyecto se articula en torno a diferentes acciones de escaneo en diversos museos y entidades patrimoniales de toda Cataluña.
- Digitalización 3D del patrimonio Arquitectónico y Arqueológico de la Generalitat de Catalunya con el objetivo de dinamizar los sectores del patrimonio y las nuevas tecnologías.
- Entrega de los modelos: los museos reciben una copia de todos los modelos, la información de base (las fotografías), el modelo de alta resolución, un modelo de baja resolución para difusión, un fichero con los metadatos de todo el proceso y una guía de utilización.
- Talleres de iniciación: coordinados con los escaneos se ofrecen talleres para los técnicos del museo y otras entidades cercanas geográficamente o temáticamente en los que se efectúa una introducción a la fotogrametría y su uso patrimonial.
- Talleres de especialización: los museos o profesionales que tienen experiencia en la fotogrametría podrán asistir a talleres para mejorar su técnica y actualizar contenidos impartidos por especialistas.
- Publicación: los modelos escaneados (la versión de baja resolución) se publican en internet con licencias Creative Commons Reconocimiento que fomentan la reutilización de estos modelos.
- Internacionalización: se promueve la visibilidad internacional del patrimonio cultural catalán y del proyecto, estableciendo contactos con las entidades internacionales que también trabajan en esta línea y presentándolo en foros internacionales.
- Educación: se promueven los acuerdos con diferentes entidades educativas para la utilización de los modelos 3D en los diferentes niveles educativos y para la posible formación en la tecnología de la fotogrametría ligada a las acciones de escaneo. Estas acciones pueden abarcar desde la escuela primaria hasta la formación en artes o en formación profesional y también universitaria.
- Difusión: se promueve la reutilización de todos estos materiales 3D en diferentes ámbitos, también el multimedia y de creación.

3.3. Gobernanza

El programa Giravolt tiene como entidades impulsoras la Dirección General del Patrimonio Cultural y la Agencia Catalana del Patrimonio Cultural. Para hacer posible la gobernanza del programa se ha constituido una comisión mixta formada por cinco técnicos de los dos organismos (servicios de museos, patrimonio arquitectónico y arqueológico por la DGPC y áreas de públicos y comunicación por la ACdPC), que se reúne periódicamente en una comisión de trabajo y coordinación para realizar el seguimiento del proyecto, proponer líneas de trabajo y aprobar las acciones anuales, con las validaciones oportunas por parte de las respectivas direcciones.

3.4. Convocatorias

El programa Giravolt funciona por convocatorias. En cuanto a los museos, cada año se abre una convocatoria de digitalizaciones con recursos propios del proyecto dirigidas a los miembros de una de las redes temáticas de museos. En el año 2020 la primera convocatoria se destinó a la Red de Museos de Etnología de Cataluña, mientras que en 2021 el acuerdo se ha suscrito con la Red de Museos de Arte de Cataluña.

Aparte de estas convocatorias de digitalizaciones, también se abren anualmente convocatorias para otras entidades que puedan tener proyectos de interés general en los que la digitalización en 3D de obras y/o edificios pueda tener

un papel relevante. Todas estas peticiones se evalúan y se valoran en el marco de la comisión y se elevan a las respectivas direcciones, en función de los recursos disponibles.

El objetivo de Giravolt no es escanear todo el patrimonio cultural catalán a partir de estas convocatorias. No dispone ni de los recursos ni del tiempo necesario para realizar una obra de tal magnitud. La intención de Giravolt, sin embargo, es doble: por un lado crear un corpus, limitado pero diverso y representativo, de lo mejor del patrimonio cultural catalán y utilizar estas digitalizaciones para mostrar, en directo, el máximo número de entidades del país, las ventajas de esta tecnología; por otro, promover el conocimiento y el uso de la digitalización 3D y de las metodologías de trabajo, de los protocolos y de las guías informativas que Giravolt pone a disposición, de manera que otras instituciones y equipamientos, cuando les sea necesario, puedan entrar a formar parte de este momento con criterio y con conocimiento de causa. De este modo, a medio plazo, esperamos que la digitalización 3D del patrimonio esté en manos de todos sus gestores de forma abierta y colaborativa.

Los criterios para la selección de las propuestas derivan, pues, de estas intenciones:

- Que sean objetos que tengan repercusión pública, con presencia en bibliografía, recopilaciones o selecciones de referencia.
- Que tengan capacidad de formar parte de diferentes relatos sobre el patrimonio (históricos, tecnológicos, sociales, de género, transversales).
- Su diversidad tipológica y temática del patrimonio.
- La representatividad del objeto respecto a la colección de origen.
- La diversidad territorial.
- Que su visualización en 3D constituya una aportación real al conocimiento del objeto.
- Prevalencia de las instituciones que inicien una política de captación 3D.
- Atención especial a los conjuntos que en la actualidad están dispersos entre diferentes entidades (Descendimiento de Erill la Vall entre MEV y MNAC, por ejemplo).

4. La captación 3D en 2021

Las tecnologías de captación 3D en la actualidad no difieren en esencia de las que se usaban hace una década. Sí ha sufrido una revolución, sin embargo, el acceso que pueden tener las entidades culturales. Lo que hace diez años era extremadamente complejo y económicamente prohibitivo, ahora, por los radicales avances en la capacidad de proceso gráfico de los ordenadores y la mejora continua del software 3D, se ha convertido en asequible.

Otro de los cambios fundamentales en la utilización de los modelos 3D a nivel social ha sido la progresiva utilización de formatos comunes (.obj y .gltf para los objetos, .stl para la impresión, y .usdz para la realidad aumentada) y la consiguiente aparición de plataformas en internet que los publican con facilidad.

El proceso de generalización de la utilización de modelos 3D ha llegado incluso a los móviles, con aplicaciones que están alejadas del patrimonio, pero que usan exactamente esta tecnología, como los filtros [tridimensionales](#) de Snapchat o Instagram, o el desenfocado del fondo de las fotografías de retrato. Así, no es difícil hacer la predicción de que la captura de realidad en 3D desde el móvil dentro de pocos años será una funcionalidad tan extendida y utilizada como lo es ahora la captura de vídeo. Otro factor que ha ayudado también a la explosión de esta tecnología es la posibilidad de la publicación en internet de forma fácil. De necesitar instalar programas en los servidores propios para generar visores 3D como se tenía que hacer hace cinco años, se ha pasado simplemente a soltar los archivos en la ventana de una plataforma, gratuita para entidades patrimoniales, como Sketchfab, el YouTube de los 3D.

Los dos métodos de captación 3D más habituales son el escáner láser y la fotogrametría, que detallaremos brevemente, aunque también existen otros métodos, aunque utilizados de forma menos frecuente, como las resonancias magnéticas o los escáneres de luz estructurada. Los escáneres láser destacan por su precisión y rapidez de captura, pero son aparatos con un coste muy elevado. Por el contrario, la fotogrametría es un método basado en la captura fotográfica y el procesamiento de las imágenes en un ordenador, lo que hace que sea muy fácil comenzar con muy poca inversión en material. Finalmente hay otro método de generación de modelos 3D de patrimonio cultural,

el modelado con programas de diseño 3D hecho con datos previos (dibujos, fotografías, tamaños) a partir de los cuales un técnico modela este elemento.

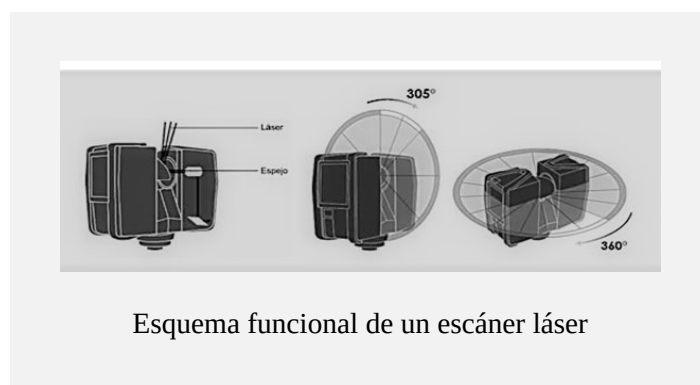
4.1. El escáner láser

Una de las técnicas más fiables hoy en día para realizar una documentación tridimensional es el escáner láser. Es una tecnología que está muy desarrollada y que actualmente ya es utilizada por un gran número de profesionales de la documentación en varios campos. Su precisión de medición es milimétrica y nos da la posición exacta de cada punto en el espacio, sus valores x, y, z. También cabe destacar su velocidad en la obtención de datos porque puede llegar a tomar dos millones de medidas por segundo. Es importante tener en cuenta que este tipo de captura es un método no invasivo, es decir, en ningún momento existe un contacto físico con la superficie que se mide. En el caso de las pinturas o los grabados rupestres, este hecho es fundamental.

El escáner basa su tecnología en las propiedades de un rayo láser, que utilizamos para la captura masiva y discreta de datos en un tiempo muy reducido, que nos reportará como resultado una nube de puntos. En función de su utilización un escáner puede ser:

- Móvil. Se utiliza sobre un vehículo, ya sea un avión, un helicóptero o un coche. Se utiliza para capturar grandes extensiones.
- Manual. De dimensiones reducidas, se puede mover con la mano. Es apropiado para objetos pequeños.
- Terrestre. Se estaciona sobre un trípode y hace su captura de datos desde un punto fijo. Este es el que utilizamos en la DGPC, concretamente un [Leica RTC360](#).

El funcionamiento del escáner láser consiste en la emisión de un rayo que es desviado por un espejo giratorio que se ubica en el centro del aparato, y es proyectado hacia el exterior hasta que encuentra un obstáculo donde rebota y retorna al escáner, donde, a partir de cálculos de medidas y ángulos, se genera un punto en el espacio por cada rayo. Esta operación es repetida en sentido vertical hasta completar toda la franja vertical de 305 grados (no se llega a los 360 por la presencia del trípode en la parte inferior). A continuación, el escáner da un giro en horizontal y repite el procedimiento de captación vertical, hasta cubrir los 360 grados del plan. De esta manera conseguiremos una nube de puntos tridimensional de dimensiones exactamente iguales que la realidad del objeto escaneado. Este procedimiento se puede realizar con densidades de puntos diferentes: tomando como referencia una distancia de 10 metros, la densidad más alta es de 1 punto cada 3 milímetros, la intermedia cada 6 milímetros y la más baja cada 12 milímetros



Una vez ha terminado este procedimiento se hace una captura de imágenes con las cámaras que tiene integradas el aparato, para dar información de color en la nube de puntos resultante. Se genera una imagen esférica que, calibrada con la nube de puntos, otorga un valor de color a cada punto de la nube.

Una vez completado este proceso podemos decir que tenemos un estacionamiento realizado. Para obtener el modelo tridimensional de un edificio patrimonial o de un espacio arqueológico, se deben hacer varios estacionamientos para cubrir todos los espacios y superficies.

Los datos generados se importan y se registran en software específico y se procesan en función del resultado final deseado. Los resultados que se pueden obtener pueden ser planimetría 2D, ortoimágenes o un modelo tridimensional, constituido por puntos, para superficies poligonales o que puede incorporar también textura fotográfica. Estos resultados se pueden utilizar para estudio técnicos, propuestas de restauración o aplicaciones de difusión o de otra índole que puedan plantearse.

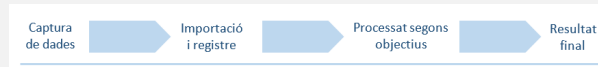


Diagrama de flujo de trabajo

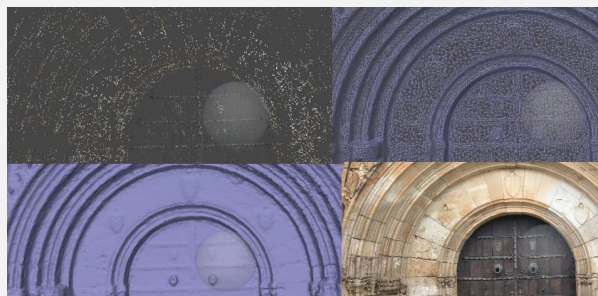
4.2. La fotogrametría

Cuando hablamos de la captación 3D de objetos patrimoniales, el método más utilizado en la actualidad es la fotogrametría. Ha sido considerado tradicionalmente un método menos preciso que los escáneres basados en tecnología láser o de luz estructurada, pero la evolución de los últimos años demuestra que, utilizado con rigor, puede conseguir precisiones submilimétricas, perfectamente útiles para la documentación patrimonial.

La fotogrametría se basa en la captación, en las mejores condiciones posibles, de cientos (o en ocasiones miles) de imágenes de un objeto o edificio desde diferentes puntos de vista. Cada punto de la superficie del objeto que queramos representar en 3D debe estar presente en, al menos, tres imágenes. Estas imágenes son procesadas en un programa específico de fotogrametría, que realiza el siguiente proceso:

- Identifica en cada imagen puntos reconocibles (*features*).
- A partir del cálculo geométrico de la relación entre los puntos identifica la ubicación desde la que se ha hecho cada una de las fotografías y la posiciona en el espacio (alineación de cámaras).
- A partir nuevamente del cálculo geométrico de la posición de las cámaras, ubica en el espacio virtual cada uno de los puntos reconocibles en una posición x, y, z, creando (como en el caso del escáner láser) una nube de puntos que define la forma del objeto.
- Esta nube de puntos se puede mallar, uniendo los puntos creando triángulos, con lo que se la dota de superficie.

Esta superficie puede incorporar una textura fotográfica, construida a partir de las imágenes que son el origen del método.



Las fases del proceso fotogramétrico.
Identificación de puntos, creación de mallas,
superficie sólida y textura fotográfica.

Como se basa de forma absoluta en la captación fotográfica, la fotogrametría se puede aplicar a la mayoría de los objetos, desde tamaños muy pequeños hasta grandes formatos, e incluso a edificios. Simplemente, hay que obtener las fotografías necesarias para cada elemento. Por las mismas razones, sin embargo, la fotogrametría no obtiene buenos resultados con objetos con superficies reflectantes, totalmente lisas y uniformes, translúcidas o transparentes. Los metales brillantes como los cromados o los lacados uniformes, o los materiales como el vidrio, no permiten la identificación de puntos concretos, y por tanto la fotogrametría no funciona en estos casos. En cambio la madera, la cerámica mate o la piedra trabajada son materiales con una respuesta excelente.

En función de la utilización del modelo 3D los requerimientos de captura pueden ser muy diferentes. Si el modelo lo queremos solo para publicar en redes sociales, incluso una buena captura hecha con un móvil puede ser suficiente. Si lo queremos como elemento de documentación, necesitaremos utilizar una cámara; cualquiera de las actuales de gama media sería suficiente. En cambio, si queremos tener un modelo de alta precisión para utilizarlo en el entorno de la investigación o la conservación, deberemos utilizar cámaras de alta resolución, iluminación específica y rigor en la captura.

4.3. Las capturas fotogramétricas en Giravolt

En el programa Giravolt las capturas se hacen con el objetivo de ser útiles para cualquier necesidad que tenga el museo, incluidas las científicas, por eso la captura se hace con un alto nivel de exigencia que permite la creación de un modelo máster, de alta resolución, que es apto para la investigación, y de un segundo modelo, de baja resolución, apto para la difusión y publicación en internet.

· Los criterios básicos que se utilizan son: alrededor de 400 fotos de alta resolución por objeto, con corrección de color y escalado de precisión, procesado en Reality Capture o Metashape para conseguir modelos máster de unos 40 millones de polígonos y modelos de difusión simplificados a 100.000 polígonos, pero con texturas 8K. Los ficheros y los metadatos se archivan siguiendo un esquema adaptado del [3D Metadata Model](#) de la Smithsonian Institution. Se facilita una copia a la institución que gestiona el bien y se conserva otra copia en el Departamento de Cultura.



Captura del descendimiento de Cristo de Erill-la-Vall en el Museo Episcopal de Vic

4.4. Publicación y licencia

Todos los modelos 3D generados por el proyecto Giravolt se publican en su [canal de Sketchfab](#). Este canal, sin embargo, también está abierto a acoger las digitalizaciones que otros museos y entidades patrimoniales quieran realizar con los estándares del programa Giravolt para enriquecer el repositorio. Y, a la inversa, se anima a los museos y entidades patrimoniales para que alojen los modelos en sus propias webs y se les da apoyo en caso de que

quieran poner en marcha su propio canal.

La licencia de publicación de todos los modelos es [Creative Commons Reconocimiento](#) (CC-BY), de forma coherente con la estrategia digital de la Generalitat de Catalunya en otros ámbitos. Huelga decir que este tema ha sido estudiado y debatido con detalle. En el sector del patrimonio cultural existe un movimiento creciente de apoyo al conocimiento abierto y la comunicación de las obras sin restricciones para permitir, además de su acceso libre, la reutilización de este material.

Por ejemplo, la [Smithsonian Institution](#) ha publicado en dominio público (totalmente libre de derechos) más de 2,8 millones de registros incluidos modelos 3D. En Sketchfab veintisiete museos de todo el mundo han publicado sus 3D también en dominio público. En Cataluña, como decíamos, la [Generalitat](#) ha sido siempre una de las entidades que ha dado más apoyo al acceso abierto a la información, siguiendo las directivas europeas al respecto. Así ha impulsado decididamente la publicación en internet en dominio público y Creative Commons. Recientemente la [Heritage Fund](#), la agencia del gobierno británico que financia los grandes proyectos de patrimonio, ha establecido como obligatoria para los proyectos que se presenten la licencia Creative Commons Atribución.

Teniendo en cuenta todos estos factores, se ha considerado que la licencia CC-BY era la más adecuada también para el programa Giravolt. Permite todas las utilizaciones de la información, incluso las comerciales, pero siempre citando la procedencia, y así se preserva la trazabilidad del modelo 3D (un hecho que consideramos capital, para garantizar su credibilidad y autenticidad).

5. Los primeros resultados de la acción de Giravolt

El programa Giravolt se presentó públicamente a los medios de comunicación y la comunidad profesional el 1 de diciembre de 2020. La presentación pública, después de haber dedicado muchos meses de trabajo, permitió dar oficialidad y reconocimiento al proyecto, a su marca y los recursos disponibles (como el *microsite* disponible en la web de Patrimonigencat.cat, las publicaciones en papel y formato digital). Desde ese momento hasta ahora Giravolt ha seguido avanzando y, incluso, podemos decir que ha experimentado una notable aceleración en el logro de las metas previstas. De hecho, se ha llevado a cabo una primera presentación de resultados alcanzados en las respectivas direcciones de la DGPC y la ACdPC, de la que adjuntamos a continuación un breve resumen.

5.1. La presentación en el Ideal - Centro de Artes Visuales (Barcelona)

Con motivo de la presentación pública del proyecto se encargó una producción audiovisual inmersiva, hecha a partir de los modelos digitalizados, que se estrenó ese mismo día. Esta producción, de cinco minutos de duración, sirvió para acompañar la explicación de los principales ejes de actuación del proyecto y, al mismo tiempo, como una demostración del altísimo potencial que todo este patrimonio digitalizado puede llegar a tener, también desde un punto de vista de creación contemporánea. Precisamente, está prevista la proyección de nuevo de esta pieza en próximas ocasiones, dado el interés que llegó a despertar entre los asistentes y las personas que no lo pudieron ver.

5.2. Escaneos destacados con escáner láser

Hasta ahora la mayoría de los escaneos efectuados han estado ligados a la necesidad de intervenir en algún monumento, pero en estos momentos se compaginan estas actuaciones con las de documentación estricta del estado de los espacios, a los que se han incorporado también los espacios arqueológicos. En este sentido destacan las capturas en el castillo-monasterio de Escornalbou, la iglesia románica de Sant Joan de Boí o el real monasterio de Santes Creus. Actualmente se está trabajando en la documentación integral del Palau Moja, que será el primero de los monumentos de la Generalitat que estará totalmente documentado en 3D.

5.3. Escaneos destacados con fotogrametría

Los objetos escaneados hasta ahora han sido tan diversos como el patrimonio cultural catalán, desde la primera motocicleta fabricada en Cataluña, la Villalbí, hasta un vestido estrenado por [Margarida Xirgu](#), desde una [linterna mágica](#) hasta el [colgador de la casa Calvet](#) diseñado por Gaudí. Una de las utilidades, sin embargo, de estos escaneos es reunir conjuntos dispersos, como por ejemplo el [esbozo de barro](#) que hizo Miquel Blay para su escultura "Los primeros fríos", que se conserva en el Museo de Arte de Girona, con la [pieza acabada en mármol](#), que se encuentra en el MNAC. El caso más paradigmático, no obstante, es el de la reunión de las siete figuras del Descendimiento de Erill la Vall, en el mundo real divididas entre el mismo MNAC y el Museo Episcopal de Vic, y en el espacio virtual, [escaneadas todas una por una](#), i [reunidas en el espacio del ábside](#) de la iglesia con una iluminación que quiere rememorar la que debían de tener en origen. Una de las últimas acciones llevadas a cabo por el programa ha sido el escaneo de todos los restos fragmentados existentes del monumento ibérico de Cal Posastre (Sant Martí Sarroca). A partir de estos modelos 3D se ha podido definir una nueva hipótesis de la forma y los elementos constitutivos del monumento, que ha sido reconstruido virtualmente y presentado en primicia el mes de mayo de 2021 en la exposición *El enigma íbero. Arqueología de una civilización* del Museo de Arqueología de Cataluña en Barcelona.

5.4. Acciones con el sector profesional

Se han llevado a cabo varias sesiones de formación, en línea y presenciales, dirigidas a profesionales de la gestión del patrimonio. En 2021 se continuará en esta línea para acercar Giravolt y todo el mundo de la digitalización 3D.

5.5. Acciones con el sector educativo

Los modelos 3D son una herramienta muy potente en su aplicación didáctica, por eso uno de los ejes del programa es la relación con escuelas, institutos y también universidades como posible herramienta de investigación. Se han realizado sesiones de formación para docentes, una presencial en Tarragona y tres en línea, que han generado varios proyectos piloto en los que los alumnos están escaneando con herramientas sencillas el patrimonio de su municipio y están incorporando los modelos resultantes a diferentes entornos, por ejemplo en la plataforma [Mobile History Map](#).

5.6. Acciones de difusión y participación

Con motivo de la celebración de las XXIX Jornadas Europeas de Patrimonio, la ACdPC impulsó el diseño y la creación de una actividad didáctica muy versátil para acercar el fenómeno de la digitalización 3D a la sociedad de manera participativa, especialmente a los jóvenes y niños, con sus dispositivos móviles. Esta actividad, que lleva por nombre *Despierta el patrimonio* (más información y material didáctico disponible en <http://patrimoni.gencat.cat/ca/jep2020/despertaelpatrimoni>) generó un gran interés durante las jornadas, con más de treinta sesiones y [un centenar de modelos](#). Hasta el momento se han programado varias sesiones en contextos diferentes y se ha adaptado a usos escolares, en diferentes franjas de edad.

5.7. Repercusión

La aparición del programa ha despertado una gran respuesta en el sector, con una decena de propuestas de colaboración por parte de instituciones y universidades y también en su comunicación a redes sociales, con más de ocho mil interacciones en los tres primeros meses.

6. Conclusión

Giravolt es un programa que, si no existiera, seguramente alguien lo debería inventar. La mayoría de los países líderes en la gestión de su patrimonio cultural ya están llevando a cabo potentes estrategias digitales en esta línea. Los modelos 3D no solo tienen infinidad de usos posibles para la conservación, la restauración, la investigación y la difusión, sino que, en cierto sentido, comienzan a revestirse incluso de una cierta obligatoriedad. Es un fenómeno similar, como explicábamos al inicio, a lo que ocurrió con la irrupción de la fotografía en blanco y negro primero, en color después, y finalmente con los usos de su formato digital. Giravolt es una muy buena herramienta que, por supuesto, requiere aún de tiempo para desarrollarse y mejorarse y coger velocidad de crucero, pero ciertamente ha experimentado una aceleración muy notable en sus primeros meses de vida. Como herramienta, Giravolt debe ser útil y esta utilidad la determinará no solo el número y la cantidad de modelos que seamos capaces de generar, sino también el número y la calidad de las complicidades y las alianzas que podamos establecer. Alianzas públicas (con otras administraciones y otras instituciones), pero también alianzas dentro del sector privado y, por supuesto, también en el ámbito de la investigación y la innovación educativas.



Copyright