

Giravolt, el programa de digitalització 3D del patrimoni cultural català

Damià Martínez, Albert Sierra, Lluís González

15/07/2021

Abstract

1. La documentació i reproductibilitat del patrimoni cultural

L'art en general, i el patrimoni cultural en particular, han estat susceptibles de reproducció des d'èpoques molt antigues. Diferents cultures sempre han manifestat un gran interès per la realització de còpies que, de manera més o menys exacta, replicaven originals. L'escultura romana, amb el seu fantàstic i precís sistema de trasllat per punts, n'és un bon exemple, com també ho és tota la llarga tradició dels copistes medievals.

Sens dubte, la còpia ha estat sovint portadora de significació i de coneixement al mateix nivell que l'original. Tanmateix, la fructífera relació entre l'una i l'altra va agafar una nova volada amb les reflexions de Walter Benjamin, en el seu famós i indispensable assaig *L'obra d'art en l'època de la seva reproductibilitat tècnica*. A partir del segle XX la còpia s'emancipa del tot de la dimensió artesana i manual que havia predominat en èpoques anteriors i entrarà de ple en la possibilitat de reproducció per mitjans exclusivament mecànics, amb la popularització de la fotografia. Anteriorment, amb el gravat i la impremta, el pes dels procediments mecànics ja havia anat guanyant un terreny cada cop més irrenunciable. Però l'arribada de la fotografia esventrarà de cop, si més no pel que fa a la reproducció d'obres d'art, la seva possibilitat de còpia mecànica. A partir d'aquest moment es generarà un debat sobre la veritable autenticitat de l'obra d'art (l'*aura*, com en deia el filòsof de l'escola de Frankfurt) que s'allargarà fins als nostres dies, sota formulacions i possibilitats tecnològiques renovades.

A mitjan de 2018, conscients del gran moment de canvi que estem vivint, al Departament de Cultura comencem a gestar un ambiciós programa de digitalització en 3D del patrimoni cultural, moble i immoble, de Catalunya. El programa, impulsat conjuntament per la Direcció General del Patrimoni Cultural i per l'Agència Catalana del Patrimoni Cultural, es proposava no només digitalitzar, sinó donar a conèixer a tot el sector professional aquesta tecnologia. S'avançava així en la mateixa direcció que altres institucions havien començat a recórrer fora de casa nostra. Perquè, de manera similar a com havia passat amb la irrupció de la fotografia, no va ser la seva invenció el gran motor de canvi, sinó la seva popularització: procediments cada cop més senzills i costos cada cop més baixos van introduir-la de manera permanent, i ja per sempre, en el món del patrimoni cultural, permetent noves formes de relació amb les obres originals per part dels estudiosos i dels gestors del patrimoni cultural. De manera semblant, en la segona dècada del segle XXI els procediments de digitalització en 3D d'objectes i edificis estaven obrint nous mons de possibilitats que resultava ineludible aprofitar.

Els diccionaris defineixen *giravolt* com la volta completa d'un cos en l'aire. Es tracta d'un concepte comú en la

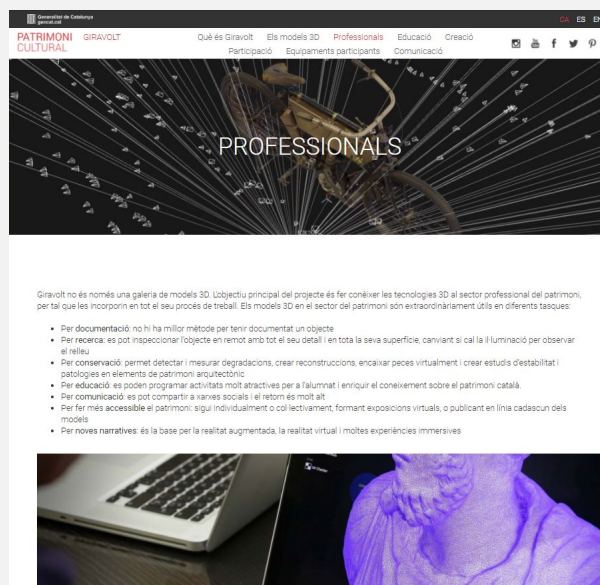
nostra llengua, que empren ben sovint aplicat a diversos usos, des dels giravolts de carreteres i camins fins a les tombarelles i els jocs d'infantesa, però té també una certa accepció poètica. És un concepte que fusiona de manera molt bella dues paraules en una sola: girar i voltar. És un concepte molt il·lustratiu quan s'aplica a la descoberta i el gaudi del patrimoni cultural (especialment a aquell que es caracteritza per la seva volumetria) a partir d'un model digital tridimensional. Giravoltar el patrimoni cultural és fer, d'alguna manera, allò que sempre hem entès que enriqueix la mirada, veure des de diferents punts de vista i tot al voltant.



Captura del model virtual de Josep d'Arimatea.
Davallament d'Erill-la-Vall.

El programa que presentem en aquest article és un projecte amb una doble finalitat: fer i ensenyar. Digitalitzar i ensenyar com fer-ho, crear i aprofitar des de les esferes creativa i educativa aquesta nova “imatge” del nostre patrimoni cultural. Giravolt s'articula a partir de quatre eixos vertebradors: la creació d'un gran repositori digital del patrimoni cultural moble i immoble de Catalunya (tan ampli i obert com sigui possible de concebre), la relació amb el sector professional, la vinculació amb l'àmbit educatiu i, finalment però no en darrer lloc, la difusió i la promoció de la utilització dels models 3D creats.

Des de la seva presentació pública a la sala Ideal de Barcelona el desembre de 2020, el programa Giravolt ha avançat molt, però li queda també molta feina per endavant. Aquest article ens permet explicar i compartir amb la comunitat professional l'estat de la qüestió, en què consisteix el programa, quines són les principals fites assolides i quins els propers objectius que ens marquem, a curt i mitjà termini. L'escrivim tres dels cinc membres que formem la “comissió Giravolt”, un equip de treball interdisciplinari (format també per Judit Figueras i Marta Sáez) que ens ha permès dotar el programa d'una governança eficient per a un projecte d'aquesta envergadura i complexitat.



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

2. La captació 3D, antecedents i referents

La captació d'imatges en 3D del patrimoni moble i immoble no és, com dèiem, una novetat en sentit estricte. Hi ha nombrosos antecedents i referents a casa nostra i a l'estranger que convé citar i que ens ajuden a dimensionar la seva utilitat. Alguns usos ja estan assimilats i són de solvència contrastada. Altres possibilitats, en canvi, tot just ara comencem a intuir-les.

2.1. La utilitat dels models 3D en el patrimoni cultural

Els models 3D són eines de gran utilitat en diverses fases de treball de la gestió del patrimoni. Tenir-ne ens permet registrar i documentar amb un gran nivell de precisió l'estat de conservació d'una obra en un moment determinat. Ens proporcionen eines de suport útils per al diagnòstic d'obres d'art (ortofotografies, seccions, models sense texturitzar, amidaments en temps real). Serveixen de punt de partida per plantejar restauracions i anastilosis virtuals enfocades a la difusió tant de l'obra d'art com de la inversió en conservació (aquestes intervencions digitals després es poden traspasar a suport físic amb la impressió de zones perdudes per reintegrar-les a l'obra, o es poden convertir en realitat augmentada, visualitzant-les per exemple amb un dispositiu mòbil directament sobre l'obra del model restaurat. Això ens permet recrear el color original que hi podia haver en zones perdudes, o fer reintegracions cromàtiques sense necessitat d'intervenció directa sobre l'obra. Els models 3D també permeten obtenir reproduccions sense necessitar d'emmotllar directament l'obra, per exemple, amb un màxim respecte per l'original o també servir de base per generar embalatges adaptats a mida.

2.2. Arquitectura, arqueologia i paleontologia

En la conservació del patrimoni és fonamental poder disposar de bona documentació gràfica que detalli quin és l'estat dels monuments o dels jaciments arqueològics, per tal de poder assolir els objectius que marquen l'acció de la Direcció General de Patrimoni Cultural (DGPC): la protecció, la conservació, l'acreciment, la investigació i la difusió del patrimoni.

Tradicionalment i encara avui dia, aquesta documentació consisteix en l'elaboració de planimetria 2D que representa la part del monument grafiada. Com que és fonamental que la documentació sigui de la màxima qualitat i exactitud possible, la DGPC va apostar ja fa quinze anys per l'escanejat de monuments. En aquesta línia, va iniciar els primers contactes amb l'escanejat amb la tecnologia *laserscan* amb l'objectiu de disposar d'una informació gràfica i física total dels monuments. En un primer moment van ser seguiments sobre treballs ja realitzats, posteriorment els primers encàrrecs a empreses per realitzar aquest tipus de documentació van tenir continuïtat amb les primeres proves pilot realitzades pels tècnics del departament, fins a arribar al moment actual, en què després de molts esforços es disposa de material, equips i formació necessària per dur a terme aquest tipus de documentació de manera habitual.

Alguns exemples d'aquests treballs són la documentació del monestir d'Escornalbou, el claustre del monestir reial de Santes Creus, l'interior de la basílica de Santa Maria del Mar o el Palau Moja, entre d'altres.



Captura amb escàner làser del Claustre de Santes Creus, 1.200 milions de punts

Pel que fa a l'arqueologia i la paleontologia, la DGPC també té experiència en escanejos en situacions diverses en el territori. El menhir de Mollet o les petjades de dinosaure a Fumanya són dos dels primers exemples en què es van documentar tridimensionalment les troballes. En l'actualitat, el Servei d'Arqueologia disposa de tècnics formats per emprendre aquestes tasques. A Catalunya, també altres entitats com l'[Institut Català d'Arqueologia Clàssica](#) o diferents unitats de la [Universitat Politècnica de Catalunya](#) fa temps que utilitzen el 3D en els seus treballs d'investigació sobre l'arquitectura patrimonial catalana.

2.3. L'escaneig d'objectes de museu

Si parlem d'escaneig 3D en objectes de museus, cal dir que els primers exemples rellevants tenien com a objectiu l'obtenció de còpies. Ens referim per exemple a l'[Esculapi d'Empúries](#) o posteriorment al retaule de Bernat Saulet del Museu Episcopal de Vic. Si parlem d'investigació, però, dos museus de ciències naturals han estat també pioners en la utilització del 3D, l'[Institut Català de Paleontologia](#) Miquel Crusafont i el [Museu de Ciències Naturals de Barcelona](#).

Pel que fa a les entitats que conformen l'Agència Catalana del Patrimoni Cultural, el [Centre de Restauració de Béns Mobles](#) ha utilitzat la documentació 3D en diverses ocasions, però el que ha tingut una activitat més destacada és el projecte d'escaneig i difusió que va emprendre el Museu d'Arqueologia a Catalunya, que després es va estendre a l'Arqueoxarxa, una col·lecció de més d'un centenar d'objectes que es van publicar a internet al canal de [Sketchfab](#) i també [al seu web](#).

2.4. Els referents internacionals

Tanmateix, si parlem d'antecedents a escala internacional, pel que fa a la documentació 3D i a la seva posterior utilització en diferents tasques hi ha hagut dues experiències pioneres que han marcat definitivament el camí a la resta d'institucions que han treballat la documentació tridimensional.

El primer cas és el projecte [Scottish Ten](#) del Historic Environment Scotland, que, a partir del 2009, va escanejar deu grans monuments del món, declarats Patrimoni Mundial. Amb aquest ambiciós projecte aquesta institució escocesa va assolir un bagatge de gran valor i va estendre la seva experiència i el seu mestratge a la gestió dels més de tres-cents monuments que té a càrrec seu. Així, l'HES va bastir un equip de documentació digital que és en aquests moments un dels grans referents europeus.

El segon cas és el projecte de documentació de la immensa col·lecció de la Smithsonian Institution. Aquesta

organització, que gestiona dinou museus americans, va iniciar una potent política de digitalització de la seva diversa col·lecció el 2009, primer en 2D i després en 3D, i és una veritable pionera tant pel que fa a metodologies com, especialment, en relació amb la publicació dels seus models [en accés obert](#), que ha marcat també tendència.

3. El programa Giravolt

3.1. Els inicis del programa

L'any 2018, al Departament de Cultura, l'ACdPC i la DGPC van considerar que les tecnologies 3D eren estratègiques. Conferir aquesta rellevància a una tecnologia i a totes les possibilitats que oferia va ser el veritable punt de partida per iniciar una sèrie d'accions pilot, per una banda, i la formació de tècnics a través de diferents cursos i de la presència en congressos internacionals, per l'altra. Aquesta assistència i participació d'alguns tècnics de totes dues institucions en, per exemple, la reunió d'usuaris dels escàners Leica a Madrid al 2018, en el congrés internacional sobre documentació 3D [Digidoc 2018](#) a Stirling (Escòcia) o en el [2+3D Photography Congress](#) al Rijksmuseum al 2019 a Amsterdam (Països Baixos) van ser, en aquest sentit, decisives.

Poc temps després la DGPC, després d'experimentar durant uns anys amb els escàners Leica de forma puntual, va decidir adquirir-ne un de propi, el Leica RTC360. Paral·lelament, el 2018 es fan una sèrie d'escanejos pilot amb fotogrametria que serviran com a banc de proves i base per a la planificació posterior del programa. S'escanegen objectes de les col·leccions del mNACTEC, del Museu de les Arts Escèniques, del Museu d'Història de Cambrils i del MAC-Barcelona.

En aquesta fase inicial, totes aquestes experiències van servir per avaluar els resultats obtinguts amb cada metodologia de treball i per comprovar les limitacions i les problemàtiques, les necessitats de recursos humans, tècnics i per descomptat econòmics, així com les possibles utilitzacions dels models resultants. A partir d'aquí, al llarg de tot l'any 2019 es va treballar intensament per definir conceptualment els eixos d'acció del programa i per començar a vertebrar-los com una estratègia d'acció ben planificada, amb uns objectius clars i mesurables, que pogués presentar-se a les direccions respectives i rebre les corresponents validacions i assignació de recursos.



Vídeo de presentació del programa Giravolt

3.2. Objectius i accions de Giravolt

L'objectiu primordial de Giravolt és facilitar la introducció de les tecnologies 3D en tota la cadena de treball del patrimoni cultural. La intenció del programa és:

- Aconseguir que en tres anys el conjunt del sector del patrimoni cultural català conegui aquestes tecnologies i les apliqui de forma normalitzada.
- Generar un corpus d'objectes digitalitzats, centrals per al patrimoni català, provinents de diversos museus i centres, accessible per a tots els públics en una plataforma oberta. Aquest corpus ha de mostrar la qualitat i la diversitat del patrimoni català, recollint totes les èpoques, les temàtiques, les procedències geogràfiques i els tipus de patrimoni.
- Obtenir un model 3D, en núvol de punts, de tots els edificis propietat de la Generalitat de Catalunya que estan declarats Bé d'Interès Cultural Nacional.
- Crear estàndards d'aplicació del 3D al patrimoni que siguin de referència pel sector.

- Generar atenció internacional cap al patrimoni cultural català.
- Impulsar la utilització d'aquests models en activitats educatives, en interactius, aplicacions artístiques, de realitat augmentada i realitat virtual.
- Establir les condicions per a la creació d'un ecosistema del 3D en el patrimoni cultural català, integrat per museus, entitats, professionals, empreses, universitats i centres de recerca.
- Posar en marxa un projecte que permeti a l'ACdPC liderar l'escaneig digital en 3D del patrimoni cultural a Catalunya i col·laborar amb altres iniciatives ja existents.

Per assolir aquests objectius s'han establert quatre eixos d'actuació (creació de corpus digital, relació amb el sector professional, relació amb l'àmbit de l'educació i difusió), en els quals s'ordenen una sèrie d'accions:

- Escanejos: el projecte s'articula al voltant de diferents accions d'escaneig en diversos museus i entitats patrimonials de tot Catalunya.
- Digitalització 3D del patrimoni Arquitectònic i Arqueològic de la Generalitat de Catalunya amb l'objectiu de dinamitzar els sectors del patrimoni i les noves tecnologies.
- Lliurament dels models: els museus reben una còpia de tots els models, la informació de base (les fotografies), el model d'alta resolució, un model de baixa resolució per a difusió, un fitxer amb les metadades de tot el procés i una guia d'utilització.
- Tallers d'iniciació: coordinats amb els escanejos s'ofereixen tallers per als tècnics del museu i altres entitats properes geogràficament o temàtica en els quals es fa una introducció a la fotogrametria i el seu ús patrimonial.
- Tallers d'especialització: els museus o professionals que tenen experiència en la fotogrametria podran assistir a tallers per millorar la seva tècnica i actualitzar continguts impartits per especialistes.
- Publicació: els models escanejats (la versió de baixa resolució) es publiquen a internet amb llicències Creative Commons Reconeixement que fomenten la reutilització d'aquests models.
- Internacionalització: es promou la visibilitat internacional del patrimoni cultural català i del projecte, establint contactes amb les entitats internacionals que també treballen en aquesta línia i presentant-lo a fòrums internacionals.
- Educació: es promouen els acords amb diferents entitats educatives per a la utilització dels models 3D en els diferents nivells educatius i per a la possible formació en la tecnologia de la fotogrametria lligada a les accions d'escaneig. Aquestes accions poden abastar des de l'escola primària fins a la formació en arts o en formació professional i també universitària.
- Difusió: es promou la reutilització de tots aquests materials 3D en diferents àmbits, també el multimèdia i de creació.

3.3. Governança

El programa Giravolt té com a entitats impulsores la Direcció General del Patrimoni Cultural i l'Agència Catalana del Patrimoni Cultural. Per tal de fer possible la governança del programa s'ha constituït una comissió mixta formada per cinc tècnics dels dos organismes (serveis de museus, patrimoni arquitectònic i arqueològic per la DGPC i àrees de públics i comunicació per l'ACdPC), que es reuneix periòdicament en una comissió de treball i coordinació per fer el seguiment del projecte, proposar línies de treball i aprovar les accions anuals, amb les validacions oportunes per part de les respectives direccions.

3.4. Convocatòries

El programa Giravolt funciona per convocatòries. Pel que fa als museus, cada any s'obre una convocatòria de digitalitzacions amb recursos propis del projecte adreçades als membres d'una de les xarxes temàtiques de museus. L'any 2020 la primera convocatòria va anar destinada a la Xarxa de Museus d'Etnologia de Catalunya, mentre que el 2021 l'acord s'ha subscrit amb la Xarxa de Museus d'Art de Catalunya.

A banda d'aquestes convocatòries de digitalitzacions, també s'obren anualment convocatòries per a altres entitats que puguin tenir projectes d'interès general en els quals la digitalització en 3D d'obres i/o edificis pugui tenir un

paper rellevant. Totes aquestes peticions s'avaluen i es valoren en el marc de la comissió i s'eleva a les respectives direccions, en funció dels recursos disponibles.

L'objectiu de Giravolt no és escanejar tot el patrimoni cultural català a partir d'aquestes convocatòries. No disposa ni dels recursos ni del temps necessari per fer una obra de tal magnitud. La intenció de Giravolt, però, és doble: d'una banda crear un corpus, limitat però divers i representatiu, del millor del patrimoni cultural català i utilitzar aquestes digitalitzacions per mostrar, en directe, al màxim nombre d'entitats del país, els avantatges d'aquesta tecnologia; de l'altra, promoure el coneixement i l'ús de la digitalització 3D i de les metodologies de treball, dels protocols i de les guies informatives que Giravolt posa a disposició, de manera que altres institucions i equipaments, quan els sigui necessari, puguin entrar a formar part d'aquest moment amb criteri i amb coneixement de causa. D'aquesta manera, a mitjà termini, esperem que la digitalització 3D del patrimoni estigui en mans de tots els seus gestors de forma oberta i col·laborativa.

Els criteris per la selecció de les propostes deriven, doncs, d'aquestes intencions:

- Que siguin objectes que tinguin repercussió pública, amb presència en bibliografia, reculls o seleccions de referència.
- Que tinguin capacitat de formar part de diferents relats sobre el patrimoni (històrics, tecnològics, socials, de gènere, transversals).
- La seva diversitat tipològica i temàtica del patrimoni.
- La representativitat de l'objecte respecte a la col·lecció d'origen.
- La diversitat territorial.
- Que la seva visualització en 3D constitueixi una aportació real al coneixement de l'objecte.
- Prevalença de les institucions que iniciïn una política de captació 3D.
- Atenció especial als conjunts que en l'actualitat estan dispersos entre diferents entitats (Davallament d'Erill la Vall entre MEV i MNAC, per exemple).

4. La captació 3D el 2021

Les tecnologies de captació 3D en l'actualitat no difereixen en essència de les que es feien servir fa una dècada. Sí que ha sofert una revolució, però, l'accés que hi poden tenir les entitats culturals. El que fa deu anys era extremament complex i econòmicament prohibitiu, ara, pels radicals avenços en la capacitat de procés gràfic dels ordinadors i la millora contínua del software 3D, ha esdevingut assequible.

Un altre dels canvis fonamentals en la utilització dels models 3D a escala social ha estat la progressiva utilització de formats comuns (.obj i .gltf per als objectes, .stl per a la impressió, i .usdz per a la realitat augmentada) i la consegüent aparició de plataformes a internet que els publiquen amb facilitat.

El procés de generalització de la utilització de models 3D ha arribat fins i tot als mòbils, amb aplicacions que estan allunyades del patrimoni, però que fan servir exactament aquesta tecnologia, com ara els filtres [tridimensionals](#) de Snapchat o Instagram, o el desenfocat del fons de les fotografies de retrat. Així, no és difícil fer la predicció que la captura de realitat en 3D des del mòbil d'aquí a pocs anys serà una funcionalitat tan estesa i utilitzada com ho és ara la captura de vídeo. Un altre factor que ha ajudat també a l'explosió d'aquesta tecnologia és la possibilitat de la publicació a internet de forma fàcil. De necessitar instal·lar programes en els servidors propis per generar visors 3D com s'havia de fer fa cinc anys, s'ha passat simplement a deixar anar els fitxers a la finestra d'una plataforma, gratuïta per a entitats patrimonials, com [Sketchfab](#), el YouTube dels 3D.

Els dos mètodes de captació 3D més habituals són el escàner làser i la fotogrametria, que detallarem breument, tot i que també hi ha altres mètodes, encara que utilitzats de forma menys freqüent, com les ressonàncies magnètiques o els escàners de llum estructurada. Els escàners làser destaquen per la seva precisió i rapidesa de captura, però són aparells amb un cost molt elevat. Per contra, la fotogrametria és un mètode basat en la captura fotogràfica i el processat de les imatges en un ordinador, el que fa que sigui molt fàcil començar amb molt poca inversió en material. Finalment hi un altre mètode de generació de models 3D de patrimoni cultural, el modelat amb programes de disseny 3D fet amb dades prèvies (dibuixos, fotografies, mides) a partir de les quals un tècnic modela aquest

element.

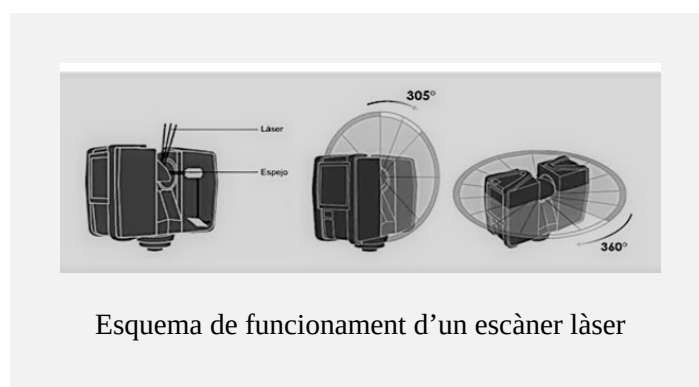
4.1. L'escàner làser

Una de les tècniques més fiables avui en dia per realitzar una documentació tridimensional és l'escàner làser. És una tecnologia que està molt desenvolupada i que actualment ja és utilitzada per un gran nombre de professionals de la documentació en diversos camps. La seva precisió d'amidament és mil·limètrica i ens dona la posició exacta de cada punt en l'espai, els seus valors x, y, z. També cal destacar la seva velocitat en l'obtenció de dades perquè pot arribar a prendre dos milions de mesures per segon. És important tenir en compte que aquest tipus de captura és un mètode no invasiu, és a dir, en cap moment hi ha un contacte físic amb la superfície a mesurar. En el cas de les pintures o els gravats rupestres, aquest fet esdevé fonamental.

L'escàner basa la seva tecnologia en les propietats d'un raig làser, que utilitzem per a la captura massiva i discreta de dades en un temps molt reduït, que ens reportarà com a resultat un núvol de punts. En funció de la seva utilització un escàner pot ser:

- Mòbil. Es fa servir sobre un vehicle, ja sigui un avió, un helicòpter o un cotxe. S'utilitza per capturar grans extensions.
- Manual. De dimensions reduïdes, es pot moure amb la ma. És apropiat per a objectes petits.
- Terrestre. S'estaciona sobre un tríode i fa la seva captura de dades des d'un punt fix. Aquest és el que utilitzem a la DGPC, concretament un [Leica RTC360](#).

El funcionament de l'escàner làser consisteix en l'emissió d'un raig que és desviat per un mirall giratori que s'ubica al centre de l'aparell, i és projectat cap a l'exterior fins que troba un obstacle on rebota i retorna a l'escàner, on, a partir de càlculs de mesures i angles, es genera un punt en l'espai per cada raig. Aquesta operació és repetida en sentit vertical fins a completar tota la franja vertical de 305 graus (no s'arriba als 360 per la presència del tríode a la part inferior). A continuació l'escàner fa un gir en horitzontal i repeteix el procediment de captació vertical, fins a cobrir els 360 graus del pla. D'aquesta manera aconseguirem un núvol de punts tridimensional de dimensions exactament iguals que la realitat de l'objecte escanejat. Aquest procediment es pot fer amb densitats de punts diferents: prenent com a referència una distància de 10 metres, la densitat més alta és d'1 punt cada 3 mil·límetres, la intermèdia cada 6 mil·límetres i la més baixa cada 12 mil·límetres.

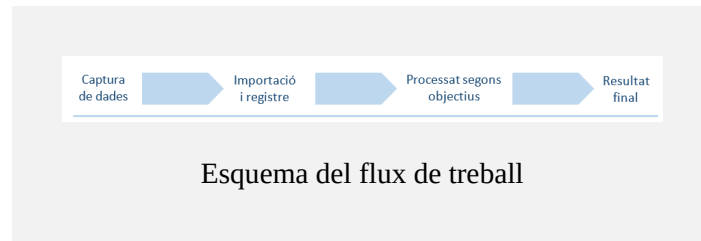


Una vegada ha acabat aquest procediment es fa una captura d'imatges amb les càmeres que té integrades l'aparell, per donar informació de color al núvol de punts resultant. Es genera una imatge esfèrica que, calibrada amb el núvol de punts, atorga un valor de color a cada punt del núvol.

Una vegada completat aquest procés podem dir que tenim un estacionament realitzat. Per obtenir el model tridimensional d'un edifici patrimonial o d'un espai arqueològic, s'han de fer diversos estacionaments per cobrir tots els espais i superfícies.

Les dades generades s'importen i es registren en programari específic i es processen en funció del resultat final

desitjat. Els resultats que es poden obtenir poden ser planimetria 2D, ortoimatges o un model tridimensional, constituït per punts, per superfícies poligonals o que pot incorporar també textura fotogràfica. Aquests resultats es poden utilitzar per estudi tècnics, propostes de restauració o aplicacions de difusió o d'altra índole que es puguin plantejar.

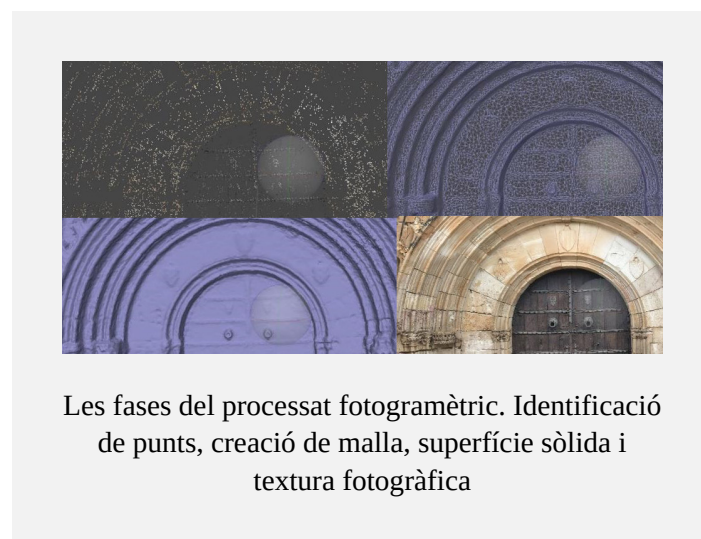


4.2. La fotogrametria

Quan parlem de la captació 3D d'objectes patrimonials, el mètode més utilitzat en l'actualitat és la fotogrametria. Ha estat considerat tradicionalment un mètode menys precís que els escàners basats en tecnologia làser o de llum estructurada, però l'evolució dels últims anys demostra que, utilitzat amb rigor, pot aconseguir precisions submil·limètriques, perfectament útils per a la documentació patrimonial.

La fotogrametria es basa en la captació, en les millors condicions possibles, de centenars (o en ocasions milers) d'imatges d'un objecte o edifici des de diferents punts de vista. Cada punt de la superfície de l'objecte que vulguem representar en 3D ha d'estar present en, com a mínim, tres imatges. Aquestes imatges són processades en un programa específic de fotogrametria, que realitza el procés següent:

- Identifica en cada imatge punts reconeixibles (*features*).
- A partir del càlcul geomètric de la relació entre els punts identifica la ubicació des de la qual s'ha fet cadascuna de les fotografies i la posiciona a l'espai (alineació de càmeres).
- A partir novament del càlcul geomètric de la posició de les càmeres, ubica en l'espai virtual cadascun dels punts reconeixibles en una posició x, y, z, creant (com en el cas de l'escàner làser) un núvol de punts que defineix la forma de l'objecte.
- Aquest núvol de punts es pot mallar, unint els punts creant triangles, amb el que se li dota de superfície.
- Aquesta superfície pot incorporar una textura fotogràfica, construïda a partir de les imatges que són l'origen del mètode.



Com que es basa de forma absoluta en la captació fotogràfica, la fotogrametria es pot aplicar a la majoria d'objectes, des de mides molt petites fins a grans formats, i fins i tot a edificis. Simplement, cal obtenir les fotografies necessàries per a cada element. Per les mateixes raons, però, la fotogrametria no obté bons resultats amb objectes amb superfícies reflectants, totalment llises i uniformes, translúcides o transparents. Els metalls brillants com els cromats o els lacats uniformes, o els materials com el vidre, no permeten la identificació de punts concrets, i per tant la fotogrametria no funciona en aquests casos. En canvi la fusta, la ceràmica mat o la pedra treballada són materials amb una resposta excel·lent.

En funció de la utilització del model 3D els requeriments de captura poden ser molt diferents. Si el model el volem només per publicar a xarxes socials, fins i tot una bona captura feta amb un mòbil pot ser suficient. Si el volem com a element de documentació, ens caldrà utilitzar una càmera; qualsevol de les actuals de gamma mitjana seria suficient. En canvi, si volem tenir un model d'alta precisió per utilitzar-lo en l'entorn de la recerca o la conservació, haurem d'utilitzar càmeres d'alta resolució, il·luminació específica i rigor en la captura.

4.3. Les captures fotogramètriques a Giravolt

Al programa Giravolt les captures es fan amb l'objectiu de ser útils per a qualsevol necessitat que tingui el museu, incloses les científiques, per això la captura es fa amb un alt nivell d'exigència que permet la creació d'un model màster, d'alta resolució, que és apte per a la recerca, i d'un segon model, de baixa resolució, apte per a la difusió i publicació a internet.

Els criteris bàsics que es fan servir són: al voltant de 400 fotos d'alta resolució per objecte, amb correcció de color i escalat de precisió, processat en Reality Capture o Metashape per aconseguir models màster d'uns 40 milions de polígons i models de difusió simplificats a 100.000 polígons però amb textures 8K. Els fitxers i les metadades s'arxiven seguint un esquema adaptat del [3D Metadata Model](#) de la Smithsonian Institution. Se'n facilita una còpia a la institució que gestiona el bé i es conserva una altra còpia al Departament de Cultura.



Captura del Crist del Davallament d'Erill-la-Vall
al Museu Episcopal de Vic

4.4. Publicació i llicència

Tots els models 3D generats pel projecte Giravolt es publiquen al seu [canal de Sketchfab](#). Aquest canal, però, també està obert a acollir les digitalitzacions que altres museus i entitats patrimonials vulguin fer amb els estàndards del programa Giravolt per tal d'enriquir el repositori. I, a la inversa, s'anima els museus i entitats patrimonials per tal d'allotjar els models a les seves pròpies webs i se'ls dona suport en el cas que vulguin engegar el seu propi canal.

La llicència de publicació de tots els models és [Creative Commons Reconeixement](#) (CC-BY), de manera coherent amb l'estratègia digital de la Generalitat de Catalunya en altres àmbits. No cal dir que aquest tema ha estat estudiat i

debatut amb detall. Al sector del patrimoni cultural hi ha un moviment creixent de suport al coneixement obert i a la comunicació de les obres sense restriccions per permetre, a banda del seu accés lliure, la reutilització d'aquest material.

Per exemple, la [Smithsonian Institution](#) ha publicat en domini públic (totalment lliure de drets) més de 2,8 milions de registres inclosos models 3D. A [Sketchfab](#) vint-i-set museus de tot el món han publicat els seus 3D també en domini públic. A Catalunya, com dèiem, la [Generalitat](#) ha estat sempre una de les entitats que ha donat més suport a l'accés obert a la informació, seguint les directives europees al respecte. Així ha impulsat decididament la publicació a internet en domini públic i Creative Commons. Recentment l'[Heritage Fund](#), l'agència del govern britànic que finança els grans projectes de patrimoni, ha establert com a obligatòria per als projectes que s'hi presentin la llicència Creative Commons Atribució.

Tenint en compte tots aquests factors, s'ha considerat que la llicència CC-BY era la més escaient també pel programa Giravolt. Permet totes les utilitzacions de la informació, fins i tot les comercials, però sempre citant-ne la procedència, i així es preserva la traçabilitat del model 3D (un fet que considerem cabdal, per garantir-ne la credibilitat i autenticitat).

5. Els primers resultats de l'acció de Giravolt

El programa Giravolt es va presentar públicament als mitjans de comunicació i a la comunitat professional l'1 de desembre de 2020. La presentació pública, després d'haver-hi dedicat molts mesos de feina, va permetre donar oficialitat i reconeixement al projecte, a la seva marca i als recursos disponibles (com ara el *microsite* disponible al web de Patrimonigencat.cat, les publicacions en paper i format digital). Des d'aquell moment fins ara Giravolt ha continuat avançant i, fins i tot, podem dir que ha experimentat una notable acceleració en l'assoliment de les fites previstes. De fet, s'ha dut a terme una primera presentació de resultats assolits a les respectives direccions de la DGPC i l'ACdPC, de la qual adjuntem a continuació un breu resum.

5.1. La presentació a l'Ideal - Centre d'Arts Visuals (Barcelona)

Amb motiu de la presentació pública del projecte es va encarregar una producció audiovisual immersiva, feta a partir dels models digitalitzats, que es va estrenar aquell mateix dia. Aquesta producció, de cinc minuts de durada, va servir per acompanyar l'explicació dels principals eixos d'actuació del projecte i, al mateix temps, com una demostració de l'altíssim potencial que tot aquest patrimoni digitalitzat pot arribar a tenir, també des d'un punt de vista de creació contemporània. Precisament, està prevista la projecció de nou d'aquesta peça en properes ocasions, atès l'interès que va arribar a despertar entre els assistents i les persones que no el van poder veure.

5.2. Escanejos destacats amb escàner làser

Fins ara la majoria d'escanejos efectuats han estat lligats a la necessitat d'intervenir en algun monument, però en aquests moments es compaginen aquestes actuacions amb les de documentació estricta de l'estat dels espais, als quals s'han incorporat també els espais arqueològics. En aquest sentit destaquen les captures al castell-monestir d'Escornalbou, l'església romànica de Sant Joan de Boí o el reial monestir de Santes Creus. Actualment s'està treballant en la documentació integral del Palau Moja, que serà el primer dels monuments de la Generalitat que estarà totalment documentat en 3D.

5.3. Escanejos destacats amb fotogrametria

Els objectes escanejats fins ara han estat tan diversos com el patrimoni cultural català, des de la primera motocicleta fabricada a Catalunya, [la Villalbí](#), fins a un vestit estrenat per [Margarida Xirgu](#), des d'una [llanterna màgica](#) fins al [penja-robes de la casa Calvet](#) dissenyat per Gaudí. Una de les utilitats, però, d'aquests escanejos és reunir conjunts dispersos, com per exemple [l'esbós de fang](#) que va fer Miquel Blay per a la seva escultura "Els primers freds", que

es conserva al Museu d'Art de Girona, amb la [peça acabada en marbre](#), que és al MNAC. El cas més paradigmàtic, no obstant això, és el de la reunió de les set figures del Davallament d'Erill la Vall, en el món real dividides entre el mateix MNAC i el Museu Episcopal de Vic, i en l'espai virtual, [escanejades totes una per una](#), i [reunides en l'espai de l'absis](#) de l'església amb una il·luminació que vol rememorar la que devien tenir en origen. Una de les últimes accions portades a terme pel programa ha estat l'escaneig de totes les restes fragmentades existents del monument ibèric de Cal Posastre (Sant Martí Sarroca). A partir d'aquests models 3D s'ha pogut definir una nova hipòtesi de la forma i els elements constitutius del monument, que ha estat reconstruït virtualment i presentat en primícia el mes de maig de 2021 en l'exposició *L'enigma iber. Arqueologia d'una civilització* del Museu d'Arqueologia de Catalunya a Barcelona.

5.4. Accions amb el sector professional

S'han dut a terme diverses sessions de formació, en línia i presencials, adreçades a professionals de la gestió del patrimoni. El 2021 es continuarà en aquesta línia per acostar Giravolt i tot el món de la digitalització 3D.

5.5. Accions amb el sector educatiu

Els models 3D són una eina molt potent en la seva aplicació didàctica, per això un dels eixos del programa és la relació amb escoles, instituts i també universitats com a possible eina de recerca. S'han fet sessions de formació per docents, una de presencial a Tarragona i tres en línia, que han generat diversos projectes pilot en els que els alumnes estan escanejant amb eines senzilles el patrimoni del seu municipi i estan incorporant els models resultants a diferents entorns, per exemple a la plataforma [Mobile History Map](#).

5.6. Accions de difusió i participació

Amb motiu de la celebració de les XXIX Jornades Europees de Patrimoni, l'ACdPC va impulsar el disseny i la creació d'una activitat didàctica molt versàtil per acostar el fenomen de la digitalització 3D a la societat de manera participativa, especialment als joves i infants, amb els seus dispositius mòbils. Aquesta activitat, que porta per nom *Desperta el patrimoni* (més informació i material didàctic disponible a <http://patrimoni.gencat.cat/ca/jep2020/despertaelpatrimoni>) va generar un gran interès durant les jornades, amb més de trenta sessions i [un centenar de models](#). Fins al moment s'han programat diverses sessions en contextos diferents i s'ha adaptat a usos escolars, en diferents franges d'edat.

5.7. Repercussió

L'aparició del programa ha despertat una gran resposta en el sector, amb una desena de propostes de col·laboració per part d'institucions i universitats i també en la seva comunicació a xarxes socials, amb més de vuit mil interaccions en els tres primers mesos.

6. Conclusió

Giravolt és un programa que, si no existís, segurament algú altre se l'hauria d'inventar. La majoria de països capdavanters en la gestió del seu patrimoni cultural ja estan duent a terme potents estratègies digitals en aquesta línia. Els models 3D no només tenen infinitat d'usos possibles per a la conservació, la restauració, la recerca i la difusió sinó que, en cert sentit, comencen a revestir-se fins i tot d'una certa obligatorietat. És un fenomen similar, com explicàvem a l'inici, al que va passar amb la irrupció de la fotografia en blanc i negre primer, en color després, i finalment amb els usos del seu format digital. Giravolt és una molt bona eina que, per descomptat, requereix encara de temps per desenvolupar-se i millorar-se i agafar velocitat de creuer, però certament ha experimentat una acceleració molt notable en els seus primers mesos de vida. Com a eina, Giravolt ha de ser útil i aquesta utilitat la determinarà no només el nombre i la quantitat de models que siguem capaços de generar, sinó també el nombre i la

qualitat de les complicitats i les aliances que puguem establir. Aliances públiques (amb altres administracions i altres institucions), però també aliances dins el sector privat i, per descomptat, també en l'àmbit de la recerca i la innovació educatives.

A solid blue square containing the word "Copyright" in white, sans-serif font.