

UTILIDADES DE LA FOTOGRAMETRÍA DIGITAL 3D EN LA INVESTIGACIÓN EPIGRÁFICA Y EN LA TRANSFERENCIA SOCIAL DE SUS RESULTADOS: EL CASO DEL MUSEO VIRTUAL DE SANTA CRIZ DE ESLAVA (NAVARRA)

Javier Andreu Pintado
 Universidad de Navarra
 UNED de Tudela

Pablo Serrano Basterra
 Pablo Serrano Virtualización Patrimonial
 Universidad de Burgos (Extensión Universitaria)

En los últimos años, la «ciencia de las inscripciones¹», la Epigrafía, la disciplina que se ocupa de leer, datar y contextualizar los textos antiguos conservados sobre soporte duro², se ha transformado notablemente al ritmo que lo han hecho, también, las otras disciplinas encargadas del estudio de la Antigüedad³. Sin perder su esencia ni su objeto de estudio, el desarrollo de las técnicas de información y comunicación –primero, especialmente durante los años noventa del siglo xx– y, después –en los últimos cinco años– el concurso del escáner láser y de las técnicas de documentación tridimensional aplicadas con éxito al estudio de material arqueológico⁴, han generado un nuevo modo de investigación epigráfica que ha partido de la que ha dado en llamarse Epigrafía 3D o Epigrafía Digital⁵ y que, de la mano del éxito de la denominada *imaging tech-*

¹ Cagnat, R.: *Cours d'Épigraphie Latine*, París, 1914, p. 8.

² Lassère, J.-M.: *Manuel d'Épigraphie Romaine. I. L'individu – la cité*, París, 2005, p. 19.

³ Como balance general y con bibliografía, puede verse, Bagnali, R. S., y Heath, S.: "Roman Studies and digital resources", *Journal of Roman Studies*, 108, 2018, pp. 171-189.

⁴ Babeu, A., *Rome wasn't digitalized in a day: building a cyberinfrastructure for Digital Classics*, Washington, 2011, pp. 82-96.

⁵ Cayless, H., Roueché, Ch., Elliott, T., y Bodard, G.: "Epigraphy in 2017", *Digital Humanities Quarterly* 3-1, 2009, s. pp. Sobre sus posibilidades, deben verse algunas de las contribuciones recogidas en Bodard, G., y Romanello, M. (eds.): *Digital Classics outside the echo-chamber: teaching, knowledge exchange &*

nology⁶, ha cobrado fuerza en el marco del auge de las denominadas Humanidades Digitales abriendo un panorama de trabajo y de posibilidades que, muy probablemente, ha sido explorado sólo en un porcentaje todavía ínfimo de las potencialidades que, todavía, en un futuro, habrá de ofrecernos.

En el marco de esa creciente Epigrafía Digital se contempla no sólo la documentación geométrica de cualquier documento epigráfico en sí mismo sino, también, todo lo que, con ese material documental resultante puede desarrollarse, desde una mejor capacidad lectora, por parte de los epigrafistas, de las inscripciones que han constituido su objeto de estudio hasta una mejor difusión, e interacción, de ese material en su dimensión investigadora pero también social. Si el pasado siglo, la investigación epigráfica, estuvo marcada por el extraordinario peso que tuvieron los bancos de datos digitales⁷ –a los que seguimos recurriendo de manera cotidiana quienes trabajamos con inscripciones romanas y que, además, han implementado, en los últimos años, sus herramientas de tipo gráfico– los primeros años del siglo XXI están marcados por un recurso creciente a las técnicas del escáner láser –primero– y a la fotogrametría digital –más recientemente– como medio de documentación de los documentos epigráficos bien con fines investigadores, pedagógicos o de difusión social cuando no con los tres al unísono, como en la experiencia que aquí presentamos veremos. La labor desempeñada, en este sentido, por determinados organismos y redes de investigación –como por ejemplo el *EAGLE Project*, auspiciado desde la Università di Roma La Sapienza⁸– y por revistas y publicaciones periódicas –como la *Digital*

public engagement, Londres, 2016, pp. 51-68, título que, en sí mismo, es una definición de las ventajas de la Epigrafía Digital.

⁶ Barmpoutis, A., Bozia, E., y Wagman, R. S.: “A novel framework for 3D reconstruction and analysis of ancient inscriptions”, *Machine Vision Applications*, 21, 2010, pp. 989-998.

⁷ Con un balance en Bodet, J.: “Latin Epigraphy and the IT Revolution”, en Davies, J., y Wilkes, J.: *Epigraphy and the Historical Sciences*, Oxford, 2012, pp. 276-295 además de Feraudi Grúnais, F.: *Latin on Stone. Epigraphic research and electronic archives*, Lanham, 2010 y en Babeu, A.: *op. Cit.* (n. 4), pp. 101-108. Para un inventario de los principales puede verse Elliott, T.: “Epigraphy and Digital resources”, en Bruun, Ch. y Edmonson, J. (eds.): *Oxford Handbook on Roman Epigraphy*, Oxford, 2014, pp. 78-85.

⁸ Panciera, S.: “EAGLE: Cronistoria di un problema e di un progetto”, en Panciera, S.: *Epigrafi, epigrafia, epigrafisti. Scritti vari editi e inediti (1956-2005) con note complementari e indici. Vol 2*, Roma, 2006, pp., 1913-1916; Orlandi, S., Giberti,

Humanities Quarterly o, muy recientemente, la *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, del prestigioso grupo editorial Elsevier–han generado un contexto nuevo para la investigación epigráfica en el que no sólo se ha tratado de aprovechar las potencialidades de internet a efectos de la inmediatez en la comunicación y en la actualización de la información disponible en una disciplina cuyo objeto de estudio se incrementa de manera acumulativa con cada nuevo hallazgo –como persigue, por ejemplo, la biblioteca *Italia Epigraphica Digitale*– sino que, también, por la histórica importancia de la imagen en materia de investigación epigráfica, se ha empezado a trabajar en convertir la red en un repositorio de material epigráfico digitalizado, visible en 3D y documentado fielmente con todos sus detalles geométricos –tanto de soporte como de texto– proliferando, en ese contexto, los denominados Museos Virtuales⁹ que, aunque todavía pocos de contenido exclusivamente epigráfico, están transformando, sin duda, nuestra relación, como investigadores –pero también la del público– con las inscripciones antiguas y, en particular, con las romanas donde, acaso, el concurso a estas nuevas técnicas de registro y documentación se ha desarrollado más notablemente.

No es este lugar en el que volver, de nuevo, sobre las ventajas del uso de este tipo de herramientas digitales y de documentación geométrica en la investigación epigráfica¹⁰ pues en los últimos años se ha ido ya generando un buen bagaje de buenas prácticas en la materia que han

L. M. C., y Santucci, R.: “EAGLE. European network of ancient Greek and Latin Epigraphy. Making the ancient inscriptions accesible”, *Lexicon Philosophicum. International Journal for the History of Texts and Ideas*, 2, 2014, pp. 315-326; y Panciera, S., y Orlandi, S.: “EAGLE: past, present and future”, en Orlandi, S., Santuzzi, R., Mambrini, F., y Luzzo, P. (eds.): *Digital and Traditional Epigraphy in Context. Proceedings of the EAGLE 2016 International Conference*, Roma, 2017, pp. 1-10.

⁹ Paoletti, J. B., Corbin, M., y Jenkins, V.: “Using a Virtual Museum for collaborative teaching, research and service”, en Imman, J., Reed, C., y Sands, P. (eds.): *Electronic collaborations in the Humanities: issues and options*, Londres, 2004, pp. 151-165. Sobre la proliferación de este tipo de Museos, puede verse Moreno, I.: “Nuevas tecnologías, nuevas formas de difusión del conocimiento”, *Museo*, 10, 2005, pp. 1-11, con bibliografía, además de Santacana, J. y Martín Piñol, C. (eds.): *Manual de museografía interactiva*, Gijón, 2010.

¹⁰ Un balance introductorio puede verse en Andreu, J., y Serrano, P.: “Epigrafía 3D: posibilidades de la digitalización de inscripciones romanas en el marco de la Epigrafía Digital”, en Revilla, V., Aguilera, A., Pons, Ll., y García Sánchez, M. (eds.): *Ex Baetica Romam. Estudios sobre economía, sociedad e instituciones de la Antigüedad. Homenaje al Profesor José Remesal*, Barcelona, 2019, pp. 89-125.

venido a demostrar el auxilio que al epigrafista pueden prestar los materiales derivados de esa documentación –especialmente con inscripciones cuyos textos se presentan erosionados o muy dañados¹¹ o cuya paleografía hace su lectura especialmente compleja¹²– y, también, han contribuido a ir generalizando una serie de técnicas –unas derivadas del propio modelo tridimensional, otras generadas a partir del aprovechamiento y tratamiento de las imágenes y capturas de él derivadas¹³– que, en no pocos casos, están contribuyendo a hacer posible la lectura de textos que, *de visu*, sería imposible acometer. De igual modo, la tan necesaria interactividad en el estudio de los documentos epigráficos –y, en general, en las disciplinas propias de los estudios sobre Antigüedad– y la cada vez más reclamada transferencia del conocimiento a los públicos tradicionalmente separados de la producción e investigación científicas, han encontrado, en los productos derivados de este tipo de experiencias, un estandarte de referencia para dar a la Epigrafía esa dimensión pedagógica tan necesaria hoy en cualquier disciplina científica¹⁴ en la era, precisamente, de la información en *open-access*¹⁵.

¹¹ Con carácter pionero Frasson, F.: “Image editing programs as tools for the study of ancient inscriptions”, en *Proceedings of the International Conference on Information Technologies for Epigraphy and Digital Cultural Heritage in the Ancient World (EAGLE 2014, Paris)*, Roma, 2014, pp. 145-150 además de, con ejemplos aplicados al repertorio hispano, fundamentalmente del Noroeste peninsular: Carrero-Pazos, M., y Espinosa, D.: “Tailoring 3D modelling techniques for epigraphic texts restitution. Case studies in deteriorated Roman inscriptions”, *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 9, 2018, pp. 1-12 además de Pires, H., Gonçalves, L., Fonte, J., Correia, M. J. y Sousa, O.: “Morphological residual model: a tool for enhancing epigraphic readings of highly eroded surfaces”, en *Information Technologies for Epigraphy and Cultural Heritage*, Roma, 2014, pp. 133-144.

¹² Graham, A.: “The power of images at Aphrodisias: how digital resources can transform our assessment of Palaeography”, en Orlandi, S., Santucci, R., Mambrini, F., y Liuzzo, P. (eds.): *op. Cit.* (n. 8), pp. 367-389.

¹³ Andreu, J., y Serrano, P.: “Contributions of the digital photogrammetry and 3D modelling of the Roman inscriptions to the reading of damaged *tituli*: an example from the *Hispania Tarraconensis* (Castiliscar, Zaragoza)”, *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 91, 2019, pp. 1-7.

¹⁴ Licordari, F.: “Latin Epigraphy for the visually impaired. New technologies to favor universal accessibility”, en Orlandi, S., Santucci, R., Mambrini, F., y Liuzzo, P. (eds.): *op. Cit.* (n. 8), pp. 287-300.

¹⁵ Bozia, E., Barmoutis, A., Wagman, R. S.: “Open-access Epigraphy. Electronic dissemination of 3D-digitalized archaeological material”, en *Proceedings... op.*

Animados por el éxito de proyectos pioneros en España como el de la web Epigrafía3D (<http://www.epigraphia3d.es/>), que –de la mano de varios proyectos financiados por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología y el liderazgo de Manuel Ramírez Sánchez– digitalizó parte del repertorio epigráfico del Museo Arqueológico Nacional de Madrid (<http://www.epigraphia3d.es/galeriacutea-3d-man.html>) y del Museo Nacional de Arte Romano de Mérida (<http://www.epigraphia3d.es/galeriacutea-3d-mnar.html>)¹⁶ llevando, incluso, ese material, posteriormente, a una *app* para *smartphones* y *tablets*¹⁷, en 2015 acometimos la creación del Museo Virtual de Los Bañales (<https://sketchfab.com/banalesmuseo-virtual>) un espacio en red en el que alojar material arqueológico –y, en origen, fundamentalmente epigráfico– de la ciudad romana de Los Bañales de Uncastillo, en la aragonesa Comarca de Cinco Villas. Con más de 510 seguidores y, a día de hoy, un total de 47 materiales digitalizados, este espacio –sobre el que ya reflexionamos en otra ocasión en este mismo órgano editorial¹⁸– ha revelado cuáles son las principales potencialidades del uso de la Epigrafía 3D y de su empleo en la confección de repositorios y museos virtuales, a saber: la posibilidad de difundir y garantizar el acceso público a material arqueológico que, por hallarse todavía en estudio, no puede ser visto por el gran público y del que la comunidad científica, como mucho, apenas tiene acceso a partir de las fotografías tradicionales publicadas en las *editiones principes* respectivas; la ventaja de dar a conocer, a través del empleo de los modelos virtuales en publicaciones y en

Cit. (n. 11), pp. 421-435.

¹⁶ Ramírez Sánchez, M., Suárez-Rivero, J. P., y Castellano-Hernández, M^a Á.: “Epigrafía digital: tecnología 3D de bajo coste para la digitalización de inscripciones y su acceso desde ordenadores y dispositivos móviles”, *El profesional de la información*, 23-5, 2014, pp. 467-474.

¹⁷ Ramírez Sánchez, M., Suárez-Rivero, J. P., Trujillo, A., Fernández, P., Santana, J. M. y Ortega, S.: “Digital epigraphic heritage made simple: an Android app for exploring 3D Roman inscriptions”, en Catalano, C. E., y De Luca, L. (eds.): *Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage. Eurographics Association*, Ginebra, 2016, pp. 179-182.

¹⁸ Andreu, J., “Museo histórico y arqueológico virtual ‘Los Bañales’: fotogrametría al servicio de la puesta en valor del patrimonio arqueológico y de la formación universitaria”, *Cuadernos del Marqués de San Adrián, Número Extraordinario*, 2018, pp. 25-23. Sobre él puede verse también Serrano, P.: “Posibilidades museográficas de los Museos Virtuales 3D: Los Bañales y Cortes de Navarra”, en *X Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica (Burgos, 2017)*, Burgos, en prensa, s. pp.

redes sociales, un enclave arqueológico, sus materiales y sus problemáticas históricas y arqueológicas contribuyendo a su efectiva dinamización y promoción, fundamental en el marco de la hoy denominada Arqueología Pública¹⁹; la sugerente ventaja de la inmediatez que permite compartir con la comunidad investigadora cualquier material aún en estudio incluso con el objetivo de recibir de ella el *feedback* oportuno para su posterior estudio y publicación; y, por supuesto, todas las herramientas que –para la confección de esos repositorios– contribuyen a hacer más eficaces las competencias lectoras de cualquier epigrafista y que son resultado del empleo de las técnicas de documentación tridimensional que nutren ese tipo de museos²⁰ y que están en la base de la propia Epigrafía 3D.

Como una secuela de este proyecto, en 2018, y gracias a una ayuda de investigación en el marco del convenio UNED de Tudela/Fundación Caja Navarra/Obra Social La Caixa, pudimos poner en marcha una experiencia parecida –pero mejorada, precisamente, por nuestro propio *background* y experiencia previas– para configurar el Museo Virtual de Santa Criz de Eslava llamado a convertirse en el expositor en red del extraordinario material arqueológico procedente de la *ciuitas* romana, y antes vascona, de Santa Criz de Eslava, ubicada en la localidad de Eslava, en la Navarra Media, al pie de la vía que enlazaba *Iacca* (Jaca, Huesca) con *Vareia* (Barea, Logroño)²¹, de la que, precisamente en estos años, se ha cumplido el primer centenario desde su ‘descubrimiento’ por el P. Juan Castrillo²² y que, pese a sus extraordinarios hallazgos epigráficos y arqueológicos²³ y acaso por la complejidad de sus restos arqueológicos

¹⁹ Sobre ésta debe verse el monográfico sobre la cuestión publicado en *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 28, 2018, pp. 5-209 que recoge toda la creciente bibliografía sobre este paradigma fundamental en las actuales tendencias de socialización del patrimonio arqueológico.

²⁰ Para algunas de esas técnicas, con balance, descripción y bibliografía, puede verse Andreu, J., y Serrano, P.: *op. Cit.* (n. 10).

²¹ Andreu, J., y Armendáriz, J.: “La ‘vía romana de la Navarra Media’ entre las *ciuitates* de Campo Real/Fillera de Sos del Rey Católico (Zaragoza) y Santa Criz de Eslava (Navarra): a propósito de un nuevo miliario procedente de Gabarderal”, en *Studium, magisterium et amicitia. Homenaje al profesor Agustín González Enciso*, Pamplona, 2018, pp. 41-48.

²² Castrillo, J.: “Hallazgo histórico: piedra miliaria, fragmentos de otras piedras”, *Boletín de la Comisión de Monumentos de Navarra*, 20, 1917, pp. 33-40.

²³ Armendáriz, R., Sáez, P., y Dieguez, I.: “Aproximación al paisaje urbano del yacimiento arqueológico de Santa Criz (Eslava)”, *Trabajos de Arqueología Navarra*, 28, 2016, pp. 245-287, que recoge la, todavía escasa, bibliografía arqueológica disponible sobre el lugar.

carece todavía de suficiente presencia en el circuito investigador sobre la Arqueología hispanorromana²⁴.

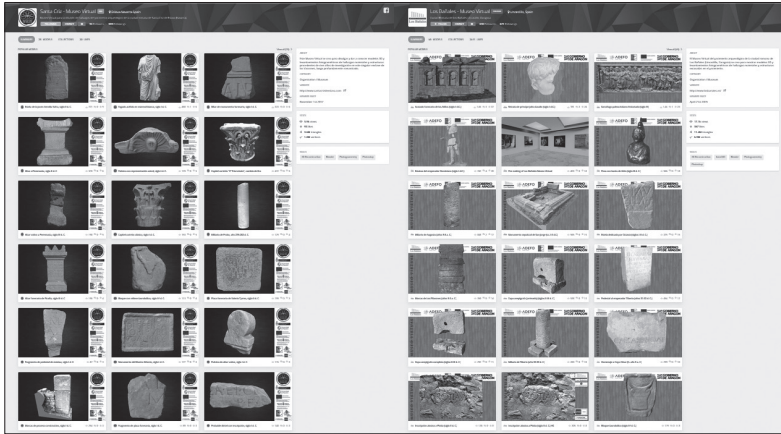


Fig. 1. Interfaz en red de los Museos Virtuales de Los Bañales (<https://sketchfab.com/banalesmuseovirtual>) y de Santa Criz de Eslava (<https://sketchfab.com/santacruzmv>) ambos alojados en el portal Sketchfab.

Concluida la primera fase del proyecto, el Museo Virtual de Santa Criz de Eslava (<https://sketchfab.com/santacruzmv>) reúne hoy un total de 25 inscripciones —además de algunos otros materiales de decoración arquitectónica y escultóricos (Fig. 1)— cuyo análisis, además, pone de manifiesto las principales utilidades que, nos parece, tiene un proyecto como éste y

²⁴ Esta tendencia ha cambiado en los últimos meses gracias, en parte, a trabajos como: Andreu, J., Ozcáriz, P., y Mateo, Tx.: *Epigrafía romana de Santa Criz de Eslava (Navarra)*, Faenza, 2019 —en la que, además, se ofrece acceso a todas las vitrinas del Museo Virtual como complemento a la *editio* de cada uno de los textos del repertorio epigráfico—, Romero, L.: “*Fora Vasconiae. Centros cívicos en los límites del conuentus Caesaraugustanus: el caso de Santa Criz de Eslava (Eslava, Navarra)*”, *Trabajos de Arqueología Navarra*, 30, pp. 197-214, o Andreu, J.: “El hábito epigráfico entre los Vascones antiguos: Santa Criz de Eslava como paradigma”, *Príncipe de Viana*, 272, 2018, pp. 1017-1026, este último válido también para ilustrar el carácter profundamente representativo del repertorio epigráfico seleccionado.

que, en definitiva, glosan a la perfección las que, nos parece, constituyen las principales fortalezas y oportunidades de estos repositorios de carácter digital al tiempo que ofrecen un protocolo de trabajo que queremos compartir aquí conscientes de que los avances en Epigrafía 3D y Epigrafía Digital deben partir, necesariamente, de un adecuado y fructífero intercambio de experiencias.

En primer lugar, el repertorio epigráfico de Santa Criz de Eslava es –como sucedía con el de Los Bañales de Uncastillo– suficientemente amplio en términos cuantitativos y suficientemente heterogéneo en términos cualitativos –con pedestales de estatua, placas, estelas o altares funerarios, y también votivos, materiales constructivos con *tituli* de diverso signo y un buen repertorio de sugerentes testimonios de tipo anepígrafo– como para que, desde un punto de vista estrictamente pedagógico, el repositorio resultante pudiera tener cierto carácter paradigmático en relación a la que fue la cultura epigráfica de una ciudad supuestamente vinculada al territorio de los antiguos Vascones²⁵ y en relación, también, a la cronología de la extensión del hábito epigráfico en la zona por cuanto que el repertorio incluye desde inscripciones altoimperiales hasta el que podría ser el más antiguo testimonio escrito del arraigo del primitivo cristianismo en Navarra (<https://skfb.ly/6vS9T>)²⁶. En segundo lugar, a día de hoy –excepción hecha de dos miliarios (<https://skfb.ly/6wJHW> y <https://skfb.ly/6wGqo>), una inscripción funeraria (<https://skfb.ly/6wzrJ>) y un altar votivo (<https://skfb.ly/6wzrP>) que sí pueden verse en las galerías de inscripciones del Museo de Navarra, un pilar con marcas de cantero visible *in situ* en la cruja oeste del critopórtico de Santa Criz de Eslava (<https://skfb.ly/6wzGu>), y un hermoso altar funerario depositado en el Museo de Castejón (<https://skfb.ly/6wzrY>)– la mayor parte del material epigráfico que fue objeto de documentación para el Museo Virtual y que hoy puede verse en él sólo puede ser estudiado y contemplado por el visitante a través de este medio al hallarse muchas de las inscripciones bien en depósito en el almacén del Servicio de Patrimonio Histórico, en Cordovilla (Navarra), bien repartidas en varias colecciones particulares en el municipio de Eslava –y, también, en el vecino de Gallipienzo– lo que,

²⁵ Véase, al respecto, Andreu, J.: “Algunas consideraciones sobre las ciudades romanas del ámbito vascón y su proceso de monumentalización”, *Espacio, Tiempo y Forma. Serie 2. Historia Antigua*, 17-18, 2004-2005, pp. 260-262.

²⁶ Castillo, C., y Fernández López, C.: “Navarra en época romana: datos que aportan las fuentes epigráficas”, en *I Congreso General de Historia de Navarra (Pamplona, 1986)*, Pamplona, 1987, pp. 366-368.

sin duda, acentúa las virtualidades de transferencia del uso de este tipo de herramientas derivadas de la fotogrametría digital y de este tipo de repositorios como son los Museos Virtuales. Además, y, en tercer lugar, algunos de los materiales epigráficos que componen el catálogo ofrecían interesantes retos, tanto de lectura como de representación gráfica –por lo mal conservado de sus *tituli* o por la escasa incisión de sus caracteres paleográficos– que convertían en una oportunidad científica su digitalización. El hecho de que este repertorio epigráfico constituya, además, el cuantitativamente más numeroso del territorio actualmente navarro y, también, el contexto de celebración, en el ejercicio 2017-2018, del centenario del descubrimiento del yacimiento de Santa Criz de Eslava –con un intenso programa de dinamización turística, cultural e investigadora del yacimiento promovido desde el Ayuntamiento de Eslava y desde Cederña-Garalur con apoyo de un PDR del Gobierno de Navarra, la Fundación Caja Navarra y la coordinación de la Universidad de Navarra– ofrecía, además, un contexto adecuado desde el que convertir el material generado por este trabajo en una herramienta más para dar a conocer este lugar al público en general y a la comunidad científica muy en particular.

Desde un punto de vista estrictamente técnico, uno de los principales retos del proyecto —consustancial, por lo general, al trabajo en cualquier tipo de Museo Virtual— era el de la toma de datos para la generación de los modelos 3D una vez que, como se ha dicho anteriormente, las inscripciones estaban repartidas por diversas localizaciones tanto al aire libre como en las dependencias de diversos museos y colecciones. La diversidad en las características de los soportes del repertorio epigráfico objeto de documentación en conjunción con la variedad de ambientes en los que se encuentran ubicados, obligaron a planificar cuidadosamente la toma de datos fotográficos, procurando en todo caso las condiciones más adecuadas a los objetivos del proyecto, a saber: la obtención de la documentación geoméricamente más precisa posible de los campos epigráficos que contenían el texto de los distintos *tituli* –lo que a la postre permitiría aplicar técnicas de análisis digital para favorecer su legibilidad– y, por supuesto, la obtención de modelos en baja resolución de esos materiales para su ulterior difusión en el Museo Virtual.

Ello conllevó adaptar la iluminación, los parámetros de la cámara y la estrategia de captura a cada caso concreto, procurando siempre concentrar en el campo epigráfico la iluminación difusa que permite una mayor precisión geométrica. La variedad de lugares de conservación de las inscripciones del catálogo llevó a tener que enfrentarnos a circunstancias diversas en este sentido (Fig. 2). Así, en las piezas conservadas en el Museo de Navarra (Pamplona) dado que, por su volumen y peso, los objetos no podían ser movidos sin incurrir en costes que no habría podido asumir el

proyecto, se optó por adaptar la estrategia de documentación empleada, buscando la mayor cantidad de ángulos de fotografía posible, renunciando a la cara inferior de las piezas y en algunos casos a la trasera, y concentrando un número especialmente elevado y cercano de instantáneas en los campos epigráficos. La iluminación museística de las salas, incandescente, no pudo evitarse. Ésta proporciona un tono levemente anaranjado a las imágenes resultantes, que, en cualquier caso, ha tenido que ser corregido posteriormente con la edición fotográfica de la textura (<https://skfb.ly/6wzrJ>, por ejemplo). Para la adecuada documentación del campo epigráfico de las piezas se reforzó la iluminación mediante el uso de una caja de luz difusa (*softlight box*). Similar inconveniente de documentación presentó el altar de *Piculla* conservado en el Museo de Castejón (<https://skfb.ly/6wzrY>), pero con la ventaja de que, en este caso, la iluminación pudo ser controlada y, con el refuerzo de la caja de luz difusa, aquélla resultó óptima para la obtención de un modelo adecuado a los objetivos.



Fig. 2. Diversas estrategias de toma de datos ante inscripciones del catálogo en distintas circunstancias de conservación.

En otras ocasiones, como en los procesos de documentación de los materiales depositados en los fondos del Servicio de Patrimonio Histórico del Gobierno de Navarra, en Cordovilla, la estrategia se diseñó en relación a su tamaño. Para piezas de gran tamaño, fue suficiente la iluminación de la propia nave con el refuerzo de la caja de luz difusa para el campo epigráfico (<https://skfb.ly/6wzGx>). Para las más pequeñas (<https://skfb.ly/6wBWN>) se montó un estudio portátil de iluminación con focos laterales y frontales para matar las sombras.

Siempre que, en cualquier caso, fue posible –como en las piezas conservadas en colecciones privadas de la localidad de Eslava– se prefirió en general realizar la toma de datos trasladando las piezas al exterior (<https://skfb.ly/6vFYG> o <https://skfb.ly/6wLqy>), a zonas con luz difusa (patios, zonas sombreadas...) y reforzando la iluminación del campo epigráfico con la caja de luz difusa cuando se ha considerado necesario. Cuando tuvimos que enfrentarnos a entornos fijos en exteriores –como en el caso de la captura de imágenes del pilar del criptopórtico del foro con marcas de cantería (<https://skfb.ly/6wzGu>)– para evitar las deformidades causadas por sombras y sobreexposiciones, se optó por la iluminación natural obtenida al amanecer, usando un alto nivel de compensación de exposición para obtener el nivel de detalle adecuado para el análisis.

Para el levantamiento fotogramétrico propiamente dicho, la aplicación escogida fue *Reality Capture*. A pesar de su coste ésta se escogió por su potencia de cálculo –superior a la de otras aplicaciones comerciales pues reduce los tiempos de proceso, algo interesante por el elevado número de modelos a realizar–, y sobre todo, por la resolución y precisión geométricas de los modelos obtenidos, deseables en relación al objetivo de análisis de las inscripciones en apoyo de su mejor lectura e interpretación histórica.

En una fase posterior, los modelos generados han sido editados mediante la aplicación libre de diseño 3D *Blender* (Versión 2.79b). Además de los análisis de geometría y textura de algunas de las piezas –a los que nos referiremos más adelante–, todos los modelos fueron objeto de recorte, simplificado (modificador *Decimate*) y en algunos casos, retopología y *Texture Bake* de normales y *Ambient Occlusion* para obtener ficheros con menor peso en memoria destinados a su difusión mediante visores 3D en el Museo Virtual alojado en el portal Sketchfab (Fig. 3).

El riquísimo patrimonio arqueológico –y en particular epigráfico– proveniente del yacimiento de Santa Criz de Eslava ha obligado a realizar una minuciosa planificación previa para determinar cuáles de las amplísimas posibilidades de actuación resultaban más importantes, necesarias o interesantes. En este sentido, la definición de objetivos ha sido guiada por el Principio 2 de los Principios de Sevilla de la Arqueología Virtual, y

especialmente por lo indicado en el párrafo 2. 1 del mismo: «Cualquier proyecto de visualización asistida por ordenador siempre tendrá el objetivo de mejorar aspectos relacionados o bien con la investigación, o bien con la conservación o bien con la difusión del patrimonio arqueológico. La finalidad de todo proyecto debe quedar encuadrada dentro de alguna de dichas categorías (investigación, conservación y/o difusión). La categoría referente a difusión engloba tanto proyectos con fines educativos, ya sea educación reglada o informal, como proyectos con fines recreativos (turismo cultural)»²⁷.

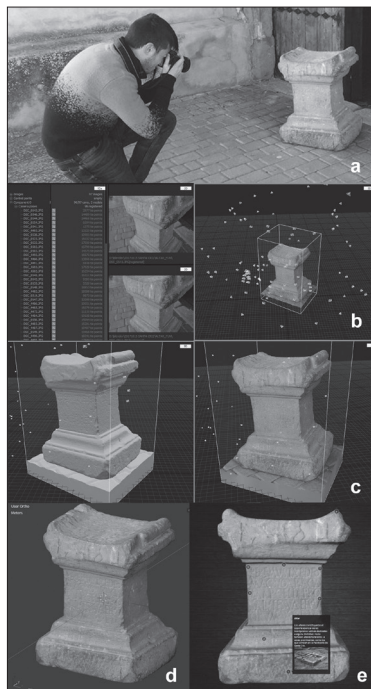


Fig. 3. Flujo de trabajo y protocolo para la configuración del Museo Virtual de Santa Criz de Eslava:
a) captura de datos fotográficos; b) alineado de las imágenes en Reality Capture;
c) obtención de la geometría y textura en alta resolución; d) postproceso: recorte y optimizado;
e) carga en el portal y configuración de características visuales y textos.

²⁷ Principios de Sevilla: "International Principles of Virtual Archaeology", en *Forum Internacional de Arqueología Virtual/International Forum of Virtual Archaeology*, Sevilla, 2011.

Dicha planificación –de nuevo guiados por las buenas prácticas de los Principios de Sevilla (Principio 1: Interdisciplinariedad)– se diseñó de común acuerdo entre la dirección científica del proyecto y los especialistas en virtualización patrimonial Pablo Serrano e Iker Ibero que han formado parte del equipo de documentación y virtualización. Como resultado, se fijaron *ab initio* los materiales a producir, buscando resultados en los tres ámbitos indicados: investigación, con un cuidado análisis de la geometría y textura de los materiales, especialmente aplicados a la Epigrafía, como veremos más adelante; conservación que pese a ser un objetivo secundario en este proyecto, se ha de tener en cuenta que los modelos de alta resolución sirven también como documentación del estado actual de las piezas de cara a posibles medidas de protección o posteriores acciones de restauración; y difusión generando modelos optimizados para la exposición en el Museo Virtual de todas las piezas escaneadas, que además constituirían la materia prima para posteriores acciones de recreación dirigidas a su restauración virtual y restitución hipotética de aspecto original, en los términos que veremos más adelante, ámbito éste en el que se sigue trabajando en estos momentos.

La variedad de objetos (tamaño, ubicación, circunstancias de iluminación), además de condicionar la captura de datos fotográficos, como ya hemos indicado, también obligó a adaptar el proceso caso por caso, pero siempre en referencia a estos objetivos así formulados.

En lo que se refiere a la vertiente de investigación, la aportación principal de la experiencia nos parece ha consistido en la producción de materiales gráficos que sirven de apoyo a la lectura. La primera pieza analizada con excelentes resultados en este sentido ha sido el altar votivo dedicado a *Peremusta* (<https://skfb.ly/6wFzz>). Esta pieza, intensamente deteriorada por una fractura del soporte y por la meteorización –con líquenes– del campo epigráfico, había sido documentada anteriormente como altar funerario, pero la totalidad de la inscripción no había podido ser descifrada. A partir de los mismos datos fotográficos usados para el modelo de difusión, fueron producidos varios levantamientos parciales de alta resolución (entre 500K y 6 millones de polígonos, con texturas de 8K) centrados exclusivamente en el campo epigráfico y en las partes de éste en que la lectura resultaba más dudosa. Sobre dichos modelos aplicamos una batería de técnicas que podemos describir en tres grupos. En primer lugar, técnicas de resalte de la geometría (tomas en diferentes ángulos con *shaders* metalizados e iluminación virtual cruzada, creación de mapas de alturas en escala de colores, conversión a color de los atributos *true normal* y *pointiness* para enfatizar el relieve). En segundo lugar, se aplicaron técnicas de análisis de texturas mediante diferentes combinaciones de los filtros digitales del *plugin DStretch* sobre la aplicación libre

de diseño 2D *ImageJ*, para revelar las pequeñas diferencias de color que aportaban las concreciones y secimentos en las cavidades. Por último, se desarrollaron técnicas combinadas, es decir renderizados (fotos virtuales) que combinasen dos o más técnicas de los tipos anteriores (por ejemplo, iluminaciones cruzadas sobre la pieza con textura filtrada).

En este sentido, el resultado fue altamente satisfactorio, ya que los excelentes materiales generados –que pueden verse, por su interés, en las anotaciones del modelo virtual resultante (<https://skfb.ly/6wFzz>)– sirvieron de guía para una nueva autopsia tradicional que permitió la lectura completa de la inscripción y su recalificación como altar votivo, corroborando con su dedicatoria la devoción a la deidad local *Peremusta* que atestiguaban otras inscripciones de la región (<https://skfb.ly/6vFYG>)²⁸.

Los objetivos de difusión se han basado en un primer momento en el impacto del Museo Virtual 3D que ya hemos referido, una de cuyas virtudes principales es permitir la visualización de piezas que se exponen de forma dispersa, que están almacenadas en fondos museográficos muy diversos, o incluso aquellas que, por formar parte de colecciones privadas, no serían accesibles al espectador de otro modo. Así, por ejemplo el propio altar votivo al que nos referíamos anteriormente, o la estela funeraria de *Rusticola* (<https://skfb.ly/6vS9T>), entre otras.

Pero, además, la propia filosofía del proyecto ha impulsado otras acciones orientadas a la difusión y dirigidas especialmente a la recreación de diferentes elementos y áreas de la ciudad romana. En este sentido, disponer de los modelos fotogramétricos de diversos elementos nos permite recrear siempre a partir de los propios modelos, aplicando así en la práctica varios de los Principios de Sevilla de la Arqueología Virtual, como son el de Autenticidad (Principio 4), Rigurosidad Histórica (Principio 5) y Eficiencia (Principio 6). Muchos de los objetos incorporados al vídeo-recorrido virtual sobre la ciudad romana de Santa Criz de Eslava, actualmente en fase de montaje y postproceso final por parte de Iker Ibero, se han producido según un flujo de trabajo que nos parece totalmente estándar y del que queremos dejar constancia en estas páginas.

1. Retopología: racionalización de la geometría original proveniente de las aplicaciones fotogramétricas y conversión a *loops* de *quads* (secuencias coherentes y fácilmente editables de caras cuadriláteras).

²⁸ Para ese procedimiento, en detalle, y sus resultados, puede verse Andreu, J., y Serrano, P.: *op. Cit.* (n. 10).

2. «Cocinado» (*Texture baking*) de texturas de color y mapas de normales y oclusión: traspasan mediante efectos ópticos la información geométrica de detalle del modelo original al optimizado, mediante la configuración de materiales *PBR (Physically Based Rendering)*.
3. Anastilosis virtual: restitución mediante diseño tridimensional de las partes faltantes en el objeto (fracturas, desprendimientos, desconchones, melladuras, etc.).
4. Restitución hipotética de la policromía: mediante la herramienta *Texture Paint* de *Blender*, coloreando manualmente el objeto, con especial atención a las *rubricae* de las inscripciones y a los elementos decorativos de sus soportes.

Los elementos así generados son fácilmente integrables en cualquier tipo de recreación sea en dibujo o en vídeo, como elementos autónomos –por ejemplo, el altar funerario de *Piculla* (<https://skfb.ly/6wzrY>) y la estela de *Vafra* (<https://skfb.ly/6upOH>)– (Figs. 4 y 5) o integrando reconstrucciones hipotéticas de edificios y monumentos como se ha hecho con los pulvinos decorativos con motivos astrales (<https://skfb.ly/6yq68>) o florales pendientes de publicar en el Museo Virtual pero que, sabemos, formaron parte importante del paisaje epigráfico y arquitectónico, funerario, de la necrópolis de Santa Criz de Eslava (Fig. 6)²⁹.



Fig. 4. Ciclo de trabajo en relación al altar funerario de *Piculla*, hoy en el Museo de Castejón, una de las piezas del catálogo, de su documentación a su recreación (P. Serrano Basterra).

²⁹ Beltrán Fortes, J.: “*Monumenta sepulcrales en forma de altar con pulvinos de los territorios hispano-romanos: revisión de materiales y estado de la cuestión*”, *Archivo Español de Arqueología*, 77, 2004, pp. 109-110.



Fig. 5. Ciclo de trabajo en relación a la estela de Vafra, una de las piezas del catálogo, de su documentación a su recreación (P. Serrano Basterra).



Fig. 6. Ciclo de trabajo en relación a los pulvini funerarios para remate de altar monumental documentados en Santa Criz de Eslava, uno de ellos ya disponible en el Museo Virtual (<https://skfb.ly/6yq68>) (P. Serrano Basterra).

La elección de Sketchfab como soporte de los materiales digitalizados y como medio de difusión del propio Museo Virtual se debe, como ya se dijo, a las excelentes condiciones que este portal ofrece para el alojamiento de todo tipo de exposiciones de contenido artístico, arqueológico, patrimonial y cultural, proporcionando de forma gratuita a las instituciones que lo soliciten su perfil *Premium*. Éste permite utilizar las máximas prestaciones de forma indefinida, incluyendo una amplia variedad de herramientas de configuración visual (materiales, iluminación, fondos personalizados, efectos de postproceso, anotaciones), un tamaño de ficheros casi ilimitado y complementos de interactividad avanzados

(Realidad Virtual, animación, sonido). Además, los perfiles son incluidos sin coste en el apartado de búsqueda de Museos, junto a instituciones tan prestigiosas como el *British Museum* o la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando –por citar dos de las que más *followers* acumulan y de las que se muestran más activas en la difusión de modelos 3D de objetos arqueológicos y de material epigráfico– además de ofrecer la posibilidad de publicar una entrada de *blog* para dar a conocer el proyecto, la gestación del Museo Virtual y cualquier otro contenido relacionado con el yacimiento y con sus materiales.

En la configuración de la información que se facilita de cada uno de los materiales epigráficos en los visores respectivos del citado portal se han combinado criterios netamente investigadores –y propios de la ciencia epigráfica y, en particular, de la edición como método básico para la documentación de inscripciones– con otros de tipo divulgativo y de transferencia. Así, cada pieza incorpora, justo debajo del visor, una breve descripción que indica, como suele ser habitual en la edición epigráfica³⁰, las dimensiones del monumento, el tipo de soporte con sus principales características materiales e iconográficas, si las hubiera, así como las circunstancias de hallazgo y la indicación del lugar de conservación (Fig. 7). Los límites de caracteres que establece Sketchfab para estas descripciones –1024 caracteres– no han impedido, sin embargo, que esa información constituya una excelente *praefatio* de la que, más detallada, y con fines también divulgativos, contienen las anotaciones que se sitúan en el visor, sobre la pieza. En ellas siempre aparece una dedicada a mostrar la lectura del *titulus*, citando, si es preciso, la *traditio* fundamental de la pieza en cuestión –o al menos su *editio princeps*– pero incorporando, también, a la postre, una amplia suerte de detalles informativos sobre la iconografía, la onomástica, la tipología del soporte, la paleografía o la datación de la inscripción que, en definitiva, constituyen, en sí mismo, un comentario epigráfico que, en lugar de seguir a la presentación de la pieza, se intercala directamente sobre ella facilitando, además, la interactividad del usuario (Fig. 8). La seriación, además, de las anotaciones, busca guiar al usuario en la contemplación y análisis visual del monumento deteniéndose en todos los detalles pertinentes al mismo. La posibilidad que ofrece Sketchfab de, pese a las naturales limitaciones de caracteres para estas notas –64 caracteres para el título, 1024 caracteres para el contenido, incluyendo códigos de formato e hipervínculos (Fig. 9)–, incorpo-

³⁰ Andreu, J.: “La edición epigráfica”, en *Fundamentos de Epigrafía Latina*, Madrid, 2009, pp. 37-60.

rar enlaces que lleven a bibliografía o a otros modelos 3D del repertorio favorece no sólo la hiperconexión entre las propias piezas del catálogo sino, también, la navegación orientada a una más eficaz transferencia de los resultados de la investigación iniciando al usuario, además, en la curiosidad científica y poniendo al investigador ante todo el material disponible sobre un mismo documento epigráfico. Las posibilidades que este sistema de trabajo genera resultan extraordinarias de cara al mejor futuro de la investigación sobre inscripciones romanas. Por último, cada una de las vitrinas virtuales incorpora una serie de etiquetas que permiten indexar las búsquedas en base a palabras clave (*tags*) y filtrar los resultados en base a su contenido (*categories*), favoreciendo de ambas formas la visibilidad de los modelos y amentando sus posibilidades de ser localizados por el público potencialmente interesado en este tipo de materiales.



Fig. 7. Captura de una de las “vitrinas” del Museo Virtual de Santa Criz de Eslava, con detalle de la descripción que suele acompañar a cada uno de los materiales.



Fig. 8. Detalle del sistema de anotaciones empleado en el Museo Virtual de Santa Criz de Eslava, en este caso sobre la estela cristiana de Rusticola.



Fig. 9. Hipervínculos entre modelos del Museo Virtual de Santa Criz de Eslava en una de las anotaciones de una de las inscripciones del catálogo, procedente de Aibar.

Aunque, efectivamente, la referida ordenación por etiquetas permite al usuario que navega por cualquier museo virtual ver los materiales debidamente ordenados en categorías tipológicas o temáticas, la resistencia, todavía, de la investigación científica al recurso al portal Sketchfab nos llevó a, como se hiciera en el caso del Museo Virtual de Los Bañales y se hizo también en los pioneros ejemplos del proyecto Epigraphia 3D, insertar las vitrinas virtuales en una web específica en la que pudieran, además, presentarse debidamente ordenados, por tipos, todos los materiales epigráficos del repertorio facilitando así una navegación sobre ellos algo más organizada y guiada. Esta web (<https://www.unav.edu/en/web/facultad-de-filosofia-y-letras/santa-criz-de-eslava/museo-virtual>), alojada en el *microsite* sobre el centenario del descubrimiento de Santa Criz de Eslava en la *homepage* de la Universidad de Navarra (<https://www.unav.edu/en/web/facultad-de-filosofia-y-letras/santa-criz-de-eslava/presentacion>) –que, como se dijo más arriba, ha coordinado la celebración de dicha efeméride–, procede a ordenar los materiales en distintos tipos siguiendo la tradicional tipología de inscripciones al uso en el *Corpus Inscriptionum Latinarum*: inscripciones honoríficas, constructivas, funerarias y votivas (Fig. 10). La ordenación de ese material, además de articular las piezas en una secuencia temática tradicional ofrece acceso –junto al modelo 3D ‘embebido’ en la web y en el caso de inscripciones que no eran inéditas y que contaban ya con una *traditio de lectiones* previa– a la ficha de cada una de las inscripciones en el banco de datos de *Hispania Epigraphica Online* (<http://eda-bea.es/>) seguramente la más completa base de datos en red de inscripciones romanas y en la que, prácticamente todas las piezas del catálogo –salvo las, hasta la fecha, inéditas– tienen presencia.

Accesibilidad, interactividad, capacidad de socialización y de democratización del conocimiento y atractivo –por el excepcional *appeal* que tiene el entorno digital– y versatilidad de los materiales en ellos generados se han señalado como algunas de las más importantes –entre otras– y principales ventajas de los Museos Virtuales³¹. La experiencia de la que se ha hecho balance en estas páginas, el Museo Virtual de Santa Criz de Eslava, ha añadido a todas ellas varias que, nos parece, aportan aún más valor a esta dimensión de la *computational archaeology*³² en la que

³¹ Mark, Ch., De Montano, M. K., Resta, P., y Roy, L.: “Virtual Museums from four directions. An emerging model for school-Museum collaboration”, en *ED-MEDIA 2011. World conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (Finland, 2001)*, Washington, 2015, pp. 289-294.

³² Barmpoutis, A., y Bozia, E.: “Augmenting the workspace of epigraphists. An

se inscriben este tipo de proyectos. Su realización ha estimulado la investigación científica y la ordenación –a través de un sistemático *corpus* epigráfico– de un repertorio de inscripciones romanas que, pese a ser el más generoso del territorio vascón se encontraba disperso en publicaciones diversas y alguno de cuyos materiales, además, carecía, todavía, de un estudio y lectura detenidas. En segundo lugar, ha permitido compartir ese conjunto de materiales no sólo con el circuito científico sino, también, con el gran público una vez que este tipo de contenidos, por su interactividad y su atractivo visual, suelen despertar un notable interés social. Por último, y como era objetivo del proyecto, el material generado –y como, apenas, un primer paso de los muchos que, en este sentido, podrán darse– no ha quedado sólo en el circuito científico, ni siquiera sólo en el virtual, sino que ha servido para alimentar, con el rigor y la exactitud deseables, recreaciones de carácter pedagógico que han contribuido a acercar el mundo antiguo –y en este caso el romano– a nuestra sociedad en una praxis de transferencia que, nos parece, ha resultado ciertamente satisfactoria.

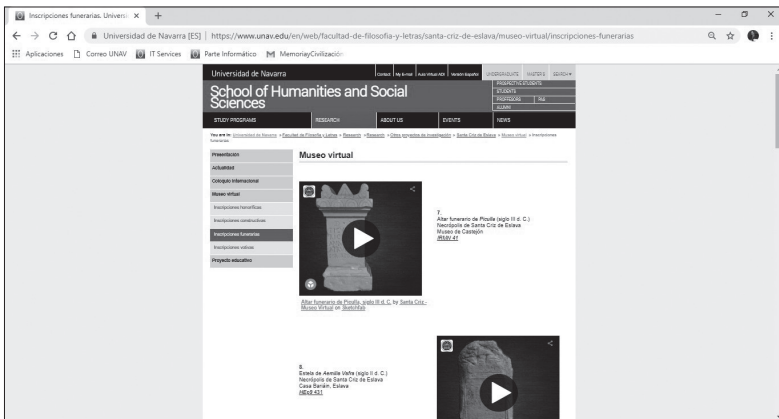


Fig. 10. Captura de la microsite que, en la homepage de la Universidad de Navarra, ofrece acceso a las piezas del Museo Virtual de Santa Criz de Eslava debidamente categorizadas.

interaction design study”, en Orlandi, S., Santucci, R., Mambrini, F., y Liuzzo, P. (eds.): *op. Cit.* (n. 8), pp. 209-220.