

APUNTES PARA LA UTILIZACIÓN DE FUENTES CARTOGRÁFICAS Y FOTOGRÁFICAS EN LA INVESTIGACIÓN HISTÓRICO-PATRIMONIAL

JOSÉ LUIS GARCÍA CUESTA

joseluis.garcia.cuesta@uva.es

MIGUEL GARCÍA MARTÍN

miguelgarciamartin99@gmail.com

OLATZ VILLANUEVA ZUBIZARRETA

olatz.villanueva@uva.es

*Universidad de Valladolid*¹

El mudejarismo castellano fue un fenómeno eminentemente urbano. Los musulmanes que se integraron en la Corona de Castilla, ya fueran asimilados por conquista o ya emigrados desde otros territorios tras su conquista, lo hicieron principalmente en sus ciudades. Las urbes medievales congregaron a buena parte de una sociedad plurireligiosa y cultural porque fue precisamente en ellas donde se concentró la vida política, económica y cultural del reino.

La ciudad se erige así en lugar para la convivencia, el lugar donde hombres y mujeres habitan en común y encuentran una identidad. Y es por ello que el estudio del marco urbano, de la génesis y evolución del escenario donde el hombre actúa y se desenvuelve, resulta esencial para la investigación histórica. Tradicionalmente nos servimos de las fuentes archivísticas y patrimoniales –arqueológicas– para situar y reconocer ese escenario. Pero no podemos olvidar ni minusvalorar la información que pueden arrojar las fuentes y métodos cartográficos, la información que arrojan las representaciones espaciales de los ámbitos urbanos.

¹ Este trabajo se ha realizado con el apoyo del Proyecto I+D «*Estudio de las morerías del valle del Duero: Análisis espacial, material y simbólico de los apartamientos de moros en la Castilla medieval*» del Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2020-112898GB-I00).

La representación que el hombre hacía y ha hecho de sus ciudades constituye un testimonio excepcional para la investigación histórica, con independencia de que la mayoría de ellas no sean coetáneas al escenario medieval en estudio. Pensemos que el primer plano del que disponemos es el de Aranda de Duero de 1503, probablemente un tanto idealizado y difícilmente ajustable a unas coordenadas reales, pero que ya ofrece una información excepcional sobre cómo era y qué elementos urbanos contenía la villa burgalesa en los albores de la Modernidad.

En este trabajo pretendemos, como primer objetivo, presentar y mostrar cómo utilizar la cartografía histórica como fuente de análisis e investigación histórico-patrimonial.

El método lo entendemos como un camino que inventamos pero que a su vez nos inventa a partir de los resultados obtenidos, pero también de los conocimientos adquiridos y de las decisiones que hemos ido tomando. El método lleva implícito el diseño de un discurrir de actividades, eventos, presupuestos, ensayos, desafíos e imprevistos que pretenden la búsqueda de un camino que no es seguro ni previamente ensayado, pero que responde a un pensamiento que busca encontrar los pasos y procedimientos para obtener un resultado (Morín, 2006). La repetición del método y comprobación de los resultados nos ofrecerá la valoración de su validez y aplicabilidad.

En la creación de un método podemos encontrar postulados que parten de certezas, que analizadas de forma ordenada y alejadas del azar, nos ofrezcan resultados satisfactorios (Descartes). Todo método supone el diseño de un camino y la obtención de una experiencia y un aprendizaje que parten de la búsqueda del conocimiento y pretenden la consecución de un procedimiento que nos asegure resultados (Zambrano, 2011).

La segunda finalidad de este trabajo consiste en ofrecer un método de trabajo que ha sido largamente experimentado y contrastado, para que pueda ser replicado en nuevas investigaciones, o utilizado para avanzar en otro diferente y más adecuado a cada objetivo.

1. DE MAPAS HISTÓRICOS A DOCUMENTOS CARTOGRÁFICOS

La cartografía histórica de los espacios urbanos, entre otras muchas cualidades, nos ofrece la posibilidad de realizar un análisis temporal que nos permita comprender, mediante su reconstrucción, los procesos de cambio y transformación de las tramas urbanas como resultado de su crecimiento y adaptación a las necesidades y demandas de cada momento a lo largo de su historia. En este sentido, la cartografía histórica es el mejor testigo de todos los procesos y cambios que se han producido en una ciudad a lo largo del tiempo, dejando dibujado en los planos las huellas de la memoria de lo que ha acontecido en ese lugar. Las ciudades van evolucionando espacialmente a lo largo del tiempo y en ellas se refleja el resultado de sus formas de crecimiento, de sus ritmos, intensidades, procesos, corrientes de pensamiento urbanístico, necesidades de expansión o defensa, de incorporación de nuevo suelo al proceso urbano o de reutilización de suelo consolidado para nuevos usos, fundamentalmente relacionado con la dinámica económica y los cambios en las dinámicas poblacionales a ella asociados.

La mayor disponibilidad de cartografía urbana a partir de mediados del siglo XVIII nos permite realizar este ensayo para conocer los cambios que se han producido en los centros históricos de las ciudades. Por tanto, el objetivo es conseguir que la cartografía histórica se superponga y coincida en el mayor grado posible con la cartografía actual, de modo que podamos realizar procesos de identificación y reconocimiento de ámbitos urbanos del pasado y su correspondencia con la actualidad, además de analizar los procesos y ritmos que han determinado los cambios y cómo se han llevado a cabo.

Excepto en las ciudades más grandes y las que han experimentado cambios urbanos más notables, las tramas urbanas han cambiado poco hasta comienzos del siglo XX, por lo que la cartografía histórica nos ofrece una clara muestra de los trazados, disposición de las calles, sus anchuras, apertura de otras nuevas, retranqueos, el tamaño de las manzanas y parcelas, la ubicación de los principales edificios y monumentos, los cambios de uso de algunos ámbitos y edificios –especialmente reseñables cuando se trataba de bienes eclesiásticos o militares–, la creación de espacios públicos, entre otras muchas actuaciones posibles. Todo ello, sin duda, facilita los procesos de identificación de los espacios urbanos y la comparativa entre su representación en la cartografía histórica y la actual.

En las últimas décadas se han llevado a cabo procesos de recuperación, catalogación e inventario de una cartografía histórica que había estado bien custodiada pero no gozaba de la atención y el cuidado necesarios, tanto en su estudio como en su difusión. Afortunadamente, la digitalización y escaneado de los planos urbanos históricos nos han permitido tener un mayor conocimiento de la cartografía existente, pero también poder acceder a ella a través de protocolos de descarga. La labor que han realizado numerosos archivos municipales, administraciones locales y regionales, organismos públicos de muy diversa índole y, muy especialmente, el Instituto Geográfico Nacional, la Biblioteca Nacional, el Centro Geográfico del Ejército y la Dirección General del Catastro, nos permiten en la actualidad acceder a mucha y muy variada cartografía histórica en formato digital.

Aunque se ha avanzado mucho en este asunto, todavía queda mucha tarea por realizar hasta conseguir que la cartografía histórica pueda ser consultada on-line por cualquier interesado, ya sean estudiosos e investigadores o ciudadanos en general. Hay abundante cartografía histórica que se encuentra únicamente en formato analógico y en poder de administraciones y otras entidades públicas y privadas, que no están al alcance de los ciudadanos porque se requiere un esfuerzo adicional para proceder a su digitalización y publicación para que esté a disposición a los ciudadanos para su consulta. No ignoramos, en ningún caso, la existencia de dificultades administrativas, económicas y técnicas que en muchos casos todavía suponen un serio impedimento para que el proceso se complete. El protagonismo y liderazgo de organismos públicos como la Biblioteca Nacional y el Instituto Geográfico Nacional en esta materia, se antoja absolutamente imprescindible para conseguir unas bibliotecas digitales lo más amplias posibles.

Para el análisis que proponemos en este trabajo nos hemos centrado en seleccionar y buscar planos históricos de las ciudades que estamos estudiando en nuestro Proyecto de Investigación y ensayar sobre ellos las formas de trabajo cartográficas. Como cabía esperar, el resultado ha sido muy heterogéneo si lo valoramos en función de las principales variables: número de planos encontrados, fechas de realización de la cartografía, escalas

de reproducción, técnicas cartográficas y de representación utilizadas, y calidad de los planos reproducidos derivada de la resolución a la que se han escaneado o la que se ofrece para descarga. Es preciso señalar, por otro lado, que han sido varios los planos históricos que hemos obtenido de páginas web de muy variada índole, que no se encontraban para descarga en los principales organismos públicos y repositorios documentales que hemos mencionado más arriba, sin que ello haya supuesto, necesariamente, una merma en la calidad de los ejemplares obtenidos.

2. DETALLES TÉCNICOS DE LA GEORREFERENCIACIÓN

Los mapas históricos no suelen disponer de referencias espaciales y por tanto es necesario el uso de puntos de ubicación conocidos para alinear o georreferenciar esos mapas con la cartografía actual, que ya dispone de un sistema de coordenadas definido por medio de una proyección con el que conseguimos representar la superficie de la Tierra sobre un plano (Almonacid, 2019). El proceso de georreferenciación consiste en asignar al fichero ráster que contiene el mapa histórico (JPG, TIFF, PNG u otro), una serie de coordenadas XY de la cartografía actual o de referencia, por medio de puntos de control de lugares comunes que se encuentren en ambas cartografías y que sean claramente identificables. Algunos de los elementos más significativos para este proceso, y que sirven de ejemplo, pueden ser edificios históricos –castillos, iglesias, catedrales, monasterios–, obras e infraestructuras –puentes, acueductos, estaciones, mercados–, elementos urbanos –parques, jardines, esquinas de edificios antiguos, de plazas o de parcelas–, y todos aquellos otros que sean fácilmente identificables y a los que el paso del tiempo no haya afectado en su ubicación, forma o tamaño (Españo y Almonacid, 2019).

Los puntos de control sirven para asignar coordenadas proyectadas tomadas de la cartografía de referencia, al fichero ráster que contiene el mapa histórico, de modo que el resultado será el desplazamiento, estiramiento, escalado, giro y combado del documento original para hacer coincidir los puntos de los elementos conocidos y presentes en ambos documentos. Los sistemas de coordenadas proyectadas nos permiten una mayor precisión para el ajuste de los puntos de control porque podemos ajustarnos a escalas gráficas mucho más grandes, con lo que la precisión del ajuste puede llegar a alcanzar valores de centímetros. En este trabajo hemos utilizado el sistema de referencia ETRS89 referido al huso 30 Norte porque es el sistema geodésico de referencia en España² y el que nos permite un mayor ajuste para todas las localidades seleccionadas en nuestra investigación.

El número de puntos de control a asignar vendrá determinado por el grado de precisión y ajuste que pretendamos en la transformación y de la existencia de elementos comunes e identificables en ambas cartografías. Cada método de transformación requiere de la existencia de un número mínimo de puntos de control, aunque la adición de más vínculos no siempre garantiza un mejor resultado. Por otro lado, es recomendable que los puntos se encuentren distribuidos de forma homogénea por todo el documento

² RD 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.

procurando que al menos haya un punto en cada una de las esquinas del documento y otros distribuidos por el interior³.

Como la mayor parte de la cartografía histórica que hemos manejado no procede de levantamientos topográficos ni se utilizaron métodos de triangulación para los cálculos de las medidas, distancias y orientaciones, lo que a su vez está directamente relacionado con la relación de las escalas ofrecidas, la forma de los mapas no se ajusta a la representación de la cartografía actual. Por esta razón, en el proceso de georreferenciación hemos dado más importancia al ajuste de los puntos entre sí que a mantener la forma del ráster original. Los diferentes algoritmos de transformación requieren un número mínimo de puntos de control, lo que a su vez les permite realizar diferentes ajustes. Sin embargo, no toda la cartografía histórica que hemos utilizado nos ofrece referencias claramente identificables y reconocibles entre la representación de esos elementos y su presencia en la actualidad, o la forma y tamaño en que se representaron y su forma y tamaño reales, lo que limita en parte la herramienta geométrica de ajuste elegida. Cuando se trata de ajustar cartografía que representa ámbitos locales y a escalas gráficas muy grandes (frente a cartografía global), es más recomendable la utilización de transformaciones que utilicen interpolación y aproximación sucesiva, como es el caso de Spline (suavizado de curvas), que nos permite un ajuste exacto entre los puntos de origen y de destino mediante una deformación elástica, pero solo son válidos cuando ambos puntos disponen de la misma precisión y fiabilidad. Como hemos expuesto anteriormente, la variedad de los documentos utilizados, su diferente tratamiento y utilización de parámetros de digitalización o escaneado, su procedencia dispar y el acceso a través de repositorios documentales que los ofrecen con una calidad y resolución acordes a la navegación y descargas por internet, han condicionado en buena medida el método de transformación elegido.

Todo lo anterior explica que en el trabajo realizado nos hayamos decantado por una transformación polinomial afín de primer orden en lugar de otros ajustes geométricos –transformaciones basadas en polinomios de segundo y tercer orden, proyectivas, y de similitud–. Este polinomio de primer orden exige un mínimo de tres puntos de control que permite realizar una triangulación, aunque en todos los casos se han asignado seis o más dependiendo de la existencia de elementos claramente identificables y de los resultados del ajuste conseguidos. Los tres primeros puntos introducidos se ajustarán automáticamente y en gran medida a los puntos de referencia de la cartografía actual. Sin embargo, a partir del cuarto punto se irán introduciendo errores residuales que impedirán que los puntos sucesivos se ajusten con mayor precisión porque se irán arrastrando o acumulando los errores conforme vayamos introduciendo nuevos puntos. Es preciso señalar que la inclusión de más puntos de control no siempre garantiza un mejor ajuste, porque también se irá añadiendo un mayor error residual a cada punto que repercutirá en los demás puntos y como consecuencia obtendremos un error cuadrático medio (RMS) más alto para el conjunto y no redundará necesariamente en una mejor georreferenciación, aunque un mayor número también contribuye a minimizar el impacto de aquellos puntos que sean menos precisos. El error cuadrático

³ El software utilizado para la georreferenciación de la cartografía histórica objeto de esta investigación ha sido ArcGIS Pro, versión 3.3.2. La empresa ESRI, desarrolladora de dicho programa, ofrece información documental sobre los procesos de georreferenciación en su web: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/data/imagery/overview-of-georeferencing.htm>

medio se obtiene a partir de cuatro puntos y nos indica la calidad de nuestra georreferenciación al ofrecernos un valor que mide la diferencia entre los valores esperados para la cartografía georreferenciada y los valores de posición de la actual sobre la que hemos tomado los puntos de referencia.

Tras la introducción de los puntos de control deberemos aplicar el método de transformación elegido, que vendrá determinado por distintas variables tales como el número de puntos introducidos, por el tipo de cartografía de que se trate –bien de carácter global o local–, la finalidad y objetivos pretendidos como la adaptación del nuevo mapa a coordenadas geográficas (curvadas) o a coordenadas proyectadas (planas). La imagen ya georreferenciada será guardada en un nuevo fichero que, además de almacenar la información gráfica en formato ráster, se acompañará de los datos de la transformación utilizada, de los valores de la proyección y de las coordenadas de los puntos de control, y del valor del error cuadrático medio. Esta nueva imagen georreferenciada ya podrá ser utilizada como cualquier otra capa de información para ser cargada en una nueva vista y tratada como el resto de información geográfica en cualquier otro formato.

3. EL ESTABLECIMIENTO DE PUNTOS DE CONTROL SOBRE CARTOGRAFÍA HISTÓRICA

Para una correcta georreferenciación es necesario reconocer e identificar varios puntos de control que sean coincidentes entre la cartografía histórica y la cartografía actual que tomamos como referencia. Estos puntos serán utilizados como elementos en común sobre los que ajustar ambas cartografías asignando los valores XY de los puntos en la cartografía conocida a la cartografía histórica a georreferenciar. En realidad, el proceso es a la inversa: en primer lugar, seleccionamos un punto identificado y reconocido en la cartografía histórica y a continuación le asignamos los valores de las coordenadas XY del punto correspondiente en la cartografía actual que tomamos de referencia. De este modo vamos construyendo los nuevos valores XY de la matriz de datos del fichero ráster (mapa escaneado).

Anteriormente hemos hecho referencia al número mínimo de puntos de control a asignar dependiendo de las condiciones técnicas relacionadas con el método de transformación y el polinomio elegido. Sin embargo, en la determinación de ese número, también influyen otros aspectos inherentes a la calidad y características de la cartografía histórica y al grado de transformación urbana que hayan experimentado las ciudades objeto de estudio. Respecto al primero de estos condicionantes, y puesto que el objetivo final es el ensayo de un método para comprobar la potencialidad de la cartografía histórica como instrumento que ayude a documentar y localizar las antiguas morerías y sirva de apoyo a los estudios procedentes de la arqueología y la historia medieval, los planos históricos que hemos utilizado en este trabajo proceden de fuentes documentales obtenidas a través de Internet⁴, por lo que es preciso matizar algunas cuestiones.

⁴ Un estudio minucioso y exhaustivo sobre una única localidad o morería justificaría un trabajo previo de localización y acceso a los planos históricos originales, así como al proceso de escaneado en el que se atiendan y vigilen las condiciones de esa tarea en cuanto a la resolución utilizada, la alineación y alisado

Como ya hemos mencionado, algunas de esas fuentes se corresponden con organismos o instituciones que las custodian y que las ponen a disposición de los ciudadanos para su visualización y descarga, pero en otros casos, la copia de los mapas históricos se ha obtenido a través de distintas webs que las ofrecen de manera libre y gratuita. En ambos casos podemos encontrar ficheros de descarga que ofrecen calidades de escaneado y resolución aceptables, e incluso de buena calidad, pero en muchos otros la resolución disponible es muy baja. Esto implica que las fuentes de información utilizadas tienen una procedencia y una calidad dispar, lo que se traduce en una dificultad en el momento de realizar la georreferenciación y en la ausencia de homogeneidad en cuanto a los niveles y valores de error residual obtenidos tras la georreferenciación. Aquella cartografía que ha sido escaneada con resoluciones muy bajas puede introducir errores de posicionamiento muy altos, ya que el tamaño del píxel de esas imágenes puede oscilar entre los 50 cm y los 2 m respecto a su representación en la realidad. Ello conlleva que el ajuste en algunos espacios o ámbitos de la cartografía sean aceptables y, por el contrario, en otros puntos la discrepancia y el ajuste entre el plano histórico y el punto de la cartografía actual queden muy desajustados.

En cuanto al segundo de los condicionantes, el paso del tiempo ha hecho que los cambios introducidos en el espacio urbano como resultado de sus modificaciones y transformaciones sucesivas, haga que hayan desaparecido muchos elementos históricos –edificios, jardines, fuentes, puentes, murallas o restos de lienzos, etc.– que no se encuentran en la actualidad y que por tanto no podemos utilizar como puntos de referencia. En ocasiones, la existencia de elementos coincidentes en ambas cartografías tampoco garantiza que podamos establecer puntos de control que nos permitan ajustarlas. La representación de algunos edificios o monumentos históricos en la cartografía antigua no siempre coincide con la forma y el tamaño que ocupan en la representación actual. Aunque esos elementos históricos puedan ser fácilmente reconocibles e identificables, la manera en que se representaron en el plano antiguo no siempre se ajustaba a su forma y tamaño real. A ello pueden sumarse también los cambios que se hayan podido producir a lo largo del tiempo en su estructura como, por ejemplo, la construcción de elementos aledaños al edificio principal, de añadidos, o de sustitución y reemplazo tras algún suceso de deterioro del edificio histórico. Por otro lado, el desarrollo urbano sucesivo ha ido introduciendo nuevos elementos que configuran el paisaje urbano actual pero que no aparecen en ningún modo reflejados en la cartografía histórica.

De manera resumida, podríamos establecer tres momentos de la historia reciente de nuestras ciudades en los que se han producido cambios significativos que han afectado a sus tramas urbanas y al trazado de sus calles tradicionales, bien por ensanchamiento de calles, retranqueo de edificios, reformas de alineaciones, apertura de nuevas vías y derribo y sustitución de edificios históricos por otros de nueva planta. El primero de esos momentos lo podemos establecer entre finales del s. XVIII y mediados del XIX asociado fundamentalmente a los sucesivos procesos desamortizadores –Godoy (1798), Mendizábal (1836), Madoz (1855)– que llevaban aparejado el cambio de propietario y el cambio

de los soportes en el escáner o el tratamiento de los histogramas de la imagen obtenida, por citar algunos. En nuestra investigación no hemos considerado la realización de esas tareas porque abordamos el estudio de varias ciudades (11) y porque hemos georreferenciado un número elevado de planos históricos (89), lo que sobrepasaría con creces nuestras posibilidades y capacidades.

de usos, contribuyendo a aportar ingentes cantidades de suelo urbano al crecimiento de las ciudades. Un segundo momento, en ocasiones muy relacionado con el anterior, se produce entre finales del s. XIX y el primer tercio del XX con la reforma de las ciudades burguesas y la aparición de sus ensanches, primero, y de otras propuestas como la ciudad jardín, después, además de la generalización de construcciones en altura y la creación de nuevos espacios públicos. Finalmente, el tercer momento de transformación de nuestros centros históricos viene de la mano del desarrollismo de las décadas de los años sesenta y setenta, cuando se asiste a una abusiva destrucción y sustitución de numerosos edificios históricos por otros que rentabilizaban en altura su valor de localización y centralidad.

Además de los cambios morfológicos que han experimentado los centros históricos a los que acabamos de hacer referencia, otra de las dificultades que entraña la georreferenciación de cartografía histórica viene determinada por la propia elaboración y diseño de los planos históricos y los cambios en las técnicas cartográficas utilizadas a lo largo del tiempo. Sin pretender un relato exhaustivo de los principales hitos de la cartografía y su evolución histórica, pues este trabajo no aspira a ser un tratado de cartografía, podemos establecer tres momentos en los que se producen cambios sustanciales en lo referente a la calidad de la representación cartográfica considerando aspectos como la escala, la orientación, la perspectiva o la proyección (Olazábal *et al.*, 2019). Un primer momento lo podemos fijar hacia 1800, ya que hasta entonces la representación cartográfica atendía principalmente a la forma de los elementos y al dibujo de todo lo reconocido, quedando en un segundo plano la escala y la dimensión de los objetos cartografiados. La representación figurativa de las piezas urbanas hacía que se prestase especial atención a los elementos más singulares, y a partir de ellos se reconstruía el resto del entramado urbano. La existencia de un recinto amurallado, de un importante edificio civil o religioso –una catedral, un castillo–, de un espacio público relevante –una plaza mayor– solían ser las piezas sobre las que se articulaba el nuevo plano, en el que también jugaban un papel relevante la presencia de ríos o accidentes geográficos. De ese periodo son algunos mapas muy relevantes que responden a los planteamientos que exponemos y que, a modo de ejemplo, siguen el modelo de planos como el de Granada (ca. 1600) de Ambrosio de Vico, de Valencia (1608) de Antonio Mancelli, o el de Madrid (1656) de Pedro Teixeira. Entre nuestras localidades de estudio nos encontramos con el plano de Plasencia (ca. 1700-1720), de autor desconocido, el plano de Valladolid de Ventura Seco (1738) y un croquis de Aranda de Duero realizado para un pleito judicial (1503). Todos ellos tienen en común que expresan muy bien el trazado de las calles, pero al mismo tiempo se realiza un dibujo que representa las fachadas de los principales edificios proyectando el alzado hacia el interior de las manzanas, logrando una ilustración muy efectista del paisaje urbano de la época, pero en los que no se buscaba la precisión, aunque sí la proporcionalidad. Solían ser planos dibujados a plumilla con tinta negra y a veces coloreados con acuarela, generalmente sobre papel de hilo sujeto en armazones con puntizones y corondeles⁵.

Un segundo periodo podríamos reconocerlo entre 1800 y principios del último tercio del siglo XIX, ya que en este momento comienzan a introducirse nuevas técnicas cartográficas derivadas de las mejoras tecnológicas y de los instrumentos de medición que permiten operaciones como la triangulación, la poligonación y los levantamientos

⁵ <https://www.bibliopos.es/fabricacion-del-papel/>

topográficos. Estos cambios se traducen en una mejora de la calidad de los resultados y en la obtención de una cartografía más precisa, en la que ya no prima la representación formal de los elementos sino una medición más exacta y escalada.

Este periodo es de gran importancia en el avance de la cartografía en nuestro país porque surge de un doble interés por parte del Estado; por una parte, se quiere levantar un mapa topográfico que recoja con precisión todos los territorios peninsulares, insulares y coloniales, como instrumento para un mejor conocimiento, control y gobierno. Por otro, existe la necesidad de medir y deslindar las propiedades de naturaleza rústica y urbana para disponer de una cartografía catastral con fines fiscales. A estos dos argumentos se unieron otros de carácter más coyuntural relacionados con la redacción de planos de carácter militar pensados para la ofensiva o defensa de algunas plazas, o los planos de ciudades que se incluían en los novedosos libros de viajes que se publicaban para turistas extranjeros, por mencionar dos ejemplos.

Pero a lo largo de este periodo se suceden algunas obras cartográficas de gran envergadura y alcance y la aprobación de leyes sobre la materia, que atestiguan la importancia que se le presta. La primera de las obras, de gran significado cartográfico, surge a partir del “Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar” que estaba elaborando Pascual Madoz e Ibáñez (1806-1870). Para esta tarea, que incorporaba mapas provinciales con planos de las principales ciudades, contó con la colaboración de Francisco Coello de Portugal y Quesada (1822-1898) que era un cartógrafo militar quien publicó la cartografía en una obra aparte titulada “Atlas de España y sus posesiones de Ultramar” y que fue realizado entre 1847 y 1870 (Quirós, 1991).

Una interesante propuesta, desde un enfoque urbanístico, para que todas las ciudades dispusieran de una cartografía que reflejara, con una visión de conjunto, la realidad urbana tras la creación de los nuevos espacios públicos y la renovación de las redes de infraestructuras, al tiempo que sirviera para afrontar las futuras reformas de alineaciones, fue la Real Orden de 25 de julio de 1846 sobre planos geométricos de las poblaciones, del Ministerio de la Gobernación. Por medio de esta norma se ordenaba a los ayuntamientos de toda la nación a levantar a escala 1:1250 los planos geométricos de su población. Sin embargo, las limitaciones técnicas y, especialmente, las económicas, impidieron que esta actuación se generalizase en todas las ciudades del país, poniendo además de manifiesto las enormes diferencias existentes entre las grandes ciudades y el resto, aunque éstas pudieran ser capitales de provincia. Así queda recogido en la Real Orden de 20 de febrero de 1848⁶, al disponer que “el levantamiento de planos geométricos sólo es obligatorio, con arreglo á la referida circular (25 de julio de 1846), á las capitales de provincia y poblaciones de crecido vecindario, que á la circunstancias de su riqueza y extensión, reúnan elementos para que su progresivo desarrollo, y cuenten en su término ó en los inmediatos, arquitectos con título ó ingenieros que puedan levantar dichos planos” (Anguita, 1998: 572). A pesar de tratarse de una extraordinaria iniciativa, en siete años solo se realizaron correctamente los planos de diez ciudades, de otras dos tuvieron que ser corregidos y de dos más fueron rechazados. También, y como resultado de la incapacidad de los ayuntamientos para atender lo establecido en la Orden

⁶ Real Orden de 20 de febrero de 1848, sobre cuándo es obligatorio el levantamiento de planos geométricos.

de 1846, ingenieros del antiguo Cuerpo de Ingenieros Militares (creado en 1711) y del recientemente creado Cuerpo de Ingenieros Civiles (1835) deciden crear empresas dedicadas a la confección de los planos geométricos. De entre todas ellas, una de las más notables fue la del antiguo capitán del Estado Mayor del Ejército Joaquín Pérez de Rozas que realizará, entre otros, los planos de Albacete, Almería, León, Málaga, Palencia y Valladolid (Martín, 2017).

En 1859 se aprueba la Ley de la Medición del Territorio por la que se crea la Junta General de Estadística (1860), dependiente inicialmente del Ministerio de la Guerra y más tarde de la Presidencia del Gobierno, que pretende redactar cartografía urbana a escala 1:500 y rústica a 1:2000, y que va a suponer un hito muy relevante en el avance cartográfico de nuestro país⁷. Como era de esperar, una obra tan ambiciosa no llegó a completarse, pero fijó las bases del desarrollo cartográfico que se consolidaría en nuestro país desde finales del s. XIX hasta la actualidad a través de la realización del Mapa Topográfico Nacional (MTN)⁸.

Desde la creación de la Junta General de Estadística se llevan a cabo trabajos en la provincia de Madrid y otras como Granada, Almería, Murcia, Soria, Toledo, Cuenca, Cartagena y los Reales Sitios, a cargo de los cuales está Francisco Coello. Los principales productos cartográficos fueron los planos directores, los planos del parcelario urbano y las hojas kilométricas de parcelario rústico que, como ya hemos señalado, tenían una finalidad administrativa –establecer los límites administrativos municipales y la nueva división provincial de 1833 (Javier de Burgos)– y fiscales –diferenciar las propiedades públicas y privadas, establecer el parcelario rústico y urbano, identificar a los propietarios y disponer de una memoria con toda la información por provincias–.

En 1875 el Instituto Geográfico y Estadístico lleva a cabo la publicación de la primera hoja del Mapa Topográfico Nacional, que vino a suponer un nuevo hito en la historia de la cartografía de nuestro país porque asentó las bases de la cartografía moderna y consolidó los trabajos que hemos mencionado al tiempo que supuso el fin de la obra que estaban realizando Madoz y Coello.

El tercer periodo al que hacemos referencia comienza precisamente a partir de este momento, cuando las técnicas y los conocimientos cartográficos han evolucionado considerablemente, apoyados en nuevos y más precisos instrumentos de medición, cuando se cuenta con un nutrido cuerpo de cartógrafos profesionales –procedentes mayoritariamente del Ejército–, cuando existe un verdadero interés de los poderes públicos por disponer de una representación cartográfica del territorio que gobiernan y administran, y cuando comienza a haber una utilidad económica de la cartografía para ser ofrecida a un público interesado en conocer y viajar y para el que se editan guías de turismo⁹. En

⁷ https://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/catalog.search?#/metadata/spain_JuntaGeneralEstadistica

⁸ Existe numerosa documentación para abundar en la importancia de la Junta General de Estadística, entre otros, es recomendable el artículo de Muro, Nadal y Urteaga (1994).

⁹ Además de los conocidos libros de viajes que se editan durante el siglo XIX, en los que era frecuente encontrar mapas para viajeros, es importante ahora la aparición de la Guía Michelin en el año 1900 que, además de incluir numerosas informaciones prácticas para los viajeros, incorporaba planos con callejeros de las principales poblaciones.

definitiva, entre finales del s. XIX y el primer tercio del s. XX se dispone de una cartografía más abundante y con un elevado grado de calidad y precisión. Una buena muestra de ello es la elaboración de los Planos de Población y de las minutas –coloquialmente conocidas como catastrones– que se realizan entre 1870 y 1950 y que se constituyen como los trabajos previos para la gran obra que será el Mapa Topográfico Nacional.

Como ya hemos señalado anteriormente, no es el propósito de este texto hacer un tratado de la historia de la cartografía de nuestro país, ni analizar todos los procesos de su evolución, pero el relato que hemos expuesto pretende explicar y justificar cual ha sido la cartografía que hemos utilizado en nuestra investigación, a qué fechas pertenece, cuáles son sus características y porqué disponemos de más mapas pertenecientes a la segunda mitad del s. XIX y primer tercio del s. XX que a periodos anteriores. Además, nos sirve para explicar, a partir de la cartografía disponible en cada momento, la calidad de los resultados de nuestra georreferenciación y del ajuste entre la cartografía histórica y la actual porque está íntimamente relacionada con las técnicas, métodos, procedimientos e instrumentos de medición y cálculo de los que se disponía en cada momento.

Y es que, en el trabajo que nos ocupa, disponemos de cartografía muy heterogénea, tanto en el periodo o fecha en la que se ha elaborado como en las técnicas utilizadas y en la prioridad que los autores otorgaban a la representación de unos u otros elementos urbanos. Así, como ya hemos señalado, podemos encontrarnos con cartografía histórica que representa los cascos urbanos de las ciudades a través de dibujos que pretenden mostrar la forma de los edificios con la representación en alzado de sus fachadas –planos de Valladolid (Ventura Seco, 1738) y de Plasencia (ca. 1700-1720, autor desconocido)–, otros que son croquis de cascos urbanos –Aranda de Duero, 1503–, algunos que pertenecen a obras ambiciosas para disponer de cartografía abundante y generalizada –Coello, 1847-1870–, otros que ya incorporan nuevas técnicas de medición, triangulación y poligonación –especialmente a partir de 1875–, y los que alcanzan mayor precisión y calidad cartográfica publicados a partir de la segunda década del s. XX y que sentarán las bases del MTN.

4. LA SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL

La dificultad en las tareas de georreferenciación de cartografía urbana estriba fundamentalmente en dos aspectos; el primero de ellos está relacionado con el origen o procedencia de la cartografía histórica utilizada y con su nivel de precisión y la calidad de representación y medición que recojan los planos. La segunda, y en cierto modo derivada de la anterior, radica en identificar con precisión aquellos puntos de control que se encuentran representados de la misma forma en ambas cartografías –histórica y actual–. Además de los condicionantes técnicos derivados del momento histórico en el que se ha generado la cartografía, y a los que ya hemos prestado atención en párrafos anteriores, la finalidad y el objetivo para el que se elaboran los mapas es muy variado y ello explica y condiciona, en gran medida, el resultado final de la representación.

En este sentido, y dentro de la cartografía temática –que es la más variada y abundante–, podemos encontrarnos con mapas muy diferentes que responden a un propósito

concreto. Entre otros muchos ejemplos, podemos encontrarnos mapas destinados a reflejar la división administrativa o jurisdiccional de un territorio y, por tanto, con una finalidad de control y gobierno, mapas con finalidades defensivas o de guerra, mapas con fines catastrales, de viajes y turísticos, mapas técnicos para planeamiento –planes generales de ordenación urbana, reformas de alineaciones, planes de actuación urbanística, de delimitaciones zonales,...–, mapas para la gestión de infraestructuras y comunicaciones –tranvías, redes de saneamiento y abastecimiento, electricidad...–, y muchos otros. En definitiva, una amplia variedad de productos en los que se prioriza la representación de una variable o aspecto sobre otros que, aunque pueden estar recogidos, lo hacen en un plano secundario.

Y todo lo anterior nos sirve para comprender cómo la utilización de cartografía histórica entraña ciertas dificultades en el momento de seleccionar los puntos de control necesarios para la georreferenciación. Los problemas para asignar puntos de control se deben a factores de distinta índole: por ejemplo, estriban en la dificultad para encontrar elementos comunes, bien porque algunos pueden haber desaparecido con el tiempo, o bien porque haya importantes diferencias entre la representación de un elemento de referencia entre ambas cartografías. Este problema, que es harto frecuente en la cartografía histórica, se debe fundamentalmente a desajustes en el posicionamiento o localización, en el tamaño y en la forma, así como en los detalles o minuciosidad que cada cartógrafo dedica a su representación. Por tanto, en muchas ocasiones, una vez solventado el primer problema –localización y selección de los puntos de control comunes en ambas cartografías–, debemos decidir cuál va a ser el punto concreto que vamos a asignar como elemento de referencia para casar ambas cartografías.

En las figuras 1 y 2 podemos ver ejemplos tomados de las ciudades de Ávila y Palencia en las que se representa un mismo edificio de distinta forma a lo largo del tiempo y en diferentes planos. Aunque en todos ellos se puede distinguir y reconocer el edificio que hemos elegido como referencia, la búsqueda de un punto idéntico en todos los planos para poder ser utilizado para la georreferenciación es prácticamente imposible, por lo que en ocasiones tenemos que hacerlo por aproximación.

En todo caso, es preciso señalar que el objetivo final de la georreferenciación de cartografía histórica, especialmente toda la creada en España con anterioridad a 1875, no es conseguir que todos los mapas antiguos casen a la perfección entre sí, y entre ellos y la cartografía actual, puesto que se trata de una tarea imposible (Cascón, 2021). El análisis comparado de mapas que muestran realidades temporales distintas es de gran utilidad cuando se consiguen superponer unos y otros y poder observar, reconocer, analizar y documentar los cambios producidos. Del mismo modo, y este es el objeto de nuestro trabajo, poder obtener indicios o referencias de la posible ubicación o disposición de elementos urbanos de los que tenemos constancia histórica de su existencia, pero no de su ubicación exacta y que ya no se encuentran en la actualidad.

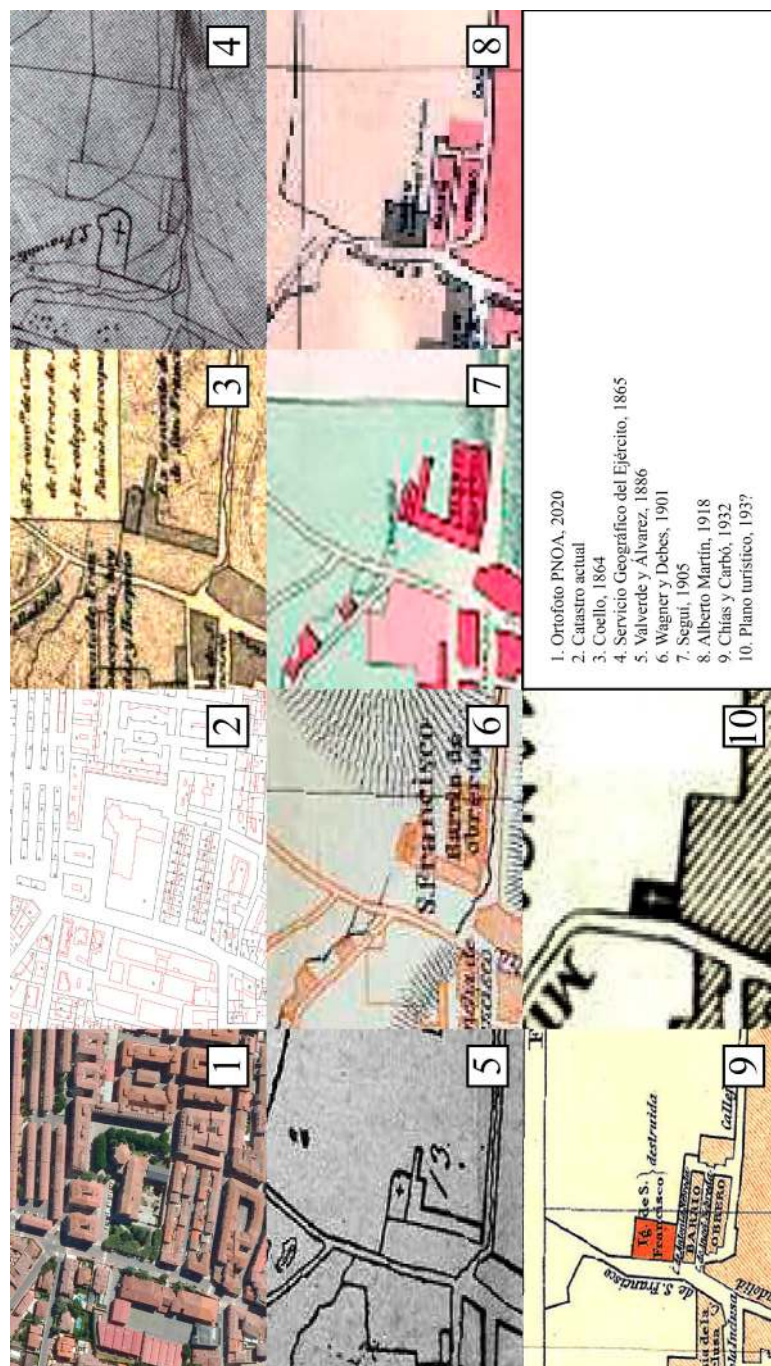


Fig. 1: Formas de representación de la Iglesia de San Francisco (Ávila) en planos de diferentes autores y años y comparativa con la cartografía actual.

Fuente: Ver Anexo del trabajo “Ensayo metodológico para el reconocimiento urbano de las morerías castellanas de la Cuenca del Duero” recogido en este volumen, en el que aparecen las referencias de la cartografía histórica utilizada para la investigación. Todas las capturas representan la misma superficie y se han realizado a la misma escala (1:1400).

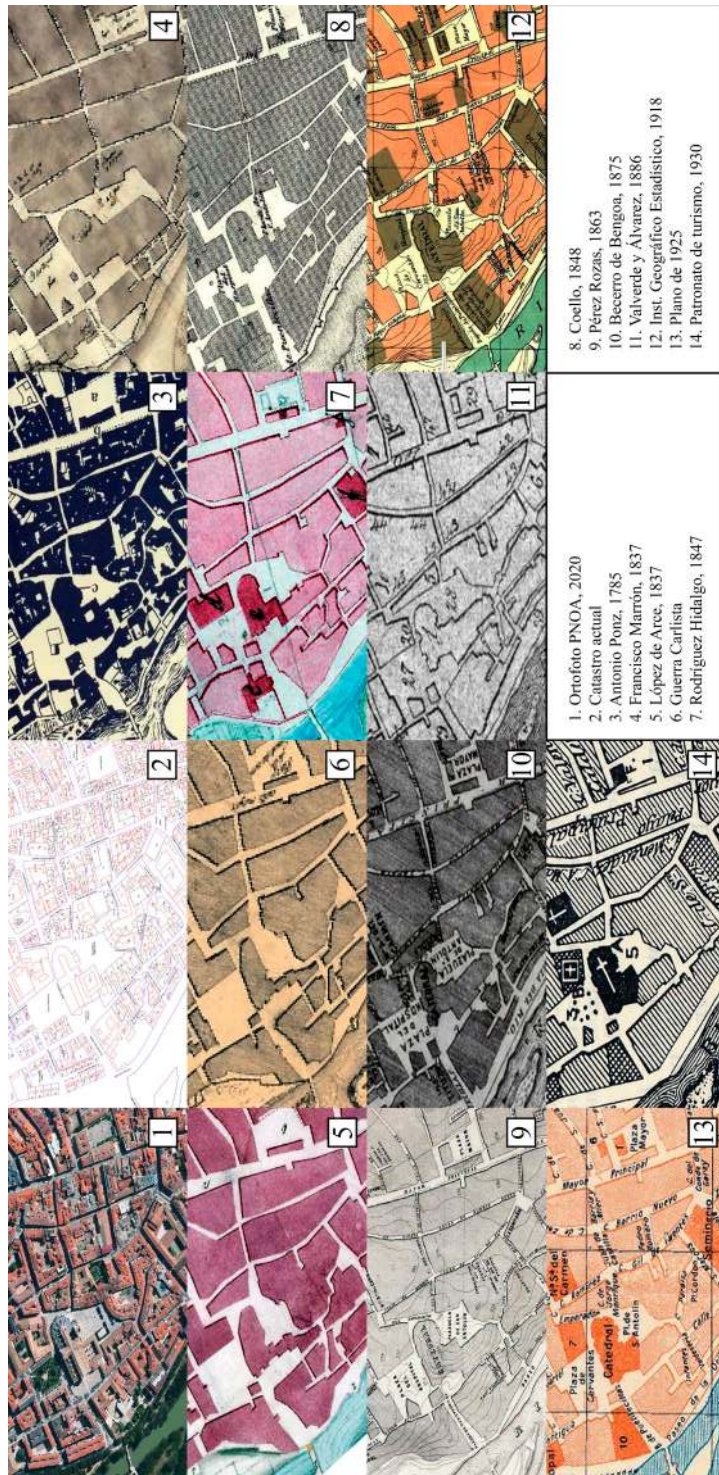


Fig. 2: Formas de representación de la Catedral de Palencia en planos de diferentes autores y años y comparativa con la cartografía actual.
Fuente: Ver Anexo del trabajo “Ensayo metodológico para el reconocimiento urbano de las morerías castellanas de la Cuenca del Duero” recogido en este volumen, en el que aparecen las referencias de la cartografía histórica utilizada para la investigación. Todas las capturas representan la misma superficie y se han realizado a la misma escala (1:2000).

5. EL USO DE LA FOTOGRAFÍA EN EL ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN: POTENCIALIDAD Y CONSIDERACIONES

Las labores de investigación, independientemente del campo de estudio en cuestión, han requerido históricamente de métodos para, no sólo evidenciar, sino también difundir los hallazgos obtenidos. Desde la Edad Moderna, métodos de representación visual como el grabado o el dibujo sirvieron a estudiosos de diversas ramas para materializar y mostrar sus ideas y teorías, estableciéndose como herramientas fundamentales en el ámbito investigativo. La presencia de estos métodos en estudios actuales, más concretamente en el caso del dibujo, denota la experiencia de los investigadores más veteranos.

En el siglo XIX, el nacimiento de la fotografía supone un cambio radical no sólo en el modo de abordar la labor de documentación, sino en la manera de entender las imágenes desde un punto de vista utilitario. Desde un primer momento, la fotografía, por su aparente capacidad “duplicadora”¹⁰ de la realidad gracias al proceso químico sobre el que se sustenta¹¹, es destinada como una herramienta al servicio de la comunidad científica, tratando de alejarla del ámbito artístico, en el que la pintura trataba de reafirmarse como el arte predilecto. La precisión y aparente sensación de realismo de la fotografía se tomaron como argumentos en contra para su consideración como medio artístico, entendiéndose como un método mecánico e incapaz de transmitir emoción ni placer. Sin embargo, los mismos argumentos atrajeron la atención de estudiosos de todo tipo hacia el proceso fotográfico, una herramienta imparcial y aparentemente objetiva con la que registrar sus hallazgos de un modo veraz y realista, que otros medios no lograban replicar. Figuras archiconocidas dentro de la historia de la fotografía, como el fisiólogo francés Étienne Jules Marey, que utilizó la cronofotografía¹² con el fin de estudiar el movimiento humano (Braun, 1992), demuestran la buena acogida del medio por parte de la comunidad científica, dando inicio a una relación que perdura incluso tras los numerosos dilemas y discusiones que acompañan a la fotografía desde su nacimiento, tales como su posición como disciplina artística, su tradicional vinculación a la objetividad, o su poder como herramienta al servicio de los medios de comunicación de masas, entre muchas otras.

Es necesario entender que, del mismo modo que ofrece numerosos beneficios y ventajas a la labor de investigación, la fotografía alberga una serie de carencias y limitaciones que el investigador debe tener en cuenta, dado que, si no se toman las correspondientes

¹⁰ La fotografía, pese a tratarse de un medio que depende de la realidad tangible para generar imágenes, es incapaz de alcanzar la pura objetividad, puesto que se halla siempre supeditada al punto de vista subjetivo del fotógrafo, que agrega o sustrae elementos del encuadre según su propia visión.

¹¹ La toma fotográfica, en su forma más esencial, consiste en la captación de una escena por medio de la exposición de un soporte fotosensible a la luz, que recoge los valores lumínicos de aquello que tiene delante y genera una imagen, normalmente con ayuda de una *camera obscura*, a la que se monta un sistema óptico de varios cuerpos, que otorgan una mayor definición y detalle a la escena recogida.

¹² La cronofotografía es una técnica fotográfica que consiste en el uso de varias cámaras fotográficas que se accionan de manera secuencial para capturar un sujeto u objeto en movimiento a lo largo de varios fotogramas, que pueden ser combinados posteriormente en una tira de celuloide para ser proyectados como una imagen en movimiento, o bien sobre un mismo soporte para el estudio del movimiento recogido. Es considerado uno de los antecedentes de la cinematografía.

medidas, la fotografía puede llegar a perjudicar las labores de documentación de determinados estudios.

En primer lugar, la fotografía es un medio de representación visual bidimensional por naturaleza y, por tanto, no es capaz de transmitir nociones de profundidad más allá de las que proporciona el uso de la perspectiva. Del mismo modo, es incapaz de reproducir los diversos planos de un objeto en una misma imagen sin recurrir a recursos de postprocesado, como el fotomontaje. Es de considerar también la manera en que la cámara fotográfica observa la realidad con respecto a la manera en que lo hace el ojo humano: por un lado, el rango de tonalidades o rango dinámico que es capaz de ver el ojo humano es notablemente superior a aquel que alcanza a interpretar la cámara fotográfica¹³, de modo que es necesario realizar correcciones durante la toma y *a posteriori* para suplir dichas carencias, que condicionan el resultado en escenarios concretos, como aquellos en los que la fuente de iluminación se sitúa frente a la cámara o detrás de aquello que se pretende fotografiar; por otro lado, es posible obtener artefactos y defectos ópticos como consecuencia del uso de un determinado equipamiento fotográfico, como el caso del *moiré*, un efecto que se produce en fotografía digital, que surge cuando aquello que se fotografía cuenta con un nivel de textura que resulta difícil de interpretar por el sensor de la cámara, reproduciendo determinadas porciones de la imagen con valores lumínicos erróneos y generando un efecto visual en forma de ondas.

La evolución del medio fotográfico y su consecuente transición al ámbito digital a principios de nuestro siglo ha favorecido la incorporación de este como herramienta dentro de otras tecnologías ya existentes, así como la creación de otras tantas que toman la fotografía como base, dando como resultado una realidad en la que ya no debemos hablar únicamente de la fotografía tal y como se entiende tradicionalmente, sino también de un conjunto de recursos digitales que beben de esta, que se agrupan bajo las conocidas como Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Esta hibridación de la fotografía con otras herramientas permite un mayor abanico de posibilidades para la investigación, beneficiando no solo al proceso de estudio en cuestión, sino también a la fase divulgativa del mismo, gracias a la capacidad de estos nuevos sistemas de generar recursos digitales interactivos. Del mismo modo, a través de ellas es posible paliar algunas de las mencionadas limitaciones de la fotografía tradicional, como la mencionada tridimensionalidad o la multiplicidad de planos.

Una alternativa que cada vez es más común encontrar en investigaciones, especialmente de objetos o espacios físicos determinados, es el renderizado en 3D, un formato de imagen digital que consiste en la elaboración de un modelo tridimensional de un objeto o escena a través de la captura de numerosas imágenes en diversas perspectivas, que se combinan a través de un software especializado. Estas reproducciones de objetos en tres dimensiones o *renders* ofrecen al usuario una vista total de 360 grados de dicho objeto, con la posibilidad de rotar o ampliar sobre el mismo para poder manipular el objeto a voluntad sin necesidad de disponer del original, o bien alterarlo digitalmente para diversos usos, como la creación de escenarios digitales interactivos, que pueden ser visi-

¹³ Basándose en una única toma. Es posible combinar varias imágenes de un mismo elemento con distintos ajustes de iluminación para obtener una imagen con un gran rango dinámico.

tados mediante sistemas de realidad virtual, o la elaboración de réplicas de gran fidelidad mediante una impresora 3D.

Las posibilidades que ofrece esta tecnología al servicio del investigador son muy atractivas, y resultan de gran interés para el registro gráfico de piezas y elementos de difícil acceso y fragilidad. Sin embargo, la aparente complejidad sobre el papel de este tipo de tecnología puede llegar a inducir en el usuario la idea de que su uso requiere de una formación y experiencia previa para su correcta operación. Sin embargo, la continua democratización de este tipo de herramientas digitales durante los últimos años ha generado una necesidad dentro del sector de las TIC de desarrollar servicios y sistemas informáticos asequibles para un mayor número de usuarios. Cada vez es más común encontrar programas cuyo uso se adapta a diversos perfiles, desde aquellos que inician su relación con este tipo de tecnologías hasta aquellos otros más experimentados; no obstante, la tendencia más común mira hacia los primeros, tomando en consideración el galopante desarrollo de la tecnología en los últimos años, en los que se han incorporado a nuestro día a día sistemas tan complejos como la archiconocida inteligencia artificial o el denominado “internet de las cosas”¹⁴, que permite ofrecer servicios como los llamados “hogares inteligentes”.

En el campo del modelado en 3D encontramos varias soluciones para la elaboración de reproducciones en tres dimensiones que se adaptan a los mencionados tipos de usuarios. Para ilustrarlo, se han escogido dos programas de renderizado 3D que atienden a ambos lados del espectro.

En primer lugar, encontramos el software *Scaniverse*, un programa de escaneado y elaboración de *renders* orientado al público general creado por la empresa Niantic. Su particularidad reside en la combinación de las labores de recogida, interpretación y renderizado en un mismo programa, de fácil operación y versatilidad al requerir solo de un smartphone para su funcionamiento, con el requisito previo de que dicho dispositivo cuente con tecnología LiDAR, a través de la que este es capaz de determinar la distancia de un objeto mediante una emisión láser proveniente de la cámara. La posibilidad de realizar el proceso completo de reproducción 3D en vivo sin la necesidad de instrumentos más avanzados hace que sea una alternativa muy popular para una gran variedad de escenarios, al tiempo que proporciona resultados de gran calidad y precisión, al basarse su funcionamiento en la técnica de la dispersión gaussiana¹⁵, que emplean los aparatos de fotogrametría dedicados. El inconveniente de este software es que solo se encuentra disponible para su uso con teléfonos inteligentes, lo que limita las posibilidades en cuanto a la obtención de resultados más fidedignos, al tiempo que no permite modificar manualmente los renders obtenidos para corregirlos o alterarlos a gusto del usuario. Del mismo modo, la recogida directa a partir de la cámara del *smartphone* impide la creación de reproducciones más grandes de las que el ser humano es capaz de elaborar, como

¹⁴ El internet de las cosas (IoT) hace referencia a una red de dispositivos físicos inteligentes que interactúan entre sí para intercambiar información y ofrecer al usuario un servicio en conjunto.

¹⁵ La dispersión gaussiana o *Gaussian Splatting* es una técnica de renderizado a tiempo real que consiste en la representación de un objeto o escena como pequeñas partículas o puntos gaussianos, a los que se otorgan una serie de valores espaciales (posición, orientación, escala) y lumínicos (opacidad, color) para posteriormente organizarlas dentro de un espacio tridimensional.

elementos de grandes dimensiones o localizaciones reales, para las que es necesario otro método de registro de imágenes.

Para la obtención de resultados más precisos y fidedignos, especialmente para un usuario más especializado o profesional, existen otras alternativas que ofrecen mayores virtudes a la hora de elaborar estas reproducciones. Es el caso de programas como COLMAP¹⁶, diseñado por Johannes L. Schoenberger, doctor en Ingeniería Informática por la Escuela Politécnica Federal de Zúrich. La característica fundamental de este programa es su gran versatilidad, al ser capaz de renderizar todo tipo de elementos, tanto objetos como lugares, dado que requiere de herramientas de captura externas, mientras que el software se encarga de la interpretación y modelado a partir de las imágenes obtenidas. De este modo, es posible emplear equipos fotográficos de gran calidad que facilitan la obtención de resultados fidedignos y detallados con respecto al original. Asimismo, al tratarse de un programa destinado a ordenadores, los límites a los que es capaz de llegar son notablemente mayores en comparación a *Scaniverse*¹⁷, convirtiéndose en la herramienta ideal para trabajar con grandes cantidades de información, posibilitando así la obtención de resultados de mayor calidad y precisión. La inconveniencia que entraña este programa es su mayor complejidad de uso, ya que se halla destinada a un usuario avanzado y especializado, capaz de expresar las funcionalidades del software. Al mismo tiempo, requiere de un equipo informático con una gran capacidad de procesamiento gráfico, necesario para poder elaborar modelos en 3D de grandes dimensiones y de proporcionar el mayor realismo posible.

RECURSO CARTOGRÁFICO

En la página web del proyecto marco en el que se inscribe este trabajo, pueden acceder al VISOR CARTOGRÁFICO que contiene los planos digitalizados y georreferenciados: <https://espacioalm-islam.uva.es/morerias/actividades-produccion>

El visor cartográfico permite una comparación entre la cartografía histórica y la actual, así como entre diferentes planos históricos.

BIBLIOGRAFÍA

ALMONACID RAMIRO, Carlos (2019). Georreferenciación de cartografía antigua para la web del Servicio de Cartografía de la Universidad Autónoma de Madrid. *CT: Catastro* nº 97, pp. 115-130. https://www.catastro.hacienda.gob.es/documentos/publicaciones/ct/ct97/Catastro_97_accesible.pdf

¹⁶ <https://colmap.github.io/>

¹⁷ <https://scaniverse.com/>

- ANGUITA CANTERO, Ricardo (1998). “La planimetría urbana como instrumento para la transformación de la ciudad en el siglo XIX: la incidencia de los planos geométricos de población en España”. *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses*, nº 169, pp. 563-589. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1213371.pdf>
- BRAUN, Marta (1992). *Picturing Time. The Work of Etienne-Jules Marey (1830-1904)*. Chicago. Chicago University Press.
- CASCÓN KATCHADOURIAN, Jesús; ALBERICH PASCUAL, Jordi (2021). La Georreferenciación de Cartografía Antigua en los Sistemas de Información Geográficos (SIG): Revisión, Análisis y Estudio comparativo de Softwares de Georreferenciación. *Revista General de Información y Documentación*, 31(1), pp. 437-460. <https://doi.org/10.5209/rgid.76965>
- COELLO DE PORTUGAL Y QUESADA, Francisco (1847-1870). *Atlas de España y sus posesiones de ultramar*. Instituto Geográfico Nacional. <https://www.ign.es/web/catalogo-cartoteca/index.html>
- ESPIAGO GONZÁLEZ, Javier; ALMONACID RAMIRO, Carlos (2019). Georreferenciación. *Revista de Estadística y Sociedad* nº 75, pp. 8-10. <http://www.revistaindice.com/numero75/p8.pdf>
- GEORGE EASTMAN HOUSE (2010). *Historia de la fotografía. Del 1839 a la actualidad*. Colonia. Taschen.
- GREENGARD, Samuel (2015). *The Internet of Things*. Cambridge. MIT Press.
- MORIN, Edgar (2006). *El método, 3: El conocimiento del conocimiento*. Madrid, Ediciones Cátedra,
- MARTÍN LÓPEZ, José (2017): *Cartógrafos españoles*. Centro Nacional de Información Geográfica. Madrid. Edición digital. <https://doi.org/10.7419/162.02.2017>
- NADAL PIQUÉ, Francesc; URTEAGA GONZÁLEZ, Luis; MURO MORALES, José Ignacio (1994): “Reconocer el territorio, medir la propiedad y evaluar los recursos. La Junta General de Estadística y la cartografía temática en España (1856-1870)”. *Anthropos: Boletín de información y documentación*, nº Extra 43, pp. 66-75. https://www.ub.edu/gehc/pdf/Reconocer_territorio.pdf
- OLAZÁBAL, Eduardo; ÁLVAREZ PALAU, Eduard; BARQUÍN, Rafael; MACÍAS MUÑOZ, María Olga; MARTÍ HENNEBERG, Jordi; MORILLAS TORNÉ, Mateu; ORTÚÑEZ, Pedro Pablo; SOLANAS, Jorge (2019): “Catálogo digital de cartografía urbana contemporánea en España (1800-1950)”. *Biblio3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Vol. XXIV. Núm. 1.267, pp. 1-84. <https://revistes.ub.edu/index.php/b3w/article/view/27944>

QUIRÓS LINARES, Francisco (1991). *Las ciudades españolas a mediados del siglo XIX. Vista de ciudades españolas de Alfred Guesdon. Planos de Francisco Coello*. Valladolid. Ed. Ámbito,

ZAMBRANO, María (2011). *Notas de un método*. Madrid. Ed. Tecnos.

ANEXO: PRINCIPALES RECURSOS DIGITALES PARA LA LOCALIZACIÓN Y UTILIZACIÓN DE CARTOGRAFÍA HISTÓRICA ESPAÑOLA

Instituto Geográfico Nacional – Cartoteca:

<https://www.ign.es/web/catalogo-cartoteca/index.html>

Cartografía de España en la Biblioteca Nacional

<http://bdh.bne.es/bnearch/Inicio.do>

<http://bdh.bne.es/bnearch/Search.do?numfields=3&field3Op=AND&field2Op=AND&field1Op=AND&field1=todos&field3val=&field1val=&field2val=&field3=todos&field2=todos&tipomaterial1=Material+cartogr%C3%A1fico+impreso&tipomaterial1=Material+cartogr%C3%A1fico+manuscrito&home=true>

Catastro histórico

https://www.catastro.hacienda.gob.es/esp/consulta_historica.asp

https://www.catastro.hacienda.gob.es/ayuda/manual_descriptivo_cartografia_historica.pdf

Cartografía Histórica Catastral

<https://www.sedecatastro.gob.es/>

<https://www.sedecatastro.gob.es/Accesos/SECAccDNI.aspx?Dest=18>

<https://www.sedecatastro.gob.es/DescargaDatos/SecDescargaCartoHistorica.aspx>

<https://www.catastro.hacienda.gob.es/esp/productos.asp?var=menuleft3>

Biblioteca Digital Real Academia de la Historia

<https://bibliotecadigital.rah.es/es/consulta/busqueda.do>

Fototeca del Instituto del Patrimonio Cultural de España

<https://ipce.cultura.gob.es/documentacion/fototeca.html>

<https://catalogos.cultura.gob.es/opac/>

Hispana, Portal del patrimonio digital español

<https://hispana.mcu.es/es/inicio/inicio.do>

Centro de Información Documental de Archivos (CIDA)

<https://www.cultura.gob.es/cultura/areas/archivos/mc/centros/cida/portada.html>

Biblioteca Virtual de Defensa

<https://bibliotecavirtual.defensa.gob.es/BVMDefensa/es/inicio/inicio.do>

Biblioteca Digital de Castilla y León

<https://bibliotecadigital.jcyl.es/es/inicio/inicio.do>

