

La escalera de la Real Chancillería en Granada. Levantamiento y análisis geométrico

The stairs of the Real Chancillería in Granada. Survey and geometric analysis

Macarena Salcedo-Galera,  Universidad Politécnica de Cartagena. España. macarena.salcedo@upct.es (autor de contacto)

José Calvo-López,  Universidad Politécnica de Cartagena. España. jose.calvo@upct.es

RESUMEN

La evolución formal y constructiva de la escalera en el Renacimiento español discurre en paralelo al avance de las técnicas de cantería renacentista en nuestro país. Como resultado del dominio y el saber estereotómico de los maestros canteros, aparecieron en la Península Ibérica una serie de escaleras que entrañan una gran complejidad geométrica. La escalera de la Chancillería de Granada es uno de los ejemplares más notables en el Renacimiento español. Tanto es así, que diversos tratados y manuscritos de cantería, en particular el muy conocido de Alonso de Vandelvira, la mencionan explícitamente como modelo. Dada su relevancia, este trabajo plantea su análisis desde una doble perspectiva: la interpretación de los manuscritos y el examen de sus fábricas partiendo de un levantamiento fotogramétrico preciso para comparar las trazas teóricas propuestas con la solución abordada en su construcción, así como establecer posibles relaciones con otras escaleras similares contemporáneas.

Palabras clave: estereotomía; geometría; fotogrametría; escaleras.

ABSTRACT

The formal and constructive evolution of the staircase in the Spanish Renaissance runs parallel to the advancement of Renaissance stonework techniques in our country. As a result of the expertise and stereotomic knowledge of master stonemasons, a series of stairs involving great geometric complexity were built in the Iberian Peninsula. The main staircase of the Chancillería or Royal Courtroom of Granada is one of the most notable examples of the Spanish Renaissance. As a result, several stonecutting treatises and manuscripts explicitly mention it as an archetype. The present study deals with its analysis from a double perspective: the interpretation of the manuscripts and the study of its layout based on a precise photogrammetric survey to compare the solutions put forward in treatises and manuscripts with the solution used in its construction, as well as to explore possible relations with other similar contemporary stairs.

Keywords: stereotomy; geometry; photogrammetry; staircases.

Cómo citar este artículo/Citation: Macarena Salcedo-Galera, José Calvo-López (2024). La escalera de la Real Chancillería en Granada. Levantamiento y análisis geométrico. *Informes de la Construcción*, 76(574): 6514. <https://doi.org/10.3989/ic.6514>

Copyright: © 2024 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Recibido/Received: 26/05/2023
Aceptado/Accepted: 08/03/2024
Publicado on-line/Published on-line: 03/07/2024

1. INTRODUCCIÓN

El Renacimiento granadino adquirió un gran protagonismo tras los acontecimientos históricos de finales de siglo XV. Las modificaciones arquitectónicas y urbanas hicieron de Granada un gran laboratorio renacentista donde experimentar nuevas formas y tipologías arquitectónicas, así como nuevas técnicas constructivas como el arte del corte de piedras. Esto propició la aparición de piezas singulares de cantería renacentista que ejercerían una clara influencia en ejemplares posteriores y que incluso sirvieron como arquetipo para importantes textos de cantería. En este contexto se construyó el edificio de la Chancillería de Granada, en cuyo interior encontramos una magnífica escalera claustral de tres tramos con un protagonismo indiscutible dentro del conjunto arquitectónico. La escalera destaca notablemente por su ornamentación, pero el elemento más significativo de su construcción es sin duda la bóveda que sustenta los dos tramos superiores de la escalera. Este tipo de escaleras voladas sobre bóvedas se construyó con frecuencia durante el Renacimiento español, principalmente por las ventajas constructivas que ofrecen. Además, su complejidad constructiva pudo considerarse un alarde estereotómico que derivó en una necesidad de superación por parte de los maestros para probar su saber y pericia constructiva, lo cual contribuyó probablemente a la proliferación de este tipo de escaleras a lo largo del siglo XVI. Igualmente, la tratadística aborda el trazado de este tipo de escaleras, siendo los textos de Vandelvira (1), Portor y Castro (2), y Thomas Vicente Tosca (3) los que más profundizan en la cuestión.

Las escaleras renacentistas han sido objeto de algunos trabajos, como el estudio pionero de José Carlos Palacios (4) sobre la cantería renacentista española y en particular el manuscrito de Alonso de Vandelvira. Más allá de sus interesantes observaciones sobre escaleras en su libro *Forma y construcción en piedra* (5), Enrique Rabasa hizo en 2011 un análisis en profundidad de los trazados de las seis variantes de escaleras más primitivas del manuscrito de Gelabert (6); al tiempo que Rocío Carvajal hizo lo propio estudiando las siete escaleras contenidas en el manuscrito de Portor en comparación con las de otros textos de cantería (7). También se han publicado estudios más especializados, como las aportaciones de Mercedes Gómez-Ferrer (8) o el trabajo de Pablo Navarro Camallonga (9) que, sin embargo, se centran en el ámbito valenciano. Recientemente se han publicado distintos estudios de carácter analítico, como el de los profesores Martín, Natividad y Calvo sobre la escalera de la iglesia de San Vicente en San Sebastián (10) o los trabajos de Rafael Marín y Concepción López (11-13), quienes han analizado una serie de escaleras valencianas como la escalera del Colegio de Santo Domingo (Orihuela), la escalera del Colegio del Corpus Christi (Valencia), la escalera de San Miguel de los Reyes (Valencia) y la escalera de la Aduana Real de Valencia. Estos últimos plantean una metodología sistemática que han aplicado en todos los casos, llegando a importantes conclusiones con respecto al proceso de traza y ejecución de estas escaleras, incluso arrojando luz sobre algunas cuestiones dudosas planteadas en los tratados de cantería. En cualquier caso, no existen estudios analíticos sobre escaleras de tradición castellana similares a la existente en la Chancillería de Granada (Figura 1). Debemos mencionar que en la tesis doctoral *Construcción pétrea en la Granada del Renacimiento* (14) fue incluida una primera aproximación al estudio de

esta escalera, si bien se trata de una versión preliminar que ha sido revisada y ampliada para este trabajo.



Figura 1. Escalera situada en el patio del edificio de la Real Chancillería en Granada. Imagen de los autores

Por tanto, planteamos el estudio en profundidad de la escalera de la Chancillería de Granada, concretamente de la bóveda que la sustenta, desde el punto de vista geométrico y constructivo, con el objetivo de arrojar luz sobre el planteamiento de su traza y el proceso de ejecución de la compleja superficie generada por la disposición de sus dovelas. Nuestro objetivo principal es obtener una documentación gráfica rigurosa de la bóveda que sirva de base para su análisis geométrico y constructivo, teniendo en cuenta el contexto de su ejecución. Con este objetivo se ha llevado a cabo un levantamiento fotogramétrico de la bóveda en base al cual se ha analizado la geometría de su superficie de intradós, así como las similitudes y diferencias con la solución teórica planteada en los tratados de cantería renacentista. Mediante un análisis comparativo entre el modelo obtenido y las soluciones propuestas en los manuscritos ha sido posible identificar características constructivas de la bóveda, además de detectar las posibles similitudes y diferencias con respecto a otras bóvedas similares contemporáneas, especialmente aquellas que conocemos y ya han sido previamente analizadas.

2. LA ESCALERA EN EL RENACIMIENTO ESPAÑOL

El protagonismo de la escalera en el Renacimiento español es un hecho innegable en el ámbito de la arquitectura civil y religiosa. En los modelos tardomedievales de finales del siglo XV la escalera tenía todavía un carácter meramente funcional y era tratada como un elemento aislado e independiente con escasa preeminencia en el conjunto arquitectónico. Ejemplo de ello son las clásicas escaleras de “ida y vuelta” con dos tramos paralelos y un único descansillo intermedio. A principios del siglo XVI se produce una notable evolución tipológica que se manifiesta en varios rasgos llamativos que caracterizan a la escalera que se ha dado en llamar “claustral” (15, 16).

Por una parte, se emplean con gran frecuencia escaleras de tres tramos, lo que genera inevitablemente dos mesetas y una planta en forma de C al ser los tramos ortogonales entre sí, y no paralelos como en el caso anterior. Gradualmente se va pasando de escaleras apoyadas en un bloque o mogote aparentemente sólido a escaleras voladas apoyadas en arcos de notable luz, que retoman las experiencias valencianas del

siglo anterior. Es la tipología más representativa en centros docentes e instituciones públicas como, por ejemplo, la escalera de la Real Chancillería de Granada. Otro rasgo que ejercerá una notable influencia en el ámbito europeo, y en particular italiano, es la apertura de la caja de escalera a otros espacios, en particular a las galerías de los claustros o patios, empleando efectos de transparencia basados en la semejanza de las arquerías del claustro y las que separan la galería de la caja de escalera. Por último, otro rasgo llamativo es la combinación de varias subidas alternativas, dando lugar a composiciones simétricas, a partir de la Escalera Dorada de la catedral de Burgos y la desaparecida del Alcázar de Madrid; ahora bien, dado que este rasgo no se da en la Chancillería, no nos extenderemos más.

Los primeros ejemplares presentaban un carácter macizo siguiendo la tradición tardogótica, pero la tendencia a la permeabilidad de las escaleras renacentistas derivó en arcos más amplios y ligeros, incluso la sustitución de las pilastras por ménsulas que vuelan el ancho de la zanca desde el muro (17). Este sistema aporta algunas ventajas, como la liberación del espacio inferior o la ligereza de la bóveda, pero entraña una evidente dificultad a la hora de abordar su trazado y construcción. El problema se resuelve mediante dos rasgos constructivos muy llamativos, que ya se habían experimentado en las escaleras valencianas del siglo XV. Uno de ellos es el “capialçat” o capialzado, término ampliamente empleado en los manuscritos y tratados de cantería renacentista y cuyo rasgo más característico es la disposición de sus dos aristas directrices a distinta altura, con la arista del borde volado más elevada, mientras que la arista del lado del muro discurre a cotas inferiores. Todo esto presenta claras ventajas estructurales al aumentar el canto en las secciones próximas al muro y reducir el peso en el borde libre. En ocasiones, el problema se aborda de forma sencilla, empleando directrices concéntricas en proyección, lo cual simplifica su traza y el proceso de ejecución.

Además del capialzado, ya en las escaleras valencianas del siglo XV aparece el “engaxit” o engauchido, concepto más complejo que el primero y que hace referencia a superficies regladas alabeadas, en las cuales las juntas de lecho aparentes son curvas que no presentan ni paralelismo ni convergencia, sino que se cruzan en el espacio. Una primera explicación para este rasgo, que puede parecer caprichoso o torpe a primera vista, es el diferente desarrollo del borde libre y el apoyado en el muro para el conjunto de la escalera. Pero además de resolver este problema geométrico, el engauchido proporciona un plus de rigidez a la bóveda, que en la solución clásica valenciana podemos entender como empotrada en el muro, puesto que presenta juntas de lecho aparentes dispuestas en planos verticales perpendiculares al muro perimetral. Por el contrario, la escalera de la Chancillería invierte esta solución, con las hiladas dispuestas en paralelo a los muros.

Además, aparece el problema de resolver el encuentro de las bóvedas que soportan los distintos tramos de la misma escalera. Estas esquinas o encuentros entre tramos se resuelven principalmente de dos maneras, por arista y en redondo. La esquina por arista, muy común en las escaleras valencianas, supone un complejo problema de cantería ya que no es sencillo dar solución al encuentro de bóvedas engauchidas. Esto llevó a los artífices mediterráneos a evolucionar gradualmente hacia una solución más elegante,

buscando la continuidad entre las superficies de intradós de dos tramos consecutivos, que aparece en las escaleras del actual Ayuntamiento de Ontinyent y la desaparecida y más ambiciosa *Vis des archives* de la casa consistorial o *Capitole* de Toulouse (18).

En resumen, el diseño de estas escaleras requiere profundos conocimientos geométricos y una notable capacidad para lograr la armonía y coherencia visual de un elemento que debe concebirse en tres dimensiones. La ejecución de las superficies alabeadas de los sillares, todos diferentes entre sí, implica un proceso de labra preciso que fue abordado en algunos de los principales tratados de cantería españoles.

2.1. Los tratados de cantería renacentistas

Estos textos distinguen claramente entre los “caracoles” medievales y las “escaleras” modernas de tramos rectos. En referencia a estas últimas, los escritos dejan constancia de la gran complejidad que entraña la concepción espacial de este tipo de escaleras, como Alonso de Vandelvira, quien señala que son “las escaleras de más dificultad que las demás trazas”; o Thomas Vicente Tosca quien indica que “aunque sus cortes sean más dificultosos, es mucho mayor su magestad, y aun mayor la seguridad de su fábrica”. De hecho, este problema es abordado por una minoría de autores y de forma bastante imprecisa, siendo Juan de Portor y Castro el tratadista que más profundamente plantea las limitaciones que deben superar los tracistas.

Aunque es bien conocida la capacidad de los canteros para evitar estos problemas con hábiles métodos geométricos, esto también implica una pericia técnica notable. En este caso, los maestros resolvieron problemas complejos de geometría plana fijando algunas variables difíciles de determinar como datos de referencia, incluso trabajaron con dos proyecciones (planta y alzado) a la vez, ajustando los criterios de dibujo de los arcos, juntas de lecho, etc., a resultados gráficos concretos. A pesar de enfrentarse a superficies alabeadas, la talla siguió basándose en el uso de curvas directrices, o más precisamente, en las líneas que definen sus bordes, y no en los propios planos de proyección. En las escaleras “engauchidas” la curva volada se eleva por encima de la curva apoyada en el muro, alcanzando un nivel superior a lo largo de su trayectoria. Cada dovola es diferente y las juntas de cada sillar requieren un patrón de corte específico, y el alabeo del intradós de las dovelas debe intuirse a partir de las curvas direccionales que definen sus cuatro aristas.

Las escaleras engauchidas aparecen en algunas de las principales fuentes de la tratadística: en los textos de Portor y Castro, Tosca, y por supuesto, en el manuscrito de Vandelvira. Estos textos tienen especial interés para nuestros propósitos, puesto que Portor y Vandelvira mencionan explícitamente la escalera de la Chancillería. Todos coinciden al definir en primer lugar la planta de la escalera, para abordar seguidamente el alzado. Destacan los procedimientos de Vandelvira y Portor para definir los alzados que, en realidad, no corresponden a una proyección diédrica como la que empleamos en la actualidad, sino que se proyectan verticalmente cada uno de los tramos por separado, con direcciones de proyección diferentes; ahora bien, se mantiene la conexión entre un tramo y otro en las mesetas, que se dibujan a la misma altura.

Vandelvira presenta tres dibujos (fol. 56v, 58r y 59r). El primero de ellos es un esquema en el que se omite el alabeo, es decir, solo se centra en el diseño de los peldaños y omite el diseño de la bóveda sustentante. Esto permite definir las pendientes en verdadera magnitud. Cada tramo se representa en alzado determinando las alturas de los peldaños, y facilitando la situación de las alturas. Vandelvira representa los tres vuelos en una vista lateral, de modo que todas las cuerdas se muestran frontalmente. En otras palabras, está deconstruyendo la escalera girando los tramos inicial y final para controlar su forma. Esto puede inducir a error, puesto que sus dibujos pueden confundirse con proyecciones ortográficas dobles, es decir, planos y alzados perfectamente conectados por líneas de proyección. Esto muestra la capacidad del método de representación empleado para abordar este problema, en contraste con el diédrico que conocemos, que no hubiera podido resolver el problema fácilmente en todos los tramos. Tanto Vandelvira como Portor siguen el mismo procedimiento, estableciendo que debe obtenerse primero el radio del trasdós de la arista curva del lado volado en el hueco de la escalera. La traza del arco comienza en el arranque de la escalera y se enlaza con los arcos del tramo contiguo “de tal manera correspondan las unas cerchas de la primera vuelta con las de la segunda [...] que parezca ser toda una voveda”. El Padre Tosca, además, puntualiza que los arcos de embocadura deben tener un palmo o un pie de canto. Todos coinciden en las pautas que debe seguir la traza del arco: por una parte, debe ser tangente a la línea auxiliar que define la pendiente de la escalera y su trayectoria debe partir de un punto preestablecido en la unión de dos tramos contiguos para favorecer la continuidad de los sectores de la bóveda. Sin embargo, ninguno da información sobre los radios o la obtención de los centros de los arcos para su traza. La solución gráfica de este desafío geométrico podría entrañar una gran dificultad, sin embargo, los profesores Concepción López y Rafael Marín proponen una interesante hipótesis basada en los ejemplos valencianos, fijando las posiciones de la línea tangente, el punto de cruce y el radio del arco que une ambos como datos de partida. En cuanto a los radios de curvatura, López y Marín han mostrado en los trabajos mencionados anteriormente que presentan normalmente un valor muy próximo o relacionado con datos de partida de la escalera como la distancia entre muros, el ancho de la caja o la longitud en planta del tramo.

A continuación, una vez configurada la geometría general de la escalera, es necesario definir el despiece del intradós y la geometría de las dovelas. En este punto aparecen en los tratados, así como en la práctica constructiva, dos formas distintas de abordar el problema. El despiece más temprano y más abundante en la práctica es el que establece las hiladas perpendiculares al recorrido de la escalera, y por tanto a los muros perimetrales. Esta variante abunda principalmente en las escaleras valencianas de finales del siglo XV y principios del XVI. La otra variante es la que presenta un despiece con las juntas paralelas a los muros perimetrales. Este proceder es más común en Andalucía ya en el siglo XVI, como la escalera de la Real Chancillería de Granada, y es el que mayor peso tiene en la tratadística a pesar de ser menos frecuente en la práctica constructiva. Además, el hecho de que el despiece de la escalera sea paralelo a su propio recorrido permite dibujarlo en verdadera magnitud con mayor facilidad.

Vandelvira define este tipo de escaleras como “Escalera Adulcida en Cercha” (fol. 56v-59r); dado que propone el des-

piece con las juntas de lecho aparentes dispuestas en planos verticales paralelos a los paramentos, se refiere a cada hilada como un “arco capialzado”. De esta manera, cada una de las juntas presenta una curvatura diferente y cada una de las hiladas apoya sucesivamente una sobre otra desde la arista volada hasta la arista del muro; al mismo tiempo, cada tramo apoya en las dos mesetas que lo delimitan formando un arco por tranquil, aumentando la rigidez de la bóveda. Después de esto, Vandelvira divide los tramos en varias hiladas y cada hilada en dovelas. Estas operaciones se realizan en planta y luego se llevan a los alzados. Por supuesto, en el primer y tercer tramo se deben transferir las medidas individualmente, ya que no está utilizando una doble proyección ortogonal convencional y sus alzados no son correlativos a la planta siguiendo las líneas de proyección, que se utilizan solo para separar la meseta del segundo tramo (Figura 2).

A continuación, Vandelvira da algunas instrucciones para el proceso de labra, aunque no están completas. Distingue entre las dovelas de los sectores de la bóveda correspondientes a los distintos tramos de la escalera, que son engauchadas y las de los rincones que son capialzadas. Advierte que “porque los rincones no van engauchidos sino a borneo, se labran por plantas, más salido de los dichos rincones porque van los arcos engauchidos se han de trazar sus piedras por robos”. Esto significa

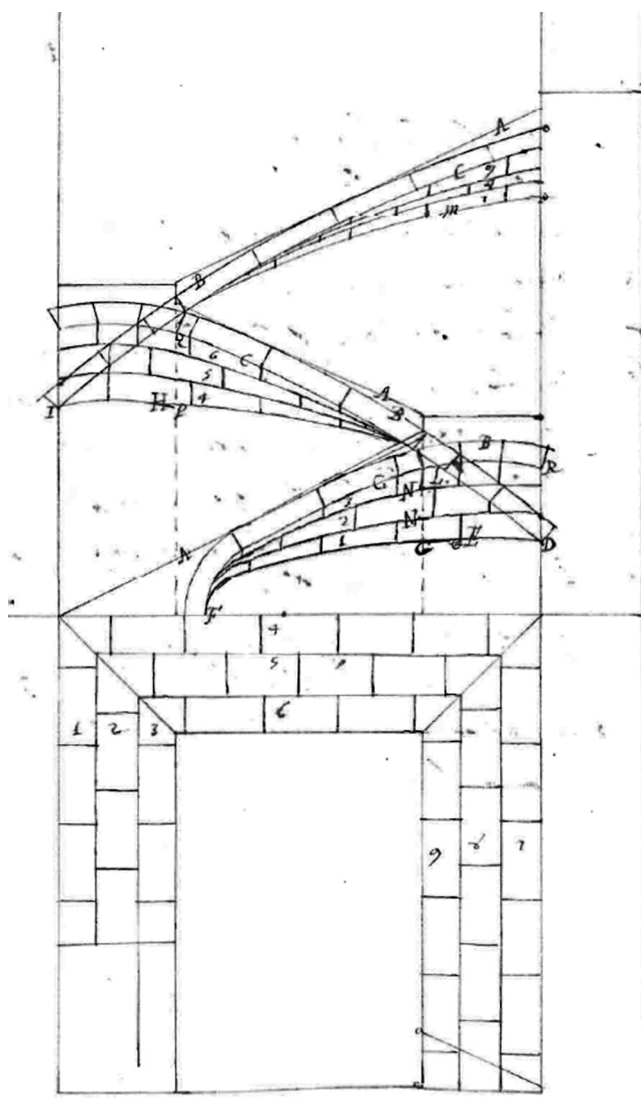


Figura 2. Solución propuesta por Vandelvira (c. 1585), fol. 58r.

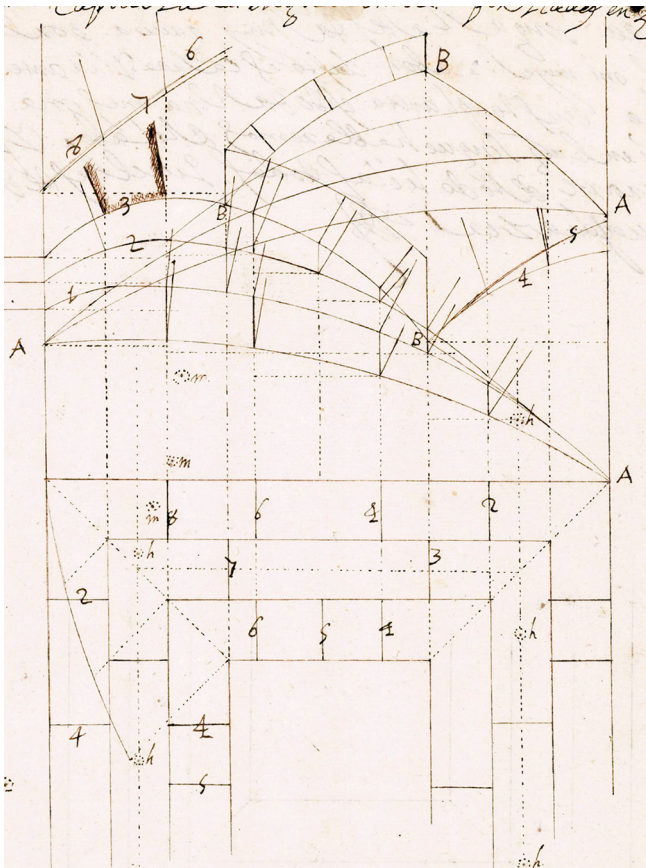


Figura 3. Solución propuesta por Juan Portor y Castro (1708), fol. 26r.

que el contorno del intradós de las dovelas de los sectores de la bóveda vistas en planta son rectángulos con dos esquinas a un nivel y las opuestas a un nivel superior, siendo cada lado paralelo al borde opuesto. En consecuencia, las dovelas de la parte central de los sectores de la bóveda se labrarían por robos y Vandelvira muestra en sus dibujos los rectángulos contenedores. En cambio, afirma que las dovelas de los rincones se labrarán por plantas. Es decir, propone ejecutar los rincones entre sectores de la bóveda, que corresponden a los encuentros entre tramos donde se ubican las mesetas, como planos inclinados y no como superficies alabeadas, mientras que las bóvedas que soportan cada uno de los tramos de la escalera sí vienen definidas por superficies alabeadas. Como veremos, es en este punto donde la explicación de Vandelvira se separa más de la solución construida en Granada, donde las superficies de intradós de las mesetas no son planos inclinados, sino superficies que aseguran una precisa continuidad entre las superficies de los sectores de la bóveda. En este punto podríamos plantearnos que quizá, en realidad, Vandelvira propone labrar el rincón por plantas, y no por robos como el resto de la escalera, para obtener una superficie plana a la que posteriormente dar curvatura mediante retundido. Es significativo que, aunque Vandelvira pone como ejemplo la escalera de la Chancillería de Granada en contraste con las clásicas escaleras valencianas de juntas perpendiculares a los muros de la caja y muy frecuentes durante el siglo XVI en el Mediterráneo español y occitano, reconoce no conocer con exactitud el despiezo y la geometría de la escalera de la Chancillería en Granada.

Con posterioridad al manuscrito de Vandelvira, Juan de Portor también ofrece algunas soluciones similares, siendo su “Cuaderno” el tratado de cantería que más profundamente aborda esta cuestión. Portor expone siete modelos de escale-

ras, agrupadas en dos tipos según la disposición de las juntas con respecto a la testa de los tramos, paralelas o perpendiculares. Igualmente analiza diversas soluciones con directrices rectas, curvas, o una combinación de ambas (fol. 21 - 28). De la misma manera, Portor menciona de forma explícita la escalera de la Chancillería granadina como arquetipo de su “Escalera capialzada engauchida” (fol. 26r), que resuelve de forma similar a Vandelvira (Figura 3). Sin embargo, Portor va más allá en la representación gráfica de estas escaleras y dibuja vistas auxiliares de las juntas perpendiculares a las hileras, con vistas frontales de los planos que contienen estas articulaciones. Así mismo, el dibujo muestra todas las juntas que definen cada una de las dovelas en verdadera magnitud, gracias a que representa la vista frontal de todos los planos que contienen las juntas.

Por último, el padre Tosca hace referencia a esta traza de forma escueta en la proposición VIII de su tratado XV «De la Montea y Cortes de Cantería» (p. 250), cuyo problema titula «formar una escalera con vueltas que formen arista» (Figura 4), si bien, el trazado de Tosca aborda la cuestión de forma más generalista, sin tratar exactamente el mismo tipo de escalera que el abordado en esta investigación.

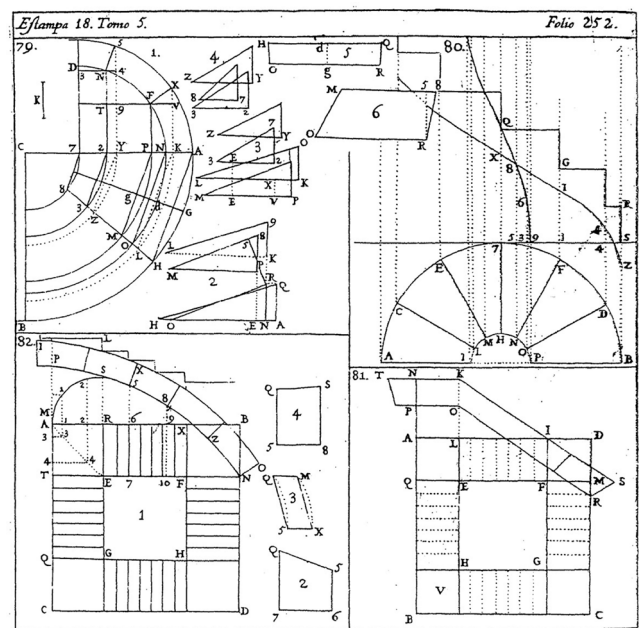


Figura 4. Solución propuesta por Tomás Vicente Tosca (1727), tomo 5, estampa 18, fol. 252

3. LA SEDE DE LA CHANCILLERÍA DE GRANADA Y LA ESCALERA PRINCIPAL

La Real Chancillería de Ciudad Real se traslada a Granada en 1505 por orden de los Reyes Católicos. Frente a la tradición medieval según la cual los tribunales de justicia se reunían en espacios destinados a otros usos como salones de palacios, claustros de iglesias, o incluso en casas particulares de magistrados, desde ese mismo momento se intenta dotar a la institución de una sede permanente, intentado comprar unas casas a Beatriz Galindo, a lo que esta se niega, alegando que forman parte del mayorazgo de su hijo Hernán Ramírez. Finalmente, Carlos V ordena en su visita a la ciudad en 1526 que se aloje en la casa del patriarca de las Indias; López Guzmán (19) entiende que las reformas de la casa comienzan poco después. Se propuso entonces la construcción de un edificio que albergara ambas, las funciones de admi-

nistración de la justicia y cárcel. De esta manera, la Chancillería de Granada supone la construcción de la primera sede específica para albergar un tribunal de justicia siendo la cárcel un elemento secundario y no a la inversa (20). Por tanto, el edificio de la Chancillería presenta un carácter absolutamente innovador en todos los sentidos, puesto que no encuentra antecedentes arquitectónicos o constructivos cercanos. Sin embargo, tanto en Granada como en otras ciudades sería la estética y la tipología palaciega la escogida para albergar la administración de justicia.

En cualquier caso, las obras se desarrollan lentamente durante la primera mitad del siglo XVI, añadiéndose la fachada en 1584, obra clave del manierismo en España, proyectada por Francisco del Castillo el Mozo, que había trabajado en Villa Giulia junto a Vignola y Ammanati, y quedando terminado el edificio en 1587 (21). La parte del edificio destinada a la Chancillería se sitúa en la zona Sur y presenta una planta cuadrada de manera que las estancias se distribuyen en torno a un patio central, construido probablemente hacia 1540, elevado con respecto al nivel de la plaza que se organiza en dos niveles que generan una galería perimetral. En la esquina noroeste del patio se sitúa la escalera que da acceso al nivel superior y que fue terminada hacia 1578 por el cantero Pedro Marín, como apunta López Guzmán partiendo de la inscripción de uno de los remates del pasamos (Figura 5).

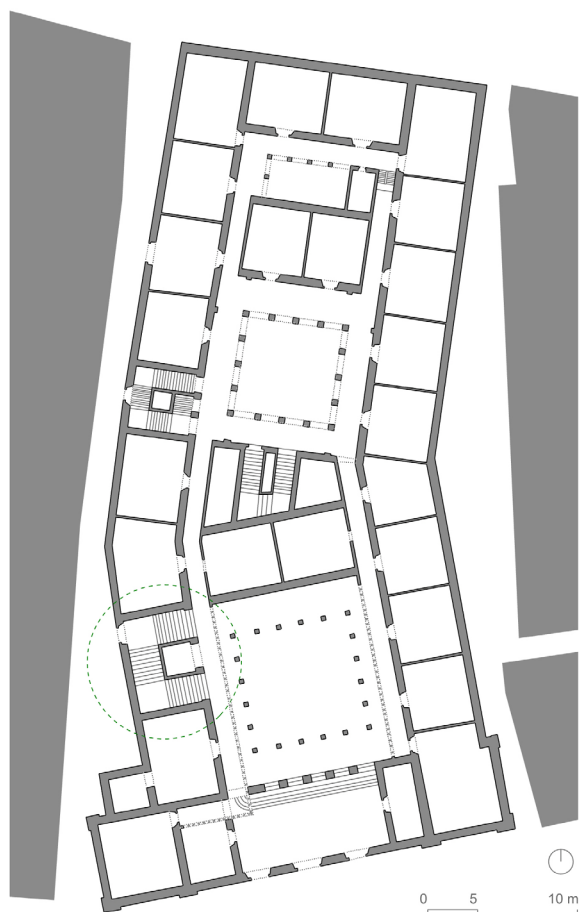


Figura 5. Planta del edificio de la Real Chancillería de Granada. Dibujo elaborado por los autores. Fuente: Archivo Histórico Nacional. MPD 2363

La escalera se compone de tres tramos que forman una C en planta. El perímetro de la escalera apoya en tres muros que forman una caja de planta rectangular de unos 6 x 9 metros que equivale aproximadamente a 22 x 33 pies castellanos. El frente de la escalera queda abierto y comunica directa-

mente con el patio a través de una arcada de tres vanos que coinciden en alzado con cada uno de los tramos. La escalera arranca de un primer tramo macizo que apoya sobre el muro en su totalidad, mientras que los otros dos tramos apoyan sobre una bóveda que resulta muy interesante tanto por su peculiar geometría como por su difícil ejecución, puesto que apoya únicamente en el muro perimetral quedando volada en la parte del hueco, generando así una superficie capialzada y engauchida cuyas hiladas discurren paralelas al recorrido de la escalera. La bóveda se compone, por tanto, de dos sectores que corresponden con el segundo y tercer tramo de la escalera, de manera que el arranque del primer sector de la bóveda apoya en el muro del primer tramo de la escalera y enlaza directamente con el segundo sector de la bóveda que apoya en la arcada correspondiente del frente de escalera (Figura 6).



Figura 6. Bóveda que sustenta el segundo y tercer tramo de la escalera. Imagen de los autores

4. LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA ESCALERA

El objetivo principal de este estudio es avanzar en el conocimiento de la geometría y las características constructivas de la bóveda sobre la que apoya la escalera de la Chancillería de Granada. Esta bóveda es el ejemplo más representativo de las escaleras capialzadas y engauchadas con hiladas paralelas al trayecto de la escalera, como acredita su mención por Vandelvira (fol. 59r) y Portor (fol. 26r). Con este objetivo se ha realizado un levantamiento arquitectónico de la bóveda mediante técnicas fotogramétricas combinadas con la medición directa in situ con cinta métrica y distanciómetro láser. La precisión de la fotogrametría en sí misma para el levantamiento de bóvedas y elementos de cantería ha sido ampliamente demostrada en la literatura científica (22).

El levantamiento se ha llevado a cabo mediante 23 fotografías en formato TIF que cubren toda la superficie del intradós de la bóveda. Se utilizó una cámara Canon EOS 600D y un objetivo EFS 18-55 mm para tomar las fotografías asegurando una superposición mínima del 60% entre ellas. Las imágenes han sido procesadas utilizando el software de fotogrametría automatizada Agisoft Metashape Professional 1.7.3. El flujo de trabajo consta de una fase inicial de alineación de las imágenes mediante la detección de puntos homólogos y la estimación de la localización de las cámaras. Posteriormente, el proceso continúa construyendo una nube de puntos densa con millones de puntos de colores que definen con precisión la forma de la superficie del intradós de la bóveda. Finalmente, el programa genera una malla poligonal triangulada obtenida tras un proceso de interpolación de los puntos de la nube densa que nos permite obtener con precisión una hipótesis de las superficies que conforman el elemento es-

tudiado, y por tanto de su geometría. Esta malla puede ser texturizada de manera que además de la geometría, el programa define las texturas aplicando sobre las superficies trianguladas el color de estas, dato que se obtiene de las fotografías utilizadas en el levantamiento. En este caso, la nube densa generada está formada por 3.957.332 puntos (Figura 7). Finalizado el proceso fotogramétrico, se ha exportado el modelo para trabajar en el software de modelado tridimensional Rhinoceros, donde se ha escalado y orientado en base a las medidas anteriores tomadas y considerando los muros perimetrales como elementos verticales. Este software ofrece simultáneamente las funcionalidades de procesamiento de modelos tridimensionales y dibujo asistido por CAD. Así, hemos trabajado sobre la nube densa para elaborar un modelo alámbrico tridimensional que define el intradós de la bóveda (Figura 8). Adicionalmente, hemos obtenido ortofotos de la malla poligonal texturizada que definen con gran precisión las proyecciones ortogonales de la escalera para definir planta, alzados y secciones (Figura 9).



Figura 7. Nube de puntos densa obtenida mediante fotogrametría. Imagen de los autores

En este punto es importante destacar que el intradós de la bóveda que sustenta la escalera presenta dos despieces: un despiece real cuyas juntas marcan la disposición de las dovelas empleadas para su construcción, y otro despiece figurado, tallado sobre las dovelas con fines estéticos que pueden coincidir, o no, con el despiece original. En cualquier caso, este hecho no es relevante a la hora de definir la superficie de intradós, puesto que el despiece figurado solo afecta a algunas de las juntas entre dovelas, que no a todas; y en ningún caso afecta a las juntas de lecho, que son las que definen la geometría de la bóveda como más adelante comentaremos. El despiece original es, en la mayoría de casos, difícil de detectar, por lo que el levantamiento se ha llevado a cabo sobre el despiece figurado para evitar posibles errores de interpretación, teniendo en cuenta, como ya hemos comentado, que esto no afecta a la configuración geométrica de la bóveda. En cualquier caso, se aporta una planta proyectada (vista desde arriba) de la bóveda en la que se pueden observar las juntas originales entre dovelas que han sido detectadas en el levantamiento (Figura 10).

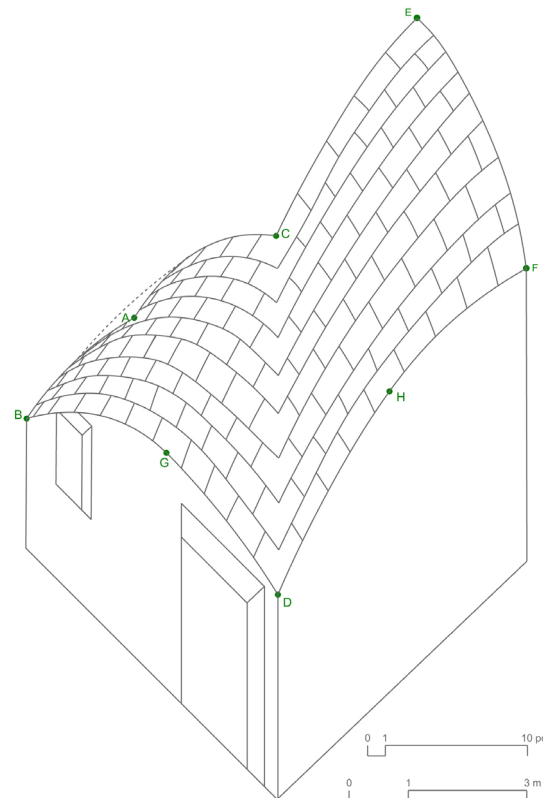


Figura 8. Perspectiva militar de la escalera obtenida por los autores a partir del modelo tridimensional. Dibujo elaborado por los autores

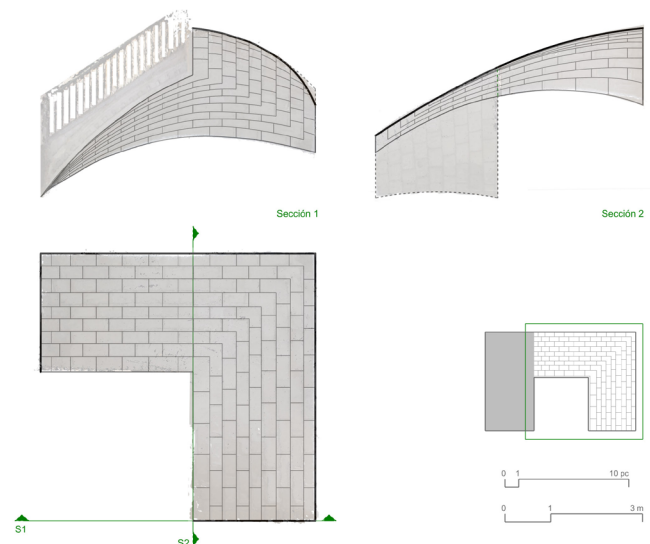


Figura 9. Planta y secciones de la bóveda de la escalera de la Chancillería sobre malla texturizada. Dibujos elaborados por los autores

La escalera en su conjunto presenta una planta rectangular, mientras que la planta de la bóveda de la escalera se inscribe en un cuadrado de 6 metros de lado aproximadamente, unos 22 pies castellanos, y cada sector de la bóveda mide 2,85 metros de ancho, unos 10 pies y medio, considerando que el pie castellano equivale a 0,278635 metros. Para llevar a cabo el estudio hemos considerado que la bóveda queda dividida en tres partes: los dos sectores y el rincón. Entendemos los sectores de la bóveda como las superficies correspondientes a los tramos segundo y tercero de la escalera, siendo el rincón la intersec-

ción entre ambos que corresponde a la meseta. A tenor de los resultados obtenidos del levantamiento, podemos confirmar que en ambos sectores las juntas de lecho aparentes se disponen en planos verticales paralelos a los muros perimetrales, siendo perpendiculares las juntas entre dovelas. Entendemos que esto mismo ocurre en el rincón, para asegurar la continuidad geométrica y constructiva entre sectores. En sección, observamos cómo las juntas adquieren distintas curvaturas en el plano vertical de manera que cada una de ellas alcanza una cota mayor que la anterior desde la arista del muro hasta la arista volada que queda por encima de las demás.

En el caso del primer sector de la bóveda, correspondiente al segundo tramo de la escalera, el arranque se produce desde la misma cota, es decir, la arista volada (V1) y la arista del muro (M1) parten de la misma cota en el alzado (puntos A y B respectivamente), aunque como bien sabemos la arista volada llegará a una cota mayor que la del muro (puntos C y D respectivamente) con una diferencia de 1,70 metros, unos 6 pies castellanos (Figura 11). En este punto hemos analizado la geometría de las dos curvas, observando que el arco del muro (M1) tiene un radio de 6,15 metros, mientras que el arco volado (V1) mide 8,90 metros. En el primer caso, su radio se aproxima a la propia longitud del primer sector (L_1), y en el segundo a la distancia existente entre los muros de la caja respectivamente (d). Dado que las juntas de lecho están contenidas en planos verticales paralelos al plano de proyección, nos ha resultado sencillo analizar su geometría. Al comprobar su trazado en verdadera magnitud observamos que no hay dos juntas de lecho iguales puesto que cada una de ellas presenta una curvatura distinta, aunque todas ellas son arcos de circunferencia que abarcan desde su arranque hasta el rincón. En este punto, es importante destacar que la curvatura de dichos arcos es menor conforme ascienden en altura y cuanto más se alejan del muro hasta llegar al arco volado, de manera que este presenta un radio mayor que el resto, siendo el arco del muro el de menor radio (Tabla 1).

El segundo sector de la bóveda se desarrolla de la misma manera, elevando de forma progresiva las hiladas más alejadas del muro con sus juntas de lecho contenidas en planos verticales paralelos al muro. En este caso el arranque de la bóveda nace del desembarco del sector anterior (puntos C y D), que como ya hemos comentado, presenta cierta diferencia de cota entre sus aristas directrices (1,70 metros). De esta manera, la arista volada (V2) arranca a una cota superior que la arista apoyada en el muro (M2), lo cual genera cierta irregularidad en el arranque de este segundo tramo si tenemos en cuenta, además, que las directrices no parten del mismo plano vertical perpendicular al muro, como sí ocurría en el primer sector de la bóveda (Figura 12). De esta forma, la arista volada (V2) discurre por encima de la arista del muro (M2) a lo largo de todo el recorrido del tramo, presentando la misma diferencia de cota tanto en el arranque como en el desembarco. En cuanto a la geometría de las aristas directrices, son arcos de circunferencia cuyos radios se acercan notablemente a los radios de las aristas del primer sector de la bóveda, siendo 8,95 m el radio del arco volado (V2) y 5,95 el radio del arco del muro (M2), coincidiendo nuevamente con la distancia entre los muros de la caja (d), y la longitud del segundo sector (L_2). Como ocurre en el primer sector de la bóveda, el radio de los arcos que definen las juntas entre hiladas va en aumento conforme se alejan del muro y ascienden en altura, al tiempo que reducen su curvatura (Tabla 1).

Con esta distribución, el intradós de ambos sectores de la bóveda queda definido por 9 hiladas que generan una solución de

rigurosa continuidad en el encuentro entre ellos. El rincón de la bóveda (delimitado por los puntos C-D-F-G) generado por ambos sectores se ejecuta magistralmente sin la existencia de aristas y con dovelas en forma de L que configuran la esquina en redondo facilitando su continuidad como ocurre en las bóvedas vaídas por hiladas cuadradas, gracias a la disposición de las juntas paralelas al perímetro de la bóveda contenidas en planos verticales como ocurre en los sectores. Al analizar dichas juntas en sección se observa cómo éstas quedan definidas por arcos tangentes a los arcos que definen las juntas de los sectores que presentan, sin embargo, radios mayores que aquellos y, por

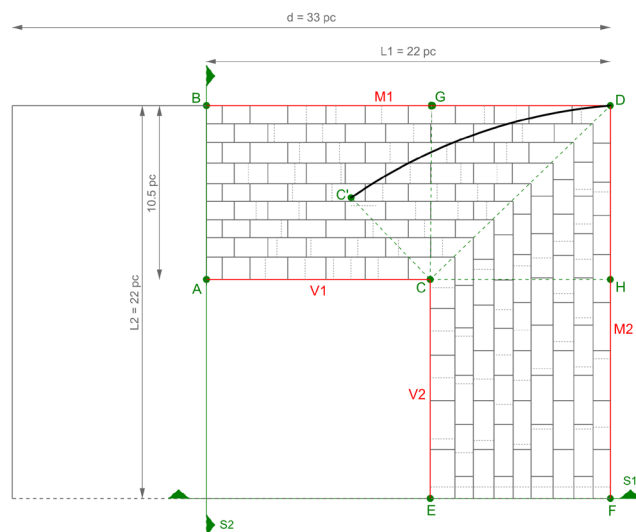


Figura 10. Planta proyectada del intradós de la bóveda. En línea punteada las juntas originales entre dovelas. Dibujo elaborado por los autores. Esto nos hace pensar que, a pesar de que no existe una arista como tal en esta escalera, probablemente este fuera el dato de partida para definir la superficie de intradós del encuentro entre sectores.

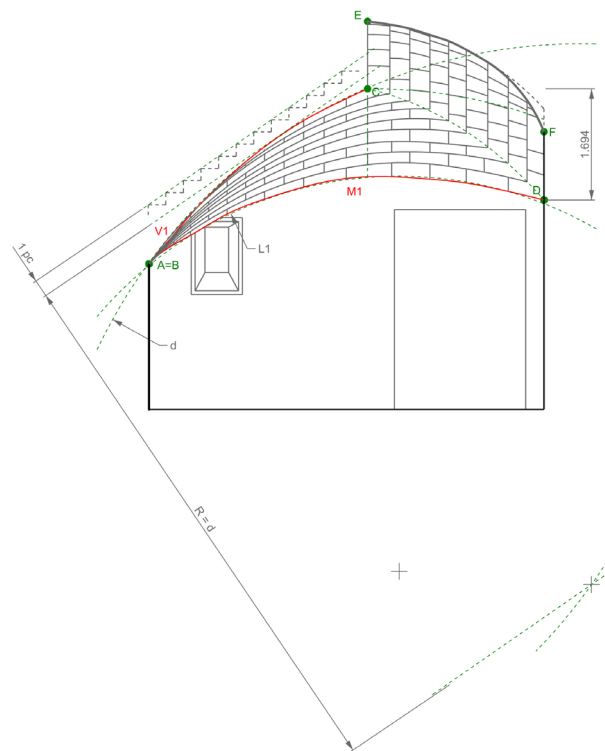


Figura 11. Sección 1 (plano sobre malla poligonal). Análisis del primer sector de la bóveda, correspondiente al segundo tramo de la escalera. Dibujo elaborado por los autores

tanto, una curvatura considerablemente menor que en algunos casos parecen acercarse a la línea recta. Además, si trazamos una sección por la bisectriz del rincón, o lo que es lo mismo, una sección generada por un plano vertical que pasa por los puntos C y D, observamos que la “arista” definida por los vértices de las dovelas en L que generan el encuentro entre sectores es un arco de circunferencia en verdadera magnitud.

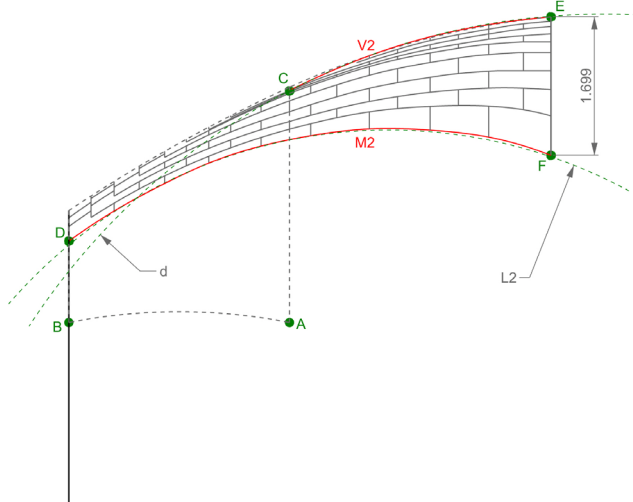


Figura 12. Sección 2 (plano sobre malla poligonal). Análisis del segundo sector de la bóveda, correspondiente al tercer tramo de la escalera. Dibujo elaborado por los autores

5. HIPÓTESIS Y RESULTADOS

Como muestran los levantamientos, el despiece de intradós se corresponde en gran medida con la solución propuesta por Vandelvira, disponiendo sus hiladas en paralelo con los muros de la caja, e imprimiendo una curvatura distinta a cada una de las juntas de lecho de manera que se genera un “arco capialzado”, quedando las hiladas voladas más elevadas, y las más cercanas al muro a una cota inferior. Esta solución es en realidad bastante inteligente, puesto que aporta rigidez a la bóveda alabeando su superficie, y consigue que los esfuerzos caigan directamente sobre el muro evitando más apoyos que éste. Además, aunque probablemente no fuera esa la intención primera de sus ejecutores, esta solución da lugar a una superficie alabeada de una gran belleza por su movimiento y plasticidad, con una gran complejidad.

Sin embargo, al analizar el encuentro entre sectores en la zona de la meseta, o en el “rincón” de la escalera, observamos que Vandelvira no sigue la solución de la Chancillería en la traza contenida en su texto. En la escalera de la Chancillería se observa claramente como las hiladas del primer sector tienen continuidad en la meseta manteniendo una directriz curva, de la misma manera que las hiladas del segundo sector arrancan con directriz curva desde el “rincón”, iniciando aquí la superficie alabeada. Esto contraviene en parte las indicaciones de Vandelvira, quien propone labrar de forma distinta meseta y sectores,

materializando la meseta como un plano inclinado y no como una superficie alabeada. En cualquier caso, y a pesar de que es evidente que el “rincón” no es una superficie plana, en las secciones de la pieza se advierte cómo al llegar a la meseta la curvatura de las juntas aparentes, y por tanto de la superficie de intradós, se reduce de forma considerable, por lo que el alabeo en el encuentro entre sectores es bastante menos pronunciado que en las zancas. Ya en 2005, uno de nosotros señaló algunas diferencias entre una y otra, lo cual ha quedado completamente demostrado tras los levantamientos y el análisis realizados (23). En cualquier caso, Vandelvira no se alejó demasiado de la realidad, puesto que el autor de la escalera, probablemente de forma intuitiva, reduce notablemente en este punto la curvatura de estas. Por tanto, sin llegar a ejecutar el “rincón” como un plano inclinado, sus ejecutores ya intuyeron que la solución ideal pasaba por asemejarse lo más posible a ello. Esto nos hace pensar que, si bien no es una superficie plana, sí que fue concebida como tal con la intención de labrar posteriormente las dovelas in situ dotándolas de curvatura a partir de las líneas de contorno. Esta hipótesis podría verse reforzada si tenemos en cuenta, además, el hecho de que la sección de la bóveda definida por la “arista” del encuentro en el rincón presenta una geometría claramente definida pudiendo haber actuado como dato de partida para labrar la superficie curva del encuentro entre sectores a partir de una superficie plana.

Por último, debemos destacar la regularidad en el trazado de la superficie principalmente en lo que se refiere al desfase entre juntas en sección, puesto que la diferencia de cota entre hiladas sucesivas es generalmente constante. Igualmente, la diferencia de cota entre las aristas directrices es igual en el desembarco de cada tramo, lo que nos hace pensar que dentro de la dificultad de trazar una superficie alabeada y los posibles ajustes ejecutados in situ, fue siempre intención de sus ejecutores mantener el control geométrico de la bóveda. Destaca igualmente el hecho de que los arcos del muro tengan un radio similar en ambos tramos, lo mismo que ocurre con los arcos volados, si bien esto podría ser una consecuencia de la regularidad de su planta.

6. CONCLUSIONES

La bóveda bajo la escalera de la Chancillería de Granada se presenta como un caso digno de estudio debido a su curiosa ejecución. La pieza muestra sin duda un gran dominio del arte de la cantería, así como profundos conocimientos geométricos por parte de sus ejecutores, que afrontan un problema constructivo complejo de forma elegante estéticamente, y práctico desde el punto de vista de su ejecución. Además, la importancia de esta pieza queda sobradamente manifestada al ser incluida como modelo de “Escalera Adulcida en Cercha” en el manuscrito de Vandelvira y de “Escalera capialzada engauchida” en el texto de Portor y Castro. Sin embargo, y a pesar de sus numerosas similitudes, la escalera construida presenta algunas diferencias de detalle con la “Escalera Adulcida en Cercha” de Vandelvira. Nuestro levantamiento ha mostrado que la solución de la Chan-

Tabla 1. Comparativa entre los radios de los arcos en los distintos tramos

Curva directriz	Radio	Valor
Sector 1: Arco volado (V1)	8,90 metros (32 pies castellanos)	d= Distancia entre muros (33 pies)
Sector 1: Arco del muro (M1)	6,15 metros (22 pies castellanos)	L1= Longitud del sector 1 (22 pies)
Sector 2: Arco volado (V2)	8,95 metros (32 pies castellanos)	d= Distancia entre muros (33 pies)
Sector 2: Arco del muro (M2)	5,95 metros (21,5 pies castellanos)	L2= Longitud del sector 2 (22 pies)

illería no sigue la solución del “Libro de trazas de cortes de piedras” en la materialización del “rincón” de la bóveda como un plano inclinado.

En cuanto a su relación formal con otros ejemplos construidos, no podemos dejar de compararlas con las escaleras encauchadas valencianas, especialmente con las que han sido analizadas y cuya geometría conocemos gracias a los profesores López y Marín. La escalera de la Chancillería presenta algunas similitudes con los referentes valencianos. Por ejemplo, el caso granadino parece establecer criterios de trazado similares para las aristas directrices en cuanto a la elección de los radios de curvatura según las dimensiones del espacio contenedor, o el proceso seguido para la obtención de los centros de los arcos. Sin embargo, también observamos algunas diferencias más allá de los rasgos evidentes, como la ejecución del rincón en redondo -frente a la arista de la mayoría de las escaleras valencianas- y, sobre todo, la distribución de hiladas paralelas a los muros. En las escaleras valencianas estudiadas encontramos con frecuencia que las aristas directrices quedan definidas por arcos de circunferencia de distinto radio tangentes entre sí, mientras que en el caso granadino las aristas de la escalera son arcos únicos de circunferencia. Probablemente esta cuestión está directamente relacionada con la decisión de ejecutar el rincón en arista o en redondo respectivamente, puesto que el planteamiento de trazado es

muy distinto en cada una de las soluciones propuestas. En cualquier caso, no cabe duda de la singularidad de este tipo de escaleras que, si bien han servido de ejemplo a los tratadistas, son poco frecuentes en la práctica constructiva al contrario que las tradicionales escaleras valencianas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al personal de la Real Chancillería su colaboración y buena disposición para facilitar el acceso y la toma de datos en el interior del edificio

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los/as autores/as de este artículo declaran no tener conflictos de intereses financieros, profesionales o personales que pudieran haber influido de manera inapropiada en este trabajo.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Esta investigación se desarrolló dentro del Proyecto de Investigación “Arquitectura renacentista y construcción pétreo” (19361/PI/14) de la Fundación Séneca – Agencia Regional de Ciencia y Tecnología en el marco del PCTIRM 2011–2014.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Macarena Salcedo Galera: Análisis formal, Curación de datos, Recursos, Investigación, Metodología, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

José Calvo López: Conceptualización, Recursos, Obtención de fondos, Administración de proyecto, Supervisión, Redacción – revisión y edición.

REFERENCIAS

- Vandevira, A. (1585). *Libro de trazas de cortes de piedras*. Madrid: Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid. Facs. 1977. Barbé Coquelin de Lisle, Geneviève, ed. *Tratado de arquitectura de Alonso de Vandevira*. Albacete: Caja Provincial de Ahorros.
- Portor y Castro, J. (1708). *Cuaderno de Arquitectura* (manuscrito). Madrid: Biblioteca Nacional. Mss. 9114.
- Tosca, T. V. (1727). *Tratado de la Monte y Cortes de Cantería. Segunda impresión corregida y enmendada*. Madrid: Imprenta de Antonio Marín.
- Palacios Gonzalo, J.C. (2003). *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento Español*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- Rabasa Díaz, E. (2000). *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Ediciones Akal.
- Gelabert, J. (1653). *Vertaderas traças del Art de picapedrer*. Edición de Rabasa Díaz, E. (2011). Mallorca: Col·legi Oficial d'Arquitectes de les Illes Balears.
- Carvajal Alcaide, R. (2011). Stairs in the Architecture Notebook of Juan de Portor y Castro: An Insight into Ruled Surfaces. *Nexus Network Journal*, 13(3), 631–648. <https://doi.org/10.1007/s00004-011-0084-2>
- Gómez-Ferrer Lozano, M. (2005). Patios y escaleras en los palacios valencianos del siglo XV. En *Historia de la Ciudad IV* (pp. 113-142). Valencia: Colegio Territorial de Arquitectos.
- Navarro Camallonga, P. (2020). Evolución técnica y de traza de las escaleras de patio tardomedievales. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 25(38), 52–63. <https://doi.org/10.4995/ega.2020.13234>.
- Martín Talaverano, R., Natividad Vivó, P. y Calvo López, J. (2022). La escalera del coro de la iglesia de San Vicente en San Sebastián (Guipúzcoa): traza, labra y obra. *Revista de Historia de la Construcción*, 2, 35-53. <https://doi.org/10.4995/rhdc.2022.16477>.
- Marín Sánchez, R. y López González, C. (2018). La escalera del Real Colegio Seminario de Corpus Christi de Valencia (1599-1601): hipótesis de traza. *Informes de la Construcción*, 70(55), e257. <https://doi.org/10.3989/id.59131>.
- López González, C. y Marín Sánchez, R. (2019). La escalera imperial del Real Monasterio de San Miguel de los Reyes de Valencia (1601-1603): hipótesis de traza. *Revista EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 24(36), 36-47. <https://doi.org/10.4995/ega.2019.10552>.
- López González, C. y Marín Sánchez, R. (2020). Ashlar Staircases with Warped Vaults in Sixteenth to Eighteenth-Century Spain. *Nexus Network Journal*, 22, 959–981. <https://doi.org/10.1007/s00004-020-00519-8>.
- Salcedo Galera, M. (2017). *Construcción pétreo en la Granada del Renacimiento*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Mariás Franco, F. (1983). *La arquitectura del Renacimiento en Toledo (1541-1631)*. Madrid: Editorial CSIC.
- Wilkinson Zerner, C. (1985). La Calahorra and the Spanish Renaissance staircase. L'escalier dans l'architecture de la Renaissance. En *Actes du colloque tenu à Tours du 22 au 26 mai 1979* (pp. 153-160). Paris: Picard Editeur.
- Zaragozá Catalán, A. (2013) Las escaleras con bóveda continua de piedra: técnicas y significados. El episodio valenciano de la edad moderna. En Antista, G. y Bares, M. (Eds.), *Le scale in pietra a vista nel Mediterraneo* (pp. 21-36). Palermo: Edizioni Caracol.
- Zaragozá Catalán, A., Calvo López, J. y Natividad Vivó, P. (2012). Stereotomic Exchanges between Iberia and France in the 16th Century: Benoît Augier, Valencian Stairways and the Escalier de Toulouse. En *Nuts & Bolts of Construction History: Culture, Technology and Society: Proceedings of the Fourth International Congress on Construction History*, Paris, 3-7 July 2012 (v1, pp. 385–392). Paris: Picard.
- López Guzmán, R. J. (1987). *Tradición y clasicismo en la Granada del siglo XVI. Arquitectura civil y Urbanismo*. Granada: Diputación.
- Gómez-Moreno y González, M. (1892). *Guía de Granada*. Granada: Ed. Indalecio Ventura.
- Taylor, R. (1976). The façade of the Chancillería of Granada. En *Actas del XXIII Congreso Internacional de Historia del Arte. España entre el Mediterraneo y el Atlantico*, (pp. 419 – 436). Granada: Universidad de Granada.
- Alonso Rodríguez, M. Á. y Aliberti, L. 2019. Sobre la fotogrametría automatizada aplicada al estudio de bóvedas. *EGA Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 24(35), 152-159. doi:10.4995/ega.2019.11495.
- Calvo López, J. (2005). Estereotomía de la piedra. En *Máster de restauración del patrimonio histórico. Intervención y técnicas* (pp. 115 – 151). Murcia: Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia.