



TRAZAS RENACENTISTAS EN DOS CÚPULAS DE VANDELVIRA: TEORÍA Y PRAXIS

RENAISSANCE DRAWINGS IN TWO VANDELVIRA DOMES: THEORY AND PRAXIS

Enrique Castaño Perea

doi: 10.4995/ega.2013.1529

El tratado de Alonso de Vandelvira tuvo una influencia notable en la arquitectura renacentista española y andaluza. El estudio de dos cúpulas atribuidas a Andrés de Vandelvira, padre de Alonso, nos aproxima a entender mejor dicho tratado y comprobar que relación existió entre los postulados teóricos desarrollados en el tratado y los prácticos de la construcción real en el siglo XVI. Las cúpulas de San Salvador de Úbeda y la de San Sebastián en Alcaraz se pueden estudiar partiendo del modelo de la *Capilla redonda por cruceros* del tratado y comparar la relación entre ambas. Esta comparación se realiza desde los supuestos del diseño y del proceso constructivo, describiendo las relaciones entre la praxis y la teoría en estas obras del renacimiento español.

Palabras clave: Tratados arquitectónicos, Trazas, Cúpula, Construcción, Renacimiento

The treatise of Alonso de Vandelvira had a significant influence on Spanish and Andalusian Renaissance architecture. The study of two domes attributed to Andrés de Vandelvira, Alonso's father, brings us closer to understanding the treatise and the relationship between its theoretical postulates and actual building practice in the sixteenth century. The domes of San Salvador, Úbeda, and of San Sebastián, Alcaraz, both of which are attributed to Vandelvira's father, can be studied in the light of the treatise's model for a round chapel with rib vault. The theory of the treatise and the practice of these Spanish Renaissance domes are compared in terms of design and building process.

Keywords: Architectural treatises, Drawings, Dome, Building, Renaissance



Introducción

Un nuevo rol para el arquitecto se desarrolló durante el renacimiento italiano. Su actividad, que hasta ese momento estaba basada, casi en exclusividad en la ejecución material, se complementa con el rango de tratadista de la arquitectura (Llopis Verdú & Torres Barrachino, 2011, pág. 65). El dibujo adquirirá un papel básico en el proceso de aprendizaje de las nuevas formas arquitectónicas. En España, en la misma época, Juan de Herrera incide en la importancia de la concepción teórica sobre los conocimientos prácticos, tal y como dice Fernando Marías (1983-1986) ¹, Herrera implanta un sistema de formación radicalmente diferente de sus antecesores “basado en estudio científico y en la práctica del dibujo arquitectónico”. Se trata de “estudios a base de diseño arquitectónico, no de taller tradicional y diseño figurativo o práctica mecánica”. En esta época, en el año 1582, también bajo la supervisión de Juan de Herrera, se traducen en España los textos de Alberti y Vitruvio.

En este contexto, Alonso de Vandelvira y su padre Andrés tuvieron un papel predominante en la arquitectura del Renacimiento andaluz, tanto por ser responsables de uno de los tratados de arquitectura que fueron referencia en el momento, como diversas obras que fueron ideadas o dirigidas por ellos.

En este artículo se pretende analizar las relaciones constructivas y de diseño que existían entre lo expuesto en dicho tratado y la obra construida. Para ello se han elegido las cúpulas que coronan la iglesia de El Salvador de Úbeda y la Capilla de San Sebastián, de la Iglesia de La Trinidad de Alcaraz, para compararlas entre sí y con *La capilla redonda por cruceros*

definida en la página 62v del tratado de Alonso de Vandelvira.

Estos tres ejemplos a analizar corresponden a cúpulas de media naranja o casquete esférico que se pueden considerar una interpretación de las cúpulas romanas de casetones ², aunque resueltas mediante nervaduras bidireccionales.

Vandelvira en su tratado tiene un capítulo dedicado a varios tipos de estas cúpulas formadas como superficies de rotación que disponen sus dovelas en hiladas paralelas, y que denomina *cúpulas de vuelta de horno* (Palacios, 2003, p 186) en donde se encuadra la capilla redonda por cruceros. En el tratado se explica la estereotomía para la realización de este tipo de bóveda a través del modelo más sencillo llamado *capilla redonda de vuelta redonda*.

La Capilla de El Salvador de Úbeda

La Capilla de El Salvador de Úbeda fue encargada por Francisco de Cobos, secretario de Carlos V, como sustitución de una capilla anterior (Galera, 2000, p. 77), y fue fundada en 1535 por una bula del Papa Paulo II, y encargadas las trazas a Diego de Siloé. Las obras se comenzaron al año siguiente de la fundación, con la dirección de Andrés de Vandelvira y Alonso Ruiz. En una primera fase se realizaron la nave principal, el presbiterio y la cúpula que nos ocupa. Cuatro años más tarde, en 1540, se acometió una segunda fase en la que se realizó la sacristía, unas portadas laterales, la portada principal y balcones interiores. Las trazas de esta segunda fase se le atribuyen también a Andrés de Vandelvira ³, quien además actuó como director de las obras.

Esta capilla, que podemos entender que tiene muchas referencias de la Ca

Introduction

Architects acquired a new role in the Italian Renaissance. If before their activity had been confined almost exclusively to material execution, it was now complemented by the writing of treatises (Llopis Verdú and Torres Barrachino, 2011, p. 65). Drawing came to play a leading part in the matter of learning new architectural forms. In Renaissance Spain, Juan de Herrera acknowledged the importance of a theoretical underpinning for practical knowledge (Fernando Marías, 1983-1986) ¹ and introduced a training programme which differed radically from its predecessors in so far as it was “based on scientific study and the execution of architectural drawing”. The training consisted of “studies based on architectural design rather than traditional workshops, figurative design or mechanical practice”. 1582 saw the translation into Spanish of the writings of Alberti and Vitruvius under the supervision of Juan de Herrera.

This is the background to the leading contribution to Renaissance Andalusian architecture made by Alonso de Vandelvira and his father, Andrés, who between them produced one of the period's benchmark architectural treatises and conceived or directed various building projects.

This article studies the relationship between the theoretical postulates set out in the treatise and actual building and design practice. To this end it turns its attention to the domes which crown the church of San Salvador, Úbeda, and the Chapel of San Sebastián in the Church of the Trinity, Alcaraz, with a view to comparing them with each other and with *The round chapel with rib vault* as described on page 62v of Alonso de Vandelvira's treatise.

The built domes and the dome of the treatise are semicircular domes or hemispherical caps, which may be regarded as interpretations of Roman coffered domes ² resolved by means of bidirectional ribs.

Vandelvira devotes a chapter of his treatise to several types of such domes which take the form of rotational surfaces whose voussoirs are arranged in parallel rows and which he calls “oven turn domes” (*cúpulas de vuelta de horno*) (Palacios, 2003, p 186), where the round chapel with rib vault is set. The treatise explains how the stereotomy of this sort of vault was achieved on the simplest model called “round chapel with round turn” (*capilla redonda de vuelta redonda*).



The Chapel of San Salvador, Úbeda

The Chapel of San Salvador, Úbeda, founded by papal bull of Paul II in 1535, was commissioned to replace an earlier one by Francisco de Cobos, secretary to Carlos V (Galera, 2000, p. 77). The drawings were assigned to Diego de Siloé and building work commenced in 1536 under the direction of Andrés de Vandelvira and Alonso Ruiz. During the first phase the main nave, the presbytery and the dome which concerns us were built. Four years later, in 1540, the second phase commenced during which the sacristy, some side doors, the main door and interior balconies were built. The drawings for this second phase are attributed to Andrés de Vandelvira **3**, who also oversaw the building work.

This chapel seems to be indebted to the *Capilla Mayor* of Granada Cathedral, which was designed by Enrique Egas and built under the direction of Diego de Siloé (Gómez-Moreno, 1983). It comprises a nave in three sections with side chapels which leads to a cylindrical presbytery rising to the semicircular dome that concerns us. The dome rests on the perimeter wall and on a diaphragm arch over the nave (Fig. 1).

The Chapel of San Sebastián in the Church of the Trinity, Alcaraz

The Chapel of San Sebastián in the Church of the Trinity, Alcaraz, is an annex built on to the main nave. Its floor-plan is square and it is closed on three sides with access only being achieved through an archway. It is a central space topped by a hemispherical dome of ribbed vaulting and severies which rests on scalloped pendentives (Fig. 2). Aurelio Pretel (2005, p. 107) attributes the chapel to Andrés de Vandelvira, claiming that, though not completed until after his death, it was built after his drawings. The building of the chapel was put out to tender in 1576 and adjudicated to Esteban Monje. It is likely that by 1592 it had already been roofed as indicated by a plaque on the chapel's main front. The paving was laid and the finishing touches applied in August 1608 **4**.

The treatise of Alonso de Vandelvira

The treatise of Alonso de Vandelvira is a treasure trove of information about Renaissance building procedures (Chueca, 1995). It is thought to have



1



2



1. Cúpula de El Salvador Úbeda.
2. Cúpula de Capilla de San Sebastián, Iglesia de la Trinidad, Alcaraz.

pilla Mayor de la Catedral de Granada trazada por Enrique Egas y dirigida por Diego de Siloé (Gómez-Moreno, 1983) se trata de una edificación de una nave de tres tramos, con capillas laterales, rematada con un presbiterio cilíndrico que se corona con la cúpula de media naranja objeto de este estudio. La cúpula se apoya en el muro perimetral y hacia la nave en un arco diafragmático (Fig. 1).

La Capilla de San Sebastián de la Iglesia de la Trinidad de Alcaraz

La capilla de San Sebastián de la Iglesia de La Trinidad de Alcaraz se trata de una construcción anexa a esta iglesia situada a los pies de la nave principal. Es de planta cuadrada, cerrada en tres de sus lados y con un arco como único acceso. Es un espacio central, cubierto con una cúpula de media naranja realizada mediante cruceros y plementos, y apoyada en trompas veneradas (Fig. 2).

Aurelio Pretel (2005, pág. 107) atribuyó la autoría de la capilla a Andrés de Vandelvira. Asegurando que fue a partir de sus trazas como se realizó esta capilla, aunque fuese una obra concluida después de su muerte. La construcción de dicha capilla se adjudicó mediante subasta en 1576, siendo asignada su ejecución a Esteban Monje y terminándose la cubrición probablemente en 1592, tal y como indica una cartela en la fachada de la capilla. Los últimos remates junto con el pavimento se harían en agosto de 1608.

El tratado de Alonso de Vandelvira

El tratado de Alonso de Vandelvira supone un legado importante para el conocimiento de las formas constructivas en el Renacimiento (Chueca, 1995). Se considera que puede estar

1. Dome of San Salvador, Úbeda.
2. Dome of the Chapel of San Sebastián, Church of the Trinity, Alcaraz.

inspirado en el tratado del arquitecto francés Philibert de L'Orme (L'Orme, 1988(1561)) (Palacios, 2003, p13), pero con una notable influencia de su padre Andrés de Vandelvira, al que parece homenajear. El libro fue escrito entre 1575 y 1591 cuando su padre ya había muerto y donde se pueden reconocer determinados modelos que eran obras de Andrés de Vandelvira.

Actualmente no se conservan los originales del tratado, aunque existen dos copias realizadas por dos maestros mayores de la catedral de Toledo, la de Philippe Lázaro Goiti, que lo realizó en 1646 y que se conserva en la Biblioteca Nacional de Madrid, y otra copia realizada por Bartolomé Sombigo y Salcedo hacia el año 1671 (Palacios, 2003, p 13), y que se conserva en la Escuela de Arquitectura de Madrid, de la cual Genevieve Barbé (1997) realizó una edición facsímil.

El tratado, que originalmente se tituló bajo el nombre de "*Libro de trazas de corte de piedra*", desarrolla sistemáticamente muchos de los problemas de monte con los que se encontraban los canteros en la realización de su oficio. Está organizado de una manera progresiva en función de la dificultad de las superficies tratadas. Empieza considerando las trompas, que son derivaciones de las superficies cónicas, posteriormente se definen los arcos y decendos derivados de superficies cilíndricas, para continuar con los capialzados, que nos introducen en las superficies regladas o conoides.

Posteriormente estudia las escaleras que surgen de las superficies helicoidales, y por último, el tratado acaba estudiando las bóvedas en sus distintos formatos esféricos, ovales y tóricos. En este último apartado es donde se encuentra recogida la *capilla redonda por cruceros* que nos ocupa.

been inspired by the treatise of French architect, Philibert de L'Orme (L'Orme, 1988(1561)) (Palacios, 2003, p. 13), and to have been influenced considerably by his father, Andrés de Vandelvira, to whom it appears to pay homage. Written after his father's death between 1575 and 1591, many of its models seem to have been works by Andrés de Vandelvira.

There are no extant original copies of the treatise, but two copies made by Grandmasters of Toledo Cathedral survive, that of Philippe Lázaro Goiti (1646), which is kept in the National Library, Madrid, and that of Bartolomé Sombigo y Salcedo (c. 1671) (Palacios, 2003, p 13), which is kept in the School of Architecture, Madrid and has been reproduced in facsimile by Genevieve Barbé (1997).

The treatise, whose original title was "Book of Stone-cutting Drawings" (*Libro de trazas de corte de piedra*), is a systematic treatment of many of the design problems faced by stone-cutters in their daily work. It proceeds in increasing order of the difficulty of the surfaces treated. It begins with pendentives and squinches (derivations of conical surfaces) and moves on to ruled surfaces or conoids, passing *en route* through arches and falling arches deriving from cylindrical surfaces and splayed arches.

Next it analyses the stairs that arise from helicoidal surfaces before concluding with a study of the different forms of spherical, oval and sail vault. It is in this final section that the round chapel with rib vault is discussed.

The round dome with rib vault

Alonso Vandelvira devotes a section of his treatise to explaining spherical domes. Under the heading "Round chapel with round turn" he explains how such forms are surfaces of rotation resulting from rotating a circumference arc around a central axis.

In order to analyse the stereotomy of such domes, Vandelvira considers the number of horizontal rows required to cover the surface of the chapel. This number depends on the dimensions of the dome and the factors relating to the available stone, such as the size that can be quarried and transported and its physical characteristics of hardness and stability, which both affect the size to which it can be cut. Once the number of rows has been determined, the shape to which the voussoirs have to be



cut needs to be decided. Since the voussoirs in each row will be of the same size, they can be imagined as forming the cone equivalent to the interior tangent of the vault at each row. Vandelvira offers a meticulous description of how to design vaults and combine horizontal and vertical rows in equal proportions. An analysis of the domes at Úbeda and Alcaraz throws light on the relationship between their lines and the directions given in the treatise. This analysis compares the design and building process involved in each.

Comparative analysis of the domes' design

In the treatise, the dome which concerns us is composed of a longitudinal and transversal structure known as rib vaulting. The structure includes some coffered panels (Fig. 3). The voussoirs are lightened and cut in the shape of a cross with the result that the coffered panels are free standing and may be done with severies or with poorer quality stone. Lighter than a traditional one, this dome imitates the vaults of ancient Rome but is built differently and allows the coffered panels to be carved decoratively. The cost of stone for building is lower, but labour costs associated with on site assembly are higher.

"If this chapel is to be coffered with rib vaulting, it is necessary to know how the coffered panels have to be distributed" [Si esta capilla hubiera de ser artesonada por cruceros es necesario saber de la manera que se han de repartir los artesones..."] Vandelvira [pp62 v]

In order to draw the dome 5, Vandelvira divides the vault into its vertical arch ribs, the number of which has to be proportional to the size of the dome. The treatise decides on sixteen such ribs, like the dome at Alcaraz, while the church of San Salvador has twenty, most probably on account of its greater size.

Then, in order to decide the horizontal (or parallel) divisions, he suggests the coffered panels be distributed on the basis of almost square trapezia drawn within circumferences. No doubt he believed this almost square-like, typically Renaissance proportion to be ideal for decorating the coffered panels with centrally positioned rosettes and other figures and framing them perfectly in the midst of the spaces generated by the ribs.

La cúpula redonda por cruceros

Alonso Vandelvira dedica parte de su tratado a la explicación de las cúpulas esféricas bajo el epígrafe de Capilla redonda en vuelta redonda. Dichas formas son superficies de revolución que surgen al rotar, alrededor de un eje central, un arco de circunferencia.

Para analizar la estereotomía de estas cúpulas, Vandelvira considera el número de hiladas horizontales que necesitará para cubrir la superficie de la capilla. Este número estará en función de la dimensión de la cúpula y de la piedra que se disponga, tanto por el tamaño que se pueda extraer de la cantera y transportar, como de las condiciones físicas de dureza y estabilidad de la misma que permita el tallado de mayor o menor dimensión.

Una vez definido el número de hiladas, será preciso establecer el patrón de las dovelas para su tallaje. El patrón que caracterizará la bóveda será el de la cara interior de todas las dovelas. Teniendo en cuenta que todas las dovelas de cada hilada serán iguales, podríamos inscribirlas en un cono que sería tangente interior a la bóveda en cada hilada.

Vandelvira en su tratado hace una descripción pormenorizada de cómo diseñar las bóvedas y como hacer un reparto equitativo de las hiladas horizontales y verticales.

Una vez estudiadas la configuración de las cúpulas de Úbeda y Alcaraz, se puede entender la relación existente entre sus trazas y las indicaciones del tratado; para lo cual se puede hacer un análisis comparativo entre ellas, teniendo en cuenta dos factores: por un lado, el diseño; por otro, el proceso constructivo.

Análisis comparativo en relación al diseño de las cúpulas

En el tratado, la cúpula que nos interesa está formada por una estructura longitudinal y transversal, que se denomina cruceros. Esta estructura acoge entre ella unos casetones (Fig. 3).

Las dovelas se aligeran, realizándose en forma de cruz, de tal manera que dejan libres los casetones, que se podrían realizar con plementería o con piedra de inferior calidad. Esta cúpula es más ligera que una tradicional e imita, aunque con distinta solución constructiva, a las bóvedas de la antigua Roma y a su vez permite trabajar los casetones con elementos decorativos. La realización de esta solución supone un menor gasto de piedra estructural contrarrestado con una mayor inversión en mano de obra in situ en el momento del montaje.

"Si esta capilla hubiera de ser artesonada por cruceros es necesario saber de la manera que se han de repartir los artesones..." Vandelvira [pp62 v]

Para el trazado de la cúpula 6, Vandelvira divide la bóveda en sus nervios verticales que deberá ser en un número proporcional al tamaño de la cúpula. En el tratado elige una división de dieciséis nervaduras, igual que la de Alcaraz, mientras que en la iglesia del Salvador se resolvió con veinte seguramente por la dimensión de la misma superior a la anterior.

Posteriormente para establecer las divisiones horizontales (o paralelos) propone una distribución de los casetones en función de unos trapecios cercanos al cuadrado inscritos en circunferencias. Seguramente se consideraría óptima esta proporción cercana al cuadrado, muy al estilo renacentista, para permitir una decoración de los artesones con rosetones o figuras de



3. Capilla redonda por cruceros. Tratado de Alonso de Vandelvira [pp62 v].

4. Desarrollo según el Tratado del sector esférico (dibujo del autor).

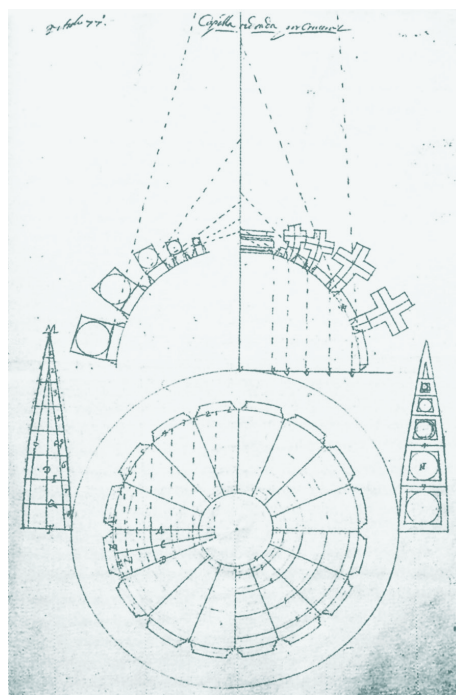
tema central quedando perfectamente encuadradas en el medio de los espacios generados por las nervaduras.

Para obtener la distribución de las nervaduras horizontales rectifica uno de los sectores esféricos “gajo” entre dos nervaduras verticales (meridianos). Rectificar un sector esférico supone desarrollarlo sobre un plano horizontal. Para ello divide el sector en ocho partes de la misma longitud a lo largo del eje de simetría tomando estas partes y situándolas en una recta situada en un plano. En dicha recta a cada parte se le adjudicará la anchura del sector en ese punto por lo que una vez unido los extremos de estos segmentos con la curva resultante se obtiene una aproximación bastante real de lo que supondrá el sector esférico extendido sobre un plano 7. (Fig. 4)

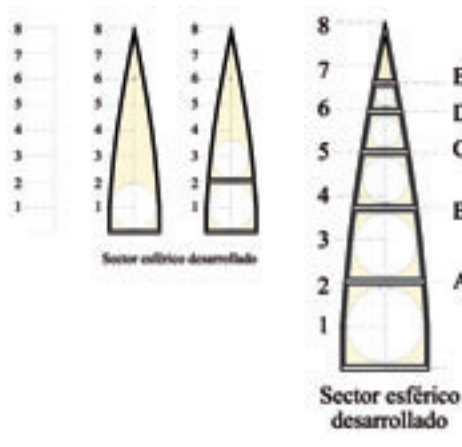
A partir de esta pieza plana Vandelvira recrece la mitad del ancho para los ejes laterales y de esta manera poder dimensionar las nervaduras verticales y horizontales.

Se inscribirá una circunferencia entre los nervios, partiendo desde abajo, la zona más ancha del sector, cerrando en la parte superior de la circunferencia con la nervadura horizontal. Esta nervadura deberá tener el doble de anchura que las verticales ya dibujadas, (ya que sólo representaban la mitad de la misma).

A continuación se irán inscribiendo siguiendo el eje circunferencias cada vez más pequeñas. Por lo que se llega a dividir el sector en cinco tramos principales y un resto triangular que permitiría alojar la clave o linterna. Por tanto esta división está en función del número de meridianos con que se dividiría la cúpula; dado que a mayor cantidad de meridianos, estos serán más estrechos y por tanto los paralelos que acogerían las circunferencias sería más



3



4

pequeños y por ello la cúpula estaría más dividida horizontalmente.

Posteriormente estos tramos en el plano horizontal se restituirían de nuevo a la superficie esférica, (ver la imagen, indicado con letras ABCDE) y situando las nervaduras horizontales en la proporción estudiada; que junto las verticales nos darán los casetones de la cúpula.

Una vez obtenido esta distribución pasamos a comparar dicho desarrollo teórico de Alonso de Vandelvira con las cúpulas de este estudio. Para ello se

3. Round chapel with rib vault. Treatise of Alonso de Vandelvira [pp62 v].

4. Development of spherical sector according to the Treatise (drawing by author).

In order to distribute the horizontal ribs, he rectifies one of the spherical sectors or “segments” between two vertical ribs, or meridians, by developing it along a horizontal plane. To do so, he divides the sector into eight parts of the same length along the axis of symmetry and then places these parts on a straight line drawn along a plane. Each part of that straight line is given the width of the sector at that point with the result that once the ends of these segments are joined up with the resulting curve, a pretty fair approximation is achieved to what the spherical sector spread along a plane would be 6. (Fig. 4)

Taking this flat piece as starting point, Vandelvira builds up half the width for the lateral axes in order to dimension the vertical and horizontal ribs.

Starting from below, where the sector is widest, a circumference is drawn between the ribs which are closed at their upper part by the horizontal rib. This rib has to be twice as wide as the vertical ribs already drawn, which only amount to a half of it.

Next, circumferences of decreasing size are drawn along the axis until the sector is divided into five main sections and a triangular remnant where the lantern or keystone can be lodged.

The division therefore depends on the number of meridians into which the dome is divided: the greater the number of meridians, the narrower they will be and the smaller the parallels that receive the circumferences, with the result that the dome has more horizontal divisions.

Then these sections on the horizontal plane are once more carried on to the spherical surface (letters ABCDE on image) where the horizontal ribs are situated in the proportion already determined. Together with the vertical ones, these horizontal ribs will form the dome’s coffering.

Once this distribution has been established we can proceed to compare Alonso de Vandelvira’s theory with the domes that concern us. To this end we used photogrammetry on the basis of photographs restored with the aid of on-site measurements, thus enabling us to obtain the domes’ real dimensions. In this case, all that is needed is a photograph of the dome taken from nadir; transformation of this image allows the dome’s real dimensions to be obtained 7. The final result is a flat image of the dome with the



dimensions of the dome's ribs, which coincide precisely what our analysis using Vandelvira's treatise had yielded.

The Chapel of San Sebastián, Alcaraz

When we applied the treatise's division of the dome's sectors to the Chapel of San Sebastián, we found that the division of the meridians into sixteen sections was the same. Also, the distribution into parallels coincided for the first three sections, whose coffered panels configured a perfect circumference. However, the distribution changed in the upper sections closest to the lantern where the coffered panels lengthened into rectangles and did not configure the circumference Vandelvira had derived in his treatise. (Figs. 5, 6)

San Salvador, Úbeda

In the chapel in Úbeda twenty meridians were used while the parallels were distributed into one section less, probably in order to receive a lantern of some considerable size. Thus the dome has four parallels rather than the five described in the treatise and in the Chapel of San Sebastián. Accordingly, only the first two sections agree with the treatise's theoretical postulates, admitting a circumference perfectly well; in the other sections, however, the coffered panels are gradually lengthened.

It may be taken as a corollary of our findings in this section that the approach of Alonso de Vandelvira in his treatise was merely theoretical and was intended to propose an ideal system which could not always be carried out in practice for a number of technical reasons, and particularly when the dome was not especially large, like the dome of the Chapel of San Sebastián, where the ribs in the final sections overlap each other thus reducing the size of the coffered panels. Consequently, the dome as built by the master builders did not coincide fully with the theory.

Comparative analysis of stereotomy

The system for building domes proposed in the thesis set out how to build the structure (ribbing) on the one hand and on the other, how then to do the coffering and severies with other blocks of stone with decorative carvings 8.

When building such a *chapel with rib vault*,

5. Cúpula de Capilla de San Sebastian , Iglesia de la Trinidad, Alcaraz.

5. Dome of Chapel of San Sebastián ,Church of the Trinity, Alcaraz.



5

utilizarán métodos fotogramétricos, a partir de fotografías que restituiremos con ayuda de las medidas que se puedan tomar in situ, obteniendo de esta manera dimensiones reales del objeto. Para este caso bastará partir de la fotografía de la cúpula realizada en posición nadir para mediante una transformación de la imagen obtenida conseguir unas dimensiones reales de la cúpula 8. De esta manera obtendríamos una imagen plana de la cúpula con las dimensiones de los nervios de la cúpula que es lo que nos había reportado el análisis realizado con el tratado de Vandelvira.

La Capilla de San Sebastián de Alcaraz

Al aplicar el desarrollo de las divisiones de los sectores de la cúpula del Tratado a la Capilla de San Sebastián

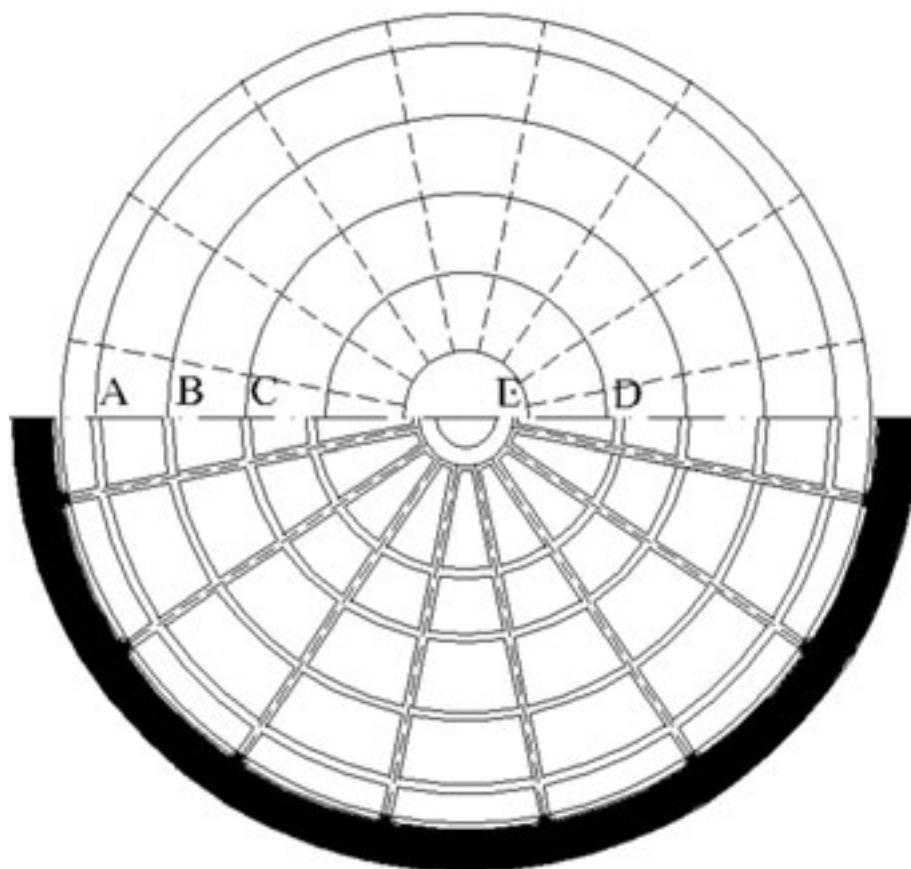
comprobamos que la división de los meridianos es igual al ser ambos de dieciséis tramos. Mientras que la distribución por paralelos coincide en los tres primeros tramos, encajando perfectamente un circunferencia en estos casetones pero no así en los últimos tramos los más próximos a la linterna. En este tramo se modifica la distribución anterior haciendose rectangulares con un diseño más alargado que no admitirían la circunferencia que diseñaba teóricamente Alonso de Vandelvira. (Figs. 5,6)

El Salvador de Úbeda

En la capilla de Úbeda se utilizan 20 meridianos y la distribución en cuanto a paralelos se reduce en un tramo, seguramente para acoger una linterna de importantes dimensiones, por lo tanto quedan cuatro paralelos frente



Distribución del tratado



Distribución del baptisterio

6

6. Comparativa de la Capilla de San Sebastian con el Tratado (dibujo del autor).

6. Comparison of the Chapel of San Sebastián with the treatise (drawing by author).

a los cinco del tratado y de San Sebastián. Y por tanto en este caso sólo coinciden con los postulados teóricos los dos primeros tramos, donde sí se podría encajar una circunferencia, no así en los dos últimos donde el caso se ha ido alargando.

Se puede entender como corolario de este apartado que el planteamiento de Alonso de Vandelvira en su tratado fuera teórico y pretendiera establecer un sistema óptimo de realización, que no siempre se podía llevar a cabo por numerosas dificultades, especialmente cuando la cúpula no es de unas grandes dimensiones como es el la de San Sebastián, donde los nervios en los últimos tramos se montaban entre sí limitando las dimensiones de los casetones. Por lo que la construcción realizada por los maestros no coincidía plenamente con los supuestos teóricos.

Análisis comparativo en función de la estereotomía

El sistema de ejecución de las cúpulas establecido por el tratado establecía la construcción de la estructura (nervadura) por un lado, para posteriormente realizar los casetones o plementos con otras piezas de piedra, donde se trabajaría los elementos decorativos 9.

Para la ejecución de esta *capilla por cruceros*, el Tratado propone partir de una *capilla en vuelta redonda* a la que en cada dovela se labra el crucero correspondiente, siendo la misma dimensión por cada hilada. Se situaría la cruceta en el centro de la superficie del intradós de la dovela. De esta manera obtendríamos un sistema muy firme y compacto, de fácil montaje, aunque de mayor dificultad de labra

the treatise proposes working on the basis of a *chapel with round turn* where each voussoir is hewn to the shape of the corresponding rib and is of the same size in each row. The crossbrace is fixed at the centre of the intrados face of the voussoir, and the result is a very firm, compact and easily assembled; however, the stone-cutting is more complex and the stones quarried need to be larger more stable structurally than if the building is done by means of meridian arches interrupted by parallel circumferences.

Each of the cases studied here used one of these two solutions.

As in the Chapel of San Salvador the horizontal ribs are united in the middle of the vertical ribs (Fig. 7), we assume that the voussoirs were hewn from a single block, the cross and its arms being cut outwards from the centre in order to obtain a complete voussoir capable of withstanding the longitudinal and transversal thrusts of the dome.

In contrast, as shown in the picture (Fig. 7, 8) the dome at Alcaraz is not built in accordance with the surfaces of dome voussoirs but with smaller stones which are put together to form the different arms of the coffered panels and are interlaced in order to achieve the required structural stability: the whole process calls for less stereotomical skill (Fig. 9) and departs from the theoretical model proposed in the treatise.

The choice of one solution or the other must have been due to a variety of reasons: the mastery and skill of the stonemasons (the single-piece voussoir is technically more demanding); the quality of the building material used (the size and stability of blocks depended on the stone and the quarry); and the budget available for building the dome (the method of independent ribs is cheaper more economical than cutting each voussoir from a single piece, which is a time-consuming process and may result in the wastage of imperfectly cut stones). The employment of more or less skilled master masons and the different sizes of each of the domes probably account for the different budgets available for each project and, therefore, for the different solutions found for each.

In conclusion, this study of three domes (two built ones and one theoretical) shows how Alonso de Vandelvira used his knowledge of his father's work and others of his contemporaries to write a treatise with the aim of prescribing a theoretical building system. That system would enable the planning and design of domes to be improved in



7. Detalle interior de las nervaduras de El Salvador, Úbeda.

8. Detalle Interior y exterior de las nervaduras de San Sebastián, Alcaraz.

7. Interior detail of rib-vault of San Salvador, Úbeda.

8. Interior and exterior detail of ribs of San Sebastián, Alcaraz.



7



8

comparison with his father's work, would allow solutions to be found for the problems relating to finishes, cutting, costs and so on encountered by master masons, and would act as a model for building more successful structures in a variety of different circumstances). ■

NOTES

1 / Fernando Marías as quoted in Llopis and Torres (2011, p. 65)

2 / The paradigm for roofing of this kind in classical antiquity was the Pantheon of Agrippa, Rome.

3 / According to Galera (2000), this second phase was adjudicated after a contest with other masterbuilders and was supervised by the Court Grand Master, Luis de Vega

4 / The treatise was written between 1575 and 1592. Andrés de Vandelvira died in 1575, while the chapel's date of completion as

y donde sería preciso utilizar piedras de origen de mayor tamaño y estabilidad estructural que si se trabajara mediante la construcción de arcos *meridianos* interrumpidos por circunferencias *paralelas*

En los ejemplos que nos atañen, cada una ha adoptado una de estas dos soluciones mencionadas.

Por un lado, en El Salvador podemos comprobar que la unión de los nervios horizontales se produce en medio de los nervios (Fig. 7), por lo entendemos que para las dovelas se parte

de un bloque donde se talla la cruz en el centro de la misma y se sacan los brazos de la misma pieza de piedra obteniendo una dovela completa que admitiría empujes en las dos direcciones de la cúpula longitudinales y transversales. En cambio en la cúpula de Alcaraz, como se puede ver en la imagen (Fig. 7,8), no está construida considerando las superficies de las dovelas de una cúpula sino mediante piedras de menor entidad que van conformando las distintas brazos de los casetones, entrelazándose para conseguir la estabilidad estructural requerida pero con una menor pericia estereotómica (Fig. 9) y no siguiendo el modelo teórico sugerido por el Tratado.

La adopción de una u otra solución podemos entender que se debía a diversas razones: por la maestría y pericia del equipo de talladores, considerando la mayor exigencia en el modelo de dovela única; o por las cualidades del material de construcción utilizado, teniendo en cuenta que la piedra o la cantera a utilizar permitiría la obtención de piezas de mayor tamaño y estabilidad; o por último por una cuestión de presupuesto para la realización de la cúpula, siendo la solución por nervaduras independientes más económica que el tallaje de cada dovela de una pieza única, ya que exigía una mayor dedicación en el proceso de talla y posibilidad de desecho de piezas erradas. Se podría entender que la diferencia de los maestros talladores de ambas construcciones y la entidad de las mismas justifican la diferencia de presupuesto para afrontar ambas empresas, y por tanto las diferentes soluciones.

Como conclusión, una vez estudiadas las tres cúpulas propuestas, podemos considerar que Alonso de Vandelvira, desde el análisis del co-



nocimiento de la obra de su padre y coetáneos, hizo un tratado que pretendía establecer un modelo teórico de construcción, que permitiera desarrollar la técnica del trazado de cúpulas con mejoras respecto a lo desarrollado por su padre, intentando aportar soluciones que resolvieran problemas con los que se encontraba los maestros talladores respecto a los acabados, el tallaje, costes... y que sirviera de modelo para que desde diversas circunstancias se pudieran desarrollar las estructuras con mayor posibilidad de éxito. ■

NOTAS

- 1 / Esta cita de Fernando Marías está extraída de Llopis y Torres (2011, pág. 65)
- 2 / El modelo más paradigmático de esta cubierta en la antigüedad clásica sería el Panteón de Agripa de Roma.
- 3 / Según Galera (2000), la adjudicación de esta segunda fase fue disputada frente a otros maestros que quisieron hacerse con la misma, y donde actuó como supervisor el Maestro Mayor de la Corte Luis de Vega
- 4 / El tratado, como se ha indicado posteriormente, se realizó entre el 1575 y 1592, por otra parte Andrés de Vandelvira, murió en 1575, y la fecha de finalización de la capilla que figura en un rosetón en una de las caras exteriores del mismo es de 1592. Por tanto queda claro la no participación de Andrés en la construcción de la capilla. Aunque la relación entre el tratado y la construcción si parece evidente.
- 5 / Se había fechado su realización entre 1575 y 1589, aunque Genevieve Barbé (1997) precisó más su datación situándolo en 1591
- 6 / Juan Carlos Palacios (2003, p.201) hace una reconstrucción pormenorizada de la cúpula en la que está basada esta explicación. Tiene numerosas coincidencias pero se ha pretendido documentarla con algunas nuevos gráficos y explicaciones que permitan la comparación con las cúpulas construidas.
- 7 / Al hacer un mayor número de divisiones se podría obtener mayor precisión, aunque en este estudio hemos optado por considerar las ocho partes del tratado que consideramos una aproximación suficientemente válida.
- 8 / Las imágenes de fotografía son imágenes fugadas que no permiten su medición, Para poder trabajar con las mismas métricamente deberemos pasarlas a proyecciones cilíndricas como el diédrico. (planta, alzado y perfil).
- 9 / En relación a la esterotomía general ver Rabasa (2003).

Referencias

- BARBÉ, G. (1997). *Tratado de Arquitectura de Alonso de Vandelvira*. Albacete: Caja de Ahorros.
- CRUZ, F. (2001). *Alonso de Vandelvira (1544-ca1 1626-7); tratadista y arquitecto andaluz*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- CHUECA, F. (1995). *Andrés de Vandelvira, Arquitecto*. Albacete: Riquelme de Vargas.
- GALERA, P. (2000). *Andrés de Vandelvira*. Madrid: Akal.
- GÓMEZ-MORENO, M. (1983). *Las Águilas del Renacimiento español*. Madrid: Xarait ediciones.

9. Detalle exterior de la cúpula de San Sebastián, Alcaraz. (Foto cedida por Fernando Inglés).

9. Exterior detail of dome of San Sebastián, Alcaraz. (Photograph by courtesy of Fernando Inglés).

- L'ORME, P. (1988(1561)). *Traité d'architecture: Nouvelles Inventions pour bien bastir et à petits fraiz. Premier, Tome de l'Architecture*. (Libraire-Éditeur, Ed.) Paris:: Léonce Laget,, 1988.
- LLOPIS VERDÚ, J., & TORRES BARRACHINO, A. (2011). *Tratadística e imagen arquitectonica en el siglo XVI en Valencia*. *Revista EGA nº 18*, 64-79.
- MARIAS, F. (1983-1986). *La arquitectura del Renacimiento en Toledo (1541-1631)*(Vol. 3 volúmenes). Toledo.
- PALACIOS, J. C. (2003). *Trazas y Cortes de Cantería en el Renacimiento español* (2ª ed.). Madrid: Munilla-lería.
- PRETEL, A. (2005). *Vandelvira y su gente de Alcaraz: La obra y el entorno social y laboral*. En AA VV, *Andrés de Vandelvira V centenario*. albacete: Instituto de estudios Albacentenses Don Juan Manuel.
- RABASA, E. (2003). *Esterotomía y talla de la Piedra*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

inscribed on a rosette on one of its walls was 1592. It is therefore clear that Andrés took no part in building the chapel. Nonetheless, there appears to be an evident relationship between the treatise and the chapel as built.

5 / Juan Carlos Palacios (2003, p.201) has made a meticulous reconstruction of the dome, which has served as the basis of this explanation. There are many points of agreement, but this article aims to furnish new images and explanations which permit the treatise to be compared with the built domes.

6 / The greater the number of divisions, the greater the precision that could be obtained. Nonetheless, in this study we take the eight parts of the treatise to be a sufficiently valid approximation.

7 / As the photographs are leaked images they cannot be measured. In order to derive measurements from them we need to project them cylindrically, diedrally, for example (front, lateral and top views).

8 / On stereotomy in general see Rabasa (2003).

References

- BARBÉ, G. (1997). *Tratado de Arquitectura de Alonso de Vandelvira*. Albacete: Caja de Ahorros.
- CRUZ, F. (2001). *Alonso de Vandelvira (1544-ca1 1626-7); tratadista y arquitecto andaluz*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- CHUECA, F. (1995). *Andrés de Vandelvira, Arquitecto*. Albacete: Riquelme de Vargas.
- GALERA, P. (2000). *Andrés de Vandelvira*. Madrid: Akal.
- GÓMEZ-MORENO, M. (1983). *Las Águilas del Renacimiento español*. Madrid: Xarait ediciones.
- L'ORME, P. (1988(1561)). *Traité d'architecture: Nouvelles Inventions pour bien bastir et à petits fraiz. Premier, Tome de l'Architecture*. (Libraire-Éditeur, Ed.) Paris:: Léonce Laget,, 1988.
- LLOPIS VERDÚ, J., & TORRES BARRACHINO, A. (2011). *Tratadística e imagen arquitectonica en el siglo XVI en Valencia*. *Revista EGA nº 18*, 64-79.
- MARIAS, F. (1983-1986). *La arquitectura del Renacimiento en Toledo (1541-1631)*(Vol. 3 volúmenes). Toledo.
- PALACIOS, J. C. (2003). *Trazas y Cortes de Cantería en el Renacimiento español* (2ª ed.). Madrid: Munilla-lería.
- PRETEL, A. (2005). *Vandelvira y su gente de Alcaraz: La obra y el entorno social y laboral*. En AA VV, *Andrés de Vandelvira V centenario*. albacete: Instituto de estudios Albacentenses Don Juan Manuel.
- RABASA, E. (2003). *Esterotomía y talla de la Piedra*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

