

Precisión del trazado de plantillas para pechinas de baídas por hiladas redondas según el manuscrito de Vandelvira

Pau Natividad Vivó; José Calvo López
 Grupo de Investigación en Historia de la Construcción
 Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación, UPCT
 Avenida Paseo de Alfonso XIII, Nº 50, 30203 Cartagena (Murcia)
 E-mail: pau.natividad@upct.es; jose.calvo@upct.es

Resumen. Este trabajo analiza la precisión del trazado de las plantillas para las pechinas de las bóvedas baídas despiezadas por hiladas redondas, según el manuscrito de Alonso de Vandelvira.

1. Introducción

La construcción en piedra de cantería tiene dos fases diferenciadas: la *traza*, o definición gráfica del elemento de cantería y de su despiece para obtener las plantillas e instrumentos necesarios para la talla, y la *labra*, o ejecución material de las dovelas. En el trazado de una media naranja (bóveda semiesférica) los maestros canteros podían emplear un ingenioso procedimiento geométrico que consistía en aproximar el intradós esférico de la bóveda a varios troncos de cono, tantos como hiladas fueran a ejecutarse. La porción de superficie esférica de cada hilada era sustituida por una superficie troncocónica cuyo desarrollo proporcionaba las plantillas de intradós. Estas plantillas se empleaban en la labra del intradós de las dovelas; luego, mediante comprobación con baivel, se tallaban las restantes caras [1].

El trazado de una baída (bóveda de intradós esférico sobre planta poligonal) es similar al de una media naranja, pero con algunas diferencias: la baída no es una semiesfera completa, sino, más bien, un *casco* esférico apoyado sobre cuatro *pechinas*. Y son éstas las que implican una dificultad añadida, pues su labra requiere de plantillas especiales.

2. Las plantillas para baídas según Vandelvira

El manuscrito de Alonso de Vandelvira explica cómo obtener las plantillas de las baídas despiezadas por hiladas redondas [2]. Nos apoyaremos en las trazas para la 'capilla perlongada' (Fig.1), según las cuales hay que realizar varias operaciones gráficas, que son diferentes según se trate de las dovelas del casco o de las pechinas [3].

La obtención de las plantillas para las dovelas del casco no ofrece diferencia respecto del método empleado en una media naranja: el desarrollo del tronco de cono de cada hilada proporciona los bordes inferior y superior de las plantillas de intradós de dicha hilada. Después se delimita lateralmente este desarrollo por donde interese, mediante rectas, con objeto de obtener plantillas más o menos largas y así aprovechar al máximo el material disponible.

Sin embargo las plantillas de las pechinas requieren operaciones gráficas adicionales, pues en este caso no es posible dar la longitud que nos interese al desarrollo ni tampoco lo podemos delimitar lateralmente con rectas [3]. Al igual que con las dovelas del casco, primero debemos desarrollar las juntas inferior y superior de la hilada. En segundo lugar es necesario definir la longitud del desarrollo, que se obtiene midiendo en planta la longitud de la junta inferior y superior de la hilada correspondiente. Para trasladar con exactitud estas longitudes sería necesario rectificar los arcos, pues las juntas no tienen igual curvatura en planta que en desarrollo, sin embargo Vandelvira las traslada directamente. Y en tercer lugar es necesario obtener la curvatura de los arcos que definen los laterales de las plantillas, para lo cual se emplean los desarrollos de los arcos de embocadura según conos de eje horizontal.

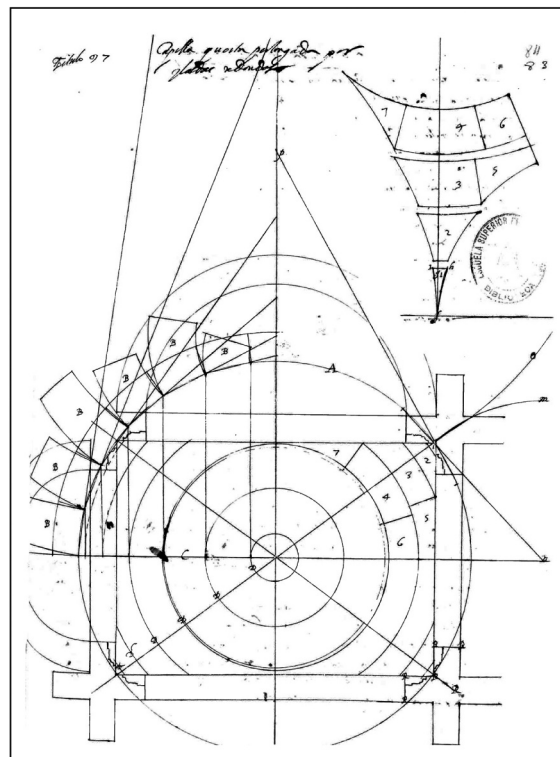


Fig.1 'Capilla perlongada por hiladas redondas'. Libro de traças de cortes de piedras (f.83r), Vandelvira [2].

En consecuencia, las plantillas de las pechinas resultan definidas por la combinación de cuatro arcos de circunferencia (Fig.1, parte superior derecha): los arcos inferior y superior, desarrollos de las juntas inferior y superior de la hilada según conos de eje vertical; y los arcos laterales, desarrollos de los arcos de embocadura según conos de eje horizontal.

Llegados a este punto, nos surgen las siguientes incógnitas sobre el trazado de las plantillas de las pechinas según Vandelvira: ¿conlleva una desviación importante el hecho de trasladar, sin rectificar, las longitudes de las juntas desde la planta a los desarrollos? ¿Es correcto, desde un punto de vista geométrico, la combinación en un mismo plano de desarrollos según conos de eje vertical con otros de eje horizontal? ¿Tiene el procedimiento, desde un punto de vista constructivo, un error relevante?

3. Análisis comparado

Para dar respuesta a estas preguntas, compararemos el procedimiento de trazado empleado por Vandelvira (bidimensional) con el procedimiento de trazado geométrico preciso realizado mediante CAD (tridimensional). Obtendremos, en cada caso, la plantilla de intradós de una pechina al completo, como si ésta fuera a ejecutarse mediante una única dovela. Una vez obtenidas ambas plantillas, las compararemos.

3.1. Trazado según Vandelvira

Primero se dibuja la planta y sección de la baída, marcando claramente la junta entre casco y pechinas (Fig.2). A continuación desarrollamos, en planta, el arco de embocadura (1) según un cono de eje horizontal; y desarrollamos, en sección, las juntas inferior y superior de la hilada que engloba a la pechina (2) según un cono de eje vertical. Finalmente medimos, en planta, la longitud de la junta superior de la pechina (3); por simetría, sólo será necesario medir la mitad de esta longitud.

Con estos datos podemos dibujar la plantilla (Fig.3). Sobre un eje vertical disponemos los desarrollos de las juntas (2). Luego marcamos, sobre la junta superior, la longitud tomada de la planta (3), desde la intersección con el eje vertical y hacia la derecha. Por último, dibujamos dos arcos de radio igual al desarrollo del arco de embocadura (3), uno desde la esquina inferior de la plantilla hasta la esquina superior derecha (1), y el otro, simétrico, desde la misma esquina inferior hasta la superior izquierda.

3.2. Trazado preciso mediante CAD

Primero modelamos tridimensionalmente la baída, compuesta por el casco y las cuatro pechinas (Fig.4a). Luego aislamos una pechina (Fig.4b) y añadimos la superficie troncocónica correspondiente (Fig.4c). Después proyectamos la pechina sobre la superficie troncocónica (Fig.4d); aunque puede realizarse de

muchos modos, pensamos que lo más lógico es hacer una proyección convergente al centro de la superficie esférica, es decir, que a todo punto de la pechina le corresponda un punto en la superficie troncocónica tal que, si unimos ambos puntos con una recta, ésta debe pasar por el centro de la superficie esférica. Es conveniente indicar que los dos arcos de circunferencia laterales de la pechina, una vez proyectados, se convierten en curvas alabeadas. Finalmente desarrollamos la superficie troncocónica, incluyendo las dos curvas alabeadas mencionadas, de manera que obtenemos la plantilla buscada (Fig.4e).

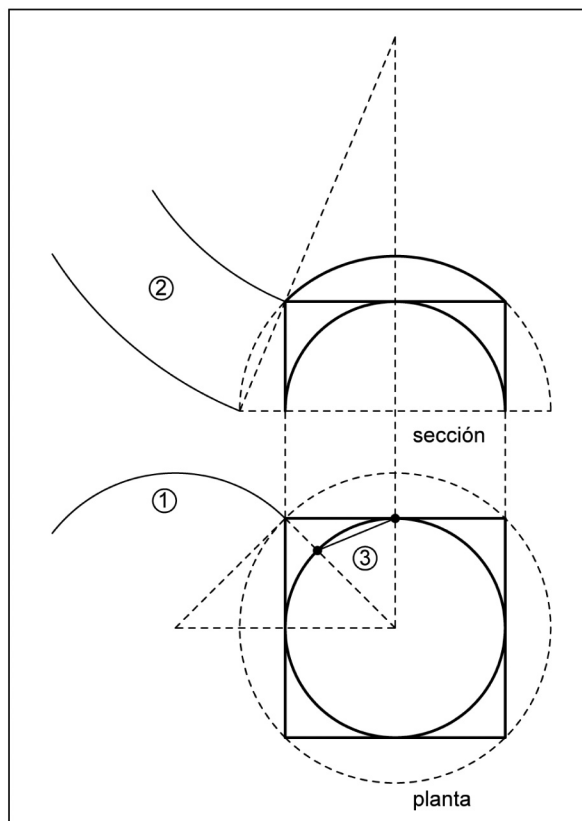


Fig.2 Trazos de una baída.

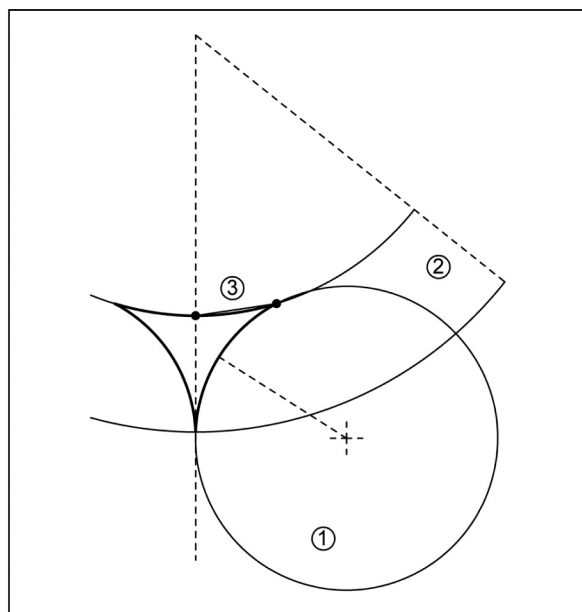


Fig.3 Dibujo de la plantilla de una pechina.

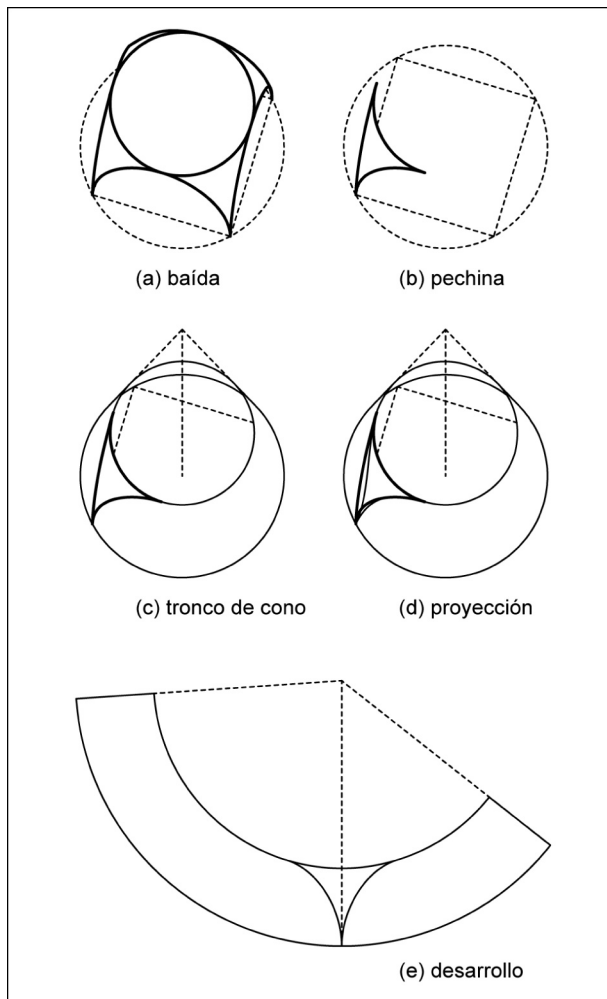


Fig.4 Obtención de la plantilla de una pechina mediante CAD.

3.3. Análisis comparado

Si superponemos ambas plantillas podemos ver que la obtenida según el procedimiento de Vandelvira presenta pequeñas desviaciones respecto de la obtenida mediante CAD (Fig.5). Esto se debe a dos imprecisiones geométricas: la primera resulta de trasladar directamente la longitud de la junta desde la planta al desarrollo, sin rectificar arcos, motivo por el cual el borde superior de la plantilla de Vandelvira resulta ligeramente más corto. Concretamente, para una baída con radio unidad, el borde superior de la plantilla de Vandelvira mide 1,086 mientras que el borde de la obtenida por CAD mide 1,111 (diferencia de 0,024). La segunda imprecisión deriva de emplear arcos de circunferencia para delimitar lateralmente la plantilla, cuando en realidad estos bordes de la plantilla no deberían ser circulares, sino unas curvas resultado del desarrollo de otras dos curvas alabeadas generadas por la proyección de los laterales de la pechina esférica sobre la superficie cónica. En consecuencia la plantilla de Vandelvira es ligeramente más ancha que la plantilla obtenida por CAD. Concretamente, para una baída con radio unidad, la mayor separación entre las curvas laterales de ambas plantillas es de 0,020.

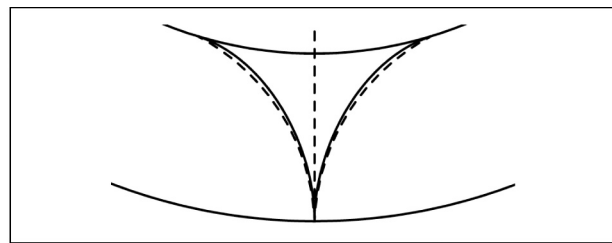


Fig.5 Superposición de plantillas (en línea continua la plantilla de CAD, en discontinua la de Vandelvira).

4. Conclusiones

Vandelvira comete dos imprecisiones en el trazado de las plantillas de las pechinas. Pero deben entenderse como simplificaciones geométricas motivadas fundamentalmente por dos aspectos: en primer lugar, la proyección de la pechina sobre la superficie troncocónica y su posterior desarrollo es una operación difícilmente abordable mediante técnicas bidimensionales, lo que justifica plenamente que se simplifique el proceso y se emplee el desarrollo de los arcos de embocadura como bordes laterales de las plantillas. Y en segundo lugar, estas simplificaciones facilitan el trazado y no conllevan desviaciones relevantes, siendo, por tanto, totalmente asumibles desde un punto de vista constructivo. Por último debemos indicar que este estudio ha considerado que la pechina se construye con una única dovela. Ahora bien, lo habitual en la práctica constructiva es resolver la pechina mediante varias hiladas, motivo por el cual el procedimiento expuesto por Vandelvira adquiere mayor precisión, pues a mayor número de hiladas, más troncos de cono y, por tanto, un mayor ajuste respecto de la superficie esférica.

Referencias

- [1] Palacios Gonzalo, J.C. ([1990] 2003) Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento español, pp.188-195, Madrid: Munilla-Leria.
Rabasa Díaz, E. (1996) Técnicas góticas y renacentistas en el trazado y la talla de las bóvedas de crucería españolas del siglo XVI. Actas I Congreso Nacional de Historia de la Construcción, pp.423-434. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
Rabasa Díaz, E. (2000) Forma y construcción en piedra, pp.160-183. Madrid: Akal.
- [2] De Vandelvira, A. (ca.1580) Libro de traças de cortes de piedras. Manuscrito, Biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la UPM. Ed. facsimilar: Tratado de arquitectura de Alonso de Vandelvira (1977). Albacete: Caja Provincial de Ahorros. Incluye transcripción y prólogo de Geneviève Barbé-Coquelin de Lisle.
- [3] Natividad Vivó, P. (2012) Las pechinas de las bóvedas baídas en el manuscrito de Alonso de Vandelvira. Actas XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación, pp.321-328. Universidad Politécnica de Valencia.