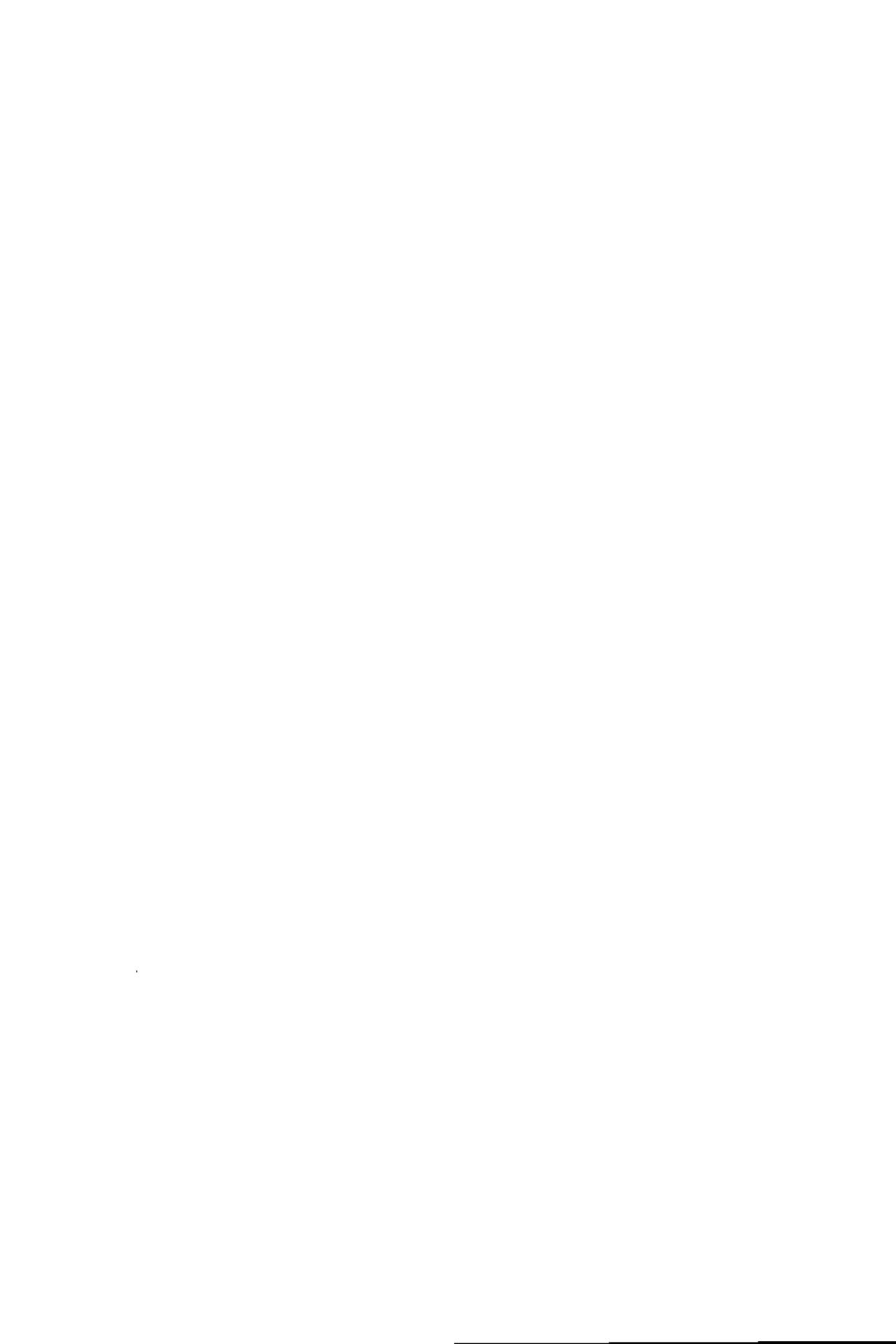


# **Sobre las cúpulas de las torres de la basílica del Escorial**

**Miguel Ángel ALONSO RODRÍGUEZ**  
Escuela Técnica Superior  
de Arquitectura de Madrid



El trabajo realizado se plantea como una aproximación al estudio de la forma y construcción de las cúpulas de las torres de la basílica del Escorial. Parte de la supuesta asociación entre forma y construcción, que en el caso de abovedamientos de fábricas con frecuencia es notable. Consistió en analizar su forma, a partir de un levantamiento riguroso, y su construcción, a partir de la documentación de la época que nos ha llegado, y analizar las relaciones que surgían.

La planta cuadrada de las torres de la basílica del Escorial está coronada por una balaustrada con bolas sobre pilastros y cubierta por una cúpula semiesférica asentada sobre un pedestal cilíndrico, y coronada por un cupulín esférico, rematado por pirámide y bola.

La transición de la planta cuadrada de las torres al tambor cilíndrico se efectúa mediante pechinas. El trasdós de la cúpula es liso y el intradós se trabaja con 16 resaltos, agrupados a pares.

Tanto el exterior como el interior de la cúpula es de granito visto reconociéndose los sillares, y en este sentido hablamos de una cúpula trasdosada.

Las noticias que han llegado sobre su ejecución proceden fundamentalmente, de los libros de obras de la construcción del monasterio.

Para la construcción de la basílica, Juan de Herrera, en las navidades de 1575, principio del 76, dividió la iglesia, con sus torres, en diez destajos. Se establecieron de manera que no hubiera confusión y estuvieran los trabajos compensados. La división, mediante un eje de simetría por parejas de partidas que trabajaban en tareas paralelas y equivalentes, buscaba proporcionar una intensa y armónica competencia.

Previamente se habían enviado cédulas y mandatos por todo el reino para que concurriesen maestros a tomar los destajos de la fábrica. Llegaron, para concurrir a la licitación, sesenta maestros. Cada destajo tenía dos maestros canteros con al menos cuarenta oficiales.

La licitación comenzó el 10 de noviembre de 1575. Las partidas en las que se incluían las torres de la basílica se las adjudicaron a los destajos de los maestros canteros Martín de Berriz y Juan de la Puente, torre norte, y Francisco del Río y Diego de Cisniega, torre sur, que incluían la mitad correspondiente de la fachada, pórtico y parte del sotacoro.

Ambas cuadrillas el 20 de noviembre habían aceptado las condiciones iniciales par la realización de uno de los destajos<sup>1</sup>, y el 14 de enero de 1576 se comprometían a la ejecución de los destajos concretos asignados, aceptando las nuevas condiciones impuestas en los trabajos de cantería<sup>2</sup>.

El sistema de cantería que finalmente se impuso fue el propuesto por Juan de Herrera, que consistía en una labra del material a pie de cantera y en la fábrica únicamente asentarlos para que, una vez hecha la obra, se retundiese y bornease. Por otra parte serían los destajeros quienes contratarían las labores de sacado y desbastado de la piedra y no el rey a través de la congregación, convirtiéndose los destajeros en contratistas. En junio de 1576 se les impone la obligación de que en cada destajo uno de los maestros canteros debía permanecer en la cantera al cargo de las labores de sacado, desbastado y labra, y el otro en la obra<sup>3</sup>.

Los contratos para cortar, sacar y desbastar la cantería de estos destajos los firman el 9 de agosto de 1576 Martín de Berriz y Juan de la Puente (torre norte) y el 15 de de enero del año siguiente Francisco del Río y Diego de Cisniega (torre sur)<sup>4</sup>.

Se tiene constancia de pagos realizados a los citados maestros canteros a lo largo de 1576 y los dos años siguientes, tiempo en el que debemos suponer que avanzan las obras de sus destajos<sup>5</sup>. Martín de Berriz fallece el 10 de enero de 1578<sup>6</sup>. El último de los pagos que se le efectúa es a cuenta de los trabajos del mes de agosto de 1577<sup>7</sup>. Desde esta fecha los pagos correspondientes se libran a Juan de la

1. BUSTAMANTE GARCÍA, A., *La octava maravilla del mundo: estudio histórico sobre el Escorial de Felipe II*, ed. Alpuerto, Madrid, 1994.,p.407.

2. IDEM, *ibid.*, p. 433.

3. IDEM, *ibid.*, p. 477.

4. IDEM, *ibid.*, p. 468.

5. IDEM, *ibid.*, pp. 471-477.

6. IDEM, *ibid.*, p. 497.

7. IDEM, *ibid.*, p. 475.

Puente y a Lope García de Arredondo, que sustituye al maestro cantero fallecido.

Tenemos constancia de la construcción de grúas hacia el 26 de enero de 1579 para la partida de Juan de la Puente<sup>8</sup> y el 16 de octubre del 1579 para la de Francisco del Río pero no se especifica que sean para trabajos de ejecución de las torres<sup>9</sup>.

Un documento fundamental en la cronología de las torres es el que con fecha de 17 de noviembre de 1579 recoge los precios con que se han de hacer las dos torres de las campanas de la iglesia desde el sobrelecho del capitel de los ochenta y seis pies arriba, y contiene la descripción detallada de cada una de las partidas. Ese mismo día los precios son aceptados por los destajeros, que comprometen su ejecución<sup>10</sup>.

Poco después, el 14 de diciembre de este año de 1579, Diego de Cisniega y Francisco del Río acuerdan con el cantero Diego de Gail las condiciones por las que éste se obliga a cortar sacar y desbastar las piedras necesarias para la realización de la partida de la torre que se les ha adjudicado<sup>11</sup>. Ese mismo día un grupo de diez maestros de cantería, encabezados por Juan de Hermosa, se comprometen a labrarles todas las piezas grandes y pequeñas de la torre sur<sup>12</sup>.

El trabajo en ambas torres comienza de inmediato pues un mes después el carpintero Juan de la Laguna había construido dos grúas para las obras de cantería de las dos torres que se le abonan el 15 de enero de 1580.

Las obras de la torre sur duraron poco más de un año, pues el 7 de febrero de 1581 se asigna a Diego de Cisniega la construcción del coro y en el documento que recoge estos datos se dice que su partida «la ba ya acabando»; además en los contratos se estipulaba que no se podía coger una obra sin acabar la anterior. Cisniega otorga escritura de obligación el 8 de abril, pero no con Francisco del Río, que ya había fallecido en estas fechas<sup>13</sup>.

8. IDEM, *ibid.*, p. 490.

9. IDEM, *ibid.*, p. 491.

10. IDEM, *ibid.*, p. 496.

11. IDEM, *ibid.*, p. 470.

12. IDEM, *ibid.*, p. 470.

13. IDEM, *ibid.*, p. 501.

El 16 de septiembre de 1582 se concierta con los canteros que revocaran, retudieran y pincelaran toda la obra de cantería que Diego de Cisniega y Franciso del Río<sup>14</sup>.

La construcción de la torre norte va más despacio, pues sabemos que el carpintero Juan de Laguna se compromete el 14 de abril de 1581 a levantar una grúa para la torre que construyen Juan de la Puente y Lope de Arredondo conforme al alto de la que tiene la de Diego de Cisniega. Asimismo, en estas fechas Diego de Cisniega había terminado las obras de la torre sur y Juan de Laguna, en el mismo contrato anterior, se compromete a desmontar la grúa de esta torre y bajarla<sup>15</sup>. En misma escritura el carpintero había concertado la realización de las cuatro grúas para cerrar la cúpula de la iglesia.

El 13 de agosto de 1581, Juan de la Puente alcanza un acuerdo para la labra de las piezas de la cornisa de las torres, según los moldes dados por Juan de Mijares, fecha en la que, por lo tanto, no se había concluido la planta cuadrada de las torres<sup>16</sup>.

A finales de este año, el 22 de diciembre, se realiza la medición de la torre sur y lo que está realizado de la torre norte<sup>17</sup>.

A partir de esta fecha se aplica gran celeridad a las obras de esta torre, pues los trabajos de cortado, sacado y desbastados de la cantería que falta se dividen por la mitad y se asignan a dos equipos que otorgan escritura de obligación el 7 y el 9 de enero de 1582 y el 5 de marzo Lope de Arredondo concierta la labra de las 16 bolas de su torre<sup>18</sup>. La razón de esta celeridad podemos pensar que es debido a que la cúpula de la basílica, cuyos precios se dieron el mismo día que el de las torres, está a punto de terminarse.

En enero de 1584 se finiquitan las cuentas con la partida de Juan de la Puente y Lope de Arredondo<sup>19</sup>.

Éstas son algunas de las noticias que nos han llegado relativas a la construcción de las torres de la basílica. Otra fuente documental de la época son los dibujos conservados de las mismas. El más antiguo lo encontramos en la denominada sección C de las «Traza de

14. IDEM, *ibid.*, p. 507.

15. IDEM, *ibid.*, p. 501

16. IDEM, *ibid.*, p. 502

17. IDEM, *ibid.*, p. 503.

18. IDEM, *ibid.*, p. 504

19. IDEM, *ibid.*, p. 512

Juan de Herrera y sus seguidores»<sup>20</sup>. En esta misma colección de dibujos se conservan tres plantas de la torre sur, que se entienden que forman parte de un juego al que también pertenece el alzado de una de las torres que se ha fechado en 1579, de esta misma colección. Este dibujo tradicionalmente se ha considerado como traza definitiva y ejecutada tal cual en la construcción final. No obstante, presenta diferencias respecto a lo ejecutado, que han sido puestas de manifiesto y analizadas por Javier Ortega Vidal<sup>21</sup>. También son de la época los grabados de Perret, que no son una representación fidedigna pues ofrecen, deliberadamente, una imagen idealizada de la fábrica escorialense.

Además de esta documentación se realizó un levantamiento específico de las cúpulas de las torres. El sistema empleado se basó en los métodos topográficos y en el uso de estación láser de lectura sin prisma de reflexión, que permite dar coordenadas a puntos inaccesibles, dado que la medición manual directa de las cúpulas resultaba inviable.

Para el levantamiento del intradós se realizaron dos estacionamientos en el último piso de la torre sur y cuatro en el de la torre norte, debido a que las campanas y las estructuras metálicas en la que están montadas impiden tener una visión completa de su interior desde un único punto de observación. Desde el último piso de cada una de las torres se radiaron, recíprocamente, puntos del extradós, y emplazados en la balaustrada circular de la cúpula de la basílica se radiaron puntos del trasdós de las cúpulas de ambas torres. Se hizo de manera que los puntos radiados pertenecían a la parte de las cúpulas de las que era posible obtener datos, desde dichas posiciones, tanto del trasdós como del intradós. En concreto, los puntos que se radiaron eran los vértices de las dovelas, lo que permitió definir la posición de las llagas y los tendeles del trasdós y del intradós de más de la mitad de cada cúpula. Además, se definió la posición de los resaltes interiores.

En cada caso, las observaciones se refirieron a un único sistema coordinado mediante la transformación Helmert 3D a partir de puntos comunes, que para el intradós estaban situados sobre los paramen-

---

20. AA.VV. *Las trazas de Juan de Herrera y sus seguidores*, Patrimonio Nacional-Fundación Emilio Botín, 2001, con trabajos de Javier Ortega Vidal, Agustín Bustamante García y Delfín Rodríguez Ruiz.

21. Ortega Vidal, J., *El Escorial; dibujo y lenguaje clásico*, Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V, Madrid 1999, pp. 211-221

tos del interior de las torres y para el trasdós pertenecían a la fachada norte y sur de la torre sur y norte, respectivamente. A continuación se determinó, en cada caso, el eje del intradós a partir de los puntos situados en la imposta cilíndrica de arranque del peralte, imponiendo la condición de que su planta definiese una circunferencia. Los ejes del trasdós de cada cúpula se calcularon a partir de la esfera que mejor se ajustaba a los puntos radiados. El siguiente paso consistió en aplicar un giro a todos los puntos alrededor de los respectivos ejes, hasta situarlos en el mismo plano meridiano para de esta forma obtener los perfiles del exterior e interior de ambas cúpulas. La relación entre el exterior y el interior se determinó al hacer coincidir los respectivos ejes e hiladas correspondientes, y el resultado fueron las secciones de las cúpulas. La planta, en cada caso, resultaba inmediata de la proyección horizontal de las nubes de puntos. A partir de la planta y las secciones meridianas se pudo representar las cúpulas.

Este método de levantamiento y cálculo fue el que ya se aplicó para la cúpula de la basílica<sup>22</sup>. Ahora, como en aquella ocasión, los ajustes se realizaron por mínimos cuadrados, con las mismas herramientas de cálculo, y por tanto la calidad y rigor del procedimiento estaba contrastado.

Como se ha indicado, tras la toma de datos y del proceso de cálculo se obtuvo la sección de las cúpulas. Ambas secciones, la de la cúpula de la torre norte y la de la torre sur, no diferían de manera apreciable, a pesar de la diferencia de tiempo con que se ejecutaron, como por otra parte cabía esperar, sabiendo que en la obra del Escorial en la casa de trazas, se guardaban los originales y a los canteros se les daban copias.

*«Yten se les an de dar a costa de su magd. Hecho un baybel de cada buelta y un molde de cada jenero diferente de molduras y una planta para cada cosa de hierro o de madera quedando siempre los originales en poder de los dhos Pedro de Tolosa y Lucas de Escalante para que no aya alteracion ninguna...»<sup>23</sup> (398)*

Las secciones que inicialmente se obtuvieron de las cúpulas eran dos perfiles a puntos, que luego se tradujeron a línea, en los que se identificaban la directriz del exterior y del interior, así como

22. ALONSO RODRÍGUEZ, M. A., *Levantamiento de la cúpula del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial*, Madrid 2001 (este trabajo ha sido realizado y presentado como PFC de los estudios de topografía. Sin publicar).

23. BUSTAMANTE GARCÍA, A., o.c., p. 398

la de los resaltos, y sobre ellas la posición de las hiladas. Permitían apreciar con claridad la alineación existente entre las juntas de las hiladas del trasdós y del intradós, y que era horizontal en las hiladas más bajas de la cúpula y radial a partir de la hilada que en el trasdós se identifica por su altura superior a las restantes, que están uniformemente separadas. Este despiezo corresponde a una disposición constructiva concreta, de forma que las primeras hiladas avanzan por vuelos sucesivos, separadas por planos horizontales, y es a partir de cierta altura donde la superficie de sus lechos y sobrelechos son conos<sup>24</sup>.

Algunas referencias a esta geometría se puede encontrar en textos de la época. Incluso Serlio, en el libro V dedicado a los templos, pone varias construcciones de planta centralizada, de diseño propio, cubiertos con cúpulas que al exterior presentan, en su arranque, un escalonamiento que remite a un sistema de hiladas horizontales. Palladio en la reconstrucción gráfica que realiza del templo de Vesta en Tivoli, de planta circular, lo remata con una cúpula que al exterior arranca escalonada.

No obstante el despiezo encontrado en las cúpulas de las torres de la basílica del Escorial, encuentra sus antecedentes en las bóvedas de crucería y en lo que ocurría en los jarjamentos, cuyos lechos son horizontales.

En los jarjamentos góticos, por lo general, la última hilada tiene su sobrelecho horizontal, salvo la parte correspondiente a los nervios, que ya está inclinado, de donde arrancan los nervios de manera independiente y con juntas convergentes, como cualquier arco<sup>25</sup>.

En las torres de la basílica hay una hilada equivalente con el sobrelecho horizontal, excepto en la parte correspondiente a los resaltos, que ya está inclinado. Pero en la hilada siguiente los resaltos, con el lecho inclinado, no se independizan, al no presentar una junta con el intradós.

Todo ello se ve confirmado al analizar la disposición de las juntas verticales entre las dovelas de una misma hilada del exterior y del interior. Como ya se indicó, mediante la estación láser se habían definido las coordenadas de los vértices de las caras de las dovelas

24. RABASA DÍAZ, E., *Forma y construcción en piedra: de la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Ed. Akal, Madrid 2000, 9.162.

25 RABASA DÍAZ, E., o.c., p. 96

que aparecían en el trasdós e intradós, y, por tanto, las juntas verticales entre dovelas. Al dibujarlas se descubrió la alineación radial de las exteriores con las interiores a partir de la hilada de lecho parcialmente horizontal y el sobrelecho inclinado. Esto permitía afirmar la existencia de una hoja única en la cúpula a partir de dicha hilada y de una doble hoja hasta la misma.

Esta solución constructiva se ve confirmada en los contratos de obra del monasterio. En concreto, en el que se establecen «... *los prescios con que se an de hazer las dos torres de las campanas de la yglesi prinzipal del monasterio de San Lorenzo el Real desde el sobre lecho del capitel de los ochenta y seis pies arriba*», se dice:

*«Cada bara de dovelas de la media naranja que a de ser labrado a picon muy menudo, por la parte de dentro y por la de fuera escodado por abajo con siete pies de lecho y por arriba quatro poco mas o menos, como se les hordenare y por abajo yra en dos piezas su grueso, y por arriba en una para que las ultimas hilada resciban siendo del grueso que combengan el grueso de las que bienen de abajo, en dos medias hiladas y no se han de medir por de fuera sino por de dentro cada bara a de tener quatro pies y medio superficiales con todo su grueso.*

*A treynta y ocho reales y medio cada bara.»*

En donde se puede reconocer que la descripción de las dovelas de la cúpula sería la siguiente:

*«dovelas de la media naranja ... por abajo con siete pies de lecho y por arriba quatro poco mas o menos, como se les hordenare y por abajo yra en dos piezas su grueso, y por arriba en una ... siendo del grueso que combengan el grueso de las que bienen de abajo, en dos medias hiladas...»*

Así pues, la cúpula que cierra las torres es de dos hojas de sillería en su arranque y de una en su culminación, transición que se produce en la hilada de mayor altura al exterior. Según el texto, «*por abajo yra en dos piezas su grueso*» y, por tanto, será maciza, sin relleno, más delgada en la parte superior y más gruesa en la inferior, y se precisan, además, sus dimensiones: siete pies en la parte de abajo y cuatro en la de arriba, «*poco mas o menos*».

Al comparar estas medidas con las construidas se comprueba que no coinciden exactamente, puesto que las dimensiones obtenidas del levantamiento son 6 y 3 pies, respectivamente.

Asímismo, podemos ver que en esta misma partida se definen la altura y la dimensión de los lechos de las hiladas del pedestal, que denominan zócalo, de las cúpulas de las hiladas.

*«Cada bara de çocolo que viene enzima de la cornisa sobre que carga la media naranja conforme a la traza y como le hordenare de a quatro pies y medio superficiales con tres pies de lecho.*

*A diez y seys reales la bara.»*

De acuerdo con esto, las hiladas serán de pie y medio de alto, ya que una vara son tres pies y, según se especifica, la vara de dovela será de cuatro pies y medio superficiales. Su lecho serán tres pies que coincide con la mitad del lecho de arranque de la cúpula, que, por otra parte, sabemos que es de doble hoja.

Estos datos, junto con el levantamiento realizado, han permitido dibujar el despiece de la cúpula y del pedestal. Los lechos de las pechinas no se han dibujado por no tener datos para hacerlos, y la solución dada a la superficie de contacto entre las dos hojas del arranque responde al análisis de soluciones constructivas encontradas a problemas similares en la misma época.

Si ahora se comparan las cúpulas de piedra con la del dibujo de la colección de las trazas de Juan de Herrera y sus seguidores podremos ver las diferencias. Este dibujo tradicionalmente ha sido considerado como traza definitiva y ejecutada en la construcción final. El profesor Javier Ortega ha señalado que se parece a la torre de piedra, pero no tanto como generalmente se supone. Un cambio notable se debe al distinto tratamiento del extradós, que se representa con resaltos y es lisa en la solución final. Si la razón del cambio hubiera sido el abaratamiento, más fácil sería prescindir de los resaltos internos estructurados en tres planos y tan sólo visibles desde el último piso de las torres<sup>26</sup>.

Javier Ortega indica que otra diferencia se da en el pedestal cilíndrico de la cúpula que está dibujado, de 7 pies de altura y que se construyó de 10 pies, aproximadamente<sup>27</sup>.

26. ORTEGA VIDAL, J., o.c., p. 216.

27. IDEM, *ibid.*, p. 217

En efecto, pero las discrepancias entre los pedestales no existen únicamente entre sus alturas, pues se dibuja con un diámetro de 35,5 pies y se construye de 36 pies.

Otra diferencia dimensional significativa es la relativa al tamaño de la media naranja dibujada y la construida. Mientras que en el dibujo el diámetro exterior de la cúpula es 33,5 pies, aproximadamente, en piedra mide 36 pies. Esto implica que la media naranja del dibujo no es tangente al tambor-pedestal cilíndrico, como se puede apreciar con claridad, mientras que en la solución construida sí lo es. En este sentido se separa de la solución adoptada para la cúpula de la iglesia donde dicha tangencia no se produce, si bien la secuencia de molduras del pedestal es la misma que en las torres, como ya ha indicado Javier Ortega, aunque de diferente tamaño.

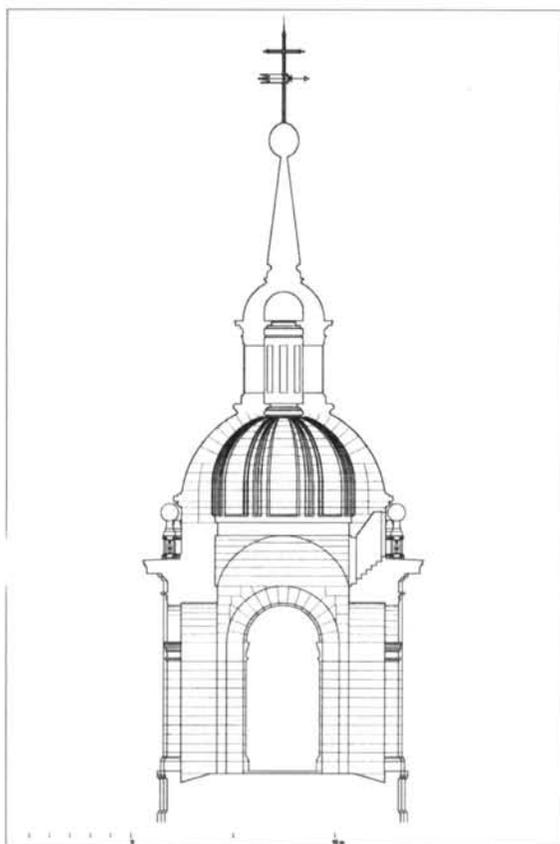
Si ahora nos fijamos en las hiladas de la cornisa del pedestal de cada una de las torres encontramos una pequeña diferencia. En la torre norte la hilada en la que descansa la cornisa está formada por un cilindro y un toro mientras que en la torre sur el toro y el cilindro son dos hiladas diferentes. Así pues, el pedestal exterior cilíndrico de la cúpula de la torre sur, y consecuentemente su peralte interior, tiene una hilada menos que los elementos correspondientes de la torre norte. Por lo demás, apenas hay diferencias entre las cúpulas de las torres. Si acaso indicar que son más regulares los sillares de la torre norte que los de la sur, y donde quizás esta diferencia es más clara sea en la hilada de mayor altura del exterior, que en la torre norte esta formada por piezas prácticamente del mismo ancho, mientras que en la torres sur esta uniformidad no se repite.

Otra diferencia la encontramos en la altura de las torres que resulta ser 22 centímetros más alta la torre sur que la norte. A este respecto se debe precisar que esta diferencia de alturas se ha medido en las cornisas cuadradas, en la cornisa circular del pedestal de la media naranja y en la moldura recta del bocelón. En cambio, la junta de la primera hilada de las agujas que rematan las torres están prácticamente a la misma altura.

Si finalmente se compara la configuración constructiva de las cúpulas de las torres con la de la basílica, se puede ver que, en lo fundamental, apenas varían poco. En ambos casos son cúpulas macizas cuyo espesor decrece según asciende, formado por dos hojas en su

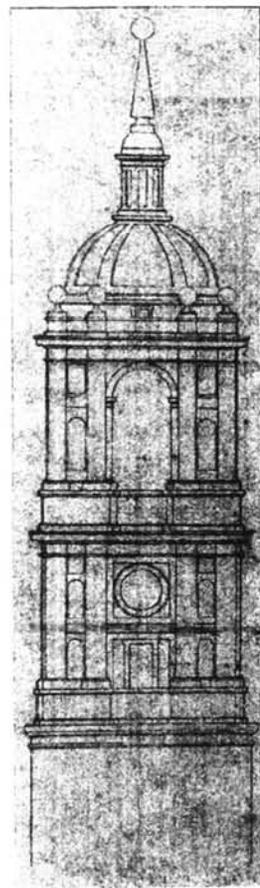
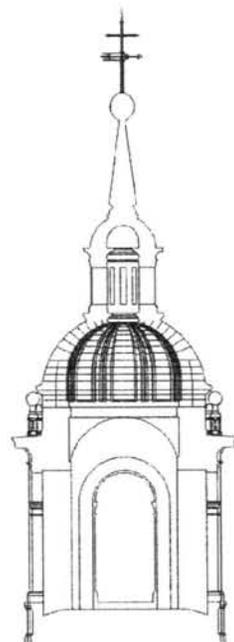
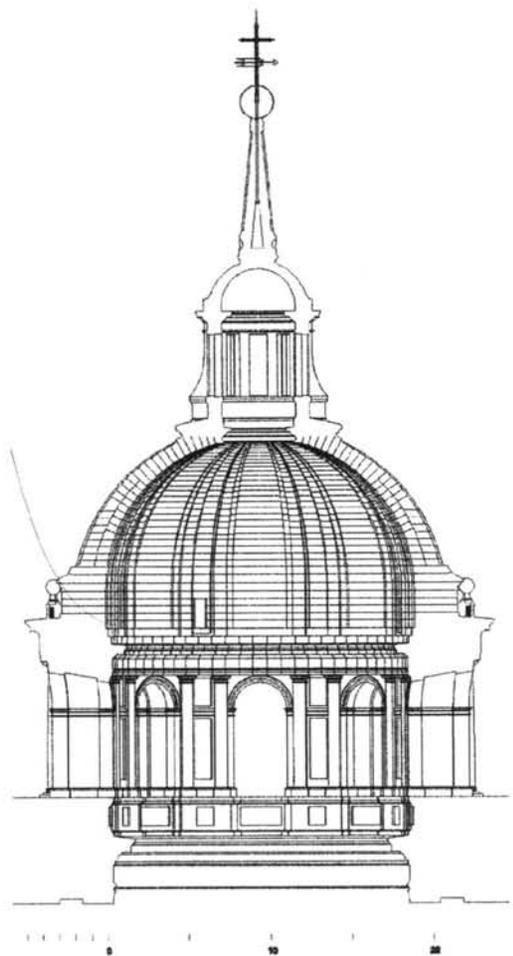
inicio y de una en su final, que comienza con hiladas horizontales y a partir de cierta altura sus lechos y sobrelechos son conos<sup>28</sup>.

El hecho de que transcurriese más de un año entre la finalización de las cúpulas de ambas torres y que las diferencias entre una y otra son mínimas, de manera que la experiencia en la construcción de la primera no aconsejó modificaciones para la segunda, indica lo acertado de la solución constructiva original, que a la vez se repite a otra escala en la cúpula de la basílica.



Sección de la cúpula de la torre sur

28. ALONSO RODRÍGUEZ, M. A. - LÓPEZ MOZO, A., «Levantamiento de la cúpula de la Iglesia del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial», en *Actas del IX Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*, A Coruña 2002, pp. 277-283.



IZQ-Sección de la cúpula de la basílica • CEN-Sección de la cúpula de la torre sur • DCH-Alzado de una de las torres / Juan de Herrera 1579